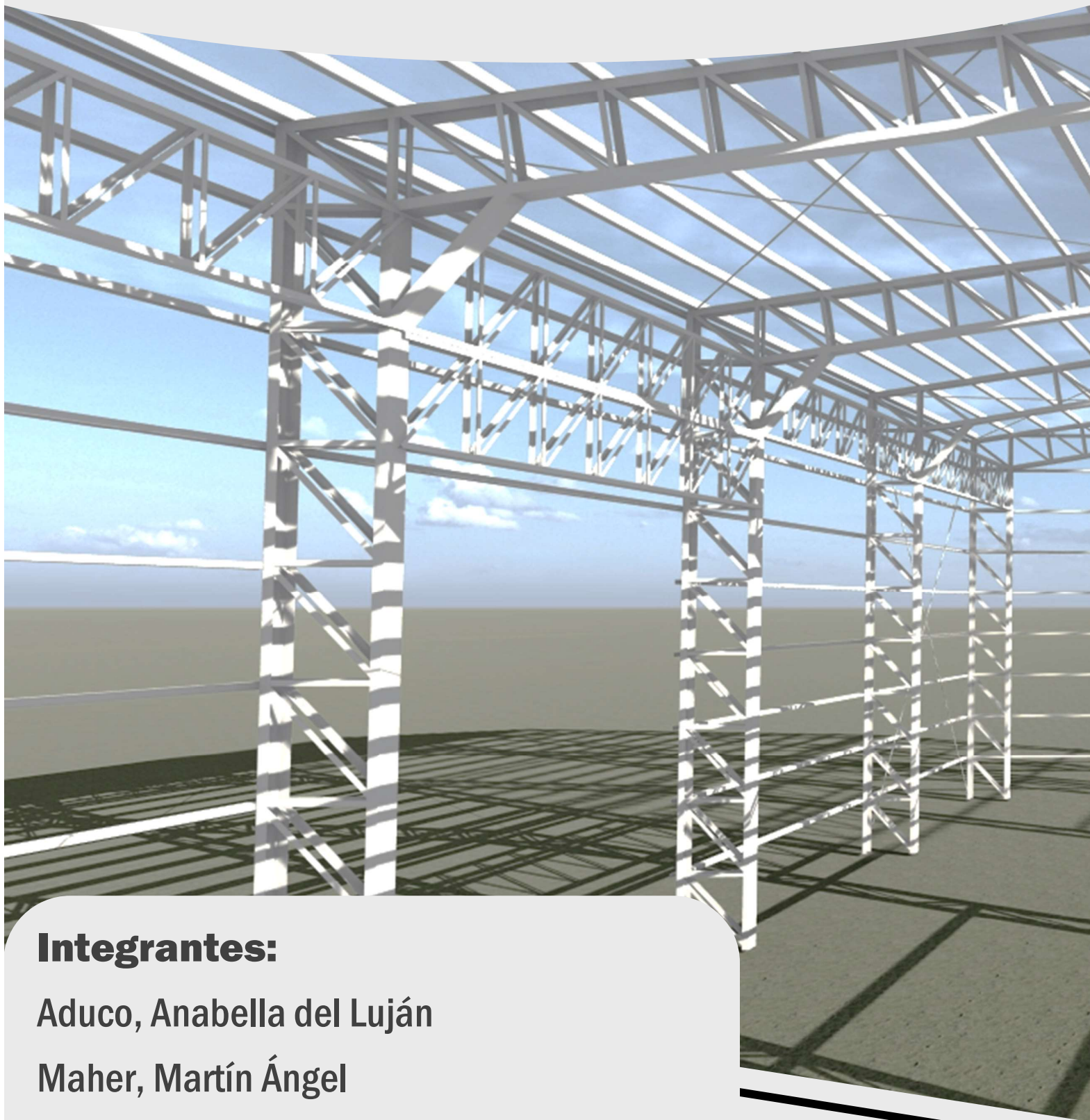


TRABAJO FINAL

INGENIERÍA CIVIL

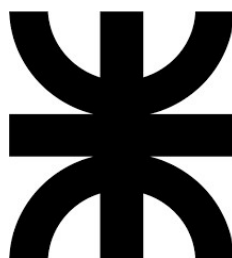


Integrantes:

Aduco, Anabella del Luján

Maher, Martín Ángel

Año 2023



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay

Ingeniería Civil
Proyecto Final de Carrera

**Planta de separación de residuos sólidos urbanos en la
localidad de Herrera**

Proyecto final presentado en cumplimiento de las exigencias de la Carrera
de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay,
realizada por los estudiantes: Aduco, Anabella del Luján y Maher, Martín
Ángel

Tutores:

Ing. Penon, Luciano

Ing. Raffo, Fernando

Arq. Sersewitz, Verónica

Concepción del Uruguay, Entre Ríos

Argentina

2023

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer principalmente a nuestros amigos y familia, que han sido incondicionales en la realización no sólo de nuestro proyecto, sino de toda la carrera a lo largo de estos años, a los cuáles les estaremos en deuda por su apoyo sincero y desinteresado para con nosotros.

Extendemos nuestra gratitud a toda la comunidad de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, a sus docentes, no docentes, graduados y aún estudiantes, que nos han formado como profesionales y personas y han creado el ambiente más propicio y sano para el desarrollo de quiénes somos hoy.

Sumamos, principalmente, a los tutores y profesores de cátedra; Ing. Luciano Penón, Arq. Verónica Sersewitz e Ing. Fernando Raffo por su amabilidad, disponibilidad y predisposición para resolver nuestras consultas y permitir que el proyecto sea posible.

También, agradecemos a la comunidad de la ciudad de Herrera, y sobre todo a los empleados de la Municipalidad de Villa San Miguel de Herrera, que sin ellos no hubiese sido posible la concreción de este trabajo.

Hacemos mención especial a aquellos docentes y no docentes que han ayudado a la realización de este trabajo, especialmente a:

- Ing. Belvisi, Diego
- Ing. Burgos, Pablo
- Ing. Cuffré, Alejandro
- Ing. Piter, Juan Carlos
- Ing. Sosa Zitto, Alexandra
- Garelli, Gastón
- Villanova, Natalia
- Arq. Tomasi, Sergio
- Robles, Maximiliano
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial

A todos ustedes por hacer que podamos concluir esta etapa hermosa y podamos recibir la vida profesional, nuestro mayor agradecimiento y gratitud

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron y analizaron dos problemáticas importantes de la ciudad de Herrera, Entre Ríos, Argentina, elegidas a partir del relevamiento general de la ciudad y de reuniones con actores de organismos internos del municipio de dicha localidad

La primera problemática abordada fue la gran tasa de accidentes producto del uso de una avenida para tránsito pesado de camiones, que, en el punto de conflicto con la R.P. N°39, era objeto de accidentes o situaciones riesgosas que provocan discomfort en los usuarios viales

Es por eso que fue planteada una solución basada en la modificación de la traza vial existente en pos de reducir los puntos de conflicto y las alertas al volante al mínimo, generando sistemas de guarda vehicular y canalización de tránsito mediante isletas y carriles de giro a izquierda. De esa manera, se logra ordenar a los conductores a tomar conductas más prudentes, y la circulación se vuelve menos peligrosa.

En cambio, la segunda problemática estudiada fue el basural a cielo abierto municipal, que llevaba funcionando más de 30 años en el mismo predio, generando la presencia de malos olores, plagas y vectores, además de riesgos de incendios caseros por los residuos y prácticas que reducen la calidad de vida y la salud de la población

Para ello se proyectó un relleno sanitario municipal a pequeña escala, tipo biorreactor, de trincheras independientes donde los lixiviados se devuelven a su interior, el gas se ventea, y se reducen los riesgos al mínimo a través de un número de tareas ordenadas que evitan que el predio vuelva a ser un basural. Además, en la propuesta se incluye la creación de una planta de tratamiento y reciclaje de RSU a fin de evitar que se soterran gran cantidad de materiales que pueden ser aprovechables, cuyo resultado se traduce en beneficios económicos y sociales para los habitantes de la localidad

Se hizo especial énfasis en el impacto ambiental, económico y social de ambas propuestas, y cómo influye esa mejora en la calidad de vida de la población, buscando la mayor eficiencia técnica y económica posible dados los recursos disponibles.

Palabras clave: Herrera, Entre Ríos, Argentina, Intersección, Relleno Sanitario, Vertedero, Biorreactor, RSU, Reciclaje, Tratamiento, Seguridad, Riesgos, Impacto Ambiental, Trazado, Municipio, Localidad.

ABSTRACT

In this paper were analyzed and evaluated two important problems in Herrera, Entre Ríos, Argentina, chosen from research and as a result of numerous meetings with some of the city council officials.

The first issue approached was the increasing accident rate due to an Avenue that wasn't made originally for heavy transit. Therefore, the interjection between the Interstate Highway N°39 and Miguel Zumbo's Avenue was a danger point, resulting in users going through risky situations and discomfort.

The proposed solution was a road layout modification, seeking to reduce danger points and driving alerts to a bare minimum, materialized with traffic islets and channeling. In that manner, traffic is ordered and drivers take a more prudent behavior ending in a less risky driving.

On the other hand, the second issue faced was the Municipal Open Dump, which was active for more than 30 years in the same place, developing odors, pests and accidental fire hazards due to residue, resulting in poor life quality for nearby residents and reducing overall population health.

For this purpose it was projected a small scale bioreactor independent trench landfill, where the leachate is returned to the trenches, gas is vented, and risks are minimized through a number of ordered tasks that prevent it from being a garbage dump again.

Furthermore, the alternative includes the creation of a recycling plant so as to prevent burying usable materials that can generate financial and social benefits for all residents.

Environmental, financial and social impact was emphasized in every preliminary project, and how much does life quality change, seeking the highest technical and economic efficiency given the available resources

Keywords: Herrera, Entre Ríos, Argentina, Intersection, Landfill, Dump, Bioreactor, Urban Solid Waste, Recycling, Treatment, Security, Risks, Environmental Impact, Scheme, Township, Location.

I ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	RELEVAMIENTO GENERAL	3
2.1	República Argentina.....	3
2.2	Provincia de Entre Ríos.....	6
2.3	Departamento Uruguay	9
2.4	Ciudad de Herrera	11
2.4.1	Ubicación Geográfica y características del lugar	11
2.4.2	Historia	15
2.4.3	Geografía, Relieve, Clima y Suelos.....	20
2.4.4	Caracterización económica y socioeconómica	20
2.4.5	Demografía, educación y parámetros poblacionales	23
2.4.6	Densidad poblacional y proyecciones	28
2.4.7	Servicios básicos.....	34
2.4.8	Histórico de obras de los últimos 10 años	44
2.4.9	Edificios de interés y lugares públicos y privados.....	47
2.4.10	Vías de comunicación.....	64
3	DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS.....	68
3.1	Diagnóstico.....	68
3.2	Objetivos	70
3.2.1	Objetivos generales.....	71
3.2.2	Objetivos particulares	71
4	RELEVAMIENTO PARTICULAR.....	73
4.1	Relevamiento particular del vertedero	73
4.1.1	Estado actual del predio y del terreno.....	73

4.2	Relevamiento particular del anteproyecto vial.....	107
4.2.1	Registro vehicular de la zona.....	107
5	ANTEPROYECTOS	133
5.1	Anteproyecto N°1: mejora y rediseño del acceso por Avda. Dr. Miguel Zumbo	133
5.1.1	Condicionantes externos.....	133
5.1.2	Datos de partida	134
5.1.3	Memoria Técnico - Descriptiva de diseño.....	135
5.1.4	Cómputo y Presupuesto	225
5.2	Anteproyecto N°2: cierre del basural a cielo abierto y creación de un vertedero controlado con planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos	227
5.2.1	Condicionantes externos.....	228
5.2.2	Datos de partida	229
5.2.3	Memoria Descriptiva	232
5.2.4	Memoria Técnica y operativa del relleno de RSU.....	340
5.2.5	Anteproyecto ingeniería de albergue - Planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos	365
5.2.6	Memoria técnica del programa de ingeniería de albergue.....	412
5.2.7	Cómputo y Presupuesto global	513
6	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL ANTEPROYECTO.....	525
6.1	Evaluación de alternativas.....	525
7	PROYECTO EJECUTIVO.....	530
7.1	Memoria descriptiva del proyecto.....	530
7.2	Memoria técnica de cálculo.....	531
7.2.1	Descripción de la estructura resistente.....	531
7.2.2	Análisis de cargas	532
7.2.3	Cálculo de la estructura resistente metálica.....	533
7.2.4	Cálculo y verificación de las fundaciones	534

7.2.5	Cálculo y verificación de las uniones metálicas	555
7.3	Pliego de especificaciones técnicas particulares	601
7.3.1	Tareas preliminares.....	602
7.3.2	Movimientos de suelos	611
7.3.3	Estructura resistente de hormigón armado	613
7.3.4	Estructura resistente metálica	628
7.3.5	Cerramientos y cubiertas	641
7.3.6	Contrapisos, Carpetas y Pisos.....	646
7.4	Cómputo y Presupuesto.....	652
7.5	Plan de trabajos	654
7.6	Análisis financiero.....	655
8	IMPACTO AMBIENTAL.....	659
8.1	Análisis de impacto ambiental	659
8.1.1	Objetivos del análisis de impacto ambiental.....	660
8.1.2	Naturaleza, importancia y parámetros del impacto ambiental.....	661
8.1.3	Acciones consideradas.....	666
8.1.4	Mitigación del impacto ambiental	674
8.1.5	Monitoreo de impactos del relleno sanitario	676
8.1.5	Análisis de riesgos, Seguridad y Salud en el Trabajo.....	676
8.2	Matriz de impacto ambiental resultante	683
8.2.1	Matrices de impacto ambiental.....	683
8.2.2	Impactos ambientales encontrados	684
8.3	Conclusiones del estudio de impacto ambiental	691
9	CONCLUSIÓN	693
10	BIBLIOGRAFÍA	695
A	ANEXOS	730
A.1	Estimaciones y proyecciones de población del apartado 2.4.6.2	730

	A.1.1	Proyección demográfica por ajuste lineal a tendencia histórica	730
	A.1.2	Proyección demográfica por el método de crecimiento a interés compuesto	732
	A.1.3	Proyección demográfica por el método de tasas geométricas decrecientes	733
	A.1.4	Proyección demográfica por curva logística o método de saturación.	735
	A.1.5	Proyección demográfica por el método de relación-tendencia	737
	A.1.6	Proyección demográfica por el método de los incrementos relativos	745
	A.1.7.	Conclusiones de los métodos de proyección	747
	A.2	Información útil para el sistema del basural actual	748
	A.2.1	Definiciones principales respecto de los residuos	748
	A.2.2	Normativa vigente respecto del uso de rellenos sanitarios, y residuos	782
Zumbo	A.3	Información útil para el relevamiento del acceso por Avda. Dr. Miguel	808
	A.3.1	Caracterización del tránsito por relevamiento satélite - metodología de cálculo	808
	A.3.2	Planilla de relevamiento por características físicas y descripción de las mismas	820
	A.3.3	Planilla de relevamiento satélite y cálculo del TMDA	823
	A.3.4	Señalamiento vertical y horizontal.....	824
	A.3.5	Cálculo de ejes equivalentes de diseño.....	825
	A.3.6	Cálculo del paquete estructural.....	830
	A.3.7	Cálculo de juntas de diseño.....	836
	A.3.8	Cálculo de sistemas de iluminación.....	843
	A.3.9	Cálculo de barreras de contención	846
	A.3.10	Cómputo base para la elaboración de presupuestos de obra.....	852

A.4	Cálculos y anexos relevantes para el desarrollo del Anteproyecto del Vertedero Controlado	854
A.4.1	Realización del levantamiento topográfico de curvas de nivel.....	854
A.4.2	Cálculo de áreas para el programa de necesidades	856
A.4.3	Cálculo de los datos necesarios para la lluvia de diseño y el tiempo de concentración necesario.....	867
A.4.4	Normativa respecto a la forestación y plantado de árboles.....	880
A.4.5	Disposiciones respecto al compostaje domiciliario	882
A.4.6	Anexos respecto del cálculo del vehículo utilizado y del sistema de recolección	885
A.4.7	Disposiciones respecto al relleno sanitario	888
A.5	Cálculos y Anexos para el desarrollo del anteproyecto de ingeniería de albergue	926
A.5.1	Flujograma de tareas	926
A.5.2	Anexos al flujograma de tareas.....	927
A.5.3	Disposiciones anexas de seguridad.....	936
A.5.4	Instalaciones y cálculo lumínico y eléctrico de las obras civiles.....	950
A.5.5	Cálculo y predimensionado por software de la nave de almacenamiento por Cype	973
A.5.6	Cómputos de cada anteproyecto	985
A.6	Anexos correspondientes al proyecto ejecutivo	987
A.6.1	Análisis de precios de cada ítem.....	987
P	PLANOS.....	988
	Anteproyecto del vertedero sanitario en el predio municipal.....	988
	Anteproyecto de la planta de tratamiento de RSU	989
	Anteproyecto de remediación del acceso	991
	Proyecto ejecutivo de la nave de separación de RSU	992

IF ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1| División de primer orden de las provincias en el territorio argentino. Fuente: https://static.ign.gov.ar/anida/argymundo1/m_arg_jurisd1orden_300_v1.jpg	4
Figura 2| Regiones de estudio de acuerdo al INDEC. Fuente: https://www.skyscrapercity.com/threads/la-argentina-y-sus-regiones.1559615/	5
Figura 3| División político administrativa de la provincia de Entre Ríos, con los departamentos y sus respectivas capitales, más el trazado de rutas y otras ciudades. Fuente: https://www.gifex.com/America-del-Sur/Argentina/Entre_Rios/index.html	8
Figura 4| Localidades actuales junto a los cursos hidrográficos, rutas importantes y caminos de acceso a las ciudades anteriormente listadas. Fuente: https://sygiyt.com/proyectos.html#PET	10
Figura 5| Herrera: ejido, Planta Urbana, principales accesos y cursos de agua. Fuente: (Moreira, 2012, 619).....	12
Figura 6| Catastro del ejido de Herrera. Fuente: https://muniherrera.gov.ar/component/attachments/download/87.html	14
Figura 7| Planta Urbana Herrera extraída desde Google Maps	15
Figura 8| Imagen actual de la Escuela Primaria N°21 “Alberto Larroque”, de elaboración propia	25
Figura 9| Imagen actual de la Escuela Secundaria N°2 ex N°27 “Manuel Belgrano”, de elaboración propia	26
Figura 10| Densidad de hogares por manzana, elaboración propia a partir del relevamiento de viviendas sin contar comercios o locales, o alguna otra construcción no destinada a la habitabilidad de la gente	29
Figura 11| División de Herrera en 3 polos poblacionales a partir de la densidad antes mencionada. Elaboración propia	31
Figura 12| Estado actual de la Cooperativa de Agua Potable, de elaboración propia	34
Figura 13| Red de agua potable de la ciudad de Herrera. Elaboración propia a partir de datos y planos de la ciudad.....	35
Figura 14|Trazado de la red de efluentes cloacales	37

Figura 15| Localización del basural municipal, visto desde Google Earth, de elaboración propia	40
Figura 16| Cordones cuneta y desagües de la ciudad de Herrera	41
Figura 17| Diagrama de funcionamiento de la cuenca sur, correspondiente a la primera etapa del plan desarrollado posteriormente	42
Figura 18| Diagrama de funcionamiento de la cuenca norte, de menor tamaño de la cuenca sur, con gráfico de la escorrentía de las aguas y trazado de los caños subterráneos. ...	43
Figura 19| Cuenca oeste de la ciudad de Herrera, obtenido a partir de las obras de cordones cuneta y badenes de la ciudad	43
Figura 20| Balance económico general del año 2021. Fuente: https://muniherrera.gov.ar/dpto-ejecutivo/info-contable/116-bal-2021/650-balance-general-2021.html	47
Figura 21| Imagen actual de la Municipalidad de Herrera. Elaboración propia.....	49
Figura 22| Imagen actual de la Iglesia Nuestra Señora de Luján. Elaboración propia	50
Figura 23| Imagen actual de la Comisaría de la Municipalidad de Herrera. Elaboración propia.....	51
Figura 24| Vista actual del Salón de Usos Múltiples de Herrera. Elaboración propia	52
Figura 25| Actualidad del Banco Entre Ríos de Herrera. Elaboración propia.....	53
Figura 26| Imagen del interior del Club Social San Martín. Elaboración propia	54
Figura 27| Imagen actual del Registro Civil de Herrera. Elaboración propia	55
Figura 28| Vista actual del Centro de Salud de Herrera, de elaboración propia	56
Figura 29| Imagen actual del Centro de Jubilados y Pensionados. Elaboración propia	57
Figura 30| Imagen actual de la Biblioteca “Julián Herrera”. Elaboración propia	58
Figura 31| Imagen actual del Museo de la Ex Estación de Ferrocarril. Elaboración propia	59
Figura 32| Distritos residenciales de Herrera, a partir de la ordenanza acorde al proyecto de ocupación y usos del suelo, pendiente de aprobación	60
Figura 33| Trazado y estado actual de las calles y vías de comunicación vehicular dentro de la planta urbana de Herrera, de elaboración propia.	66
Figura 34| Límites considerados por la norma de ferrocarriles en suelos urbanizables. Fuente: https://greap.blog/ferrocarriles/zonificacion/	75

Figura 35| Ubicación en planta señalizada en verde de la ubicación del predio. Fuente: Google Earth 2022.....	76
Figura 36| Zonas de interés dentro del predio del basural. Fuente: Google Earth 2022.....	76
Figura 37| Restos de residuos ubicados en el primer lugar delineado de azul, con evidencia de quema de residuos de poda. Elaboración propia	77
Figura 38| Vista en detalle de los residuos de poda y acumulados por el camión del mismo sitio de la imagen anterior. Elaboración propia.....	77
Figura 39| Residuos acumulados en la curva antigua del basural. Elaboración propia	78
Figura 40| Altura de residuos en el área segunda. Elaboración propia	78
Figura 41| Ubicación de una de las cavas, a aproximadamente 50 metros del lugar de la casilla del vigía a la entrada. Elaboración propia	79
Figura 42| Ubicación de los primeros dos sitios de relevamiento en planta del vertedero no controlado. Fuente: Google Earth 2022.....	80
Figura 43| Lugar de ubicación y trabajo del primer punto de cateo. Elaboración propia	81
Figura 44| Perfil estratigráfico inalterado del primer punto de cateo. Elaboración propia	82
Figura 45| Lugar de extracción de muestras de cateo del segundo punto. Elaboración propia.....	83
Figura 46| Perfil estratigráfico de la segunda calicata, donde el suelo se encuentra alterado por la remoción de suelo y excavaciones. Elaboración propia.....	84
Figura 47| Ubicación de los puntos de relevamiento 3 y 4 en planta del basural. Fuente: Google Earth 2022.....	85
Figura 48| Sitio de cateo del punto 3, entremedio de vegetación natural de espinas y arbustos de tamaño pequeño. Elaboración propia	85
Figura 49| Cateo del lugar número 3, dónde se puede evidenciar los residuos enterrados, principalmente envases, bolsas y envoltorios plásticos. Elaboración propia.....	86
Figura 50| Estratigrafía del lugar, con aproximadamente los primeros 50 cm con residuos intermedios y suelo mezcla. Elaboración propia.....	87
Figura 51| Ubicación del cuarto sitio de relevamiento, en el lugar de disposición final actual. Elaboración propia	88
Figura 52| Muestra de suelo de residuos del cateo destacado. Elaboración propia....	88

Figura 53| Tipo de suelo vertisólico tipo.	Fuente: https://static.ign.gov.ar/anida/fisico1/suelos/g_particulas_suelo_orden2_300_v1.jpg	89
Figura 54| Estudio de suelos de la zona y resultados del INTA.	Fuente: http://www.zonosaturada.com/zns03/publications_files/p153-158.pdf	91
Figura 55| Vista del frente del galpón dedicado al reciclaje y clasificación de residuos para la venta. Elaboración propia		101
Figura 56| Material enfardado preparado para la venta. Elaboración propia		101
Figura 57| Bolsones de acopio de material clasificado listo para compactar o vender en casos especiales. Elaboración propia.....		102
Figura 58| Prensa empacadora y enfardadora de materiales. Elaboración propia....		103
Figura 59| Descarga de materiales en el interior del galpón en el sector posterior. Elaboración propia.....		103
Figura 60| Layout de la planta recicladora actual, en el galpón en alquiler donde trabajan 3 personas. Elaboración propia.....		104
Figura 61| Secuencia de operación recomendada del fabricante. Fuente: https://www.abyper.com.ar/assets/img/productos/abecom/compactadoras_enfardadoras_verticales_EV/2.jpg		105
Figura 62| Distancia desde el sitio de recuperación de residuos al punto de disposición final actual dentro del basural. Elaboración propia y Google Earth 2022.....		107
Figura 63| Vista actual del acceso de la Avda. Dr. Miguel Zumbo. Fuente: Google Earth 2022.....		109
Figura 64| Visual desde la paralela Norte a Ruta Provincial N°39, donde puede evidenciarse otra alcantarilla más pequeña, circular, de 0,2m de radio. Elaboración propia.		110
Figura 65| Vista desde la calle privada hacia la paralela norte y la Ruta Provincial N°39. Elaboración propia.		110
Figura 66| Vista de la Ruta Provincial N°39 y una calle privada desde la boca de entrada de la alcantarilla presente. Elaboración propia		111
Figura 67| Visual de la obra de arte, con una altura de 0,8m desde la base hasta la viga superior, y con un ancho de boca de 1m, de sección rectangular, en hormigón armado de 2cm de espesor y forma de cuña. Largo aproximado: 14,05m. Elaboración propia		111
Figura 68| Planilla ejemplo para obtener el porcentaje vehicular de registro de los ocho días. Elaboración propia.		115
Figura 69| Tabla 1 de determinación de niveles de servicio de acuerdo al % de zona de no sobrepaso y a las condiciones del terreno.....		128

Figura 70| Tabla 4 de determinación de factor de ajuste por reparto por sentidos...	128
Figura 71| Tabla 5 de factor de ajuste por ancho de carril y ancho de banquina	129
Figura 72| Tabla 6 de ponderación para camiones, ómnibus y vehículos de recreo de acuerdo al tipo de terreno y nivel de servicio	130
Figura 73| Trayectoria de giro mínima del vehículo de diseño P. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	139
Figura 74| Trayectorias de giro del vehículo de diseño WB-15. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	140
Figura 75| Estilos de intersecciones de acuerdo a la normativa. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	142
Figura 76| Tipos de intersecciones de acuerdo a la cantidad de vehículos circulantes. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	148
Figura 77| Tipos de vías de giro en las intersecciones, Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	152
Figura 78| Tipos y formas más comunes de isletas. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	158
Figura 79| Isletas sin banquina proyectada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	159
Figura 80| Isletas con banquina proyectada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	159
Figura 81| Tipos de isletas estilo divisoria de carril y lágrima. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	160
Figura 82| Isletas y canalizadores de tránsito. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	165
Figura 83| Imágenes de los carriles de aceleración y desaceleración con y sin cuña. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C6)	169
Figura 84| Diseño de Isletas con sombra para resguardo de vehículos. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	172
Figura 85| Transmisión de cargas a la subrasante en pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Fuente: (Calo et al., 2014, C1)	175
Figura 86| Esquema estructural del pavimento. Fuente: (Calo et al., 2014, C2).....	176
Figura 87| Diseño del subdrenaje de pavimentos de diseño. Fuente: (Calo et al., 2014, C2)	182

Figura 88| Pasadores para las juntas transversales de construcción. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)	185
Figura 89| Encuentro con la Ruta Provincial N°39. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)	186
Figura 90| Encuentro con el acceso por Avda. Miguel Zumbo. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)	187
Figura 91| Modo de iluminación para dos trochas indivisas de camino. Fuente: (Llanos et al., 2005, C.700)	192
Figura 92| Iluminación en zig zag en curvas horizontales. Fuente: (Llanos et al., 2005, C.700)	193
Figura 93| Bases y fundaciones para luminarias en alumbrados públicos. Fuente: https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf	196
Figura 94| Columna con pescante para alumbrado público. Fuente: https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf	198
Figura 95| Puesta a tierra de alumbrado público. Fuente: https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf	200
Figura 96| Luminaria de diseño Balder Bohemia S4/S5/S7. Fuente: http://www.electrolaf.com/producto-bohemia-s-15.html	201
Figura 97| Modelo de implantación de los carteles de calzada según diseño. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	207
Figura 98| Implantación de carteles aéreos sobre calzada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	208
Figura 99| Modelo de defensa semirrígida propuesta por la norma. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)	222
Figura 100| Demarcación horizontal en calzada para aumentar la prioridad de la línea de eje. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2013, Señalamiento horizontal)	225
Figura 101| En rojo se marca la ubicación del predio del Vertedero Controlado en la localidad de Herrera. Elaboración propia	231
Figura 102| Implantación de las obras del relleno sanitario dentro del predio delimitado por la línea punteada de color rojo, en color verde se representan las trincheras del relleno sanitario, en color violeta trinchera de cierre, en color naranja las pilas de compostaje y en color azul la laguna para acopio de líquidos lixiviados. Elaboración propia	232

Figura 103| Mapa conceptual de la GIRSU en los municipios, sin importar su tamaño, con la cantidad ideal de pasos incluyendo la economía circular. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/281-2048x1007.png	234
Figura 104| Modelos de recolección diferenciada y ecopuntos. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/Ig1d25-300x300.png	242
Figura 105| Modelo de imán a recolectar en las distintas ciudades. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/bKRMTn-2048x1157.png	243
Figura 106| Carteles a colocar en los lugares donde puedan disponerse los residuos reciclables. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2022/02/B.-Campan%CC%83a-Separacio%CC%81n-en-Origen.pdf	243
Figura 107| Carteles para residuos no reciclables o “basura”. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2022/02/B.-Campan%CC%83a-Separacio%CC%81n-en-Origen.pdf	244
Figura 108| Carteles usados para disponer orgánicos. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2022/02/B.-Campan%CC%83a-Separacio%CC%81n-en-Origen.pdf	244
Figura 109| Área de residuos cercana al camino, antes de llegar a la nueva rotonda. Área de residuos: 684 m ² , con una altura promedio de 0,3m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.	247
Figura 110| Área de residuos de la antigua rotonda. Área de residuos: 370 m ² , con una altura promedio de 1m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.	247
Figura 111| Área de residuos que antes ha sido limpiada donde se encontraba el terreno libre. Área de residuos: 4030 m ² , con una altura promedio de 0,4m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.	248
Figura 112| Última área de disposición de residuos, al lado del camino de la rotonda nueva. Área de residuos: 2825 m ² , con una altura promedio de 0,7m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.	248
Figura 113| Perfil tipo de la trinchera de cierre. Fuente: http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/ANEXO%20IV%20Res%20133.pdf	250
Figura 114| Planta terminada de la trinchera de cierre. Elaboración propia	251
Figura 115| Corte A-A de la trinchera de cierre terminada. Elaboración propia.....	251
Figura 116| Corte B-B de la trinchera de cierre terminada. Elaboración propia	252

Figura 117| Minipunto a desarrollar en los puntos estratégicos antes mencionados. Fuente: https://www.minipuntoslimpios.com/minipuntos-limpios/#:~:text=%C2%BFQUE%20SON%20LOS%20MINIPUNTOS%20LIMPIOS,residuos%20que%20se%20pueden%20recuperar.....	262
Figura 118| Contenedores en serie para utilizar en la estación de servicio (a modo ilustrativo). Fuente: https://www.royco.com.ar/productos/est-reciclado-3y4-cestos-asa-50lt.html	264
Figura 119| Red de transporte actual de la ciudad de Herrera. Elaboración propia .	265
Figura 120| Modelo de recolector compactador de carga lateral, de la compañía Econovo, modelo Ecoclos. Fuente: https://www.econovo.com.ar/portfolio-view/ecoclos/	267
Figura 121| Compactador Scorza CS7 sobre chasis tipo Iveco Daily. Fuente: https://www.scorza.com.ar/productos-equipos/residuos-solidos/compactador-cs7/#caracteristicas	268
Figura 122| Sistema compactador Scorza CLS sobre chasis Iveco Daily. Fuente: https://www.scorza.com.ar/productos-equipos/residuos-solidos/cls/	269
Figura 123| Sistema India 5.9 de la empresa VialERG, sobre chasis Mercedes Benz Sprinter. Fuente: https://www.vialerg.com.ar/producto/recolector-compactador-de-residuos-india-5-9/	270
Figura 124| Modelo Eco Andrés-17 de ECONOVO, adquirido por el municipio para montar sobre chasis de camión usado modelo 2014. Fuente: https://www.econovo.com.ar/portfolio-view/eco-andres-1721/	271
Figura 125| Variables intervinientes en la recolección de lixiviados, pluviales y el balance hídrico. Fuente: (Jaramillo, 2002)	285
Figura 126| Canal de cálculo de los desagües pluviales. Elaboración propia.	287
Figura 127| Elaboración de la alcantarilla de conducción de líquidos. Elaboración propia	288
Figura 128| Despiece del sistema de sumideros de lixiviados s/plano. Elaboración propia	295
Figura 129| Control del proceso de elaboración de compost hasta la maduración. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	311
Figura 130| Planilla de seguimiento de una pila de compost. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	312
Figura 131| Forma de disposición de las pilas para volteo mecánico. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	313

Figura 132| Efectos del follaje de árboles en las cortinas. Fuente: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf	315
Figura 133| Cortinas forestales ubicadas a tresbolillo con especies que cubren las zonas no ocupadas por el tronco. Fuente: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf	316
Figura 134| Zona de influencia de la cortina forestal. Fuente: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf	317
Figura 135| Pozo de monitoreo de aguas subterráneas. Fuente: file:///C:/Users/marti/Downloads/silo.tips_monitoreo-ambiental-10-1.pdf	324
Figura 136| Pozo de monitoreo de aguas modelo.....	344
Figura 137| Planta de la trinchera tipo terminada. Elaboración propia	349
Figura 138| Corte de la trinchera tipo terminada. Elaboración propia	351
Figura 139| Vista en corte del sumidero de lixiviados en trinchera tipo terminada. Elaboración propia.....	352
Figura 140| Vista en corte del montante de gas terminado en trinchera tipo terminada. Elaboración propia.....	353
Figura 141| Corte de 1m2 que incluye capa de cierre. Elaboración propia.....	359
Figura 142| Diseño del camino de acceso y de las cunetas que van acompañadas al relleno. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. 1).....	362
Figura 143| Implantación de las obras civiles del vertedero controlado dentro del predio delimitado por la línea punteada de color rojo, en color cian se representa la planta de tratamiento, en color magenta el almacenamiento de maquinaria y vehículos pesados, en color amarillo la garita de acceso y control de balanza, en color verde la balanza para el pesaje de camiones, en color negro las vías de circulación vehicular dentro del predio, y en color marrón las obras complementarias (veredas, estacionamientos, playa de maniobras, entradas, tanques de agua, carriles de apoyo para las maniobras de los camiones). Elaboración propia	368
Figura 144| Implantación general y organización de todo el predio del vertedero controlado	370
Figura 145| Referencias de la implantación general y organización de todo el predio del vertedero controlado.	370
Figura 146| Volúmenes de la planta de tratamiento, en forma esquemática. Elaboración propia	371
Figura 147| Planta de área administrativa donde se aprecian las circulaciones en azul, y los ambientes o espacios a utilizar en amarillo. Elaboración propia	372

Figura 148| Planta del Área Técnica donde se aprecia la zona libre para la circulación en color azul, y en rojo las zonas donde se realizan las distintas etapas del proceso de tratamiento de los RSU. Elaboración propia	373
Figura 149| Volumetría de almacenamiento para vehículos pesados. Elaboración propia.....	374
Figura 150| Cerco perimetral delimitante del predio. Fuente: https://www.facebook.com/252799862085809/posts/cerco-perimetral-con-postes-ol%C3%ADmpicos-y-tejido-de-180gracias-por-la-confianza-en/842580243107765/?locale=ms_MY	377
Figura 151| Letras corpóreas aéreas a modo de ejemplo con el sistema dado. Fuente: https://laserhouse.com.ar/wp-content/uploads/2022/01/deckar.jpg	377
Figura 152| Hormigonado, encofrado y diseño de balanzas. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf	379
Figura 153| Cargador analógico con cableado conectado al sistema eléctrico. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf	379
Figura 154| Display LCD con gabinete de chapa para mediciones de pesaje. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf	380
Figura 155| Display exterior para visualización de operarios fuera de balanza. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf	381
Figura 156| Balanza de pesaje de camiones tipo con garita estilo ejemplo. Fuente: https://www.sipel.com.ar/es/producto/balanza-de-camiones	381
Figura 157| Caminos interiores del predio para la circulación de vehículos y maquinarias. Elaboración propia	382
Figura 158| Vereda peatonal utilizada para circular en el predio de la planta. Fuente: https://www.becosan.com/es/hormigon-peinado/	382
Figura 159| Marcados en marrón los estacionamientos y playas de maniobra de camiones, con sus respectivos accesos. Elaboración propia	384
Figura 160| Enfardadora vertical actual. Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_714314-MLA31652326669_082019-O.webp	389
Figura 161| Enfardadora horizontal propuesta. Fuente: https://www.nuevaferia.com.ar/company/products/images/abyper/16445/1_(3).jpg	390
Figura 162| Trituradora propuesta. Fuente: https://www.mytsac.net.pe/wp-content/uploads/2021/02/abyper-trituradoras.jpg	392

Figura 163| Briquetadora propuesta.	Fuente: https://www.abyper.com.ar/assets/img/productos/abecom/Briqueteadoras-BRIQ/1.jpg	394
Figura 164| Bocas de incendio con mangueras para interiores.	Fuente: https://prevencionar.com/2015/08/25/prevenconsejo-utilizacion-de-bocas-de-incendio-equipadas-bie/	404
Figura 165| Distancias de seguridad a tener en cuenta para la colocación de elementos de protección contra incendios.	Fuente: https://blog.prodeincendio.com/instalar-puesto-fijo-segun-rd513/	405
Figura 166| Extintores para interiores tipo ABC.	Fuente: https://candiotidistribuciones.com/blog/matafuego-de-polvo-quimico-seco-abc/	405
Figura 167| Extintores a base de dióxido de carbono CO ₂ .	Fuente: https://www.firesafex.com/product/product-9/	405
Figura 168| Vista en corte como ejemplo de cómo se materializan los apoyos articulados.	Fuente: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/57936/5/Dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20de%20acero%20-%20Uniones.pdf	414
Figura 169| Vista en planta como ejemplo de cómo se materializan los apoyos articulados.	Fuente: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/57936/5/Dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20de%20acero%20-%20Uniones.pdf	414
Figura 170| Perfiles conformados en frío Z y C para la elaboración de columnas.	Fuente: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/19911/Documento%202.%20Memoria.pdf?sequence=4&isAllowed=y	418
Figura 171| Forma y proyecto de galpones modulares.	Fuente: https://www.academia.edu/44013052/Proyecto_y_construccion_de_galpones_modulares..	418
Figura 172| Dimensiones pórtico tipo.	Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	424
Figura 173| Dimensiones pórtico tipo.	Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	424
Figura 174| Datos de cargas ingresadas y reglamentos utilizados.	Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	425
Figura 175| Consideraciones para el cálculo de las sobrecargas de viento.	Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	427

Figura 176| Correas de cubierta. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	429
Figura 177| Correas laterales. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	429
Figura 178| Correas laterales. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	430
Figura 179| Datos generales de la obra en CYPE 3D. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	430
Figura 180| Reglamentación considerada. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	431
Figura 181| Estructura alámbrica sin correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	431
Figura 182| Estructura 3D sin correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	432
Figura 183| Estructura alámbrica con correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	432
Figura 184| Estructura 3D con correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	433
Figura 185| Deformación lateral máxima Dy. Fuente: CYPE 3D - Elaboración propia.....	436
Figura 186| Deformación vertical máxima Dz. Fuente: CYPECAD - Elaboración propia.....	437
Figura 187| Pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración propia.....	437
Figura 188| Ubicación pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.....	438
Figura 189| Envolverte de axiles en el pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.....	438
Figura 190| Envolverte de cortes en el pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.....	439
Figura 191| Envolverte de momentos en el pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.....	439
Figura 192| Fundaciones. Fuente: Elaboración propia - CYPECAD.....	440
Figura 193| Cerramientos laterales y cubierta. Fuente: Google.....	448
Figura 194| Panel de fachada según fabricante. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAPANELFACHADA-ficha-producto.pdf	448

Figura 195| Forma comercial y colores del panel. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf	448
Figura 196| Anclaje en muros de los paneles. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf	450
Figura 197| Panel de cubierta elegido. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	451
Figura 198| Cubierta tipo Easy 3GR de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	452
Figura 199| Anclajes autoperforantes sobre la cresta del panel. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	453
Figura 200| Colocación de paneles. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	454
Figura 201| Panel de policarbonato Polimer. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-POLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf	454
Figura 202| Vista del panel traslúcido. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-POLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf	454
Figura 203| Colocación de los clavadores luego del proceso detallado anteriormente. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-POLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf	455
Figura 204| Portón enrollable. Fuente: https://shcortinasinyectadas.com.ar/porton-enrollable-inyectado-95mm/	456
Figura 205| Portón enrollable desde adentro. Fuente: https://shcortinasinyectadas.com.ar/porton-enrollable-inyectado-95mm/	457
Figura 206| Puerta cortafuegos con doble barral antipánico. Fuente: http://www.aberturasezeiza.com.ar/aberturas_detalle.php?aberturaId=29	458
Figura 207| Colocación de lámparas colgantes de la estructura. Fuente: https://ledsindriver.es/blog/soluciones-de-alumbrado-led-para-naves-industriales/	460
Figura 208| Domos de ventilación. Fuente: https://www.extractoreseolicos.com/ventilacion-eolica/	461

Figura 209| Componentes de instalación pluvial. Fuente: https://catedra-cereghetti1.idoneos.com/instalaciones_sanitarias/sistema_pluvial/	464
Figura 210| Área de aporte de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.	464
Figura 211| Vanos en paneles portantes. Fuente: Manual de Procedimiento – Consul Steel.	468
Figura 212| Fundaciones en construcciones de steel frame de zapatas o muros corridos. Fuente: Manual de Procedimiento – Consul Steel.....	470
Figura 213| Dimensiones útiles para el cálculo de las cargas (largo del edificio 20,14m). Fuente: Elaboración propia.	471
Figura 214| Detalle fundación. Fuente: www.incose.org.ar	480
Figura 215| Detalle fundación (en esta obra la base de la viga de fundación son zapatas aisladas cuadradas ubicadas cada cierta distancia entre ellas). Fuente: www.incose.org.ar ..	480
Figura 216| Detalle muro exterior. Fuente: www.incose.org.ar	482
Figura 217| Cerramiento exterior colocado a la nave de oficinas. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAMT32F-ficha-producto.pdf	484
Figura 218| Aislante de neopreno. Fuente: https://trianite.com.ar/index.php/goma-en-plancha/	486
Figura 219| Detalle unión muro Steel Frame y muro nave industrial en zona de la abertura. Fuente: Elaboración propia.....	486
Figura 220| Estructura e instalaciones colocadas en los muros interiores. Fuente: https://viviendajoven.com.ar/steel-framing/	487
Figura 221| Cielorraso y estructura de la cubierta modelo. Fuente: www.incose.org.ar	488
Figura 222| Isometría de la estructura de cubierta de la nave de oficinas. Fuente: www.incose.org.ar	488
Figura 223| Chapa colocada en la cubierta de la marca seleccionada. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAMT32-ficha-producto.pdf	489
Figura 224| Detalle modelo del paquete estructural del entrepiso. Fuente: https://es.scribd.com/document/613553921/detalle-1-20-steel	490
Figura 225| Características del piso vinílico. Fuente: https://abete.com.ar/producto/baldosa-vinilica-spc-encastable-sistema-click-simil-marmol/	491

Figura 226| Vista del revestimiento para baños. Fuente: https://muresco.com/producto/piso-autoadhesivo-dual-cover-baldosas/	492
Figura 227| Pintura para interiores de látex de la marca seleccionada. Fuente: https://somosrex.com/latex-interior-para-placa-de-yeso-colorin-4-lt.html	492
Figura 228| Modelo de baños. Fuente: https://www.fenoltec.com/index.php/cabinas-fenolicas/	495
Figura 229| Tanque elevado Bricher de 5000 l con torre reticulada de 6 m. Fuente: https://bricher.com.ar/torres-tanque/datos-tecnicos-torre-reticulada-desmontable/	499
Figura 230| Cisterna Waterplast 1100 lts. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=mZg_BohCtdc	499
Figura 231| Termotanque solar propuesto. Fuente: www.solarsol.com.ar	501
Figura 232| Termotanque eléctrico propuesto. Fuente: www.rheem.com.ar	502
Figura 233| Tuberías Awaduct propuestas. Fuente: www.industriassaladillo.com.ar/fp-productos/desagues/awaduct.php	503
Figura 234| Área de aporte de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.	504
Figura 235| Modelo unión de los pilares a la base a través de la placa de anclaje. Fuente: CYPECAD.....	508
Figura 236| Vista del revestimiento. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf	510
Figura 237| Área de aporte de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.	512
Figura 238| Ubicación pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.	535
Figura 239| Cordones que conforman la columna, para analizar las mayores solicitaciones y verificar la fundación. Fuente: Elaboración propia.	535
Figura 240| Cordones que conforman la columna, en CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.....	536
Figura 241| Medidas adoptadas para la zapata. Fuente: Elaboración propia.	537
Figura 242| Esquema para realizar los cálculos de la zapata. Fuente: Elaboración propia.....	538
Figura 243| Secciones críticas de la zapata a flexión. Fuente: Elaboración propia..	539
Figura 244| Sección crítica de la zapata a corte en una dirección. Fuente: Elaboración propia.....	542
Figura 245| Perímetro crítico de la zapata a corte en dos direcciones. Fuente: Elaboración propia.....	543

Figura 246| Área de influencia. Fuente: Elaboración Propia.	544
Figura 247| Cordones que conforman la columna, en CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.....	546
Figura 248| Cordones que conforman la columna, para analizar las mayores solicitaciones y verificar la fundación. Fuente: Elaboración propia.	547
Figura 249| Medidas adoptadas para la zapata. Fuente: Elaboración propia.	548
Figura 250| Esquema para realizar los cálculos de la zapata. Fuente: Elaboración propia.....	549
Figura 251| Secciones críticas de la zapata a flexión. Fuente: Elaboración propia..	550
Figura 252| Sección crítica de la zapata a corte en una dirección. Fuente: Elaboración propia.....	553
Figura 253| Perímetro crítico de la zapata a corte en dos direcciones. Fuente: Elaboración propia.....	554
Figura 254| Ubicación pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.	556
Figura 255| Pórtico más solicitado, uniones a verificar. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.	556
Figura 256| Esquema de la unión pilar – dintel, vistas frente, contrafrente y lateral. Fuente: Elaboración propia.....	557
Figura 257| Esquema 3D de la unión pilar – dintel. Fuente: Elaboración propia.....	557
Figura 258| Esquema 3D de la unión pilar – dintel, donde sin las diagonales para mejor apreciación de la unión. Fuente: Elaboración propia.	558
Figura 259| Barras analizadas para encontrar la solicitación más grande por la suma de esfuerzos y verificar la unión abulonada. Fuente: Elaboración propia.....	559
Figura 260| Cordones que conforman la unión. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.....	559
Figura 261| Esquema de la unión abulonada pilar – dintel, vista de arriba, dimensiones en m. Fuente: Elaboración propia.....	561
Figura 262| Esquema de la unión abulonada pilar – dintel, vista de abajo. Fuente: Elaboración propia.....	561
Figura 263| Nudos analizados para encontrar el más solicitado por la suma de esfuerzos y verificar la soldadura. Fuente: Elaboración propia.....	564
Figura 264| Esquemas 3D de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia. .	566

Figura 265| Cartela de esquina en la unión pilar – dintel más solicitado. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.....	567
Figura 266| Largo de la cartela de la esquina. Fuente: Elaboración Propia.	568
Figura 267| Distribución de los filetes. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.....	569
Figura 268| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.	570
Figura 269| Nodos analizados para encontrar el más solicitado por la suma de esfuerzos y verificar la unión soldada entre dintel - dintel. Fuente: Elaboración propia.	570
Figura 270| Cordones que conforman las uniones, para analizar el nodo con las mayores solicitaciones y verificar su soldadura. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.....	571
Figura 271| Esquema 3D de la unión dintel - dintel. Fuente: Elaboración propia. ..	572
Figura 272| Esquema 3D de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia. ...	572
Figura 273| Diagonal más solicitada. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.	573
Figura 274| Largo de la diagonal. Fuente: Elaboración Propia.....	574
Figura 275| Distribución de los filetes. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.....	575
Figura 276| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.	576
Figura 277| Montante más solicitado. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.	577
Figura 278| Largo del montante. Fuente: Elaboración Propia.....	578
Figura 279| Distribución de los filetes. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.....	579
Figura 280| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.	580
Figura 281| Distribución de tensiones bajo la placa. Fuente: Instrucción de Acero Estructural (EAE).	581
Figura 282| Longitud de anclaje mínima. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.	582
Figura 283| Esquemas de la unión pilar - fundación, vistas frontal y lateral. Fuente: Elaboración propia.....	582
Figura 284| Esquemas 3D de la unión pilar - fundación. Fuente: Elaboración propia.	583

Figura 285| Medidas a tener en cuenta para los cálculos. Fuente: Elaboración propia.	583
Figura 286| Cordones que conforman la columna, para analizar las mayores solicitaciones y verificar la unión pilar - fundación. Fuente: Elaboración propia.....	585
Figura 287| Cordones que conforman la columna, en CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.....	585
Figura 288| Medidas h y s para el cálculo de las presillas. Fuente: Elaboración propia.	586
Figura 289| Excentricidad grande, flexión en parte de la placa. Fuente: https://www.academia.edu/31889812/DISE%C3%91O_Y_C%C3%81LCULO_DE_PLACA_BASE_MOMENTO_Y_CARGA_AXIAL_EXCENTRICIDAD_GRANDE	588
Figura 290| Resistencia Nominal a la Tracción (Ft), (MPa). Uniones tipo aplastamiento. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.	589
Figura 291| Determinación de ANCO. Fuente: Cometarios - Reglamento CIRSOC 201-2005.....	593
Figura 292| Esfuerzo de corte paralelo a un borde. Fuente: Elaboración propia.....	596
Figura 293| Área proyectada para anclajes simples y grupos de anclajes y cálculo de AVC. Fuente: Cometarios - Reglamento CIRSOC 201-2005.....	596
Figura 294| Cálculo de AVCO. Fuente: Cometarios - Reglamento CIRSOC 201-2005.	596
Figura 295| Esquema 3D de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia. ...	599
Figura 296| Esquemas de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.	600
Figura 297| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.	601
Figura 298| Número de vehículos día que transitan por la intersección entre Avenida Dr. Miguel Zumbo y la colectora, ya sea entrando, saliendo o moviéndose por esa intersección	816
Figura 299| Número de vehículos día que transitan por la Ruta Provincial N°39 ...	819
Figura 300| Continuación de tipos de juntas. Fuente: (Calo et al., 2014, C3).....	837
Figura 301| Tipo de diseño de juntas longitudinales de construcción. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)	838
Figura 302| Juntas longitudinales de diseño. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)	841
Figura 303| Juntas transversales entre los carriles de diseño. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)	841

Figura 304| Junta de unión con calzada de asfalto. Fuente: (Calo et al., 2014, C3).	842
Figura 305| Junta longitudinal de construcción usada para banquetas o elementos de transición entre carriles. Fuente: (Calo et al., 2014, C3).....	842
Figura 306| Tipo de machimbre ejecutado con encofrado móvil para banquetas. Fuente: (Calo et al., 2014, C3).....	842
Figura 307| Juntas para intersecciones. Fuente: (Calo et al., 2014, C3).....	843
Figura 308| Barreras de contención para obstáculos fuera de calzada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)	846
Figura 309| Elaboración de la ruta planificada para obtener las curvas de nivel. Elaboración propia.....	854
Figura 310| Vista de inicio del Software TCX Converter	855
Figura 311| Vista 3D de la superficie con un factor de escala apropiado del terreno en cuestión. Elaboración propia	856
Figura 312| Vista en planta de las curvas de nivel del sistema. Elaboración propia	856
Figura 313| Tamaño esquemático de un fardo.	865
Figura 314| Mapa de división de la provincia de los pluviógrafos, y la influencia sobre las ciudades de los distintos departamentos. Fuente: https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas_de_diseno_ER.pdf	868
Figura 315|Biotacho ejemplo sin etiqueta para depositar los residuos orgánicos a compostar. Extraído de MercadoLibre	883
Figura 316| Balde o tacho con residuos de poda, jardín o pasto. Extraído de Google Imágenes.....	883
Figura 317| Resorte removedor o punta de flecha para remover los residuos. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/anexo_21._catalogo_de_diseno_y_construccion_de_composteras_opds.pdf	884
Figura 318| Diseño casero de compostera de 20 litros de ejemplo. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/anexo_21._catalogo_de_diseno_y_construccion_de_composteras_opds.pdf	884
Figura 319| Diseño de compostera comercial o casera de madera para espacios reducidos de 30 litros. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/anexo_21._catalogo_de_diseno_y_construccion_de_composteras_opds.pdf	885
Figura 320| Área de trinchera modelo en corte. Elaboración propia.....	893
Figura 321| Isometría de la trinchera modelo. Elaboración propia	894

Figura 322| Esquema de vestimenta de los operarios en plantas de reciclaje. Fuente: (Pozo, 2019, pág. 16).....	937
Figura 323| Señales preventivas y obligatorias en el recinto de reciclaje. Fuente: (Pozo, 2019, pág. 17).....	937
Figura 324| Señales de prohibición a utilizar. Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo	943
Figura 325| Señales de advertencia posibles. Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo	943
Figura 326| Señales de obligación. Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo	944
Figura 327| Señales de salvamento y socorro. Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo	944
Figura 328| Señales de emergencia para alerta de sitios contra incendios. Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo	945
Figura 329| Demarcación para calzadas y pasillos en industrias. Fuente: https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo	946
Figura 330| Instalación a la vista mediante sistemas de cable-canal. Fuente: https://sepae.es/index.php/project/instalacion-electrica-en-nave-industrial/	951
Figura 331| Ventajas del sistema de bandeja portacables. Fuente: http://samet.com.ar/catalogo2.pdf	954
Figura 332| Visualización del sistema Smart Tray. Fuente: http://samet.com.ar/catalogo2.pdf	954
Figura 333| Esquema de armado del sistema. Fuente: http://samet.com.ar/catalogo2.pdf	955
Figura 334|Distancias de luminarias. Fuente: https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html	955
Figura 335| Luminaria a utilizar en la empresa. Fuente: guía de instalación ERCO959	

Figura 336| Luminaria ERCO Uplight para iluminación exterior. Fuente: guía de elaboración de ERCO.	963
Figura 337| Luminaria a utilizar en la zona de estacionamientos. Fuente: https://pampasolar.com/wp-content/uploads/2023/03/Product-Specification-FREEDOM-Plus-Solar-Street-Light-R2.pdf	965
Figura 338| Distancias de luminarias. Fuente: https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html	966
Figura 339| Luminaria Quintessence cuadrada a utilizar. Fuente: https://www.erco.com/es/?specsheat=32077.000	968
Figura 340| Luminaria Compar Lineal a utilizar. Fuente: https://www.erco.com/es/?specsheat=32295.000	969
Figura 341| Luminaria Quintessence redonda a utilizar. Fuente: https://www.erco.com/es/?specsheat=A2000500	970
Figura 342| Luminaria Quintessence cuadrada a utilizar. Fuente: https://www.erco.com/es/?specsheat=32000.000	971
Figura 343| Dimensiones pórtico tipo. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	974
Figura 344| Dimensiones pórtico tipo. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	974
Figura 345| Datos de cargas ingresadas y reglamentos utilizados. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	975
Figura 346| Consideraciones para el cálculo de las sobrecargas de viento. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	977
Figura 347| Correas de cubierta. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	977
Figura 348| Consideración para la exportación de la estructura al programa CYPE 3D. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.....	978
Figura 349| Datos generales de la obra en CYPE 3D. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	979
Figura 350| Reglamentación considerada. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.	979
Figura 351| Estructura alámbrica. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.	980
Figura 352| Estructura 3D. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.....	980

Figura 353| Deformación lateral máxima Dy. Fuente: CYPE 3D - Elaboración propia.	983
Figura 354|Deformación vertical máxima Dz. Fuente: CYPECAD - Elaboración propia.	984
Figura 355| Fundaciones. Fuente: Elaboración propia - CYPECAD.	984
Gráfico 1| Distribución microeconómica de locales en Herrera. Elaboración propia a partir de relevamiento pormenorizado.	22
Gráfico 2| Pirámide poblacional de Herrera, elaboración propia a partir de los datos de los grupos quinquenales del INDEC del Censo 2010.	23
Gráfico 3| Gráfico de torta de la situación poblacional de Herrera, elaboración propia a partir de datos del INDEC	28
Gráfico 4| Método de crecimiento poblacional por tasas geométricas decrecientes. Elaboración propia.	33
Gráfico 5| Caracterización en porcentaje de los RSU de la ciudad de Herrera. Fuente: informe de la UNER sobre RSU en la ciudad de Herrera	98
Gráfico 6| Tipo de paso a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2023. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	145
Gráfico 7| Tipo de paso a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2050. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	145
Gráfico 8| Tipo de intersección a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2023. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	146
Gráfico 9| Tipo de intersección a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2050. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	147
Gráfico 10| Cuadro para la definición del tipo de vía de giro de acuerdo a los giros a la derecha. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	152
Gráfico 11| Ábaco para la definición de carriles de giro a la izquierda.	154
Gráfico 12| Aumento de la resistencia de bases dependiendo de su tratamiento. Fuente: (Calo et al., 2014, C2).	180
Gráfico 13| Necesidad mínima de colocación de una barrera. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)	219
Gráfico 14| Ciclo de las 3R sin contar la recompra de reciclables. Fuente: http://reciclario.com.ar/	255

Gráfico 15| Gráfico para calcular la revancha de revestimiento sobre el tirante normal de	agua.	Fuente:
https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/41245/mecanica_fluidos_cap02.pdf?sequence=8&isAllowed=y.....		
		287
Gráfico 16| Efecto de la aparición de biogás comparado a la generación anterior por la recirculación de lixiviados.....		304
Gráfico 17| Temperaturas, pH y aireación de las distintas fases del compostaje. Fuente:		
https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf		
		307
Gráfico 18| Concentraciones normales y nocivas de gases. Fuente:		
file:///C:/Users/marta/Downloads/silo.tips_monitoreo-ambiental-10-1.pdf		
		331
Gráfico 19| Caudal de extracción de aire de los domos extractores para naves. Fuente:		
https://tecnologiaeolica.com.ar/calculo.html		
		462
Gráfico 20| Curva de selección de bombas de la marca Motorarg. Fuente:		
https://www.motorarg.com.ar/producto_cat/perifericas/		
		500
Gráfico 21| Combinación de fuerzas de corte y de tracción. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.		561
Gráfico 22| Curva de avance porcentual. Elaboración propia.....		658
Gráfico 23| Curva de avance en pesos, acumulada y por mes de trabajo. Elaboración propia		658
Gráfico 24| Resumen de los métodos de proyección poblacional.....		748
Gráfico 25| Procesos típicos de la GIRSU. Obtenido del estudio del BM.....		764
Gráfico 26| Composición de los RSU de acuerdo al CEAMSE en promedio. Fuente: (González, 2011, pág. 22).....		776
Gráfico 27| Composición de los RSU a nivel nacional a grandes rasgos. Fuente: (González, 2011, pág. 23).....		777
Gráfico 28| Funciones gaussianas. Extraído de		
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1b/Normal_distribution_pdf.png/800px-Normal_distribution_pdf.png		
		812
Gráfico 29| Puntos resultantes del comando en Wolfram Mathematica 9		814
Gráfico 30| Gráfico resultante de la función aproximante		815
Gráfico 31| Puntos resultantes del comando en Wolfram Mathematica 9		818
Gráfico 32| Gráfico resultante de la función aproximante		819
Gráfico 33| Cálculo de los coeficientes de corrección por esbeltez. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)		839

Gráfico 34| Longitudes de necesidad de barreras para vías con velocidades de 80 a 110 km/h. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7).....	849
Gráfico 35| Longitud de necesidad de defensas para barreras para velocidades entre 50 y 80 km/h. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7).....	852
Gráfico 36| Diagrama ABC por volumen teórico de material en kg. Elaboración propia.	863
Gráfico 37| Curvas I-D-F obtenidas por cálculo de la desagregación de tiempos propuesta por Dirección de Hidráulica de Entre Ríos. Elaboración propia.....	870
Gráfico 38| Curvas I-D-F calculadas por datos estadísticos, comparadas a las obtenidas con la desagregación de tiempos de tormentas. Elaboración propia	872
Gráfico 39| Curva de producción de biogás para elementos rápidamente descomponibles. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	901
Gráfico 40| Curva de producción de biogás para elementos lentamente descomponibles. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	901
Gráfico 41| Generación total de biogás en m ³ /año en forma acumulada (naranja), y año a año (azul). Elaboración propia.....	905
Gráfico 42| Diagrama de generación de biogás año a año y total. Elaboración propia	906
Gráfico 43| Diagrama de flujo para obtener el compost regulado por la Resolución Conjunta N°1/2019. Fuente: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019.pdf	924
Gráfico 44| Cursograma analítico propuesto para la briquetadora. Elaboración propia	927
Gráfico 45| Cursograma analítico propuesto para la prensa enfardadora vertical. Elaboración propia.....	928
Gráfico 46| Cursograma analítico propuesto para la prensa enfardadora horizontal. Elaboración propia.....	928
Gráfico 47| Cursograma analítico propuesto para la línea de la trituradora. Elaboración propia	929
Gráfico 48| Balance de masas de orgánicos. Elaboración propia.....	930
Gráfico 49| Balance de masas para los restos de poda. Elaboración propia.....	930
Gráfico 50| Balance de masas de papel y cartón. Elaboración propia.....	931
Gráfico 51| Balance de masas de plásticos no derretibles. Elaboración propia	931

Gráfico 52| Balance de masas de plásticos derretibles. Elaboración propia	932
Gráfico 53| Balance de masas del vidrio. Elaboración propia.....	932
Gráfico 54| Balance de masas de aluminio. Elaboración propia	933
Gráfico 55| Balance de masas de la chatarra. Elaboración propia.....	933
Gráfico 56| Organigrama de la planta propuesta. Elaboración propia	934

IT ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1| Tabla de grupos quinquenales de edad de la población de Herrera dentro del ejido, a partir de tabla P-53 del INDEC del Censo 2010 de Población, Hogares y Viviendas 24	
Tabla 2| Tabla de crecimiento poblacional con el método de tasas geométricas decrecientes. Elaboración propia.....	33
Tabla 3| Cuadro de usos del suelo de la ordenanza de ordenamiento urbano, mostrado a partir del proyecto de ordenanza descrito	63
Tabla 4| Características del número de muestras que se han analizado para obtener la composición de RSU. Fuente: informe de la UNER sobre RSU en la ciudad de Herrera	95
Tabla 5| Composición de los RSU en la ciudad de Herrera en peso y porcentaje. Fuente: informe de la UNER sobre RSU en la ciudad de Herrera	96
Tabla 6| Estudio definitivo del tránsito para la Avda. Dr. Miguel Zumbo. Elaboración propia	114
Tabla 7| Estudio definitivo del tránsito para la Avda. Dr. Miguel Zumbo. Elaboración propia.....	114
Tabla 8| Tabla de factores mensuales de la Ruta Nacional N°130 para el año 2021. Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/variaciones_temporales.html	117
Tabla 9| Tabla de factores mensuales de la Ruta Nacional N°130 en el mes de Octubre para los días viernes, sábado y domingo del año 2021. Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/variaciones_temporales.html	119
Tabla 10| Estudio del tránsito pormenorizado con los valores correspondientes al relevamiento anterior para la estimación del TMDA. Elaboración propia.....	120
Tabla 11| Comparación entre el estudio primario y el definitivo. Elaboración propia	120
Tabla 12| Factores diarios para el año 2021, mes de Octubre. Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/variaciones_temporales.html	121
Tabla 13| Valores reales del TMDA circulante en el acceso y en la Ruta Provincial N°39. Elaboración propia	122
Tabla 14| Estimación del parque automotor de acuerdo a la DNRPA. Fuentes citadas en el cuadro.....	123

Tabla 15| Estimación del crecimiento del parque automotor, número de vehículos circulantes en Herrera y cantidad de habitantes por vehículo. Elaboración propia.....	124
Tabla 16| Niveles de servicio contemplados por el Manual de la D.N.V. del año 2010. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C1)	126
Tabla 17| Cálculo del FVP de acuerdo a las normas de la D.N.V. Elaboración propia	130
Tabla 18| Vehículos por hora de acuerdo al nivel de servicio y la metodología propuesta. Elaboración propia	131
Tabla 19| Dimensiones estándar de los vehículos de diseño. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	137
Tabla 20| Tipo de intersección a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2023. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5).....	140
Tabla 21| Radio de giro mínimo absoluto en las curvas con canalizaciones. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	161
Tabla 22| Ancho de carril de acuerdo a los casos de circulación en vías canalizadas de acuerdo a la condición predominante en ruta, y a los radios de curvatura internos. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	162
Tabla 23| Vehículos de diseño para los anchos de carril propuesto. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	163
Tabla 24| Casos máximos de soporte de acuerdo a la condición y el vehículo de diseño adoptado. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	163
Tabla 25| Anchos de carril para la situación máxima en carriles con canalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	164
Tabla 26| Peraltes para curvas con canalización de acuerdo a los rangos de giro mínimo y la velocidad directriz de salida de la canalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)	164
Tabla 27| Trazados mínimos de bordes de calzada para velocidades iguales a 15 km/h sin ser curvas de canalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5).....	167
Tabla 28| Longitudes de carriles de aceleración y desaceleración. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C6)	171
Tabla 29| Calificaciones de suelos utilizados para subrasantes en el diseño de pavimentos rígidos. Fuente: (Calo et al., 2014, C2).....	178
Tabla 30| Necesidad de drenaje de acuerdo a la normativa, relacionando el ESAL y la condición climática. Fuente: (Calo et al., 2014, C2)	181

Tabla 31| Disposiciones sobre iluminación en rutas. Fuente: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/lu140_ixtaina_iluminacion_autopistas.pdf	194
Tabla 32| Parámetros de iluminarias en sectores viales. Fuente: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/lu140_ixtaina_iluminacion_autopistas.pdf	194
Tabla 33| Características base para elementos de alumbrado LED. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/petp_iluminacion_0.pdf	195
Tabla 34| Tabla de distancias de ubicación de las señales preventivas. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	203
Tabla 35| Distancias de las señales de orientación de destino a los puntos de llegada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	204
Tabla 36| Separación mínima absoluta entre señales. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	204
Tabla 37| Medidas, formas y colores de las señales. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	206
Tabla 38| Medidas de cada cartel de diseño de señales. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)	209
Tabla 39| Módulos de líneas de carril de señalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2013, Señalamiento Horizontal)	213
Tabla 40| Ancho de líneas de eje central y de borde según ancho de calzada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2013, Señalamiento Horizontal)	214
Tabla 41| Prueba del NCSH-350 para niveles de seguridad, velocidades de prueba, y peso de vehículos. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7).....	217
Tabla 42| Niveles de prueba equivalentes a la prueba anterior para medir el rango de seguridad, ángulo y velocidad de impacto en los vehículos tipo. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7).....	218
Tabla 43| Distancia de sobresalto para colocar las defensas según la velocidad directriz. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)	220
Tabla 44| Justificación subjetiva de defensas propuesta por la DNV. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)	223
Tabla 45| Abocinamientos de defensas para contener peligros. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)	224
Tabla 46| Pasos para la Gestión Integrada de Residuos Sólidos, de acuerdo a modelos que funcionan a lo ancho del país. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/8sOghd.png	235

Tabla 47| Clasificación de los distintos puntos de disposición inicial de acuerdo a ciertas condiciones. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/225.png	261
Tabla 48| Clases de puntos verdes de acuerdo a los residuos. Fuente: https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/226.png	261
Tabla 49| Taludes recomendados en corte de acuerdo a los distintos tipos de materiales. Fuente: (Jaramillo, 2002).....	281
Tabla 50| Coeficientes de permeabilidad recomendados para rellenos sanitarios manuales. Fuente: (Jaramillo, 2002).....	282
Tabla 51| Análisis a realizar a las aguas subterráneas. Elaboración propia	326
Tabla 52| Análisis a realizar a las aguas lixiviadas. Elaboración propia.....	330
Tabla 53| Monitoreo de características de biogás. Elaboración propia	332
Tabla 54| Monitoreo de características de asentamientos y movimientos de tierras. Elaboración propia.....	334
Tabla 55| Monitoreo de parámetros operacionales pos-clausura. Elaboración propia	337
Tabla 56| Plan de necesidades de áreas propuesto. Elaboración propia a partir de anexo	366
Tabla 57| Cuadro resumen de superficies construidas. Elaboración propia.....	374
Tabla 58| Cuadro de usos del suelo de la ordenanza de ordenamiento urbano para Área complementaria y Zona residencial R3. Fuente: Elaboración propia.....	375
Tabla 59| Modelos preventivos contra incendios y tipos de protecciones a realizar. Fuente: Código de Edificación de Concepción del Uruguay	402
Tabla 60| Tipos de perfiles usados en cada elemento que conforman los pórticos. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.....	417
Tabla 61| Tipos de perfiles usados en correas de cubiertas y fachadas. Fuente. Elaboración propia en base al proyecto.....	419
Tabla 62| Tipos de perfiles usados en los pilares diafragmas. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto	420
Tabla 63| Tipo de perfil usado en el arriostramiento cruz de San Andrés. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.....	421
Tabla 64| Tipo de perfil usado en las vigas rigidizadoras longitudinales. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.....	422

Tabla 65| Tipos de perfiles usados en las vigas de encadenado. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.	422
Tabla 66| Tipos de perfiles usados en las vigas dinteles. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.	423
Tabla 67| Tabla A-L.4.1. Valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales (a) (b). Fuente: CIRSOC 301-2005.	435
Tabla 68| Ángulos de fricción de suelos. Fuente: Braja-Das.	441
Tabla 69| Valores de la correlación entre el número de golpes N del ensayo SPT y el coeficiente de cohesión. Fuente: https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/spt-suelos-cohesivos/	442
Tabla 70| Valores del coeficiente de cohesión de la norma DIN 1054. Fuente: https://es.scribd.com/document/423706307/Valores-Referenciales-Sobre-Diferentes-Propiedades-de-Los-Suelos#	442
Tabla 71| Tabla de estudios de los coeficientes del Braja Das	443
Tabla 72| Coeficientes de balasto para distintos tipos de suelo. Fuente: https://geotecniafacil.com/modulo-balasto-horizontal/	446
Tabla 73| Características técnicas del panel elegido. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf	449
Tabla 74| Aislamiento acústico y térmico de los elementos. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf	449
Tabla 75| Carga de presión que aportan los paneles según el espesor. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf	450
Tabla 76| Características del panel de cubierta. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	452
Tabla 77| Propiedades térmicas del cerramiento. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	452
Tabla 78| Pesos y dimensiones más presiones admisibles del panel seleccionado. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf	453

Tabla 79| Características y valores principales de los paneles translúcidos. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSAPOLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf	455
Tabla 80| Niveles de iluminación apropiados para locales interiores. Fuente: Decreto N°351/79.....	460
Tabla 81| Número de renovaciones de aire por destino de local. Fuente: https://tecnologiaeolica.com.ar/calculo.html	462
Tabla 82| Tamaño de la canaleta según la norma OSN. Fuente: Manual O.S.N.....	465
Tabla 83| Diámetro del caño de lluvia de acuerdo a la superficie necesaria a desaguar. Fuente: Manual O.S.N.	465
Tabla 84| Coeficientes según el CIRSOC 102. Fuente: CIRSOC 102 - https://onedrive.live.com/View.aspx?resid=C92AF235F9CBBFAE!149&authkey=!AH9Enq8Yx0aPCUI	474
Tabla 85| Obtención de las presiones netas de diseño según el CIRSOC 102. Fuente: http://ingenieriayestructuras.blogspot.com/2014/10/cargas-de-viento-segun-cirsoc-102-2005.html - Elaboración propia.	475
Tabla 86| Coeficiente de cargas para una deformación supuesta de L/360. Fuente: www.incose.org.ar	476
Tabla 87| Cargas de viento admisibles axiales por montante. Fuente: www.incose.org.ar	477
Tabla 88| Longitud máxima entre apoyos de muros tipo cortina (como los supuestos). Fuente: www.incose.org.ar	477
Tabla 89| Límites de cargas uniformemente distribuidas para vigas. Fuente: www.incose.org.ar	478
Tabla 90| Tipo de perfiles usados para cada elemento componente de la estructura. Fuente: Elaboración propia.....	479
Tabla 91| Coeficientes de transmitancia K de acuerdo a la normativa de eficiencia térmica (en invierno). Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_calculo_transmitancia_termica.pdf	483
Tabla 92| Coeficientes máximos de verano de la transmitancia K. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_calculo_transmitancia_termica.pdf	483
Tabla 93| Valores para el cerramiento propuesto. Fuente: www.incose.org.ar	483

Tabla 94| Valores del coeficiente x a tener en cuenta. Fuente: Código de Edificación de Concepción del Uruguay.	493
Tabla 95| Valores de iluminación necesarios para la nave de oficinas. Fuente: Decreto N°351/79.....	496
Tabla 96| Necesidades de agua de acuerdo a lo dado en la OSN. Fuente: Elaboración propia.	498
Tabla 97| Prestaciones de los modelos de bombas de acuerdo al gráfico. Fuente: https://www.motorarg.com.ar/producto_cat/perifericas/	500
Tabla 98| Tamaño de canaleta adoptada. Fuente: Manual O.S.N.	504
Tabla 99| Diámetro del caño de lluvia según el Manual de Obras Sanitarias. Fuente: Manual O.S.N.....	505
Tabla 100| Tipos de perfiles usados en cada elemento que conforman los pórticos. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.....	507
Tabla 101| Tipos de perfiles usados en correas de cubiertas. Fuente. Elaboración propia en base al proyecto.	507
Tabla 102| Tipo de perfil usado en el arriostamiento en cruz de San Andrés. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.....	507
Tabla 103| Tipo de perfil usado en la viga rigidizadora longitudinal. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.....	507
Tabla 104| Tipos de perfiles usados en las vigas de encadenado. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.	508
Tabla 105| Características del revestimiento de cubierta usado. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf	509
Tabla 106| Valores de peso, carga volumétrica y momento de inercia del revestimiento de cubierta. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf	509
Tabla 107| Presiones de viento y succión del viento para el panel dado. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf	510
Tabla 108| Nivel de iluminación necesario. Fuente: Decreto N°351/79.....	511
Tabla 109| Tamaño de la canaleta necesaria. Fuente: Manual O.S.N.	512
Tabla 110| Tamaño del diámetro del caño de lluvia. Fuente: Manual O.S.N.	512
Tabla 111| Matriz de decisión para anteproyectos. Elaboración propia.....	526

Tabla 112| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	536
Tabla 113| Tabla de FLEXIÓN 3. Fuente: “Hormigón armado” – Oscar Möller – Cuarta Edición.	540
Tabla 114| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	546
Tabla 115| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	547
Tabla 116| Tabla de FLEXIÓN 3. Fuente: “Hormigón armado” – Oscar Möller – Cuarta Edición.	551
Tabla 117| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable a tracción. Fuente: Elaboración Propia.....	560
Tabla 118| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable a corte. Fuente: Elaboración Propia.	560
Tabla 119| Resistencia Nominal a la Tracción (Ft), (MPa). Uniones tipo aplastamiento. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.....	562
Tabla 120| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	565
Tabla 121| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	567
Tabla 122| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	571
Tabla 123| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	573
Tabla 124| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	577
Tabla 125| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.	585
Tabla 126| Rubros contenidos en el plan de trabajo. Elaboración propia	655
Tabla 127| Plan de trabajo por porcentaje de avance. Elaboración propia.....	656
Tabla 128| Plan de trabajos por desembolso de dinero en pesos. Elaboración propia	657

Tabla 129| Factores utilizados para medir un impacto positivo o negativo. Elaboración propia.....	664
Tabla 130| Atributos del estudio de impacto ambiental según el método. Elaboración propia.....	665
Tabla 131| Colores y categorías para impactos negativos. Elaboración propia.....	665
Tabla 132| Colores y categorías para impactos positivos. Elaboración propia.....	666
Tabla 133| Clasificación de riesgos según la matriz IPER. Elaboración propia.....	677
Tabla 134| Valoración de riesgos. Elaboración propia.....	679
Tabla 135| Puntajes según probabilidad y severidad. Elaboración propia.....	679
Tabla 136| Matriz de análisis de riesgos del relleno. Elaboración propia.....	680
Tabla 137| Proyección poblacional de Herrera por ajuste lineal. Elaboración propia.....	732
Tabla 138| Proyección poblacional de Herrera por el método de interés compuesto. Elaboración propia.....	733
Tabla 139| Proyección poblacional de Herrera a partir del método de tasas geométricas decrecientes. Elaboración propia.....	735
Tabla 140| Proyección poblacional de Herrera a partir del método de la curva logística o de saturación. Elaboración propia.....	737
Tabla 141| Población proyectada de acuerdo al INDEC-CELADE. Fuentes varias	738
Tabla 142| Proyección poblacional de Herrera de acuerdo al Método de Relación-Tendencia. Elaboración propia.....	745
Tabla 143| Proyección poblacional de Herrera por el método de incrementos relativos. Elaboración propia.....	747
Tabla 144| Clasificación de los RSU según su origen. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Volumen I).....	755
Tabla 145| Clasificación de los RSU según su origen, continuación. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	755
Tabla 146| Distribución de los residuos sólidos típicos en los países. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	757
Tabla 147| Distribución de residuos sólidos en las industrias. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	758
Tabla 148| Recuperabilidad de los materiales. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	758

Tabla 149| Continuación de la tabla anterior de recuperabilidad de los materiales. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	759
Tabla 150| Peso específico y contenido de humedad de los residuos. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	760
Tabla 151| Peso específico y contenido de humedad de los residuos, continuación. Fuente: Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	761
Tabla 152| Composición elemental de los elementos de los RSU. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	762
Tabla 153| Fracción biodegradable de los residuos sólidos urbanos. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	763
Tabla 154| GPC de cada provincia y estimaciones por día y año. Hágase énfasis en la producción de Entre Ríos, que es aproximadamente casi el doble de la de Herrera. Fuente: (González, 2011, pág. 15).....	775
Tabla 155| Composición de los RSU en el país. Fuente: (González, 2011, pág. 21)	776
Tabla 156| Tipos de disposición final de residuos de acuerdo al nivel poblacional (ENGIRSU 2005). Fuente: (González, 2011, pág. 26).....	778
Tabla 157| Porcentaje de las soluciones adoptadas por las ciudades según su nivel de población (ENGIRSU 2005). Fuente: (González, 2011, pág. 27).....	778
Tabla 158| Composición física de los RSU por los límites siguiendo las reglamentaciones vigentes. Fuente: (Giorgi & Luca, 2016, pág. 19).....	780
Tabla 159| Tipo de RSU por cantidad de habitantes. Fuente: (Giorgi & Luca, 2016, pág. 20).....	781
Tabla 160| Tabla del Anexo II del artículo 33 del decreto 831/93 “requisitos tecnológicos en las operaciones de eliminación: operaciones de eliminación no aceptable”. Fuente: http://www.entrierios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/Decreto831_93Reglamentario24051.pdf	801
Tabla 161| Planilla de relevamiento de las características de la sección de estudio de la Avda. Dr. Miguel Zumbo entre R.P. N°39 y Calle Sergio Pesaro. Elaboración propia.....	821
Tabla 162| Planilla de relevamiento de las características de la sección de estudio de la Avda. Dr. Miguel Zumbo entre la misma y Calle Eva Duarte. Elaboración propia.....	822

Tabla 163| Configuraciones de ejes, pesos, y tolerancias máximas para cada tipo de eje según decreto 32/2018. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pesos_maximos.pdf	827
Tabla 164| ESAL calculado para el acceso en cuestión. Elaboración propia.....	829
Tabla 165| Valores de confiabilidad R de acuerdo al tipo de vía que se trate. Fuente: (Calo et al., 2014, C5).....	831
Tabla 166| Tabla de coeficientes de drenaje respecto de las condiciones locales y el porcentaje de días de precipitación. Fuente: (Calo et al., 2014, C5).....	832
Tabla 167| Días de lluvia, soleados, cantidad precipitada, y otros parámetros climáticos de Entre Ríos. Fuente: https://www.cuandovisitar.com.ar/argentina/entre-rios-4040756/#:~:text=La%20lluvia%20cae%20sobre%20todos,el%20%C3%8Dndice%20UV%20es%205	832
Tabla 168| Tabla de coeficientes de transferencia de carga respecto del paquete del pavimento y el ESAL correspondiente. Fuente: (Calo et al., 2014, C5).....	833
Tabla 169| Correlación entre el tipo de suelo, el valor soporte y el módulo de reacción de la subrasante. Fuente: (Calo et al., 2014, C5).....	834
Tabla 170| Incrementos en el módulo de reacción de la subrasante por presencia de una base tratada con cemento. Fuente: (Calo et al., 2014, C5).....	834
Tabla 171| Captura de pantalla del programa de software libre descrito. Elaboración propia.....	835
Tabla 172| Tabla resumen de resultados de cálculo del pavimento por el método AASHTO 1993. Elaboración propia.....	836
Tabla 173| Distancias de sobresalto respecto de la velocidad directriz para barreras. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7).....	850
Tabla 174| Abocinamientos de barreras de acuerdo a la velocidad de directriz. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7).....	850
Tabla 175| Precios de reciclables a Septiembre 2022. Fuente: https://drive.google.com/file/d/13osmslQadaHohSUEfq-VrOAsqEYorT0Y/view	862
Tabla 176| Precipitaciones obtenidas a partir de los mapas de registro de la Dirección de Hidráulica de Entre Ríos. Elaboración propia.....	867
Tabla 177| Desagregación de lluvias mediante el método propuesto por Hidráulica de Entre Ríos. Elaboración propia.....	869
Tabla 178| Tormentas de diseño para las curvas I-D-T a hallar por cálculo. Elaboración propia.....	870

Tabla 179| Cuadro de vidas útiles y recurrencias o porcentajes de soporte de las distintas estructuras. Fuente: apuntes de Hidrología General y Aplicada - U.T. N°4.	874
Tabla 180| Valores estimativos del coeficiente C propuesto por la A.S.C.E. Fuente: https://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00245/doc00245-seccion%20h%203.pdf	876
Tabla 181| Coeficiente de escorrentía C para áreas naturales. Fuente: apuntes de Hidrología General y Aplicada - U.T. N°5.....	877
Tabla 182| Valores de los coeficientes para áreas agrícolas o alejadas de las urbes. Fuente: apuntes de Hidrología General y Aplicada - U.T. N°5.....	877
Tabla 183| Valores del tiempo de concentración e intensidad de precipitación obtenidos por iteración. Elaboración propia.....	880
Tabla 184| Densidades de residuos de acuerdo al proceso en que se encuentran. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. II)	889
Tabla 185| Tabla de generación de residuos de acuerdo a lo propuesto para la disposición final. Elaboración propia	892
Tabla 186| Elementos rápida y lentamente descomponibles. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	899
Tabla 187| Composición de los elementos descomponibles de biogás. Elaboración propia	899
Tabla 188| Material combustible encontrado por cada elemento biodegradable y no biodegradable. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. I).....	900
Tabla 189| Caudales de generación e impacto por un año de depósito de residuos. Elaboración propia.....	902
Tabla 190| Arrastre de la curva de generación anual por cada año de vertido. Elaboración propia.....	903
Tabla 191| Caudales de generación de biogás en litros y m ³ . Elaboración propia. .	904
Tabla 192| Balance hídrico de 1m ² de relleno operativo. Elaboración propia	908
Tabla 193| Caudal de lixiviados en una sola trinchera a una profundidad media. Elaboración propia.....	911
Tabla 194| Flujo de caudal de lixiviados totales por cada trinchera por año de operación. Elaboración propia.....	912
Tabla 195| Volumen de lixiviados generado sólo por los residuos por año. Elaboración propia	914

Tabla 196|Caudal de lixiviados para el cálculo de las tuberías de diseño. Elaboración propia.....	915
Tabla 197| Cantidad de lixiviado que debe de recircularse para llegar al nivel de humedad deseado. Fuente: (Interstate Technology Regulatory Council, 2006).....	917
Tabla 198| Problemas, soluciones y rango ideal de aireación. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	919
Tabla 199| Problemas, soluciones y rango ideal de humedad. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	919
Tabla 200| Problemas, soluciones y rango ideal de temperatura. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	920
Tabla 201| Problemas, soluciones y rango ideal de pH. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	920
Tabla 202| Problemas, soluciones y rango ideal de la relación C/N. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	920
Tabla 203| Problemas, soluciones y rango ideal del tamaño de partículas. Fuente: https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf	921
Tabla 204| Tabla N°1 del Anexo IV de la Resolución Conjunta N°1/2019. Fuente: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019.pdf	921
Tabla 205| Tabla N°2 del Anexo IV de la Resolución Conjunta N°1/2019. Fuente: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019.pdf	922
Tabla 206| Tabla N°3 del Anexo IV de la Resolución Conjunta N°1/2019. Fuente: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019.pdf	923
Tabla 207| Tabla N°4 del Anexo IV de la Resolución Conjunta N°1/2019. Fuente: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019.pdf	923
Tabla 208| Demarcación de pisos. Fuente: https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Floor_Marking_Guide_Latin_America.pdf	946
Tabla 209| Demarcación de áreas en sectores industriales. Fuente: https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Floor_Marking_Guide_Latin_America.pdf	947

Tabla 210|	Código de colores.	Fuente:
https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo		
		948
Tabla 211|	Factores de iluminación de acuerdo a la reflectancia.	Fuente:
https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint3.html		
		958
Tabla 212|	Valores límite de eficiencia energética.	Fuente:
https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/ANEXO-17-17-C%C3%A1culo-Iluminaci%C3%B3n-en-lugares-de-trabajo.pdf		
		961
Tabla 213|	Iluminancia dada por la separación entre luces propuesta a la potencia propuesta por el fabricante a distintos niveles de alturas del muro.	Fuente: guía de elaboración de ERCO.....
		963
Tabla 214|	índice de colores y factores de reflectancia de cada superficie.	Elaboración propia.....
		966
Tabla 215|	Factores de cavidad de la nave de oficinas.	Elaboración propia
		967
Tabla 216|	Tabla de coeficientes de utilización de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		968
Tabla 217|	Tabla de factor de mantenimiento de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		968
Tabla 218|	Tabla de coeficientes de utilización y factores de mantenimiento de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		969
Tabla 219|	Tabla de coeficientes de utilización de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		970
Tabla 220|	Tabla de factor de mantenimiento de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		970
Tabla 221|	Tabla de coeficientes de utilización de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		971
Tabla 222|	Tabla de factor de mantenimiento de acuerdo a la marca.	Fuente: guía de instalación.....
		971
Tabla 223|	Tabla de factores de utilización y mantenimiento totales.	Elaboración propia.....
		971
Tabla 224|	Número de luminarias adoptadas en total, largo y ancho, en comparación a las obtenidas de cálculo.	Elaboración propia.....
		972
Tabla 225|	Potencia de luz necesaria para todas las luminarias.	Elaboración propia
		972

Tabla 226|	Valores límite de eficiencia energética. Fuente: https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/ANEXO-17-17-C%C3%A1culo-Iluminaci%C3%B3n-en-lugares-de-trabajo.pdf	973
Tabla 227|	Tabla A-L.4.1. Valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales (a) (b). Fuente: CIRSOC 301-2005.....	982

1 INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional elaborado por los alumnos Aduco, Anabella del Luján y Maher, Martín Ángel, es producto del trabajo generado según las exigencias de la Cátedra que lleva este nombre.

Dicho proyecto tuvo como objetivo solucionar un problema real, de ámbito público y existente en una región considerando su viabilidad técnica y económica, e involucrando los conocimientos de todas las cátedras anteriores para abordar al proyecto desde la mirada integral del cálculo ingenieril, sin dejar de lado el impacto ambiental que una obra (independientemente de su magnitud y su alcance) tenga.

Para el desarrollo del trabajo se decidió tomar como zona de intervención la ciudad de Herrera, ubicada en el Departamento Uruguay, Entre Ríos, donde se hizo un relevamiento exhaustivo de la zona a intervenir, con una breve descripción del macroambiente que la envuelve, para así ubicarla en el contexto actual del país y de la región en la que está inmersa.

Se procedió a elaborar un diagnóstico en base a los datos obtenidos por medio de consultas a diversas autoridades, sobre todo a los actores de los organismos del municipio y terceros con conocimientos en la materia, y acompañar los datos recabados con estudios de campo en los distintos puntos de interés para este proyecto, dando como resultado la detección de falencias importantes, las cuáles se resumieron en los anteproyectos detallados, y en base a ello, se elaboraron los objetivos principales para solucionar dichas problemáticas.

Se abordaron los problemas bajo dos puntos de vista, resumidos en dos obras diferentes: la modificación del acceso por la Avda. Dr. Miguel Zumbo, por un lado, y la creación de un Relleno Sanitario sobre el Predio Municipal del Ex Ferrocarril Urquiza.

En el caso del acceso, este fue cambiado para facilitar la circulación de camiones en la zona en conjunto como vehículos, volviéndolo un tránsito pesado a tal fin, abordando el diseño planialtimétrico para hacerlo lo más seguro posible, reduciendo el número de puntos de conflicto y la tasa de accidentes sobre la R.P. N°39, que es elevada.

Por otro lado, para el relleno sanitario se tuvo en cuenta que actualmente el sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos es un basural a cielo abierto, que se tuvo que intervenir ya que lleva en funcionamiento más de 30 años ininterrumpidos, desmejorando la calidad de vida de los habitantes y desvalorizando los terrenos alrededor, más considerando que

se encuentra muy cerca de la planta urbana. Para ello, se planteó una solución integral que permita tratar las corrientes de residuos, se produzca una desvectorización y se puedan disponer segura y adecuadamente los residuos, habilitando los mismos como área verde dentro del entorno urbano para que, en un futuro, la ciudad pueda expandirse hacia el este sin inconvenientes, ganando en calidad de vida como en desarrollo social.

A continuación, se realizó un análisis y selección de los anteproyectos, obteniendo con mayor relevancia la creación de una nave de separación de RSU, ubicada dentro del predio del relleno sanitario, a la cual se le realizó un cálculo pormenorizado de su estructura, un análisis financiero y de ejecución de la misma, y el impacto ambiental que genera la creación del relleno en ese sitio, haciendo énfasis en la nave de tratamiento de RSU.

La creación de un proyecto a esta escala siempre debe de analizarse en términos de impacto ambiental, ya que introduce no sólo modificaciones ambientales, sino socio-económicas y socio-culturales, que terminan por revelar que, a pesar de modificar sustancialmente las formas, usos y costumbres de la población, es en pos de una mejor calidad de vida general, y de un mejor desarrollo económico-social-cultural hacia una economía circular, englobada dentro del desarrollo sustentable y de la preservación del ambiente para que puedan disfrutarlo las generaciones actuales como las futuras.

2 RELEVAMIENTO GENERAL

A lo largo del presente capítulo se irán desarrollando las características principales de la ciudad de Herrera, dentro de la provincia de Entre Ríos, ubicada en el Departamento Uruguay. Para ello, y previo al desarrollo del respectivo relevamiento, se hará una breve introducción del sistema geográfico y económico en el cual se encuentra inmersa la ciudad, para luego analizar el contexto de la misma en detalle.

2.1 República Argentina

El Estado terrestre argentino soberano se divide en 23 provincias más la ciudad de Buenos Aires, incluyendo la porción de la Antártida e Islas del Atlántico Sur, logrando posicionarse en el octavo lugar a nivel mundial en cuanto a la cantidad de territorio terrestre ocupado. Según el Instituto Geográfico Nacional, el territorio ocupa una extensión total de 3.761.274 km². De ellos, 2.791.810 km² corresponden a la parte continental americana, 965.597 km² corresponden al continente antártico, y 3.867 km² a las islas australes (Georgias del Sur y Sándwich del Sur).

La organización política del país se trata de divisiones de distinto orden, subdividiéndose la república en 24 provincias más la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A su vez, las provincias están subdivididas en unidades menores llamadas partidos en la provincia de Buenos Aires, y departamentos en el resto del territorio. La Ciudad Autónoma de Buenos Aires presenta comunas, a diferencia de las anteriores. En total, el estado cuenta con 379 departamentos, 135 partidos y 15 comunas, que son las agrupaciones de 2.273 jurisdicciones locales, entre municipios y otras autoridades de distintos grados de jerarquía y autonomía, cuyos límites no coinciden en algunos casos con las divisiones secundarias previamente mencionadas.

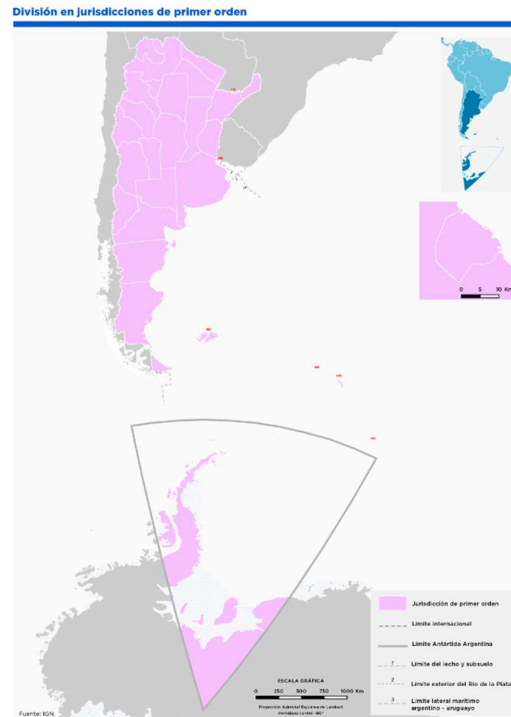


Figura 1| División de primer orden de las provincias en el territorio argentino. Fuente: https://static.ign.gov.ar/anida/argymundo1/m_arg_jurisd1orden_300_v1.jpg

Por lo tanto, se distinguen tres niveles de gobierno: el gobierno federal o nacional, el gobierno provincial y el de la Ciudad de Buenos Aires, y el gobierno local. A su vez, la forma de gobierno es del tipo republicana con tres poderes claramente diferenciados que desempeñan labores totalmente distintas: poder ejecutivo, poder legislativo y poder judicial.

Por otro lado, las provincias son autónomas, ya que conservan todas las facultades no delegadas a la Nación, eligen a sus autoridades y dictan sus propias constituciones, de acuerdo con los principios, declaraciones y garantías de la Carta Magna nacional. Al interior de las provincias, los gobiernos locales se organizan políticamente de acuerdo con lo que establece la carta orgánica, promulgada a modo de ley provincial o bien, por el propio municipio o comuna si la Constitución provincial así lo admite.

De acuerdo a lo establecido por un informe de la Cámara Argentina de Comercio y Servicios, las regiones geográficas en las que se puede dividir a la Argentina, de acuerdo a los límites provinciales y agrupándolas por las actividades económicas que realizan en conjunto y la funcionalidad de las mismas, se tiene entonces las siguientes:

- Noroeste Argentino: Catamarca, Jujuy, Tucumán, Salta y Santiago del Estero.
- Noreste Argentino: Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones
- Cuyo: San Juan, La Rioja, Mendoza y San Luis,

- Pampeana o Centro: Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires (con la inclusión o no de la provincia de La Pampa, ya que ésta se la considera parte de la Región Patagónica también)
- Patagónica: Río Negro, Chubut, Santa Cruz, Neuquén y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur



Figura 2| Regiones de estudio de acuerdo al INDEC. Fuente:
<https://www.skyscrapercity.com/threads/la-argentina-y-sus-regiones.1559615/>

La conformación de estas regiones es por acuerdo y tratados interprovinciales por características históricas, económicas, de políticas sociales y/o desarrollo conjunto, a las cuales las mismas se comprometen a cumplir sus funciones, buscando mejorar en la ejecución de políticas públicas, en la administración de los recursos económicos, y el favorecimiento del desarrollo financiero y social de las provincias que las integran.

En cuanto a su geología y relieve, el territorio argentino, ubicado en el extremo suroeste de Sudamérica, comprende por el oeste la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, y por el sureste el Mar Argentino. En la región central, desde el límite norte con Bolivia y Paraguay hasta la provincia de Buenos Aires, es manifiesto el desarrollo de importantes cuencas sedimentarias, interpuestas entre los Andes y el núcleo continental. Al sur de los ríos Colorado y Negro, en el espacio extra-andino, se destacan las mesetas patagónicas. Al noreste, las regiones pampeana y mesopotámica transitan hacia el núcleo continental uruguayo-brasilero.

Su clima, en una escala general, se ubica dentro de la zona subtropical-templada, sin embargo, su extensión latitudinal supone el desarrollo de una gran diversidad climática, que abarca desde los climas tropicales hacia el norte del continente a climas fríos al sur, y, particularmente el noroeste, se encuentra con clima continental debido a que la Cordillera de los Andes desde los 40° de latitud hacia el norte actúa de barrera para el paso de la humedad desde el Océano Pacífico, quedando la zona particularmente árida debido a la lejanía del Océano Atlántico.

Caracterizar a la Argentina por la gran cantidad de recursos hídricos es muy importante debido a la situación en la cual se va a emplazar el proyecto: la Provincia de Entre Ríos. La ubicación geográfica y su amplia extensión latitudinal, sumada a la diversidad de relieves y tipos climáticos, constituyen los elementos que le aportan características distintivas a la configuración de la red hidrográfica del territorio nacional.

La población argentina para 2010 era de 40.117.096 habitantes, pero, el Instituto Nacional de Estadística y Censos publicó un informe donde en esa proyección se han omitido un 1,99% de la población, y desglosando, el mayor porcentaje era de menores y neonatos en ese período, por lo que la población real de ese período era de 40.930.448 habitantes. La densidad media de población es de 10,7 hab/km², pero, si no se tienen en cuenta las islas del Atlántico Sur y la Antártida, es de 14,4 hab/km².

2.2 Provincia de Entre Ríos

La provincia de Entre Ríos es una de las 23 provincias de la República Argentina, siendo un territorio rico en recursos naturales, abundante en actividades productivas y con características singulares en sus dos costas, bañadas por los ríos Paraná (al oeste) y Uruguay (al este).

Está ubicada en la región centro-este de la República Argentina; posee una superficie de 78.781 km² (distribuidos territorialmente en 66.976 km² de tierra firme y 11.805 km² de islas y tierras anegadizas), y ocupa el 2,83% de la superficie total del país, siendo la decimoséptima provincia más extensa del mismo. Limita al norte con la provincia de Corrientes, al sur con la provincia de Buenos Aires, al este con la República Oriental del Uruguay y al oeste con la provincia de Santa Fe. La longitud de sus límites es de 914 km entre provincias y 432 km con países vecinos (República Oriental del Uruguay).

Debido a la naturaleza del relieve, la provincia posee un 15% de su territorio en forma de islas e islotes, sobre todo en la sección del Delta del Paraná, y al ser territorios anegados, y estar rodeada por dos ríos, suele considerarse como una provincia insular. Principalmente, bordeada por los ríos Uruguay y Paraná, pero al norte por los ríos Guayquiraró y Mocoretá, con los afluentes Basualdo y Tunas, que limitan la provincia de Entre Ríos en todos los puntos cardinales.

Geográficamente, junto a las provincias de Misiones y Corrientes, forma parte de la Mesopotamia Argentina delimitada por los ríos Paraná y Uruguay, en el Litoral argentino; mientras que políticamente constituye junto con las provincias de Córdoba y Santa Fe, la Región Centro de Argentina.

La provincia está organizada en 17 jurisdicciones denominadas departamentos, cada uno con su respectiva ciudad cabecera. Cada uno de los departamentos se encuentra compuesto por municipios. Así, existen 31 municipios de primera, 45 de segunda, 20 juntas de gobierno de primera categoría, 51 juntas de gobierno de segunda categoría, y 58 de tercera categoría más 58 de cuarta categoría.

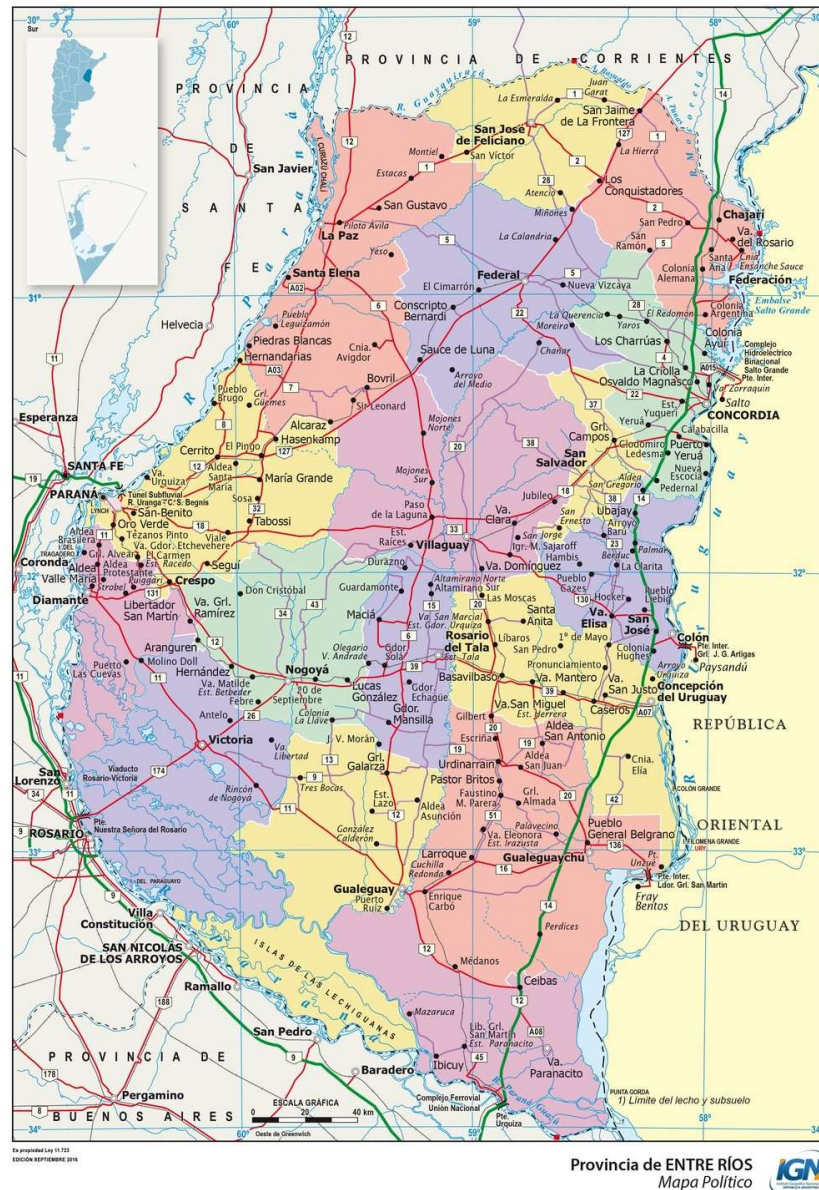


Figura 3| División político administrativa de la provincia de Entre Ríos, con los departamentos y sus respectivas capitales, más el trazado de rutas y otras ciudades. Fuente: https://www.gifex.com/America-del-Sur/Argentina/Entre_Rios/index.html

Desde el punto de vista productivo, posee uno de los suelos más fértiles del país, lo que sumado al clima predominantemente templado húmedo, favorecen el desarrollo agrícola y ganadero. También, la provincia cuenta con 41.790 km de ríos y arroyos. Pero, además, esta provincia contiene una profusa red con más de 7.736 trazados hídricos de régimen autóctono, conformada por ríos, riachos y arroyos cuyos cauces siguen los accidentes geológicos orientando las aguas hacia zonas más bajas.

En la provincia de Entre Ríos se registran *precipitaciones* relativamente altas durante todo el año pues alcanzan los 1.300 milímetros anuales en la región subtropical al noreste y decrece progresivamente hacia el suroeste, en la zona templada, hasta los 1.000 milímetros anuales.

Existen dos estaciones bien diferenciadas: una lluviosa (primavera-verano) y otra menos lluviosa (otoño-invierno). Es en el otoño donde la distribución espacial de las lluvias en la Provincia es más uniforme.

De acuerdo con el censo del año 2010, la provincia de Entre Ríos contaba con una población de 1.235.994 habitantes y una densidad media de 15,94 hab/km².

La provincia de Entre Ríos se desarrolla principalmente en base a las actividades agrícolas y ganaderas, e industrias relacionadas a ellas. Se han conformado empresas importantes en el sector agroalimentario, que producen con valor agregado y exportan el 90% de su producción. En la ganadería se destacan la producción bovina, porcina y la avicultura; mientras que en la agricultura se destacan la producción de arroz, cítricos y de oleaginosas, y sobre todo la soja, que ocupa el cuarto puesto a nivel nacional.

En el sector de la industria manufacturera Entre Ríos es la principal provincia productora de carne aviar con el 44% de la producción nacional. Además, cuenta con empresas industriales líderes y un complejo integrado por más de dos mil granjas y 18 plantas frigoríficas.

2.3 Departamento Uruguay

El departamento Uruguay es uno de los 17 departamentos de la provincia de Entre Ríos, ubicado a las márgenes del río Uruguay, cuya capital es la ciudad de Concepción del Uruguay. Limita al norte con los departamentos de Colón y Villaguay, al oeste con el departamento de Tala y al sur con el departamento de Gualaguaychú. La superficie que ocupa en la provincia es de 1.190.225 hectáreas, ocupando el 16% de la superficie total de Entre Ríos.



Figura 4| Localidades actuales junto a los cursos hidrográficos, rutas importantes y caminos de acceso a las ciudades anteriormente listadas. Fuente: <https://sygiyt.com/proyectos.html#PET>

En cuanto a su fisiografía o relieve es de llanuras levemente onduladas, con pendientes variables, compuestas de material eólico depositado sobre los estratos de las formaciones ya conocidas. En la región centro norte se encuentran las estribaciones finales de la Cuchilla Grande, mostrando su parte más elevada. En la región sur, el paisaje se suaviza presentando una planicie muy suavemente ondulada que se extiende hacia el este.

En cuanto al clima preponderante de la región es templado húmedo de llanura, sin situaciones extremas, favorable para los cultivos. El régimen térmico es templado, presentando una temperatura media anual de 17,9°C con una amplitud de 13,3°C. La precipitación media anual asciende a 1100 mm.

Los suelos son bien drenados y profundos, predominando los vertisoles y molisoles, más alfisoles vérticos o ácuicos, con epipedón (horizonte superficial). Con esta clase de suelos, en términos económicos, se puede llevar a cabo la actividad agrícola-ganadera de cereales y oleaginosas, con retroceso del sector arrocero. En particular, el departamento Uruguay se destaca por la presencia marcada de la actividad avícola, aunque las cabezas de ganado son prominentes.

La ecorregión en la que se extiende es la de los pastizales de la Pampa húmeda, donde se encuentra el departamento Uruguay.

De acuerdo al censo del año 2010, la población total del departamento Uruguay es de 100.728 personas comprendidas en los distintos centros urbanos, con una densidad media de 17,2 habitantes por km².

2.4 Ciudad de Herrera

2.4.1 Ubicación Geográfica y características del lugar

Villa San Miguel de Herrera (o más bien, Herrera), es un municipio de segunda categoría perteneciente al distrito Gená del departamento Uruguay, que comprende la localidad del mismo nombre y una extensa área rural; su ejido cubre unas 21.000 hectáreas, de las cuales su planta urbana abarca 193,95 hectáreas, y se encuentra delimitado al Suroeste por el Arroyo Gená y al Sureste por el Río Gualeguaychú. Sin embargo, debido al tamaño de la localidad por la ampliación del ejido urbano en 2002, se volvió un municipio de categoría única. La única modificación que tuvo la planta urbana colocada en el Boletín Oficial de Herrera, es la del año 2016, en junio, cuando por decreto N°136/16 se dispuso que tenga un perímetro de 6.958,30 metros y un área de 193,95 hectáreas.

Está ubicado a 194 km al Sureste de la capital provincial y 36 km al Oeste de Concepción del Uruguay, la capital departamental. La principal vía de acceso es la Ruta Provincial 39, la cual atraviesa el ejido en sentido este-oeste limitando hacia el Sur la planta urbana municipal.

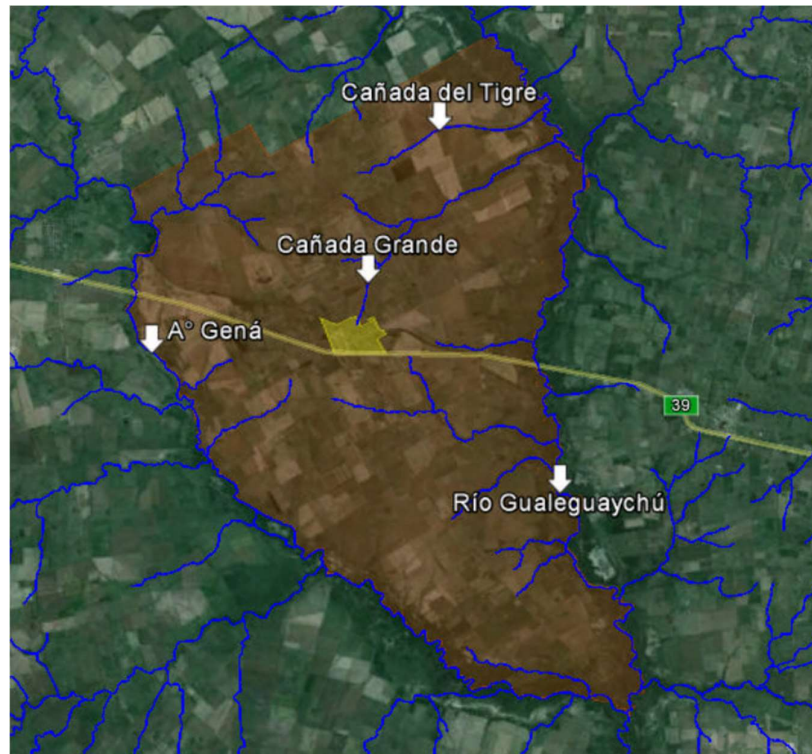


Figura 5| Herrera: ejido, Planta Urbana, principales accesos y cursos de agua. Fuente: (Moreira, 2012, 619)

Los límites del poblado con el área rural fueron establecidos por el decreto N°232/95, se establece que el límite noreste es el del Río Gualaguaychú, entre los puntos vértice 1 y 2, de la línea divisoria de aguas.

El límite sureste es por línea divisoria de una calle pública recta más línea divisoria en sentido suroeste con un ángulo de $59^{\circ}32'$, de 7.720,70 m, lindando con Carmen Álvarez de Pradere, Daniel Aguet y otros, Matilde Blanc de Díaz y Jorge Chevetto y otro.

El límite suroeste es el Arroyo Gená, después del vértice 3 en la esquina de la recta, siguiendo con la línea divisoria.

Por último, el límite noroeste es por línea divisoria mediante recta inclinada de sentido noreste de $63^{\circ}02'$ con una longitud de 5.196 m, hasta intersección con calle pública lindando con Blas Rivero.

Luego desciende en una recta en rumbo sureste de $26^{\circ}41'$ de 1.330 m lindando con Gatti hermanos y calle pública, y otra línea en sentido noreste de $62^{\circ}26'$ con una longitud de 9.333 m, lindando con Gatti hermanos, Héctor Ambrosioni y otro, Vicente Heis y otro, y sucesores de Gatti, José y Gatti, Aquiles. Esto le permitía a Herrera tener coparticipación del

estado por ser un municipio, pero sufrió una ampliación por otro decreto en 2002, la cual ha resultado inamovible hasta el día de hoy.

Con este nuevo decreto, se amplía la planta urbana de Herrera, hasta el plano de catastro que presenta la municipalidad, el cual se muestra debajo, donde el límite del Arroyo Gená se extiende hasta la confluencia con el límite por el río Gualeguaychú, y se extiende el límite de este último hasta la confluencia con el arroyo.

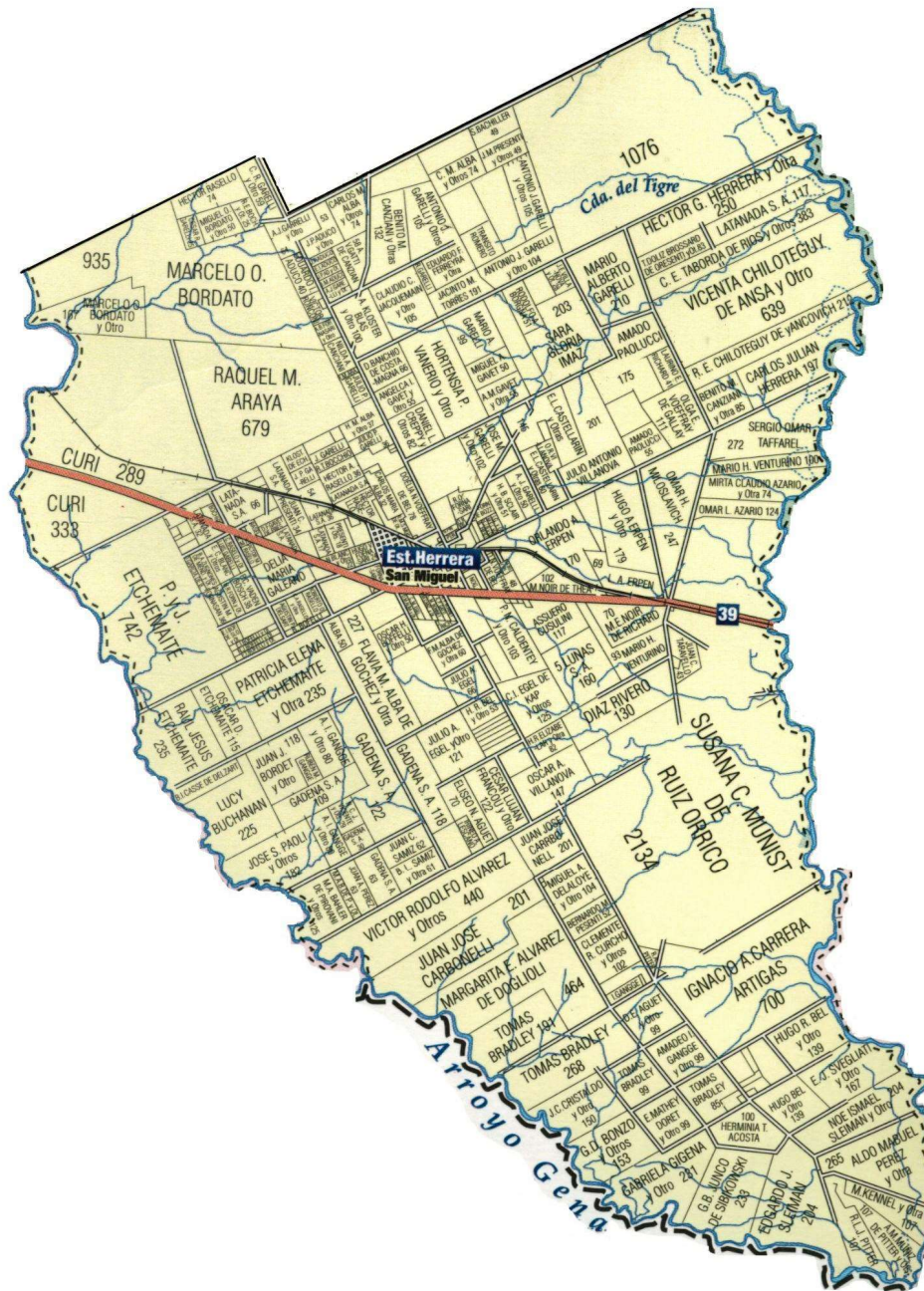


Figura 6| Catastro del ejido de Herrera. Fuente:
<https://muniherrera.gov.ar/component/attachments/download/87.html>



Figura 7| Planta Urbana Herrera extraída desde Google Maps

Por otro lado, la planta urbana se encuentra delimitada por el Ferrocarril en sentido noreste, pasando por la estación Nicolás Herrera, oeste y suroeste por calle República de Italia, pasando por Avda. Hilario Bózzolo y Avda. Orlando Herpen, y por el sur por la Ruta Provincial N°39, para luego subir por Avenida Miguel Zumbo y continuar por la Avda. Orlando Herpen hasta el encuentro con la estación de trenes.

Se considera deseable mantener estas referencias a largo plazo: en primer lugar, por las facilidades que entraña esta zona para brindar servicios y la cercanía a los principales destinos del departamento y la provincia por la salida rápida a la Ruta Provincial N°39. En segundo lugar, por la profusa cantidad de espacios ociosos en la actual Planta Urbana, sobre todo en el sector Este, destacándose en particular la vieja estación del FFCC como un espacio vacante, los que permitirán alojar varias décadas de expansión urbana.

2.4.2 Historia

El pueblo de Villa San Miguel más conocido como Herrera, tiene una historia muy particular, que muy bien justifica su doble nombre y el hecho de que una población tan pequeña se sienta identificada con dos sectores diferentes con sus características cada uno.

2.4.2.1 Pueblos originarios

Diversas tribus indígenas se asentaron en la región, especialmente los charrúas. A esta nación, de cazadores – recolectores, muy belicosa, pertenecía también la tribu de los guenoas o minuanes. Esta tribu se habría ubicado, mayormente, en las márgenes del luego llamado arroyo Gená, palabra que derivaría, entonces, de la denominación de ese grupo indígena.

2.4.2.2 Familia Herrera

Presumiblemente a finales de la década del '30 del siglo XIX o principios del '40, llegaron a los campos del Gená, provenientes de La Rioja, Don Nicolás Herrera, su esposa, Vicenta Warlet y un hermano de ésta, Cristóbal.

Los Herrera pertenecen a una familia de antiguo linaje español, y figuran en la nómina de los primeros pobladores de la Rioja. El riojano llegó a Entre Ríos con intenciones de comerciar con Urquiza, y por su parte éste recibe los títulos de propiedad de un campo en el distrito Gená.

Del matrimonio de Don Herrera y Warlet nacen Julián Andrés Herrera (30 de noviembre de 1843, posiblemente en Gená) y Francisca quien se casó luego con Juan Libaros.

El 19 de noviembre de 1879, Julián Herrera había establecido formalmente una sociedad con Libaros, y en calidad de socios compraron a Doña Mercedes Rivero de Zapiola, en el Distrito Gená, una legua cuadrada de campo (legua de 2.699 hectáreas, 84 áreas y 16 centiáreas).

En el año 1885 Libaros y Herrera decidieron, por causas no establecidas, disolver la sociedad, solicitándole a un agrimensor que practicase una mensura sobre los campos para poder realizar la partición, tomando propiedad de medio campo cada uno.

Fue esta división de tierras realizada en el año señalado, el origen de dos grandes estancias: la “Santa Vicenta”, de Julián Herrera, y la “Santa Zelmira” de Juan Libaros (que años más tarde se la vendería a Julián).

2.4.2.3 Fundación de la Estación “Nicolás Herrera”

En el aspecto económico, la “Santa Vicenta” tuvo durante muchos años, importantes rindes. Su explotación era intensiva. Se cultivaron cientos de hectáreas y se criaron miles de cabezas de ganado ovino, vacuno y equino.

Se hizo imperioso, entonces, para poder sacar la importante producción agrícola y ganadera, tanto de la “Santa Zelmira”, como de la “Santa Vicenta” con destino al puerto de

Concepción del Uruguay, y de allí rumbo a Buenos Aires o Montevideo, construir una estación de ferrocarril.

A principios de 1890 Julián Herrera gestiona ante el Ferrocarril Argentino la fundación de una estación de trenes y al no encontrar respuesta funda con sus propios medios en 1891, la estación “Nicolás Herrera” en honor a su padre, aprovechando las vías férreas del ramal Paraná – Concepción del Uruguay que pasaba por su propiedad.

Desde 1883 se realizaba en la provincia el tendido de líneas férreas, y por las inmediaciones de la “Santa Vicenta”, se extendía el ramal que, partiendo desde Paraná, pasaba por Nogoyá, Rosario del Tala, rumbo a Concepción del Uruguay. Esta sección fue inaugurada o librada al dominio público el 30 de junio de 1887.

Fue, por todo lo expuesto, que la Estación Nicolás Herrera desempeñó un rol fundamental en el desarrollo de la región. No solo la “Santa Vicenta” sacaba su producción por ella, sino que lo mismo hacían los habitantes de las colonias aledañas. Tanta incidencia tuvo la misma, que su nombre sirvió para denominar y ubicar a toda la zona.

Don Julián Andrés Herrera finalmente falleció en la madrugada del 27 de diciembre de 1930, a los 82 años.

2.4.2.4 Los primeros pobladores de Estación Herrera

Hasta la llegada de los colonos, Entre Ríos era una provincia eminentemente ganadera. Esta actividad requería poca mano de obra y había mucha tierra en manos de unos pocos. Cuando los grandes contingentes de extranjeros llegaron, no fue tarea fácil modificar los hábitos de una cultura ganadera (sin alambrados) e incorporar la cultura agrícola, delimitando zonas.

Muchas veces, para intentar detener las apetencias del ganado, los primeros colonos levantaban cercos de espina, cavaron zanjas y montaron guardias nocturnas para proteger los sembradíos, pero aún así, el problema persistió por muchos años más.

En lo que respecta a la zona de Estación Herrera, a finales del siglo XIX, Julián Herrera arrendó cuantiosas hectáreas de campos de la “Santa Zelmira” y la “Santa Vicenta”, con el fin de explotar más intensivamente las tierras.

Fue así que los primeros en asentarse en dichas tierras fueron los integrantes del matrimonio Reimondi-Bovetti. Ellos provenían de Viola Castello, Italia y habían partido desde el puerto de Génova en 1912. Se establecieron primeramente en Villa Cañas, Santa Fe, pero en los años siguientes alquilaron las tierras de Julián Herrera y se mudaron a la “Santa Zelmira”.

Llegaron entonces los Costamagna, los Bergonzo, los Borgna, Botti y los Dotta. Todos habían arrendado un tren para emprender la radicación en Entre Ríos. En menor cuantía también llegaron familias alemanas, que, aproximadamente, a principios de siglo, dejaron Santa Anita y se establecieron en Estación Herrera. Debido a esta masa inmigratoria es hoy que sus apellidos perduran en la zona.

En 1945 una ley del presidente Perón obliga a los propietarios de campos a lotear y es así como este conjunto de italianos pasa a ser propietarios de una fracción de terreno de aproximadamente de 100 hectáreas.

De este modo es como una parte del pueblo se establece en cercanías de la estación y a pesar de que con el tiempo han subloteado sus propiedades para sus descendientes esta zona no tiene el grado de densificación poblacional que alcanza “el pueblo”.

2.4.2.5 La fundación de la Villa “San Miguel”

Miguel Fulgencio Britos estuvo casado con Juana Pondal, con la que tuvo varios hijos: Miguel, Manuel, Juan Honorio y Rosario del Carmen. Sería Miguel quien años más tarde fundaría “Villa San Miguel”.

“El Pueblo” tiene orígenes contemporáneos a la Estación, pero sus tierras eran propiedad de la Sucesión de Don Augusto Rivero y Don Miguel Britos. Britos realizó la compra de los terrenos a los herederos de Rivero y pasa a ser el único propietario de este campo, donde en 1911 diseña el amanzanamiento del pueblo.

El 13 de septiembre de 1912, se presentó por Mesa de Entradas y Salidas un expediente iniciado por Miguel Britos con el fin de aprobar la subdivisión de un campo que poseía en el Distrito Gená, Departamento Uruguay, para la formación de un pueblo que se denominará “Villa San Miguel”. Finalmente, el 11 de octubre de 1912 el Gobierno de la Provincia resolvió aprobar el proyecto presentado por Miguel Britos y se funda la Villa San Miguel, dejando expresamente aclarado que debía reservarse fuera de la planta urbana un terreno suficientemente amplio para el Cementerio. En el artículo 2 de dicha Resolución se aclaraba que luego se debían presentar los planos definitivos.

En la misma fecha, 11 de octubre, Britos se notificó de la aprobación y elevó nuevamente una nota en donde declaraba que cedía al Estado “todos los terrenos necesarios para plaza, escuela, comisaría y cementerio, como así mismo la tierra que comprenden las calles y avenidas trazadas en la villa proyectada a cuyo fin se servirá enviar los antecedentes a la Escribanía de Gobierno, con el propósito que se extiendan las escrituras necesarias...”.

2.4.2.6 La Capilla y el origen de las tierras

Un año después de iniciado el trámite de autorización para erigir la villa, Miguel Britos vendió al Obispado de Paraná una sección de terreno para que allí se levantase una capilla.

La transacción se llevó a cabo exactamente el 22 de septiembre de 1913 entre Britos y el Presbítero Andrés Zaninetti en nombre y representación de la Diócesis de Paraná.

El lote vendido era el número uno de la manzana cincuenta y uno, compuesto de 1.249 metros cuadrados, y en la manzana número cincuenta y siete, otro lote anexo de 10.000 metros cuadrados, según la mensura y subdivisión practicada por el agrimensor Juan Leo. Todo este trámite fue certificado por los Escribanos Wenceslao S. Gadea y Diógenes B. Vallarino. Como se ve, entonces, los terrenos de la villa fueron adquiridos muy poco tiempo antes que comenzaran a enajenarse las manzanas y lotes.

Con respecto a la Capilla, su construcción, en la que colaboró todo el pueblo, data del año 1926, y fue puesta bajo la advocación de Nuestra Señora del Luján, cuya imagen fuera, oportunamente, donada por la familia Fornasari.

El primer sacerdote fue el presbítero Zaninetti. Luego llegó el padre Ignacio Heit, quien se ordenó sacerdote en 1923. Dicho padre Heit, se dedicó, hasta el año 1962, a ejercer su apostolado en las localidades de Herrera y Libaros, entre otras.

2.4.2.7 La ampliación de la planta urbana

Con fecha 18 de marzo de 1914, Miguel Britos presentó ante el Gobierno, una solicitud para ampliar la planta urbana.

En el informe presentado por el agrimensor se explica que, para dicha ampliación, se ha seguido la dirección de las calles de la traza anterior, conservando el ancho de las mismas. El mismo documento agrega, que como aún, para esa fecha no se había escriturado a favor del Estado, según las reservas que establece el artículo 11 de la Ley N° 2376, debería hacerse escrituración de la siguiente forma: para la plaza, una hectárea, para la escuela, también una hectárea, para edificios públicos, cinco mil metros cuadrados y para el cementerio, una hectárea. La aprobación de dicha ampliación se concretó el 19 de marzo de 1914.

Con la muerte de Britos, éste deja en poder de su madre la liquidación obligatoria de todos sus bienes.

Dada la situación los terrenos se malvendieron a un precio muy bajo hasta 1930 que fue el último remate. Por esta razón el pueblo se consolida y ordena como tal, aunque su nombre no sea tan conocido como la Estación Herrera, dada por el ferrocarril que por allí pasaba.

2.4.3 Geografía, Relieve, Clima y Suelos

Herrera se emplaza en una peniplanicie ondulada, dominada por colinas bajas y amplias que alcanzan alturas de entre 35 y 50 metros sobre el nivel del mar. Se ubica en la cuenca del Río Gualeguaychú, curso de agua que junto al Arroyo Gená, afluente de aquél, constituyen los límites del ejido y los principales cursos de agua de relevancia local.

Por las características del relieve, se encuentran numerosas cañadas en las inmediaciones de la Planta Urbana que alimentan los mencionados cursos de agua; entre ellos cabe destacar a las Cañadas del Tigre y Grande.

Se debe destacar que el ejido municipal es colindante al oeste con el de Villa Mantero, y al este con los de Caseros, San Justo y Pronunciamento, municipios estos con los que comparte a grandes rasgos sus características ambientales.

La región presenta un clima templado subtropical pampeano, que se caracteriza por la benevolencia de sus temperaturas moderadas y lluvias suficientes. Las primeras rondan los 18° C medios anuales, mientras que las precipitaciones anuales medias alcanzan los 1.100 mm. Los vientos predominantes son del Noreste siguiendo, en orden decreciente, aquellos del Sureste y Sur.

En sintonía con estos aspectos, los pastos de escasa altura constituyen la vegetación autóctona predominante, conformando una verdadera alfombra pareja y verde en épocas de lluvia. Estas se desarrollan sobre suelos del orden Vertisol, de alta productividad y aptitud agrícola, siendo al oeste predominantes los Molisoles y al este los Inceptisoles propios de los valles de inundación.

La Planta Urbana se ubica en una zona relativamente plana y elevada respecto a su entorno, a una altura media de 51 metros sobre el nivel del mar aproximadamente.

2.4.4 Caracterización económica y socioeconómica

Al igual que en la región circundante, Herrera se caracteriza por albergar actividades económicas primarias basadas en la aptitud de sus suelos y clima para la agricultura extensiva, la ganadería bovina de carne y de modo complementario la producción aviar (se destaca que no

existen hoy en día criaderos de pollos dentro de la Planta Urbana), con destino a faena en otras localidades.

El desarrollo de actividades industriales es casi nulo, sólo pudiéndose observar pequeños talleres, además de una mínima y poco significativa red comercial y de servicios, siendo Concepción del Uruguay, dada su cercanía, un centro de atracción en el plano administrativo, comercial, educativo y de salud. Todas estas actividades constituyen una base económica mínimamente dinámica y escasamente diversificada para la economía local

Por ello, se trata de describir los distintos locales con el rubro y así, poder obtener resultados respecto de la economía local, y la relación con respecto a la producción agrícola-ganadera y la producción de manufacturas a partir de materias primas. En la planta urbana de Herrera se encuentran los siguientes locales/negocios/emprendimientos, separados por rubro o bien si son dependientes de actividades agrícola-ganaderas o derivadas de aquellas:

- En el rubro de productos alimenticios, se encuentran 13 kioscos, 5 carnicerías, 4 autoservicios, 6 despensas, 1 pollería, 1 dietética, 2 verdulerías, 6 panaderías/reposterías y un supermercado
- En el rubro de alimentación y gastronomía, Herrera cuenta con 2 heladerías, 3 comedores, un resto bar y 3 rotiserías
- Dentro de los comerciales cuenta con 7 locales de venta de indumentaria y calzado, una librería, una mueblería, una joyería
- En el rubro de productos químicos, existen dos locales de venta de farmacéuticos (farmacias)
- En el rubro de combustibles, se encuentra un depósito de combustibles separado de una estación de servicio, y un lugar de venta de leñas
- En el rubro de construcción se encuentra un corralón y dos ferreterías
- Dentro del rubro de transporte se pueden encontrar dos talleres mecánicos y un lavadero de autos
- En el de entretenimiento, cultura y recreación se encuentra un museo, una biblioteca, un gimnasio, un bar, un salón para bailes culturales, un club social y deportivo y un templo
- En otros rubros pueden encontrarse una juguetería, un bazar y dos peluquerías

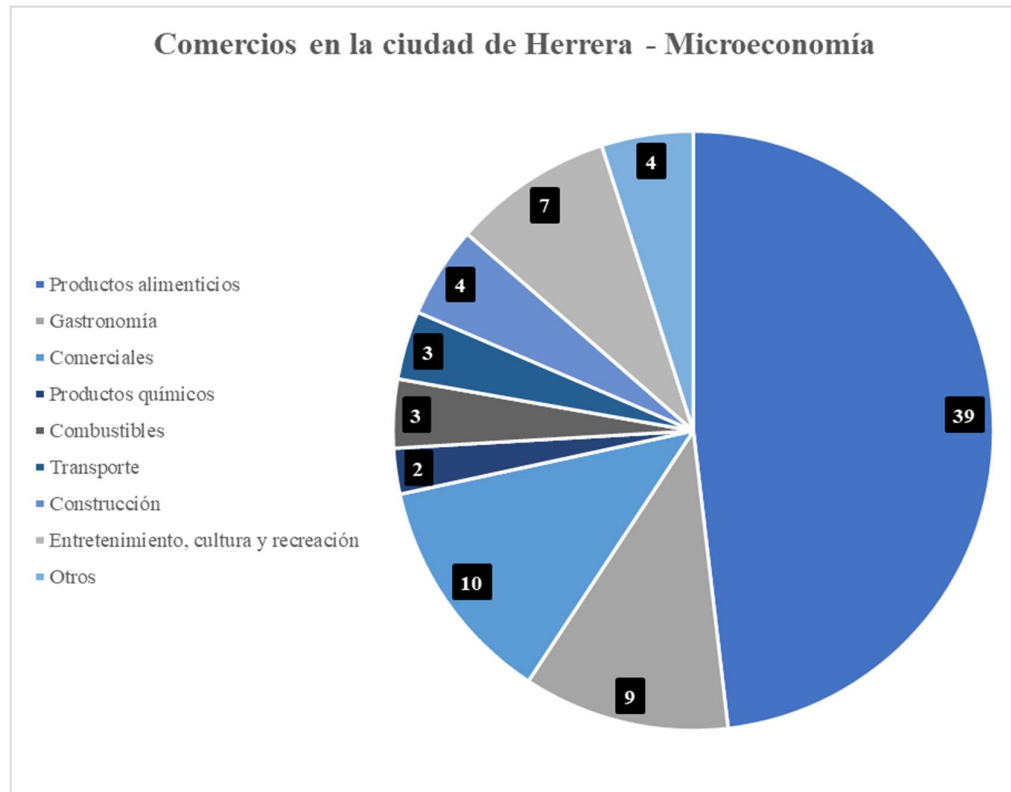


Gráfico 1| Distribución microeconómica de locales en Herrera. Elaboración propia a partir de relevamiento pormenorizado

Ahora bien, habiendo desagregado los rubros y la cantidad de locales, puede decirse que el mayoritario es el de productos alimenticios, que están relacionados en su mayoría a los provenientes del campo, aunque en ningún momento se encontraron manufacturas agropecuarias.

Por otro lado, la distribución de locales muestra la presencia de una población que poco a poco va creciendo, ya que, en su mayoría, se ofrecen servicios más que productos en sí, y los productos son los necesarios para una vida normal, predominando una distribución de oficios y tareas propias de un pueblo en algunos lugares, por la prevalencia de despensas por ejemplo.

Otra tendencia del crecimiento de la población es que los locales cuánto más cerca del centro de la ciudad se encuentran, más variedad en rubros se ofrecen, mientras que aquellos que están más lejos quedan relegados a ser despensas o autoservicios

2.4.5 Demografía, educación y parámetros poblacionales

2.4.5.1 Distribución demográfica por sexo

En términos poblacionales, al censo de 2010, la ciudad de Herrera contaba con 1.767 habitantes, siendo 897 varones y 870 mujeres, con una proporción de la población masculina del 50,76%, y un índice de masculinidad superior al del departamento y de la provincia, de 103,1. La muy baja densidad poblacional distribuida en las 21.000 hectáreas (210 km²) hace muy dificultosa la tarea de poder brindar buenos servicios públicos a la población, o solicitar proyectos a la provincia. Para hacer una mejor caracterización de Herrera, se elige usar la pirámide poblacional provista con el INDEC, para población que normalmente reside en la ciudad, separada en grupos quinquenales de edad, por sexo:

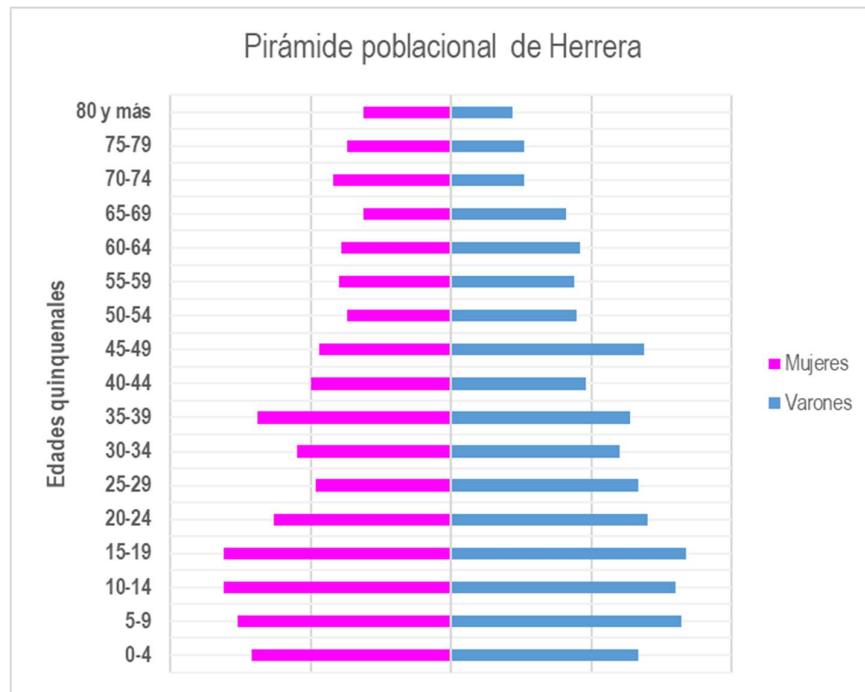


Gráfico 2| Pirámide poblacional de Herrera, elaboración propia a partir de los datos de los grupos quinquenales del INDEC del Censo 2010

A ello, se le agrega la tabla por debajo, a partir del censo 2010 del INDEC, tabla P-53, población por ciudades en la provincia de Entre Ríos, en la columna de Herrera. A primera vista puede verse que estadísticamente la población de Herrera conserva una base más ancha que su pico, pero, en sí, la tendencia a la forma de campana como en el resto del país es evidente, por lo que la población es de dinámica estable, por lo que no puede preverse un crecimiento incipiente de sus habitantes.

Tabla 1| Tabla de grupos quinquenales de edad de la población de Herrera dentro del ejido, a partir de tabla P-53 del INDEC del Censo 2010 de Población, Hogares y Viviendas

Edad	Varones	Mujeres
0-4	67	71
5-9	82	76
10-14	80	81
15-19	84	81
20-24	70	63
25-29	67	48
30-34	60	55
35-39	64	69
40-44	48	50
45-49	69	47
50-54	45	37
55-59	44	40
60-64	46	39
65-69	41	31
70-74	26	42
75-79	26	37
80 y más	22	31

Con estos datos se pueden establecer entonces las proyecciones y estimaciones poblacionales del siguiente ítem, que son cruciales para conocer la población objetivo de los proyectos.

2.4.5.2 Distribución demográfica por educación y nivel educativo

Por otro lado, en términos educativos, la ciudad de Herrera no cuenta con un jardín materno infantil para niños de entre 45 días de edad y 3 años.

Dentro de la planta urbana se encuentran: la Escuela Primaria N°21 “Alberto Larroque”, que ofrece educación primaria junto al nivel inicial, ubicada en Luis Signe 377, contando con 7 aulas en total.



Figura 8| Imagen actual de la Escuela Primaria N°21 “Alberto Larroque”, de elaboración propia

En cuanto a la infraestructura edilicia la escuela cuenta con siete aulas destinadas a desarrollo diario de las actividades áulicas, la biblioteca, el salón de actos, patio interno, sanitarios masculinos y femeninos, también cuenta con dos sanitarios más destinados al personal de la institución, en el espacio destinado a la dirección también funciona la secretaría, cuenta con cocina y comedor donde concurren diariamente entre 45 y 50 niños. Las actividades de Educación Física y aquellos actos escolares que tienen una gran convocatoria se realizan en el SUM

Por otro lado, se encuentra la Escuela Secundaria N°2 “General Manuel Belgrano”, que ofrece educación secundaria, presentando un total de 7 cursos, contando con conexión a internet, y se encuentra ubicada en Dr. Stilman 718. Su orientación es Humanidades y Ciencias Sociales. Está ubicada frente a la plaza principal, y al año 2018 su matrícula de alumnos era de 151 alumnos, con una planta docente y no docente de 29 personas, y una escuela secundaria de jóvenes adultos en forma nocturna de 53 matriculados al mismo año, y 11 docentes, cuyo requisito es de tener 1°, 2° y 3° año aprobado y ser mayor de 18 años.



Figura 9| Imagen actual de la Escuela Secundaria N°2 ex N°27 “Manuel Belgrano”, de elaboración propia

Al presente, la Institución cuenta con laboratorio de ciencias naturales, sala de videos, sala de profesores, sala de dirección, preceptoría, biblioteca, sanitarios para varones y otro para mujeres, sanitarios para personal, un depósito, un patio cubierto y otro al aire libre, que ha sido reformado de acuerdo a los períodos que se describen en capítulos posteriores.

A las afueras de Herrera, en las proximidades o dentro del ejido urbano, se encuentra la Escuela Primaria N°108 “La Virginia”, ubicada en Campo La Virginia, que ofrece educación primaria más nivel inicial en el ámbito rural, sin conexión a Internet, Escuela Primaria N°52 “Almafuerte”, ubicada en Colonia Santa Zelmira dentro del ejido de Herrera, que ofrece educación inicial más educación primaria en dos secciones diferentes, de ámbito rural.

A ellas se le suman la Escuela Primaria N°41 “Juan Bautista Cabral”, ubicada en Colonia San Martín, en el límite del ejido de Herrera, que también incluye educación inicial, en el ámbito rural; Escuela Primaria N°72 “Mariano Moreno”, de Colonia Santa Margarita, dentro del distrito Gená, dentro del ejido urbano de Herrera al sur, que no dispone de educación inicial pero sí primaria, también de ámbito rural; Escuela Primaria N°107 “Soldado Argentino”, en Colonia Rincón del Gená, al sur del ejido urbano, con educación primaria sin nivel inicial dentro del ámbito rural, a metros de Granja Aguet.

De todo lo listado, se tienen los siguientes números para la sección de la planta urbana (no la total), donde la población llega a las 1251 personas, pero los mayores de 18 años de 875 personas, donde:

- Población de 18 y más con primaria incompleta: 234
- Población de 18 y más con primaria completa y secundario incompleto: 432
- Población de 18 y más con primaria completa: 641
- Población de 18 y más con secundaria completa: 209
- Población de 18 y más con secundaria completa sin terciario completo: 142
- Población de 18 y más con terciario completo: 41
- Población de 18 y más con universitario completo: 26

A partir de los resultados provistos por el INDEC, de la masa de personas totales, se puede sacar los porcentajes de población por el nivel de educación, y siendo un punto principal el de los niveles completados, y a partir de allí, se pueden ir subdividiendo las personas hasta llegar a los valores totales.

Del 100% de las personas mayores de 18 años, el 26,7% de ellos no pudo terminar la primaria, y del restante porcentaje, el 67,4% de ellos (unas 432 personas), pudieron hacerlo, pero no completaron el secundario. Por último, de aquellos que sí lo hicieron, de esas 209 personas el 67,9% abandonó sus estudios terciarios, el 19,6% sí los pudo terminar y tan sólo el 12,4% completó sus estudios universitarios.

Esto puede apreciarse en un gráfico de torta, donde los porcentajes no son los anteriores, sino que se representan las porciones en términos absolutos (es decir, respecto de las 875 personas mayores de 18 años):

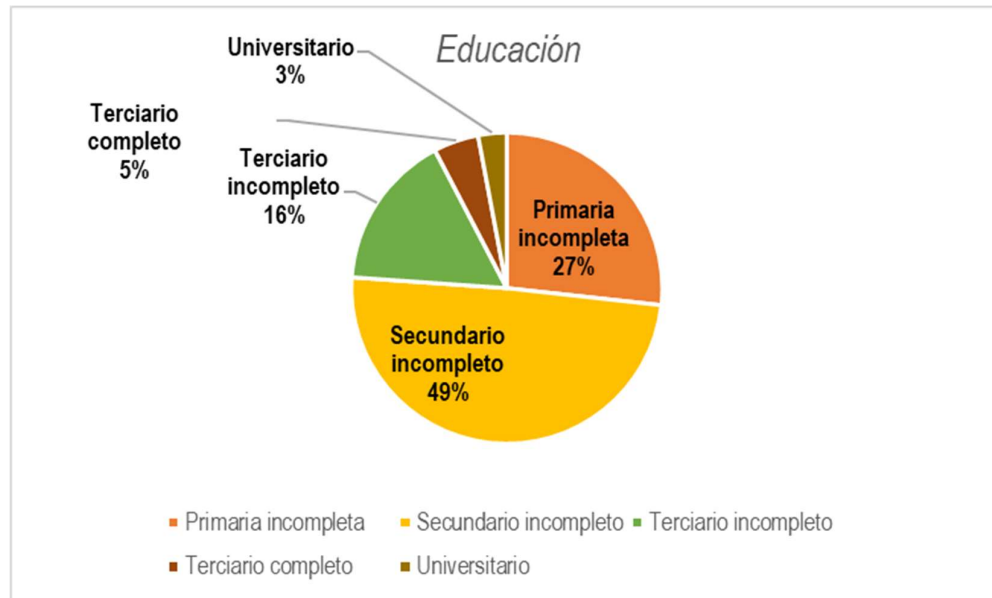


Gráfico 3| Gráfico de torta de la situación poblacional de Herrera, elaboración propia a partir de datos del INDEC

2.4.6 Densidad poblacional y proyecciones

2.4.6.1 Densidad habitacional y poblacional

Como se ha establecido anteriormente, la densidad poblacional es de 8,4 habitantes por km². Esto es producto de dividir la cantidad de habitantes respecto del área total de Herrera de 21.000 hectáreas. Sin embargo, se pueden delimitar zonas de mayor y menor densidad, en cuanto a viviendas, y estadísticas poblacionales de acuerdo a lo establecido en el censo 2010 y la imagen actual del pueblo.



Figura 10| Densidad de hogares por manzana, elaboración propia a partir del relevamiento de viviendas sin contar comercios o locales, o alguna otra construcción no destinada a la habitabilidad de la gente

En la actualidad, el municipio presenta una baja densidad de viviendas y una gran extensión, disponiéndose el amanzanamiento en un esquema regular de 35 manzanas sobre el oeste, con extensiones hacia el norte y centro este.

Estas son producto del crecimiento desorganizado de la Planta Urbana, como característica de una localidad que se ha formado lejos de la estación del ferrocarril, ya que ésta ha quedado ubicada a 800 m al Este de la zona más consolidada de la Planta Urbana.

De acuerdo a los tonos presentados, se pueden encontrar manzanas sin viviendas, manzanas con viviendas y dependiendo del número de estas, es la intensidad del tono.

- Blanco: manzana sin viviendas
- Gris claro: manzana de entre 1 y 10 viviendas
- Gris medio claro: manzana entre 11 y 20 viviendas
- Gris: manzana entre 21 y 30 viviendas
- Gris oscuro: entre 31 y 40 viviendas
- Negro: más de 40 viviendas

Bajo este nuevo sistema de clasificación de la ciudad, puede decirse la orientación probable de crecimiento de la población, y dónde se producirían asentamientos residenciales y hacia dónde se dirigirán los pobladores. Cabe destacar que hay dos puntos blancos alrededor de la Plaza General Belgrano, donde uno pertenece a la Municipalidad y otro a la manzana destinada a Escuelas Primaria y Secundaria. El último punto, al lado del área de color negro, donde hay muchas viviendas, es el centro de salud de la ciudad.

En el norte se encuentran los espacios vacíos de las manzanas no diagramadas ni habitadas, pero que sí fueron proyectadas en el interior de la ciudad y así se disponen en los planos.

Los agrupamientos de personas se producen alrededor de la estación de ferrocarril, pero fuera del predio de ésta misma, y alrededor de la Plaza General Manuel Belgrano, que constituye un polo comercial y administrativo, posiblemente por la cercanía a los puestos de trabajo.

Así, la ciudad de Herrera podría dividirse en tres zonas de población, o radios, separadas por las principales vías arteriales de la ciudad, donde cada una tiene una densidad de acuerdo a las funciones y a las actividades que se realizan, y así, poder definir la dirección a la que tenderían las personas a medida que aumente el número de habitantes conforme pase el tiempo. Se elige esta forma de estudiar a los mismos y no alrededor de los polos en círculos de población, para mostrar los movimientos de personas a partir de la densidad habitacional y poder mostrar las áreas de consolidación a partir de las principales vías arteriales de entrada y salida de vehículos.

Tomando la avenida Orlando Erpen y la Avenida de los Inmigrantes como puntos de división, se tendrían tres polos poblacionales, que se demarcan a continuación:



Figura 11| División de Herrera en 3 polos poblacionales a partir de la densidad antes mencionada.
Elaboración propia

El primero encierra la actividad comercial principal del pueblo, las actividades administrativas, y constituye el casco “ordenado” urbano, teniendo como salida principal la avenida Hilario Bozzolo y la avenida General Manuel Belgrano (exceptuando la avenida Orlando Erpen). El segundo conforma el casco “antiguo”, ya que en él se encuentra la estación de ferrocarril, que fue el polo atractor de población de forma histórica de la ciudad, cuyas salidas son las avenidas General Manuel Belgrano y la Dr. Aldo Papa. Por último, el núcleo “nuevo”, de expansión hacia el este, por debajo de la avenida Orlando Erpen, donde se encuentran los accesos por avenida Doctor Aldo Papa, avenida Dr. Miguel Zumbo y la avenida de los Inmigrantes.

Agrupando el número de viviendas por manzana en cada uno de estos lugares, se obtendría la densidad de viviendas por área, y así, qué medidas tomar respecto de la ubicación de proyectos:

1. En el primer caso, existen 507 viviendas repartidas en una superficie de 62,03 hectáreas, por lo que su densidad es de 8,17 viviendas/ha
2. En el segundo radio, existen 201 viviendas repartidas en una superficie de 41,55 hectáreas, por lo que su densidad es de 4,84 viviendas/ha

3. En la tercera área, existen 158 viviendas, repartidas en una superficie de 90,37 hectáreas, por lo que su densidad es de 1,75 viviendas/ha

En términos de resultados, el área uno es la más consolidada ya que allí se encuentra el corazón de la ciudad, en cuanto a que se encuentran en su mayoría los edificios de interés descritos en la sección 2.4.9.1 y la actividad comercial de acuerdo a la ordenanza detallada en el punto 2.4.9.2. El área segunda es un área de transición, ya que la concentración de población alrededor del ferrocarril se fue asentando cerca de los puestos de trabajo alrededor de la Plaza General Belgrano, por la cercanía y por la oferta laboral. Por último, el área tres puede decirse que es la más nueva, y es la próxima a ser desarrollada en forma potencial una vez que la población alrededor de la estación de Nicolás Herrera se consolide.

2.4.6.2 Estimaciones y proyecciones poblacionales

Para medir la población que habrá en la ciudad de Herrera, se utilizarán distintos métodos que sirven para calcular población a futuro mediante estimaciones y totales estadísticos de personas. Los métodos a utilizar son:

- Por ajuste lineal de la tendencia histórica
- Método de crecimiento a interés compuesto
- Método de tasas geométricas decrecientes
- Curva logística o método de saturación
- Método de relación tendencia
- Técnica de los incrementos relativos

Todos ellos se detallan en el anexo A.1, y se describe cómo funciona la metodología y cuál es el método adoptado, mientras que en este apartado sólo se mostrarán los resultados provenientes del seleccionado, para conocer la tendencia futura de la ciudad.

Como de todos se decide utilizar el método de tasas geométricas decrecientes, la población esperada en la ciudad de Herrera es de:

Tabla 2| Tabla de crecimiento poblacional con el método de tasas geométricas decrecientes. Elaboración propia

	<i>Año</i>	<i>n</i>	<i>Población</i>
<i>Población Censada</i>	1991	-	777
	2001	-	1587
	2010	-	1767
<i>Población Estimada</i>	2022	12	2039
	2025	15	2114
	2030	20	2243
	2035	25	2381
	2040	30	2528
	2045	35	2683
	2050	40	2848

Y la curva de crecimiento de dicha población es igual a:

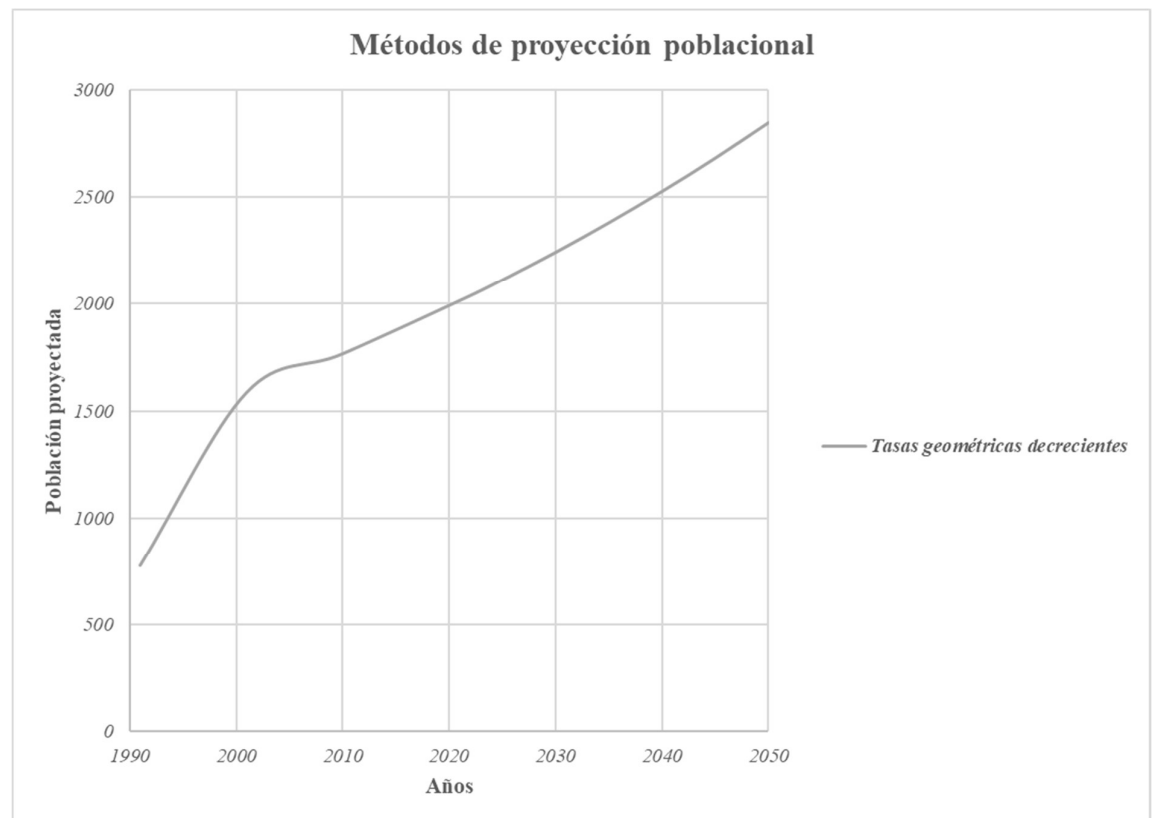


Gráfico 4| Método de crecimiento poblacional por tasas geométricas decrecientes. Elaboración propia

Estableciendo un crecimiento curvo con cierta tendencia a acelerarse en el futuro, consolidando la planta urbana alrededor de los 3000 habitantes.

2.4.7 Servicios básicos

2.4.7.1 Servicio de agua potable

En Herrera el servicio de **agua potable** es prestado por la Cooperativa de Provisión de Agua Potable y Otros Servicios Públicos de Herrera Ltda., inaugurada en 1977. Si bien posee además un salón para alquiler construido en 2004, en la práctica toda su estructura y recursos operativos se destinan al servicio de agua potable, constituyendo ésta su actividad excluyente. Las oficinas se ubican sobre el extremo oeste de la Planta Urbana, en un amplio predio propio, junto al salón, depósito y gran galpón de depósito de materiales, herramientas y garage, observándose todo ello en buen estado.



Figura 12| Estado actual de la Cooperativa de Agua Potable, de elaboración propia

El sistema de agua potable se abastece de fuente subterránea mediante 2 pozos de unos 75 m de profundidad, ubicados en el predio de la cooperativa, con rendimientos que oscilan los 30 m³/h. Mientras que el primer pozo fue construido en 1988, el segundo en 1994 para reemplazar a un viejo pozo existente en el mismo predio (se encuentra sellado).

Ambos pozos se hallan en buen estado de conservación y cuentan con bombas de 10 HP. Los equipos de bombeo se encuentran automatizados con el nivel de Tanque Elevado, y la cloración del agua extraída (único tratamiento realizado) se realiza automáticamente con la operación de las bombas a la subida del Tanque Elevado. Estos se encuentran trabajando en

promedio 6 hs/día (de manera alternada) para alimentar los dos tanques de agua, dónde uno está dentro del predio, y con un consumo medio de 355 l/hab/día.

Se informó que los análisis de calidad de agua son realizados con la regularidad exigida por la normativa, aunque no se pudo acceder a los físico-químicos (pero sí a los bacteriológicos, donde las muestras son aptas para consumo), con niveles de dureza óptimos para el consumo humano.

Como puede verse en el siguiente plano, el servicio de red de agua potable se encuentra totalmente completo en la planta urbana y en las áreas de expansión, aunque la red se encuentra desordenada

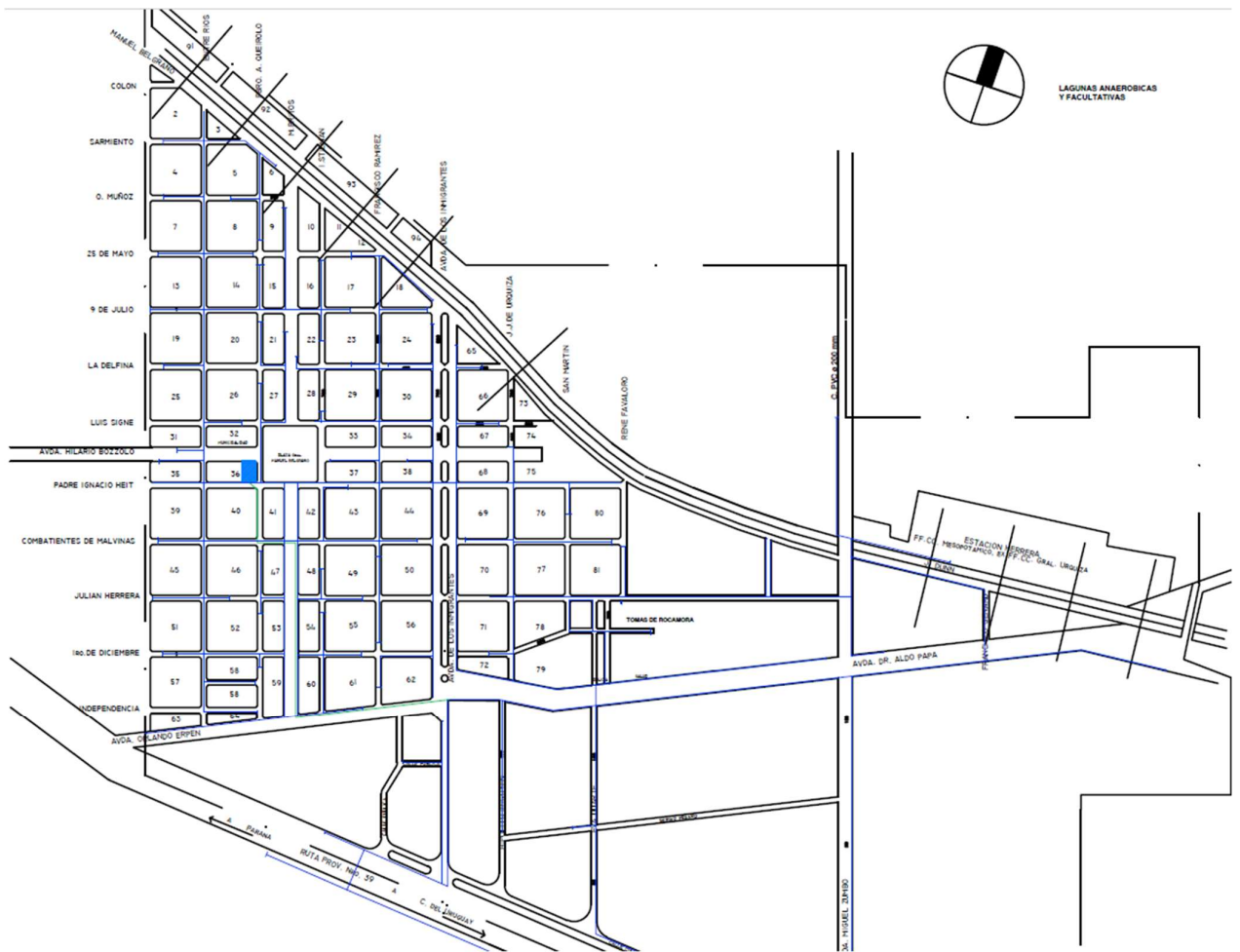


Figura 13| Red de agua potable de la ciudad de Herrera. Elaboración propia a partir de datos y planos de la ciudad

2.4.7.2 Aguas residuales

Por otro lado, el servicio de **desagües cloacales** está a cargo de la Municipalidad de Herrera, aunque no existe una repartición específicamente abocada al mismo. Por el contrario,

el mismo depende de la Secretaría de Obras Públicas en sus aspectos técnicos y operativos, junto a otros servicios municipales, siendo global la asignación de recursos, por lo que no se producen deficiencias.

Un aspecto destacable es que no se ha establecido el cobro del servicio de desagües cloacales de manera específica, sino que su prestación se encuentra incluida en los servicios generales urbanos. Por tal motivo, no existe facturación del mismo, sino que esta está incluida dentro de la Tasa General Inmobiliaria, aunque la misma no considera de modo diferencial a aquellos inmuebles que poseen el servicio.

En cuanto al sistema, su operación se inicia unos 25 años atrás, con la puesta en marcha de la red original y las instalaciones de tratamiento. En la actualidad, la red cuenta con una extensión tal que cubre aproximadamente el 100% de las viviendas de la planta urbana de donde reside la población, requiriendo una Estación Elevadora ubicada en el este.

El proyecto general de la planta urbana, determinó dos cuencas pluviales principales, Sur y Norte, que requieren de importantes tramos de desagües subterráneos entubados, que recogen la totalidad del agua de la superficie, transportada a través de cordones cuneta, badenes y/o calles pavimentadas, hacia las bocas de captación.

Si bien los desagües subterráneos entubados ya se encuentran construidos y en funcionamiento, falta el completamiento de la red de cordones y badenes en diferentes sectores de la planta urbana, en ambas cuencas, para poder cerrar totalmente el circuito de desagües.

Inicialmente, se construyeron las instalaciones de tratamiento, consistentes en una serie de 2 lagunas biológicas (una anaeróbica y otra facultativa), con la cañería troncal hasta el boulevard principal, de las cuáles la red se amplió sobre el ejido urbano y se agregaron dos lagunas más, con un proyecto sin terminar de una planta de tratamiento que sirva de reemplazo a las lagunas.

Las lagunas de tratamiento se encuentran ubicadas 1 km al noreste de la zona más poblada de la planta urbana, en un terreno municipal dentro de un campo privado, al cual se accede con alguna dificultad. Este lote se encuentra adecuadamente cercado, aunque carece de cortina arbórea, y no se registran problemas de olores.

Sin embargo, antiguamente cuando había dos lagunas, éstas habían quedado subdimensionadas previas a la ejecución del proyecto, y no poseían un mantenimiento decente, con pequeños desmoronamientos y un caudal orgánico muy mayor al que podían soportar, pero aun así, debido a la complejidad a futuro, podrían elaborarse plantas de tratamientos de efluentes.

El volcado del efluente se realiza en la Cañada Grande, marcado en la entrevista como un curso que recibe todos aportes pluviales de la planta urbana. Ello implica eventuales problemas por la elevación del pelo de agua, generando retroceso en el flujo de las lagunas, y hasta algunas bocas de registro del extremo norte de la planta urbana. Por ende, debería elegirse otro destino por la sinuosidad del curso actual o bien, programar el sistema para que la carga orgánica sea mucho menor.

A continuación, se muestra un plano elaborado a partir de las últimas obras realizadas por ENOHSA, con los siguientes comentarios:

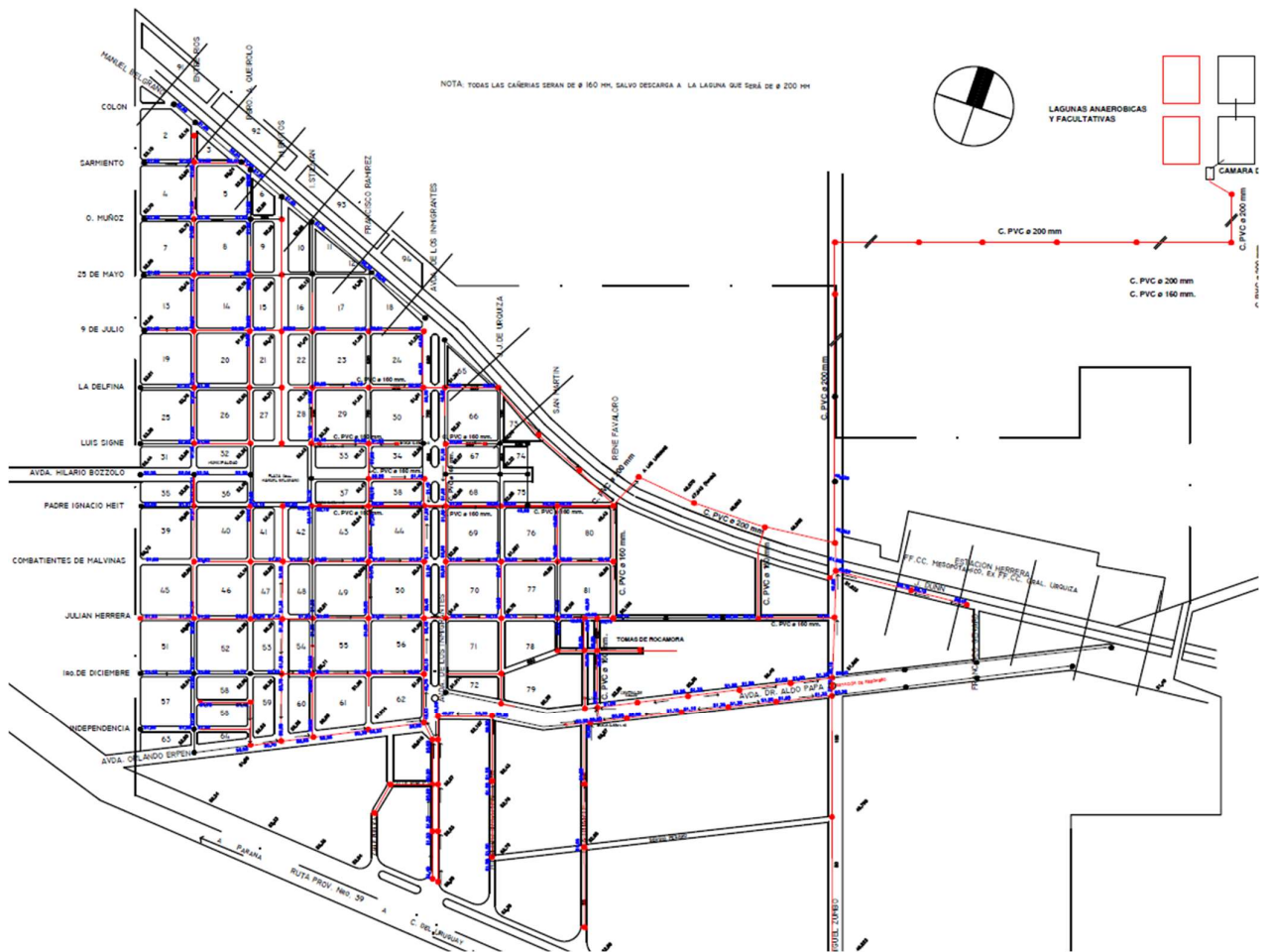


Figura 14|Trazado de la red de efluentes cloacales

1. En el cruce entre las Avenidas Dr. Aldo Papa y Miguel Zumbo se encuentra una estación de rebombeo que dirige los lixiviados por la calle Dr. Zumbo hasta las lagunas facultativas
2. Las manzanas 35, 57, 63, 31, 25, 19, 13, 4, 2, 6, 10, 12, 74, 75, la Avenida Hilario Bozzolo al oeste de la Plaza General, y la continuación de la Avenida Dr. Aldo

Papa a partir del cruce con la Miguel Zumbo se encuentran con el trazado proyectado, pero no fueron ejecutadas por la falta de viviendas o amanzanamientos reales en esos lugares.

3. No se proyecta y se desconoce otro tratamiento fuera de las lagunas facultativas.

2.4.7.3 Red eléctrica de la ciudad de Herrera

La **electricidad** está a cargo de la empresa Cooperativa Ruta “J” Ltda., con sede central en Caseros, abasteciendo a la ciudad como una empresa subsidiaria de la red eléctrica provincial: ENERSA, y funcionando bajo la normativa del Ente Provincial Regulador de Electricidad (E.P.R.E.) de Entre Ríos, que regula el consumo tarifario con un precio de cargo fijo de \$94,62, más un cargo variable por consumo, más una contribución única, y a ello, sumados los impuestos que se necesiten por parte de la población a la distribuidora.

Su abastecimiento se extiende a la Colonia Santa Zelmira y Santa Vicenta, dos importantes centros dentro del ejido urbano de Herrera. Esta distribuidora cuenta con un micrositio para poder realizar pagos, consultas y dar de baja o agregarse al sistema. El conexionado es bueno, su funcionamiento es ideal casi sin cortes de luz, y los operarios se encargan de darle mantenimiento cada cierto tiempo.

La Cooperativa fue fundada por usuarios de distintas colonias alrededor de la ciudad de Caseros, como lo sería la Colonia Oficial N°6, el Club Social Agrario Rocamora y otras colonias aledañas.

En principio, los centros urbanos abastecidos fueron Pronunciamento, Primero de Mayo y Caseros, y la red se fue extendiendo hasta que en 1983 se crea la cooperativa, en conjunto con la actual ENERSA, para poder brindar electricidad a todos los sitios rurales que la necesiten. La cooperativa actualmente cuenta con un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y sus respectivos prosecretario y protesorero, 4 vocales titulares, 3 vocales suplentes, y dos síndicos en representación de la población.

2.4.7.4 Gas Natural y la red de gas provincial

Al día de hoy, si bien es un plan rector a cargo de la provincia de Entre Ríos y del ente distribuidor de gas de la zona, GASNEA S.A., **no existen proyectos a corto o mediano plazo que incluyan la conexión de la red de gas natural** a la ciudad de Herrera, pero sí para ciudades como Caseros o Gilbert, debido a que su población tiene un desarrollo mucho mayor en cantidad de habitantes y su tendencia al crecimiento es notoria.

2.4.7.5 Recolección de RSU

En relación a los **Residuos Sólidos Urbanos**, los mismos son dispuestos en un basural a cielo abierto, ubicado a 180 m al oeste de la planta urbana sobre un camino paralelo a las vías de FFCC, localización distante 1,6 km al Oeste de la zona urbanizada. A este predio llegan los residuos de todo el servicio (no hay campañas de separación en origen, ni recolección diferenciada), siendo depositada la basura sobre la calle de acceso.

Allí se acopian, además, ramas y todo otro tipo de residuos, que evidencian restos de incineración. Se observan campañas de recolección de pilas, mas no hay definición de trabajos a realizar con ellas. La administración del área de recolección de residuos sólidos y su posterior disposición final está a cargo, al igual que los desagües cloacales, del municipio.

Sin embargo, ha habido proyectos de separación de residuos sólidos, donde, por ejemplo, se irían a disponer zanjas de 2 metros de profundidad para la deposición final de orgánicos, y que se dispondrían silos para acopio de plásticos y otros inorgánicos reciclables, pero estos jamás fueron elaborados. Normalmente, una empresa con una máquina disponible para tal fin se dedica a la excavación de las tierras para poder depositarlas en el suelo sin tratar los residuos provenientes desde la urbe.

Actualmente, el servicio de recolección tiene un recargo de \$330,00 en forma bimestral, por el uso del “basural municipal”. Éste y otros montos se encuentran en la ordenanza N°313/21 actualizada al 10 de marzo de 2022, donde incluye arrendamientos de máquinas, recargos por las instalaciones cloacales, usos de nichos, cementerios, y otros servicios que la municipalidad otorgue, desde elaboración de registros y tarjetas o mensuras hasta el citado anteriormente



Figura 15| Localización del basural municipal, visto desde Google Earth, de elaboración propia

2.4.7.6 Cordones cuneta, badenes y desagües pluviales de las cuencas norte y sur

Para la evacuación de las aguas de lluvia se hace uso de la topografía. Para cumplir este objetivo, actualmente se emplea el bombeo de las calles pavimentadas y la construcción de cordones cuneta en las vías enripiadas.

En principio, la red de desagües pluviales tuvo una mejora y reformulación en el año 2014 de acuerdo al histórico de obras de los últimos 10 años, con la solvencia necesaria para poder financiarlos. Por ello, la red es la siguiente:

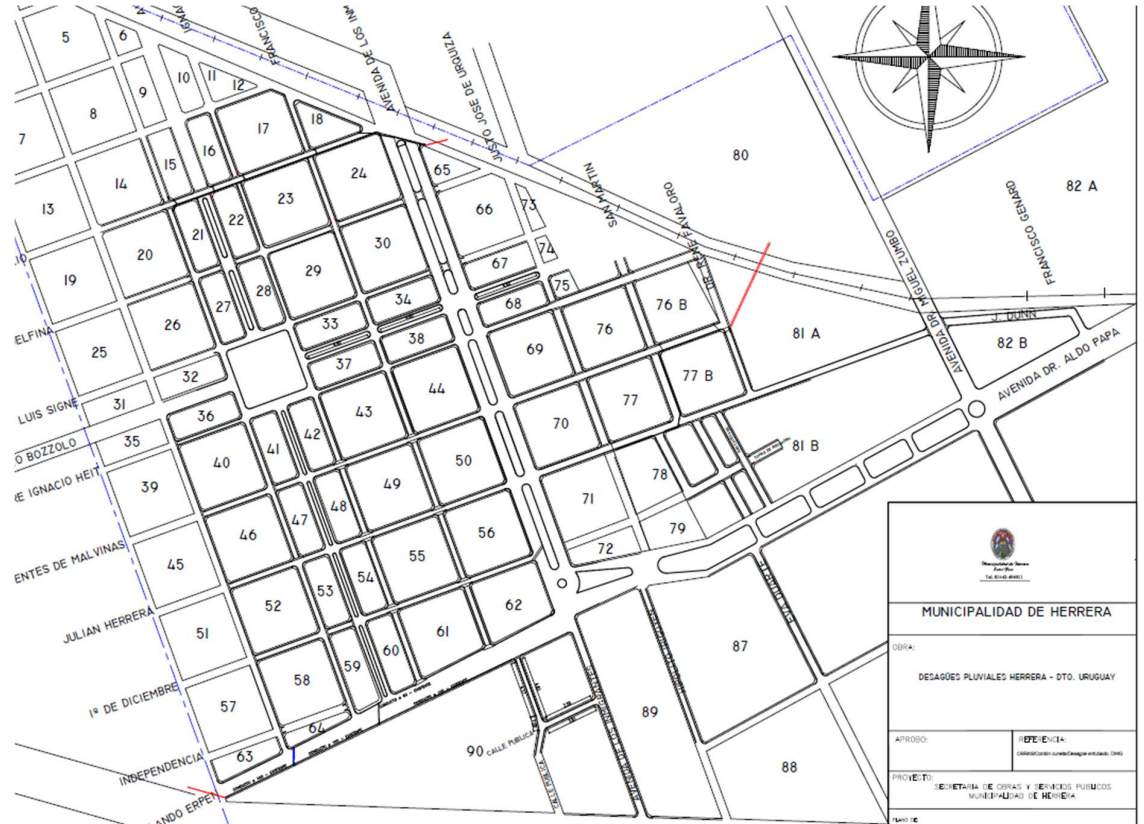


Figura 16| Cordones cuneta y desagües de la ciudad de Herrera

En estos casos, se muestra la red de desagües pluviales y de cordones cuneta. En porcentaje, de las 90 manzanas de la planta urbana, 67 tienen todas las cuadras completas (es decir, el 74,44% del total), 20 se encuentran incompletas (el 22,22% del total), y el resto (un 3,33% del total), no presentan cordones cunetas y badenes en absoluto.

A su vez, la ciudad se encuentra separada en cuencas norte y sur. El desagüe de la zona sur de Herrera se materializó mediante la construcción de cordones cunetas que desaguan en un canal subterráneo. El mismo conduce las aguas por la calle Julián Herrera hasta la calle San Martín, donde se desvía hacia el noreste del pueblo. Este canal desagua al norte de las vías del ferrocarril en una cañada natural, el cual se considera el drenaje más importante de la ciudad



Figura 17| Diagrama de funcionamiento de la cuenca sur, correspondiente a la primera etapa del plan desarrollado posteriormente

En la imagen anterior, las flechas indican el sentido de escorrentía debido a las diferencias en niveles topográficos y, las líneas en celeste, las cañerías de circulación de agua en forma subterránea.

Por otro lado, la cuenca norte es una cuenca más pequeña, que fue elaborada en el tramo 2, iniciando en la calle Presbítero Andrés Queirolo, y recorriendo las calles hasta Avenida de los Inmigrantes, donde directamente desagua en forma subterránea sobre las vías, en una cañada, con una bajada pronunciada pero no tan grande como la sur. Se grafica a continuación la misma con las mismas marcas que en la cuenca sur



Figura 18| Diagrama de funcionamiento de la cuenca norte, de menor tamaño de la cuenca sur, con gráfico de la escorrentía de las aguas y trazado de los caños subterráneos.

Por último, existe una cuenca más al sur que la primera, denominada cuenca oeste, que actualmente se encuentra tapada, pero que ha sido parte de un tramo realizado por los organismos encargados de las obras de las anteriores. Su extensión es a lo largo del tramo de la Avenida Orlando Erpen desde los inmigrantes, con aportes desde las calles superiores, terminando sobre la Ruta Provincial N°39 en un alcantarillado

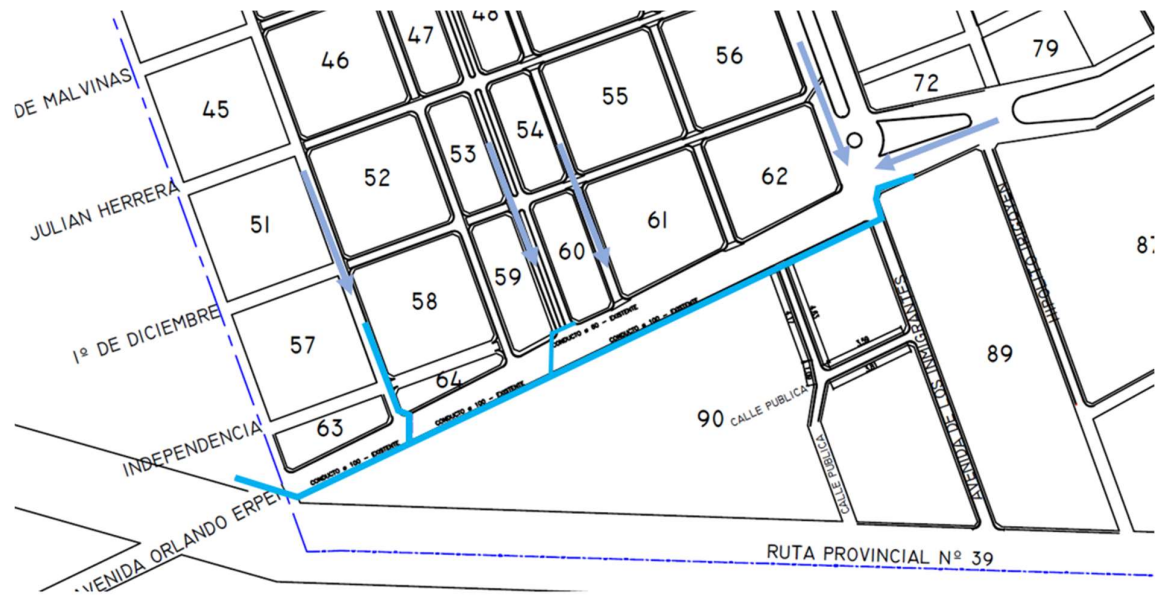


Figura 19| Cuenca oeste de la ciudad de Herrera, obtenido a partir de las obras de cordones cuneta y badenes de la ciudad

2.4.8 Histórico de obras de los últimos 10 años

2.4.8.1 Orden de compras y ejecución de obras en la ciudad de Herrera

Previo al desarrollo de las obras efectuadas en los últimos 10 años por el Municipio de Herrera, que hayan aparecido en el Informe de Gestión de la Provincia de Entre Ríos, existe una ordenanza que trata las licitaciones públicas, privadas, la gestión de compras y los procedimientos de adjudicación y ejecución de tareas, para todas las clases de obras, de acuerdo a la Ordenanza N°10/2001.

Las obras realizadas (y proyectos o programas de índole provincial y nacional) desde el año 2012 son:

1. En el año 2012, se encontraba la ejecución de cordones cuneta en la ciudad de Herrera, de parte de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Entre Ríos.
2. Para el año 2013, la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG), llevaba en ejecución el tramo I de desagües pluviales, cordón cuneta y badenes de la ciudad de Herrera, con un monto de \$814.584,93 pesos, al 70,45% de ejecución.
3. En el año 2014, y señalando la importancia de la ley N°10.205, a fines de efectivizar el desdoblamiento de las Oficinas Seccionales del Registro del Estado Civil y Capacidad de las Personas que actualmente funcionan bajo la órbita de Juzgados de Paz o municipios, de manera de unificar la totalidad de las dependencias dentro de la estructura del Ministerio de Gobierno y Justicia, se han creado nuevas oficinas, en la municipalidad de Herrera y de Enrique Carbó
4. A su vez, la unidad ejecutora de programas especiales registra desde 2013 y en 2014, la ejecución de 17 viviendas dentro del Programa de Mejoramiento de Viviendas Mejor Vivir.
5. Para el año 2015, en la ciudad de Herrera, se ejecutan los tramos 2 y 3 de los desagües pluviales, cordón cuneta y badenes, con un monto de contrato de \$1.211.386,63, de parte de la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG)
6. Agregando, en el 2015 se empezaron a construir aulas para la Escuela N°2 “General Manuel Belgrano” de Herrera, de acuerdo a lo establecido por la Subsecretaría de Arquitectura y Construcciones.

7. Por último, en el 2015 se hicieron aportes de parte de la provincia para obras de electricidad en la ciudad de Herrera por un monto de \$445,401,00
8. Para el año 2017, se habían finalizado las obras de ampliación de la Escuela N°2 “General Manuel Belgrano” de Herrera, y la entrega de 10 viviendas más de parte del Instituto Autárquico de Planeamiento y Vivienda (IAPV)
9. En el año 2018, se presenta otro proyecto de reparación de la Escuela N°2 “General Manuel Belgrano” de Herrera, de parte del Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios, con una inversión de \$3.802.450,74 de pesos, que se continuó por el año 2019, y se finalizó en ese período
10. En el año 2021, se desarrolló el programa UNOPS, con el programa de Mejora de Infraestructura Federal, de mano con el Ministerio de Obras Públicas de la Nación, interviniendo en varias ciudades, entre ellas, la de Herrera, por un monto en conjunto de todos los municipios de 280 millones de pesos
11. Sumando, se programó la limpieza de las lagunas anaeróbicas por un monto de contrato de \$2.864.417,80 pesos, en la localidad de Herrera.
12. Al igual, la Escuela N°21 “Alberto Larroque” de Herrera recibió la adjudicación de obra de reemplazo total de su cubierta por un monto de \$8.537.454,24 pesos
13. Por último, la ciudad de Herrera finalizó gracias a la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG), la ejecución de desagües pluviales, cordones cuneta y badenes por un monto de contrato de \$6.037.408,10

El conocimiento de todos los históricos de obra de la ciudad de Herrera permite saber qué necesidades tuvo la ciudad que fueron satisfechas o que están siendo satisfechas por la provincia o por la nación, y puede verse que en su mayoría son cordones cuneta y badenes, por lo que implica el crecimiento de la ciudad y la mejora de caminos, aunque en ningún momento hubo licitación respecto del asfaltado, por lo que se puede ver gran incidencia de calles sin asfaltar en la ciudad de Herrera tal cual el apartado 2.4.10.

Por otro lado, no se debe pensar en obras de viviendas o de reforma, mejora o ampliación de las escuelas porque ya se encontraban cubiertos en los últimos, y a ello se le debe agregar la ejecución de desagües cloacales como parte del programa del UNOPS (aunque la limpieza de las lagunas anaeróbicas no se ha ejecutado por más que se haya programado).

Sin embargo, no se han registrado obras de mejora de la calidad de agua de los efluentes cloacales, o reducción de la DBO. También, no hay registradas obras de pluviales en un sistema diferenciado, aunque se supone que el mismo funciona de muy buena manera.

Aun así, queda abierta la posibilidad de otra clase de obras como las instalaciones de gas, que es materia pendiente de la Secretaría de Energía de la Provincia de Entre Ríos.

2.4.8.2 Sustento y solvencia de la ciudad de Herrera y posibilidades de ejecución

Por otro lado, se establece entonces la coparticipación del municipio de Herrera, para conocer el financiamiento que éste recibe por parte de la provincia de Entre Ríos. Se la considera a la misma como un reparto que contempla los principios de proporcionalidad y redistribución solidaria, mediante aplicación de indicadores devolutivos, redistributivos y de eficiencia fiscal que tiendan a lograr un grado equivalente de desarrollo y de calidad de vida de los habitantes.

En conformación con la ley promulgada desde el 2013, los municipios reciben una distribución primaria, que representa un 15,45% de los fondos de parte de la Nación, más otros porcentajes que deben cubrir impuestos, subiendo ese porcentaje al 17,62% por parte de la Provincia, que sirven para cubrir las necesidades del mismo, teniendo en cuenta los ingresos impositivos, tales como: inmobiliario urbano y rural, ingresos brutos, automotor, profesiones liberales, sellos, transferencia gratuita de bienes.

Entonces, ese dinero se consideraría como un ingreso de parte del pueblo, y es en su presupuesto que se definen los gastos y los ingresos propios del mismo para poder solventarse a sí mismos. Esta cifra se distribuye en forma mensual, y, en el caso de la municipalidad de Herrera, se conocen entonces los balances correspondientes a cada mes, de los cuales se ubica uno de ejemplo, y el presupuesto total del que se dispone o se piensa que se va a invertir en la ciudad:

Municipalidad de Herrera

BALANCE GENERAL AL 31/12/2021

Periodo 2021

Cementerio	\$ 525.080,00	Personal	\$ 49.153.111,29
Tasas Generales	\$ 1.149.898,70	Bienes de Consumo	\$ 15.597.085,15
Ingresos Varios	\$ 532.244,26	Servicios No Personales	\$ 28.924.610,47
Actuaciones Administrativas	\$ 371.700,00	Trabajos Públicos	\$ 57.746.064,36
Alumbrado Público	\$ 3.331.328,42	Bienes de Capital	\$ 4.116.769,68
Alquiler por uso SUM	\$ 14.000,00	Cuenta de 3ro IOSPER	\$ 1.359.399,48
Recupero de C. C.G. de V.H	\$ 480.376,88	Cuenta de 3ro Caja Jubilaciones	\$ 3.898.153,88
Coparticipación Nacional	\$ 94.710.681,80	Cuenta de 3ro Ley 4035	\$ 161.691,76
Coparticipación Provincial	\$ 15.734.515,59	Cuenta de 3ro Ing. Brutos	\$ 1.031.010,77
Cta. 3º Personal C. Jubilaciones	\$ 3.898.153,88	Cuenta de 3ro Imp. A las Ganancias	\$ 776.684,91
Cta. 3º Personal IOSPER	\$ 1.359.399,48	Cta 3º Garant SUM	\$ 4.245,00
Cta. 3º Personal Ley 4035	\$ 161.691,76	Cta de 3º Fondos en garantía	\$ 1.320,00
Cta 3º Garant SUM	\$ 8.490,00	Caja Chica	\$ 30.000,00
Recargos por Energía Elect.	\$ 2.935.833,78	Fondo para cambio	\$ 4.000,00
Caja chica	\$ 30.000,00	Transferencia entre cuentas	\$ 486.850,77
Fondo para cambio	\$ 4.000,00	Cuenta de Ajuste	\$ 7.200,05
Arg. Hace Ampl. R Cloacal Zona Sur	\$ 31.840.829,94		
Argent.Hace Cordón Cuneta y Badenes	\$ 4.476.681,49		
Vendedores Ambulantes	\$ 2.100,00		
Camaras y Equip. para Vigilancia	\$ 550.000,00		
Prog A Emerg clim Catastrofes	\$ 1.000.000,00		
ANR Adq. Prensa Enfardadora	\$ 500.000,00		
ANR Edf. Serv. Comp D.C.Est. FF.CC.	\$ 300.000,00		
Transferencia entre cuentas	\$ 486.850,77		
Cuenta de Ajuste	\$ 7.200,05		
Cuenta Terceros Garant Licitación	\$ 2.640,00		
Total Ingresos	\$ 164.413.696,80	Total Pagos	\$ 166.598.197,57
Cheques Cta. Cte. Nº 600319/2 BERSA	\$ 116.826.339,89	Depositos Cta. Cte. Nº 600319/2 BERSA	\$ 118.041.089,49
Cheques Cta. Cte. Nº 618106/1 BERSA	\$ 664.008,80	Depositos Cta. Cte. Nº 15500150/33 NACION	\$ 5.479.810,69
Cheques Cta. Cte. Nº 15500109/15 NACION	\$ 33.206.314,20	Depositos Cta. Cte. Nº 618106/1 BERSA	\$ 480.376,88
Cheques Cta. Cte. Nº 15500150/33 NACION	\$ 5.528.616,50	Depositos Cta. Cte. Nº 15500109/15 NACION	\$ 31.847.197,24
Ret. Ganacias	\$ 776.684,91		
Ret. Ing. Brutos	\$ 1.031.010,77		
Total Cheques	\$ 158.032.975,07	Total de Depositos	\$ 155.848.474,30
Movimiento Total	\$ 322.446.671,87	Movimiento Total	\$ 322.446.671,87

Figura 20| Balance económico general del año 2021. Fuente: <https://muniherrera.gov.ar/dpto-ejecutivo/info-contable/116-bal-2021/650-balance-general-2021.html>

De ese balance que incluye algunas de las obras listadas anteriormente (al final del año 2021, porque de éste se tiene un ejercicio completo anual), y se indican precisamente los ingresos que recibe la municipalidad por impuestos, por cheques, retenciones, alquileres, y la coparticipación anteriormente mencionada del total del año. De esto se puede decir que Herrera puede contar con los recursos suficientes de recaudación y de ingresos para poder solventar obras, siempre y cuando no sólo sigan un programa pertinente de tareas, sino que también puedan desarrollarse los pagos y las acreditaciones en cuotas, evitando así gastos excesivos.

2.4.9 Edificios de interés y lugares públicos y privados

2.4.9.1 Edificios y lugares de interés general

Se conoce que para el trazado de una ciudad, se deben destacar puntos de interés, ya sea por el turismo, ya que constituyen un recorrido dentro del ejido urbano, o bien, para referencias, por ser sitios de importancia a nivel comunitario, social o económico, o porque allí

se prestan servicios o se encuentran áreas administrativas de importancia. Parte de ellos son el “Equipamiento de la ciudad” y el resto constituye un microcorredor turístico por lugares históricos en el interior del casco urbano.

Si bien ya se fueron enumerando algunos lugares de servicios públicos o que constituyen la infraestructura de Herrera, las manzanas ocupadas por éstos son la 29, 32, 36 (por la Cooperativa de Agua), 41 (Iglesia), 81A y 81B (sólo para el Centro de Salud) del catastro de la Ciudad.

2.4.9.1.1 Municipalidad

En primera instancia, debe resaltarse el *Municipio*, ya que allí se prestan todas las tareas administrativas y financieras de la ciudad. El edificio se encuentra ubicado sobre la Avda. Hilario Bózzolo N°165. Básicamente, cuenta con oficinas destinadas a intendencia, área técnica, secretaría de gobierno, archivo, secretaría de acción total, atención al público y acción social, contaduría y tesorería, y al Concejo Deliberante. Otras secretarías que funcionan son:

- Secretaría de Hacienda
- Secretaría de Acción Social y de la Familia
- Secretaría de Planeamiento, Obras y Edificios Públicos
- Área de Contaduría y Tesorería

Además, cuenta con un patio interior, salón comedor, depósito, garaje y garaje para ambulancias. Se ha proyectado también un salón de usos múltiples que no se ha elaborado.

El departamento ejecutivo está encabezado por el Presidente Municipal René Alcides Bonato y el Vicepresidente Héctor Ismael Richard.

El Concejo Deliberante tiene las siguientes autoridades:

- Presidencia encabezada por el vicepresidente municipal Héctor Ismael Richard
- Vicepresidentes Zulema Itatí Villanova y Ricardo María Bochatay
- Asesor legal Dr. Carlos Alberto Peiretti
- Secretaria del concejo a cargo de Daiana Pérez
- Concejales Silvio Meriano, Gisela Marian Kloster Albert, Hugo Andrés Bonato, Rocío Anahí Saldivia y Leonel Martín Mugherli

A continuación, se adjunta la imagen actual de la Municipalidad de Herrera



Figura 21| Imagen actual de la Municipalidad de Herrera. Elaboración propia

2.4.9.1.2 Iglesia

El pueblo de Herrera comparte la fe católica al igual que el resto de la nación y el culto a la Santa Patrona de la República Argentina. Por eso mismo, la actividad religiosa del municipio se centra en el Templo Parroquial Ntra. Sra. de Luján. La fiesta patronal se celebra el día 8 de mayo, por lo que se decreta feriado municipal. La misma se encuentra ubicada frente a la plaza Gral. Manuel Belgrano, sobre calle Pbro. Ignacio Heit



Figura 22| Imagen actual de la Iglesia Nuestra Señora de Luján. Elaboración propia

2.4.9.1.3 Comisaría

Esta entidad pública posee un edificio situado sobre la Av. Dr. Aldo Papa en la intersección con la calle San Cayetano, en las inmediaciones del centro de salud. La comisaría atiende los casos ocurridos tanto en el ejido urbano como en las zonas rurales, y en muchas ocasiones son los encargados de dirigir el tránsito y propiciar buenas conductas viales, y tiene índole municipal y provincial (bajo el orden de la Policía de Entre Ríos).



Figura 23| Imagen actual de la Comisaría de la Municipalidad de Herrera. Elaboración propia

2.4.9.1.4 Salón de Usos Múltiples de la Municipalidad de Herrera

En la manzana donde se encuentran las escuelas de la ciudad, sobre la calle La Delfina se encuentra un salón de usos múltiples propiedad de la municipalidad. El mismo está constituido por una cubierta parabólica de metal con cerramientos de mampostería, de aproximadamente 20 m de ancho por 40 m de largo.

El salón es utilizado por las escuelas primaria y secundaria para las actividades deportivas y para los actos de gran convocatoria. También es utilizado para la realización eventos públicos y fiestas privadas como cumpleaños y casamientos



Figura 24| Vista actual del Salón de Usos Múltiples de Herrera. Elaboración propia

2.4.9.1.5 Banco de Entre Ríos

En la localidad se encuentra una oficina del Nuevo Banco de Entre Ríos, frente a la plaza Manuel Belgrano, sobre la calle Andrés Queirolo. El mismo tiene personal que atiende al público tres a cinco veces por semana, en ciertos períodos y dispone de un cajero automático de la Red Link para todo público.



Figura 25| Actualidad del Banco Entre Ríos de Herrera. Elaboración propia

2.4.9.1.6 Club Social y Deportivo San Martín de Herrera

En el club San Martín los deportes que se practican son las bochas, hockey sobre césped femenino y, principalmente, fútbol 11. Fue fundado en el año 1949 y su sede se encuentra ubicada en la Av. Orlando Erpen 320.

El club participa de la liga zonal de fútbol con sus distintas categorías. Dentro de las instalaciones se pueden mencionar dos canchas de fútbol 11 y un edificio utilizado como sede administrativa del club.



Figura 26| Imagen del interior del Club Social San Martín. Elaboración propia

2.4.9.1.7 Registro Civil de la Municipalidad de Herrera

Como parte de un plan de desarrollo de registros civiles de las distintas ciudades y juntas de gobierno elaborado en el año 2014, la ciudad de Herrera cuenta desde ese año con un Registro Civil donde pueden presentarse casos de filiación, decesos, familia y conyugales y otros trámites relacionados al núcleo poblacional. A su lado se encuentra el galpón municipal donde el cuerpo de bomberos reserva sus camiones, ya que el Municipio no cuenta con una estación propia, y otras maquinarias que no estén en uso que la misma Municipalidad alquila.



Figura 27| Imagen actual del Registro Civil de Herrera. Elaboración propia

2.4.9.1.8 Centro de Salud

En el Municipio funciona un centro de salud de baja complejidad al que las personas deciden ir para atenciones como vacunas, tratamientos dentales (con un dentista que aparece una vez a la semana), colocación de vendas o pequeñas enfermedades o accidentes. La complejidad necesaria se está haciendo cada vez mayor porque en caso de luxaciones, cortes, quebraduras, siniestros u otra situación que genera una dificultad mayor, el centro de salud no cuenta con la suficiente envergadura para poder dar asistencia de urgencias al damnificado. Se encuentra ubicado sobre Avda. Dr. Aldo Papa, a pocos metros de la comisaría.



Figura 28| Vista actual del Centro de Salud de Herrera, de elaboración propia

2.4.9.1.9 Centro de Jubilados y Pensionados de la Municipalidad de Herrera

En la misma manzana de la Municipalidad, frente a la Plaza Gral. Manuel Belgrano, sobre calle Presbítero Andrés Queirolo, a unos metros del Banco Entre Ríos, funciona el centro de jubilados y pensionados que se encarga de las tareas administrativas y obtención de beneficios para las personas que ya no se encuentran en actividad en el municipio



Figura 29| Imagen actual del Centro de Jubilados y Pensionados. Elaboración propia

2.4.9.1.10 Biblioteca Popular “Julián Herrera”

La Biblioteca Popular es un lugar donde históricamente se ha concurrido para la obtención de saberes, tanto a nivel primario, como secundario y cultura general, y provee un espacio de lectura que puede utilizarse en todo momento mientras esté abierto. Se encuentra sobre calle Luis Signe frente al Colegio Secundario N°2 Manuel Belgrano. Actualmente son los estudiantes quienes más utilizan la biblioteca



Figura 30| Imagen actual de la Biblioteca “Julián Herrera”. Elaboración propia

2.4.9.1.11 Microcorredor turístico

El microcorredor consiste en un circuito que tiene un propósito histórico para presentar la Ciudad al turista, con la particularidad de que al formar parte de Los Caminos del Palacio, que es la Microrregión Turística que engloba a Herrera, su atractivo principal es la ex Estación de Ferrocarril “Nicolás Herrera”.

El recorrido pasa por las calles principales del pueblo, y mientras se comenta su historia podrán apreciarse las fachadas de las casas más antiguas, construidas por los primeros inmigrantes de origen italiano, alemán y francés.

Su inicio es en la estación del ferrocarril, hoy sede del museo de la localidad, continuando por los caserones, plaza principal y se culmina en la capilla Nuestra Señora de Luján para disfrutar de la tranquilidad pueblerina.

El *Museo Julián Herrera*, donde da comienzo el recorrido, funciona en el edificio de la ex Estación del Ferrocarril “Nicolás Herrera” del ferrocarril Gral. Urquiza, que reúne objetos que pertenecieron a los primeros habitantes del lugar, de origen europeo, en su mayoría italianos.

Dentro de sus piezas históricas se destaca un vaso de cristal pintado a mano originario de Francia del año 1875, que perteneció a la familia Cabandié. Se encuentran también documentos como un plano del pueblo “Julián Herrerez” que nunca se concretó; una mensura de

los campos de la sociedad Herrera-Warlet, del año 1869 que se encontraba en cercanías de la estación Líbaros, un vestido de novia y la sala del jefe de estación con sus muebles originales, telégrafo, mostrador, escritorio, taquilla de boleterías, etc.



Figura 31| Imagen actual del Museo de la Ex Estación de Ferrocarril. Elaboración propia

Por último, se pueden destacar las chacras que se encuentran alrededor, que constituyeron parte de la historia del pueblo y que dieron origen a lo que es hoy Herrera. Una de ellas es la *Estancia “La Vasca”*, donde funciona la *Cabaña de Caballos Criollos “Don Roberto”*, donde se puede disfrutar de un recorrido a caballo por los campos cultivados, siguiendo los senderos del monte, y culminando en un arroyo. El recorrido muestra las 1.000 hectáreas que consolidan la Estancia y los peones, más la construcción de la época.

Por último, dentro del área rural de Herrera, se encuentra la *Chacra “Los Quinchos”*, que cuenta con alojamiento para hasta 8 personas con pensión completa. A su vez cuenta con una casilla rodante para hasta 6 personas, y permite tomar un recorrido por los alrededores a tractor o a caballo, o disfrutar de la laguna cercana, pileta, y está ubicado en la cercanía de una pista de motocross.

2.4.9.2 Código de Ordenamiento Urbano y Edificación de Herrera - Ordenanza del año 2017

Así como en la ciudad de Concepción del Uruguay, y guiados por el Código de Edificación de esa ciudad, el municipio de Herrera se divide en distritos residenciales,

categorizando aún más las zonas habitables y dándoles las mismas características que en Concepción del Uruguay. La autoridad de aplicación de la Municipalidad de Herrera se ajusta a lo dispuesto por la Ley N°10.027, artículo 21, de la Ley Orgánica de Municipios.

Otra disposición del proyecto de la ordenanza es que se cuente con profesionales a tal fin para poder controlar, verificar y relevar las distintas cuestiones planteadas en la ley.

Así, se tiene el siguiente mapa de ordenamiento urbano de la ciudad de Herrera, donde se enumera a continuación cada propiedad del mismo.

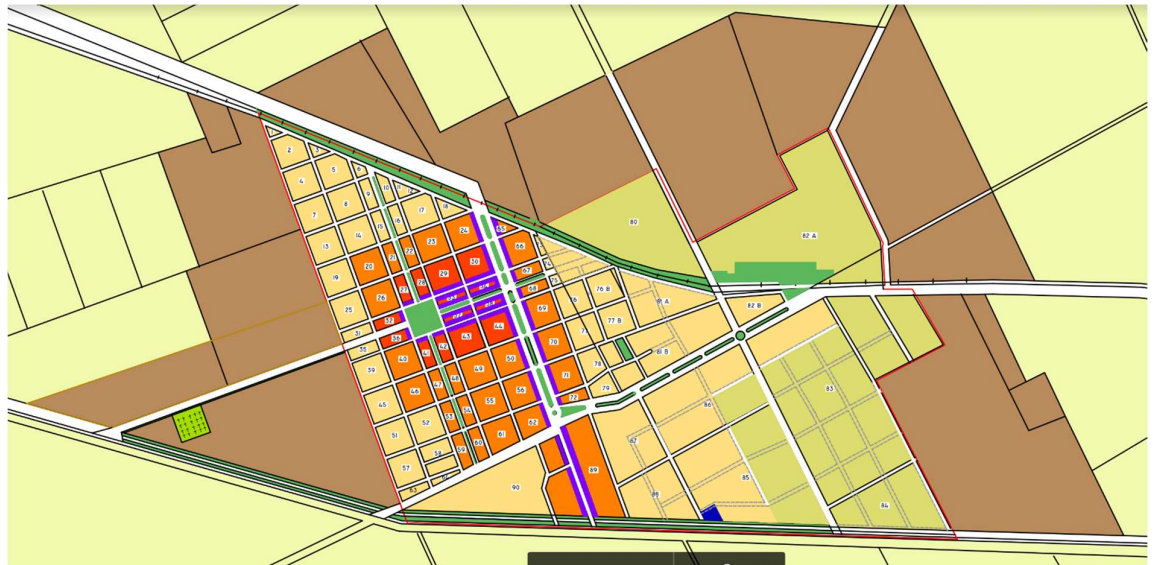


Figura 32| Distritos residenciales de Herrera, a partir de la ordenanza acorde al proyecto de ocupación y usos del suelo, pendiente de aprobación

En rojo se ubica el “Distrito Central”, en naranja el “Distrito Residencial I”, en naranja más claro el “Distrito Residencial II”, en mostaza el “Distrito Residencial III”, en marrón el “Área Complementaria”, en azul el “Corredor Comercial”, en verde los espacios verdes respectivamente y en crema la “Zona Rural”, que corresponde al resto del ejido urbano.

Los objetivos de la ordenanza son:

1. Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población de Herrera incidiendo en el mejoramiento de las condiciones de estructuración del espacio urbano
2. Promover el desarrollo ordenado de la ciudad, poniendo en valor la capacidad de soporte de su estructura urbana y ambiental.
3. Garantizar un adecuado ordenamiento territorial, orientando las actuales tendencias de desarrollo.

4. Regular la localización de nuevos hechos o actividades que pudieran provocar o agravar conflictos funcionales o ambientales, y corregir los efectos de los ya producidos.

Esta subdivisión para establecer el uso y destino del suelo dentro del distrito de Herrera, es parte de un proyecto de ordenanza que describe el FOT (Factor de Ocupación Total, que es la superficie máxima construible en cada parcela), el FOS (Factor de Ocupación del Suelo, que es un porcentaje de ocupación total del suelo más las proyecciones de voladizos o bien de servicios. El resto sin utilizar debe ser destinado a terreno forestado y absorbente, definido para cada distrito) y los destinos que tienen cada una de las áreas más las clasificaciones totales de todas ellas, más las subáreas correspondientes. Así, se dispone lo siguiente:

- Distrito Central: zona destinada a concentrar la localización de equipamiento institucional, comercial, y financiero, complementando la función residencial y las actividades educativas, culturales y recreativas.
- Distrito Residencial R1 (residencial mixto de densidad media en área consolidada): en áreas adyacentes al Distrito Central, que cuentan con la mayoría de los servicios públicos, como agua y cloaca, alumbrado público y pavimento. Combina el uso residencial con actividades comerciales y de servicios.
- Distrito Residencial R2 (residencial mixto de densidad media en área urbana): áreas consolidadas con agua y cloacas, pero carentes en su mayor parte de pavimento. Combina el uso residencial con el pequeño comercio barrial, albergando asimismo el desarrollo de actividades productivas y de servicios (vivienda con taller).
- Distrito Residencial R3 (residencial suburbano): propio de las áreas de expansión, se localiza en área suburbanizada, carentes de agua y cloacas. En caso de completar la construcción de infraestructura puede alcanzar las condiciones del R2.
- Área Complementaria: corresponde con los sectores adyacentes del área urbana, que, por sus características, ubicación o dimensiones, adquieren relevancia en el mediano y/o largo plazo, presentando condiciones adecuadas para una posible ampliación del perímetro urbano y que por sus cualidades y ubicación adquieren un interés especial como reaseguro de la sustentabilidad o del mantenimiento de las condiciones ambientales del asentamiento.

-
- Distrito Industrial: **aún queda pendiente la elaboración, destinación de tierras y colocación del predio industrial exclusivo, aconsejado fuera del ejido urbano, para el desarrollo de manufacturas y actividades industriales**
 - Área rural: comprende aquellas áreas destinadas al desarrollo de actividades primarias, como las actividades extractivas, la producción ictícola, agropecuaria extensiva o intensiva y la producción forestal.

La ordenanza no sólo tiene definiciones respecto de los usos y limitaciones, prohibiciones, permisos y condiciones de uso del suelo, sino los tipos y categorías comerciales, las actividades y los destinos permitidos en los lotes inmuebles.

A su vez, han definido la industria a pesar de no contar con un área destinada a tal fin. Por otro lado, la norma cuenta con dos cuadros, donde el primero establece qué funciones se pueden realizar en cada uno de los distritos de acuerdo al rubro que se realice en él, y en el segundo se puede encontrar el FOS y FOT anteriormente definidos, y la dimensión mínima de parcela.

Tabla 3| Cuadro de usos del suelo de la ordenanza de ordenamiento urbano, mostrado a partir del proyecto de ordenanza descrito

Distrito	FOS	FOT	Tipología	Retiros mínimos			Alturas máximas	Parcelamiento mínimo	
				Frente (m)	Lateral	Fondo	h=	Frente (m)	Sup. (m)
DC	0,75	1,5	EM PL	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	Se puede construir entre medianeras o c/perímetro libre	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	15.00m	10.00	200
R1	0,75	1.5	EM PL	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	Se puede construir entre medianeras o edificios de perjio . Libre o semilibre	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	15.00m	10.00	200
R2	0.75	1.00	EM PL	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	Se puede construir entre medianeras o edificios de perjio . Libre o semilibre	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	15.00	10.00	300
R3	0,75	3	PLSM	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	4.00	6.00 y 20 % superf. lote	$tg\ a = h/d = 1^{-1}$ EM =12 m	20.00	1000
AC1	El del distrito que atraviesa	La del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	La del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	

Donde se establecen limitaciones que serán usadas en el cuerpo del trabajo, y las excepciones, más otras condicionantes que allí se encuentren. La importancia de contar con un código de ordenamiento urbano es vital para conocer qué se puede hacer, cómo, en dónde y bajo qué disposiciones se encuentran regulados los usos a los cuáles se destinaría el proyecto elegido.

2.4.9.3 Proyecto de Ordenanza para la regulación de un Banco de Tierras de la Ciudad de Herrera - Estructura a partir de la ciudad de San José de Gualeguaychú

Este es un proyecto de ordenanza de 27 artículos que regula la disponibilidad de tierras para uso y dominio público de la Municipalidad de Herrera. Para ello, sus objetivos son:

- Fomentar la incorporación de inmuebles en el interior de la ciudad
- Propiciar el acceso a la tierra y vivienda de los vecinos

- Disponer de un lugar para espacios públicos y de interés comunitario y social
- Reducir los efectos negativos de tener que depender de los precios de mercado y las limitaciones del acceso del mismo

El Banco de Tierras se compone de bienes inmuebles que actualmente formen parte del dominio privado del Estado Municipal y que cuenten con las correspondientes factibilidades técnicas que los tornan aptos para desarrollar urbanizaciones, y de inmuebles que se incorporan por transferencia del estado, por donaciones, por acciones jurídicas o administrativas, adquiridos directamente o bien por cesión para urbanismo.

Los destinos del banco son para la construcción de viviendas, espacios verdes como plazas, plazoletas, etc., espacios físicos de carácter educativo, social y/o comunitario, o bien desarrollo de infraestructura u otros servicios u obras que son de utilidad para los vecinos de la municipalidad.

La administración del banco estará a cargo de un representante de la Secretaría de Hábitat, más otros representantes de otras Secretarías como la de Obras Públicas, más la Dirección de Legalidad y un representante del Concejo Deliberante.

La importancia de disponer de un banco de tierras en la ciudad de Herrera permite entonces que la Municipalidad se decida por poder abonar y comprar tierras dentro del territorio del ejido o bien, destinarlas, a los fines del proyecto, a los usos que se dispongan para lograr el bien común, y que cuenten con los recursos suficientes para garantizar que esa porción de tierra puedan cederla o bien adquirirla para dicho propósito.

2.4.10 Vías de comunicación

El espacio de vías de comunicación comprende el ferrocarril (ya en desuso) de la Estación Nicolás Herrera, y las correspondientes calles, avenidas y accesos a la ciudad y dentro de la misma.

En primera instancia, el Ferrocarril de la Estación Nicolás Herrera posee un predio de una extensión de aproximadamente 43.000 m², desarrollados en forma longitudinal. El límite sur del predio es la propia vía férrea que integra el mencionado ramal que une Paraná y Concepción del Uruguay. Si bien el terreno fue cedido a la municipalidad, una franja de 15m a cada lado del eje de la vía continúa siendo propiedad de Ferrocarriles Argentinos.

En el mencionado terreno se encuentra la estación Nicolás Herrera, que cuenta con dos galpones; uno de mampostería y otro metálico destinado para depósito por parte de la

municipalidad y la vivienda del sereno del lugar. También cuenta con un galpón de cargas de chapa, que se nota que no se usa desde hace mucho a nivel ferroviario y no mucho más.

Cabe mencionar que el edificio de la estación solo cumple la función de brindar un punto seguro para el ascenso y descenso de pasajeros, ya que en la misma no funcionan oficinas ni se venden pasajes del tren.

Hoy la estación está bien mantenida ya que es sede del Museo Julián Herrera. El museo reúne objetos que pertenecieron a los primeros habitantes del lugar de origen europeo, en su mayoría italianos, también hay franceses, alemanes y españoles.

En términos de las calles en sí, por ordenanza N°08/12, se establece que se debe asignar el sentido de doble circulación de todas las arterias de la localidad de Herrera, con la excepción de las calles que rodean la Plaza General Manuel Belgrano de esta localidad, donde los vehículos deberán circular en sentido antihorario, dejando siempre la plaza en el lado izquierdo del conductor.

Se destaca que al menos 6 arterias funcionan como accesos desde Ruta Provincial N°39, por lo que la Municipalidad ha encarado la elaboración de varios proyectos de infraestructura que pretenden trazar líneas ordenadoras dentro de Planta Urbana, en particular en materia de sistematizar los accesos desde Ruta Provincial N°39, contando con una incipiente área municipal a tal fin.

La estructura de las calles que se encuentran sin pavimentar es de suelo calcáreo con cemento, debidamente compactado y enripiado en algunos casos. En los sitios pavimentados, algunos son de pavimento de hormigón de calidad H-21 con las debidas juntas y conexiones entre bloques de hormigón, de 20 cm de espesor. La calidad de los cordones cuneta y las veredas es de hormigón H-21 para los primeros, y H-17 para los segundos, de 15cm de espesor, y todo sustentado en una mezcla de suelo calcáreo y cemento entre 30 y 40 cm de profundidad.

Otras que también están pavimentadas son de pavimento frío de asfalto ubicado sobre una subbase de mezcla de suelo calcáreo y cemento, de 30 cm de espesor.

Todas estas iniciativas deben ser complementadas con la formulación de regulaciones en materia de ordenamiento y desarrollo de la urbanización.

Así, se puede ver en el plano de la ciudad de Herrera las distintas vías, con particularidades propias y un conteo de cuáles se encuentran pavimentadas y cómo, de la siguiente forma:



Figura 33| Trazado y estado actual de las calles y vías de comunicación vehicular dentro de la planta urbana de Herrera, de elaboración propia.

En este plano se resaltan 7 colores diferentes, que representan el estado de las calles en total, como se describe a continuación:

- En azul oscuro se encuentran las calles pavimentadas con pavimento flexible frío de asfalto. Cubre las calles de la Avenida los Inmigrantes desde Ruta Provincial N°39 hasta la Avenida Hilario Bozzolo. Se incluyen 2 cuadras de la misma hasta la Plaza General Manuel Belgrano y dos cuadras de la calle Padre Ignacio Heit.
- En celeste las calles pavimentadas con calzada de hormigón descrita anteriormente, que constituye un total de 11 cuadras (en comparación a las 18 de pavimento frío), sobre las calles Combatiente de Malvinas, Julián Herrera, La Delfina y Luis Signe en sentido este-oeste, y en sentido norte sur son 6 cuadras sobre la Francisco Ramírez y una sobre la Dr. Isaac Stilman.
- En verde se encuentran las calles sin pavimentar, que cuentan con enripiado o con tratamiento de suelo para permitir la circulación vehicular
- En amarillo son calles que fueron proyectadas pero que no se han abierto, es decir, no se han realizado su trazado.
- En rosado son las calles abiertas, pero no proyectadas. Una de ellas se encuentra entre la Avenida Orlando Erpen y la Calle Pública, donde la circulación es en forma paralela a la Ruta Provincial N°39, otra se encuentra pegada al límite de

la ex estación Nicolás Herrera, entre calles Primitiva Rivero y Avenida Dr. Miguel Zumbo, y dos sobre el predio de la ex estación.

- En color piel, entre las Avenidas Orlando Erpen e Hilario Bozzolo, una colectora en sentido paralelo a la Ruta Provincial N°39 que no se ha abierto ni proyectado, pero existe la intención de poder volverla una colectora para la circulación segura de vehículos
- En rojo se encuentran las manzanas proyectadas no existentes, cuyas calles tampoco fueron abiertas.

Así, en el proyecto del ordenamiento urbano, en Planta Urbana se deberá respetar necesariamente el trazado de vías de distribución primarias y secundarias, priorizando la posibilidad de dar continuidad a las calles de la trama urbana existente.

Cuando se solicite la aprobación de la apertura de calles de parte de un inmueble o fracción, será obligatorio solicitar a la vez la aprobación del trazado de las vías de comunicación necesarias para un futuro loteo total. No se permitirá el loteo de manzanas incompletas sin el previo acuerdo de los propietarios linderos a los efectos de regularizar el trazado de las mismas.

A su vez, las cuadras deben ser de menos de 200 m de largo, pero de más de 60 metros en total. En el caso de la localización de actividades comerciales o industriales en grandes parcelas, será posible adoptar diseños más convenientes para estos fines, requiriendo en este caso una presentación de una fundamentación técnica de por qué se elegirá la ubicación y cuál es el destino o los destinos de la misma.

3 DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS

Para la elaboración de los anteproyectos planteados en la ciudad de Herrera, se crea el siguiente diagnóstico con sus consiguientes objetivos para determinar cuáles son los trabajos necesarios a realizar en la localidad que satisfagan algunas de las necesidades de la población.

3.1 Diagnóstico

En el presente capítulo se estudió y analizó la información recopilada anteriormente, para así inferir sobre la actualidad de la ciudad en estudio, analizando su economía, instalaciones y servicios, y la presencia de industrias y otros condicionantes que se hayan tenido en cuenta a la hora de elaborar el relevamiento general.

De acuerdo a lo visto en el capítulo anterior, se puede destacar la ubicación y vinculación del municipio de Herrera con las demás localidades. Su proximidad con la ciudad de Concepción del Uruguay y la Ruta Provincial N°39 es un factor fundamental para el municipio, dado que esta vía es un nexo entre la costa del Río Uruguay, y permite la comercialización y venta de sus productos para llevarlos a puerto o bien, generando ingresos para el interior del municipio

Aprovechando estas circunstancias, la economía de Herrera sigue los lineamientos de la provincia y el departamento, centrándose principalmente en la avicultura, la agricultura y la ganadería, aunque su desarrollo microeconómico en planta urbana es propio de todas las localidades, y principalmente de servicios.

Lo que es una ventaja para la vinculación de la ciudad es una condicionante para la urbanización, actuando como barrera para la ciudad al norte por las vías del ferrocarril, y al sur por la Ruta N°39, guiando al desarrollo de la localidad en sentido longitudinal. Además, la historia de la ciudad generó dos puntos de importancia, siendo en sus comienzos la estación de ferrocarril Nicolás Herrera, y actualmente la plaza Gral. Manuel Belgrano. Estos aspectos determinan que los 1.767 habitantes de Herrera se distribuyan en una gran extensión territorial con sectores de baja densificación, terrenos inutilizados dentro del ejido urbano y una polarización de la ciudad entre los puntos mencionados.

La densidad de población es más importante en torno a la plaza principal de la ciudad, ya que allí se encuentran ubicadas las instituciones públicas, los servicios e infraestructuras principales, y el acceso principal a la ciudad conduce a este punto.

El sector de la estación ha quedado de esta forma relegado con respecto a la urbanización. Se evidencia en la planta de la ciudad que hacia el Este de la Avenida de los Inmigrantes el trazado urbano se interrumpe o se torna desprolijo. Además, los terrenos pasan a tener una extensión muy amplia para encontrarse dentro de una zona urbana, lo que genera la existencia de pocos propietarios en el sector.

Dadas las limitaciones ya mencionadas y la existencia de la Avenida Dr. Aldo Papa, el crecimiento más probable de la ciudad es hacia el este (por la desocupación de los terrenos), motivo por el que surge la necesidad de estudiar medidas para conducir y promover la expansión ordenada de la población hacia estos evitando, además, que la zona de la estación del ferrocarril quede aislada de la ciudad.

De acuerdo a lo relevado, actualmente la infraestructura disponible es, en general, adecuada para la cantidad de población existente. Sin embargo, según la proyección de población prevista, la demanda sobre las instituciones de la ciudad sobrepasará la capacidad actual. En las zonas menos densificadas, la disponibilidad de servicios se torna desordenada y marca una distribución en torno a necesidades urgentes producto de la edificación.

En el área de salud, los servicios que se brindan son básicos, pero según lo relevado son los necesarios (aunque insuficientes) para la localidad ya que es normal que los habitantes tomen a Basavilbaso y Concepción del Uruguay como principales centros de salud. Aún así, la necesidad de los mismos de contar con un centro que tenga asistencia media a la población cada vez se hace más imperiosa.

Como caso particular se destaca la carencia de lugares de esparcimiento y recreación para la población, y aún con la presencia de una cancha de hockey y un playón con cancha de básquet y que se encuentra iluminado, la oferta recreativa no es suficiente.

En cuanto a la educación, el municipio no cuenta con un espacio para formación profesional terciaria no universitaria. A ello se le debe sumar la ausencia total de un jardín materno-infantil para niños de entre 45 días y 3 años de edad, que resulta necesario debido al ritmo de las personas conforme aumenta su esperanza de vida y los horarios de empleo.

En materia de servicios básicos puede enumerarse lo siguiente:

- El gas natural es inexistente en la ciudad.
- Respecto a los RSU, cabe destacar que Herrera formó parte de un plan regional de tratamiento, que no se llevó a cabo por falta de financiamiento alrededor del año 2008. Hoy en día las tareas recolección dentro del ejido es correcta, pero la deposición de los mismos se encuentra lejos de lo indicado como óptimo, ya que

no se realiza ningún tratamiento ni clasificación de los mismos, además de la quema e incineración de residuos, que produce altos niveles de contaminación y malestar. A ello se le suma la cercanía del basural a los centros de expansión de la ciudad, lo que limita el avance sobre los terrenos del este.

- El drenaje urbano es correctamente encarado en la zona sur de la ciudad, donde la construcción de conductos enterrados posibilita la buena circulación del agua precipitada lejos de la misma, no obstante, el servicio en la cuenca norte es ineficiente por la falta de topografía, conductos y anegamientos que se producen hacia el norte de la Plaza General Belgrano
- La mayor deficiencia en términos de desagües cloacales es el abandono sufrido por las lagunas de estabilización (que no han sido mantenidas y la DBO volcada sobre los cursos de agua es elevada), y resulta peligroso para la naturaleza y para el consumo de estos cursos si es que se utilizan para riego y por la contaminación de las napas subterráneas.
- En el resto de los servicios, el funcionamiento en el municipio es alentador en las zonas aledañas a la plaza ya que todos están en mayor o menor medida cubiertos.

No existe vinculación de un servicio de transporte interurbano entre la localidad y los otros sitios de interés dentro de la Ruta Provincial N°39, más que una garita que ha sido motivo de accidentes o de situaciones peligrosas

Por último, algunos accesos, que son vías troncales, están totalmente carentes de colectoras, limitadores de velocidad, u otros elementos de control del tránsito o que mejoren la circulación ya que el pasaje de vehículos desde la Ruta Provincial N°39 hacia el pueblo no tiene una transición adecuada y las maniobras ocasionan siniestros o son causas alarmantes.

3.2 Objetivos

Luego de efectuar el relevamiento y el diagnóstico del municipio de Herrera, se elaboran los objetivos generales y particulares a cumplir por el siguiente proyecto, los cuáles se encuentran desarrollados en los siguientes ítems.

3.2.1 Objetivos generales

Los objetivos generales engloban el llevar a cabo un plan de gestión integral de residuos sólidos y líquidos para un mejor cuidado del medio ambiente y una calidad de vida superior para la población, reduciendo los niveles de contaminación existentes y cuidando los recursos naturales para las futuras generaciones.

Para ello, se enumeran los siguientes:

- Desarrollar el plan de gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que contemple la remediación y recuperación del sitio actual de disposición final
- Contar con un sistema de tratamiento de inorgánicos reciclables para darle un nuevo ciclo a aquellos residuos que aún pueden utilizarse, agregándoles valor y dándoles un nuevo uso
- Recuperar la inversión propuesta con el ítem anterior al obtener productos intermedios a partir del tratamiento de la basura, generando puestos de trabajo
- Crear una vinculación entre el vertedero y la Ruta Provincial N°39 para permitir la circulación de vehículos pesados

3.2.2 Objetivos particulares

A partir de los objetivos generales se establecieron objetivos particulares, los cuales sintetizan las problemáticas más destacadas y propusieron un punto de partida para el desarrollo de los capítulos posteriores. Entre ellos se encuentran:

- Recuperar del predio del actual basural y colocar un vertedero controlado en el lote interior.
- Revalorizar los terrenos alrededor del predio en cuestión.
- Elaborar una planta recicladora de residuos inorgánicos que permita obtener pellets o gránulos o derivados de los elementos que ya no se usan, ubicada en el interior del predio
- Generar conciencia respecto de los residuos sólidos urbanos y un sistema de separación en origen para evitar que el sitio de las celdas quede en desuso rápidamente
- Crear un nuevo enlace de tránsito pesado con la Ruta Provincial N°39 por la Avda. Dr. Miguel Zumbo, que permita la circulación e ingreso de camiones y

ordenado de vehículos usando limitadores de velocidad como colectoras y rotonda

- Proyectar un sistema de recolección de aguas residuales para los líquidos lixiviados provenientes de las celdas del vertedero, y crear un sistema autosustentable cuyo funcionamiento sea en el interior de las celdas.

4 RELEVAMIENTO PARTICULAR

En el siguiente apartado, se describe la situación actual de la ciudad de Herrera, y qué datos son los necesarios para la elaboración de los anteproyectos que se desarrollarán en el capítulo 5, más todos los puntos relevantes para la elaboración y concreción de los mismos.

Se incluirá para ello un relevamiento propio de los predios donde se emplazarán cada una de las obras, los terrenos, y todos aquellos valores importantes para la producción de anteproyectos.

4.1 Relevamiento particular del vertedero

Este apartado final corresponde a los anteproyectos destinados a la ciudad de Herrera para la elaboración de un vertedero controlado municipal, en comparación al sistema actual de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

4.1.1 Estado actual del predio y del terreno

Para ayudar a la descripción del sitio, y una mejor comprensión de lo que es un basural a cielo abierto, qué problemáticas atrae y cómo solucionarlas, se puede leer el **Anexo A.3**, donde se encuentran también las normas vigentes en cuanto a residuos (nacionales y provinciales), abarcando residuos sólidos urbanos, domiciliarios, peligrosos, y el programa de gestión del mismo. A su vez, se define lo que es la GIRS, cuáles son los programas nacionales que pueden encontrarse, la composición de los residuos en forma normal, a nivel nacional y provincial, y las características más importantes de los residuos para el cálculo y dimensionamiento de un vertedero controlado o relleno sanitario.

4.1.1.1 Disposiciones legales, geográficas y de situación respecto del predio actual del basural

Actualmente, el sitio se encuentra a los lados de las vías férreas, a una cercanía relativa de la ciudad de Herrera. Haciendo salvedades por la antigüedad del predio para disposición final (aproximadamente 30 años), se puede enunciar la normativa acerca del emplazamiento de basurales o de vertido de residuos a los lados de las vías.

Para ello se enuncia la Ley N° 2.873 o Ley General de Ferrocarriles Nacionales, sancionada el 25 de noviembre de 1891, con modificaciones del decreto-Ley N° 8.302 del 19 de julio de 1957 y las modificaciones posteriores hasta el año 1995.

En el capítulo III, de las servidumbres motivadas por los ferrocarriles, artículo 54 se enuncia que:

“Los propietarios de terrenos linderos a las vías férreas, no podrán arrojar basuras, ni obstruir en manera alguna las cunetas laterales, ni servirse de ellas como desagüaderos, con excepción de aquellos cuyas propiedades, por su inclinación natural, tuviesen su desagüe en la vía.”.

Por otro lado, los artículos 56 al 58 enuncia que: *“[...] es prohibido a menor distancia de veinte metros de la vía: 1º Abrir zanjas, hacer excavaciones, explotar canteras o minas; y en general, ejecutar cualquier obra análoga que pueda perjudicar la solidez de la vía; 2º Construir edificios de paja o de otra materia combustible; 3º Hacer cercos, sementeras, depósitos o acopios de materias inflamables o combustibles. Queda también prohibido, a menor distancia de cinco metros de la vía: 1º Dar a los muros o cierres que se construyan, salida sobre la vía, con excepción de aquellos fundos que el ferrocarril dividiere, en los cuales podrá darse esas salidas con permiso de la autoridad administrativa; 2º Hacer depósitos o acopio de frutos, materiales de construcción y cualesquiera otros objetos. Está prohibido igualmente: 1º Construir muros o cierres, a menor distancia de dos metros de la vía; 2º Hacer plantaciones de árboles a menos de doce metros de la vía.”*

Por último, el artículo 62 enuncia que: *“Las distancias marcadas en los artículos anteriores se contarán horizontalmente desde la línea inferior de los taludes del terraplén de los ferrocarriles, desde la superior de los desmontes y desde el borde exterior de las cunetas, y a falta de éstas se medirán desde una línea trazada a metro y medio del carril exterior de la vía.”*

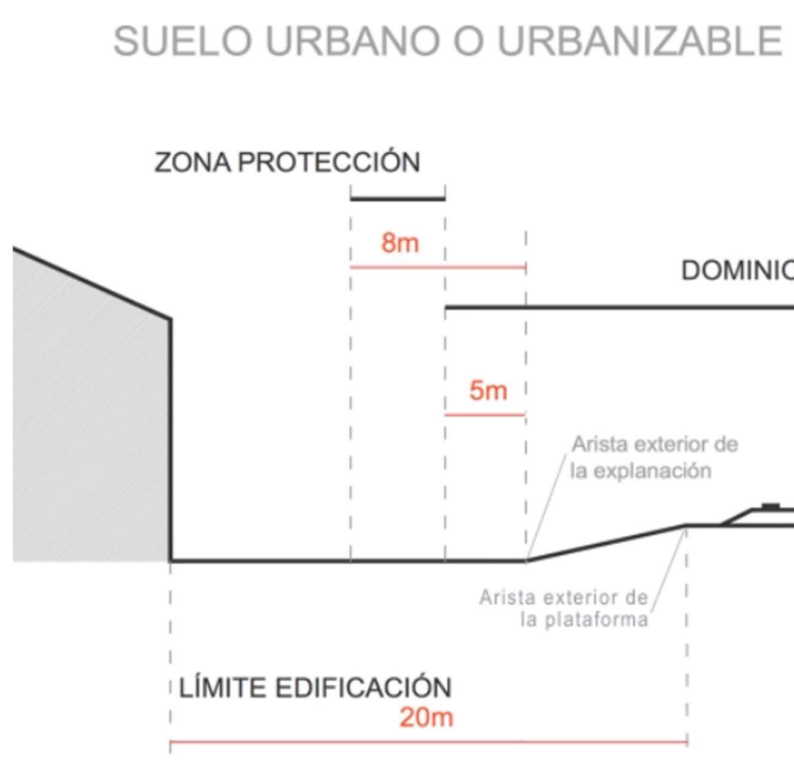


Figura 34| Límites considerados por la norma de ferrocarriles en suelos urbanizables. Fuente: <https://greap.blog/ferrocarriles/zonificacion/>

Exceptuando las disposiciones al respecto de los residuos que han sido listados anteriormente, se han enumerado las reglamentaciones respecto de las concesiones del sector del ferrocarril. Sin embargo, y pese a la extensión del predio, muchos de los rieles de las trochas principales hoy en día se encuentran rotos, o han sido vandalizados o bien, están inexistentes.

Por estas razones, no se hará uso de lo dispuesto por la ley, más aun considerando que es intransitable por trenes la zona, sobre todo el puente que cruza el Río Gualeguaychú, por su mal estado.

Por otro lado, en planta, su ubicación se corresponde al siguiente lugar, del cual no se cuenta con mensuras oficiales por parte del municipio:



Figura 35| Ubicación en planta señalizada en verde de la ubicación del predio. Fuente: Google Earth 2022

Este sitio se corresponde con la extensión actual total del terreno ocupada, siendo de un ancho uniforme de aproximadamente 50 m, bordeando paralelamente la estación de trenes y las vías ferroviarias. La extensión se corresponde con ese sector fiscal de concesión de ferrocarriles argentinos que fue brindado a la municipalidad. La distancia media del mismo a la avenida principal Dr. Aldo Papa, como se puede ver, es de unos 200 metros, y del casco urbano (es decir, desde la estación Nicolás Herrera), en línea recta, es de 424 metros desde la casilla del sereno del basural a la entrada del mismo.

El área actual del terreno es de aproximadamente 6 hectáreas, con una longitud que sobrepasa los 1000 metros, cercado en todos sus lados excepto en aquel que se encuentra con los taludes del ferrocarril.

Para ello, en el siguiente plano esquemático del uso del predio actual (no el predio total), se delimita el ferrocarril como borde norte, el cerco al oeste y al sur, y las zonas taladas al este, más los sitios donde pueden encontrarse cavas de residuos, los lugares de basural a cielo abierto que no están activos y el actual que se encuentra activo.

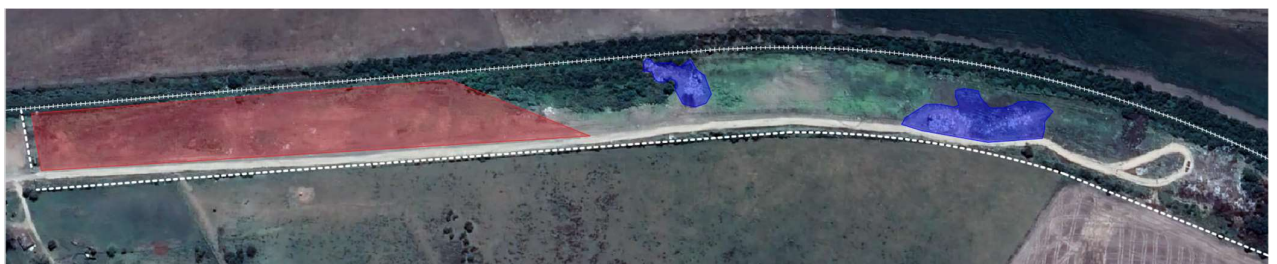


Figura 36| Zonas de interés dentro del predio del basural. Fuente: Google Earth 2022

Así se pueden reconocer las siguientes zonas principales:

- Aquella que no se encuentra demarcada donde se encuentra la curva de rulo en forma de cul-de-sac, representa la zona activa actual que está destinada a la disposición final de residuos por parte del municipio.
- Las zonas azules representan los sitios donde se dispone basura fuera de aquella zona anterior, durante días de lluvia o por error de los operarios.

Se muestran fotos de la primera, donde se produce acumulación de restos de poda, de residuos, y quema de los mismos (como se puede ver en las imágenes):



Figura 37| Restos de residuos ubicados en el primer lugar delineado de azul, con evidencia de quema de residuos de poda. Elaboración propia



Figura 38| Vista en detalle de los residuos de poda y acumulados por el camión del mismo sitio de la imagen anterior. Elaboración propia

Por otro lado, el segundo sitio de disposición final, donde la basura se acumula alrededor de una curva antigua, tiene una altura de aproximadamente 1,5 metros de residuos acumulados, principalmente bolsas plásticas:



Figura 39| Residuos acumulados en la curva antigua del basural. Elaboración propia



Figura 40| Altura de residuos en el área segunda. Elaboración propia

- La gran zona roja, que representa lugares donde se han producido soterramientos de tierra. De las 7 cavas declaradas, solo se pudieron encontrar 2, las cuáles se encuentran cerca de la entrada del predio. Las dimensiones aproximadas en todos los casos son de 3 m x 6 m y 4,5 m de profundidad, en promedio, con una tapada de tierra de entre 30 y 40 cm, sin tratamiento de cubierta ni de taludes de paredes. En la siguiente imagen se puede apreciar una de ellas porque se encuentra hundida respecto del nivel del terreno natural:



Figura 41| Ubicación de una de las cavas, a aproximadamente 50 metros del lugar de la casilla del vigía a la entrada. Elaboración propia

- Las líneas punteadas gruesas al sur y al oeste (siendo la planta ubicada exactamente al norte) representan el vallado del terreno lindero, donde a veces vuelan los residuos en bolsas rotas, y la entrada del predio, que se encuentra abierta y sin puerta.
- La línea norte es el ferrocarril, representada bajo el esquema de planos, donde se dibuja el eje del carril y las líneas transversales que se corresponden con los durmientes de las vías.
- Por fuera de la imagen, los árboles por detrás del área actual de disposición se encuentran en el área verde que puede ser explotada a futuro, por ley.

4.1.1.2 Ensayos y muestras en el sitio

Para cumplir con lo que ordena la Ley Provincial N°10.311, con el decreto provincial N°133/09, se debe, transcribiendo las determinaciones del Anexo IV, hacer un estudio de suelos y de los niveles a los que se encuentra enterrada la basura en el mismo, y determinar zonas donde la misma se encuentre enterrada, a cielo abierto, en operación, y los espacios verdes que luego serán ocupados.

A ello se le incluye un estudio de los niveles del perfil de trabajo, es decir, el sitio donde se emplazarán los anteproyectos.

Para poder seguir con el estudio de suelos, se realizó un cateo apropiado para ello, empleando una máquina retroexcavadora Liangong M44, donde las catas o pozos se hacen del ancho de la pala y la profundidad a una altura acorde.

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. Las calicatas permiten:

- Una inspección visual del terreno in situ.
- Toma de muestras.
- Realización de algún ensayo de campo.
- Medir largo, ancho y canto de cimentaciones.

La profundidad de este tipo de reconocimiento no suele pasar de los 5 metros, aunque en casos extremos puede alcanzar los 10 m de profundidad. La dimensión mínima en planta, indicada por la norma N.T.E., es de 75 mm. En todos los casos se respetó una profundidad de aproximadamente 1,5 m, con paredes rectas, y forma de pozo del tipo de cuña.

En planta, la ubicación de los sitios de relevamiento son los siguientes:



Figura 42| Ubicación de los primeros dos sitios de relevamiento en planta del vertedero no controlado.
Fuente: Google Earth 2022

Donde el primero es a aproximadamente 30 metros de la entrada al predio, y como se puede ver en el siguiente relevamiento fotográfico, la capa de suelo de tierra negra se encuentra inalterada, con una profundidad de unos 80 cm, para luego volverse tierra arcillosa-limosa, con textura arenosa, de color pardo rojizo, contrastando con la capa principal de suelo por encima, donde se sostiene la vegetación. Se considera que los suelos alrededor de las cavas son suelos inalterados porque todos los residuos a cielo abierto que allí se encontraban fueron desplazados. No se evidencia mezcla de los tipos de suelo que involucre movimientos de tierra.



Figura 43| Lugar de ubicación y trabajo del primer punto de cateo. Elaboración propia



Figura 44| Perfil estratigráfico inalterado del primer punto de cateo. Elaboración propia

En el segundo punto se puede evidenciar si un relleno de limpieza de suelo, por la mezcla de los componentes anteriores, y algunos residuos enterrados. La ubicación es a unos 11 metros de la vía de circulación interior. La profundidad del suelo mezcla de relleno llega

hasta la altura de finalización del horizonte de tierra vegetal, antes de dar paso al segundo estrato, totalmente inalterado. Su profundidad también es de 1,6m en el fondo de la cuña:



Figura 45| Lugar de extracción de muestras de cateo del segundo punto. Elaboración propia



Figura 46| Perfil estratigráfico de la segunda calicata, donde el suelo se encuentra alterado por la remoción de suelo y excavaciones. Elaboración propia

La razón de ello es que se ha contratado un equipo tercerizado con maquinaria pesada de orugas que haga la remoción de los residuos que se encontraban a cielo abierto, ya que utilizar las que cuenta la municipalidad resultaba en rotura de cubiertas de las máquinas o atracos por la cantidad de residuos punzantes o plásticos, que reducían la adherencia.

Los siguientes puntos se corresponden con los lugares 3 y 4 donde se hicieron las calicatas para caracterizar el basural:



Figura 47| Ubicación de los puntos de relevamiento 3 y 4 en planta del basural. Fuente: Google Earth 2022

En estos dos puntos se buscó encontrar capas de residuos en el interior de la tierra, para conocer la profundidad de los mismos, ya que se corresponden con las zonas activas y de disposición final incontrolada de residuos.

La ubicación del punto número 3 es a unos 18 metros del camino, sobre la segunda zona en azul de disposición de residuos:



Figura 48| Sitio de cateo del punto 3, entremedio de vegetación natural de espinas y arbustos de tamaño pequeño. Elaboración propia

Si bien la zona aparenta ser de suelo natural, sin alterar, presenta aproximadamente 50 centímetros de suelo alterado e intercalado con residuos, dejando unos 40 centímetros de suelo negro sin alterar, y luego pasando al primer horizonte de características iguales a los dos anteriores. A ello se le suma que la profundidad es de 1,5 m.

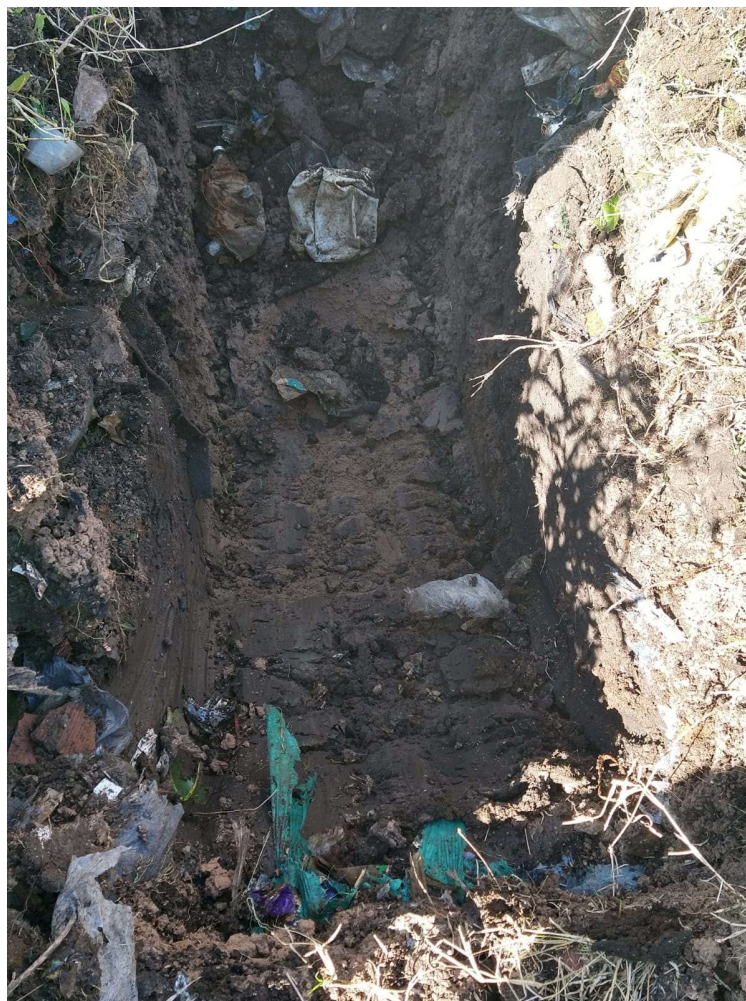


Figura 49| Cateo del lugar número 3, dónde se puede evidenciar los residuos enterrados, principalmente envases, bolsas y envoltorios plásticos. Elaboración propia.



Figura 50| Estratigrafía del lugar, con aproximadamente los primeros 50 cm con residuos intermedios y suelo mezcla. Elaboración propia

Por último, el lugar de cateo número 4 se encuentra al borde del camino de llegada de los residuos actuales, dónde la máquina primero tuvo que utilizar la pala mecánica para descubrir el suelo, y evitar contaminarlo para poder muestrear.

Sorprendentemente, en los lugares de acumulación de basura actuales, dónde los residuos llegan hasta la altura de una persona en ciertos puntos, el suelo se encuentra no contaminado por debajo, evidenciando tierra del horizonte orgánico no mezclada con residuos, y el horizonte superficial sin alterar. Sin embargo, esta vez el horizonte orgánico tiene 40 cm de espesor, a diferencia de los 80 o 90 cm uniformes en el resto del terreno, mostrando que para la disposición de residuos se debió realizar un desmonte sobre la vegetación natural para contar con espacio, con una profundidad de 1,2m.

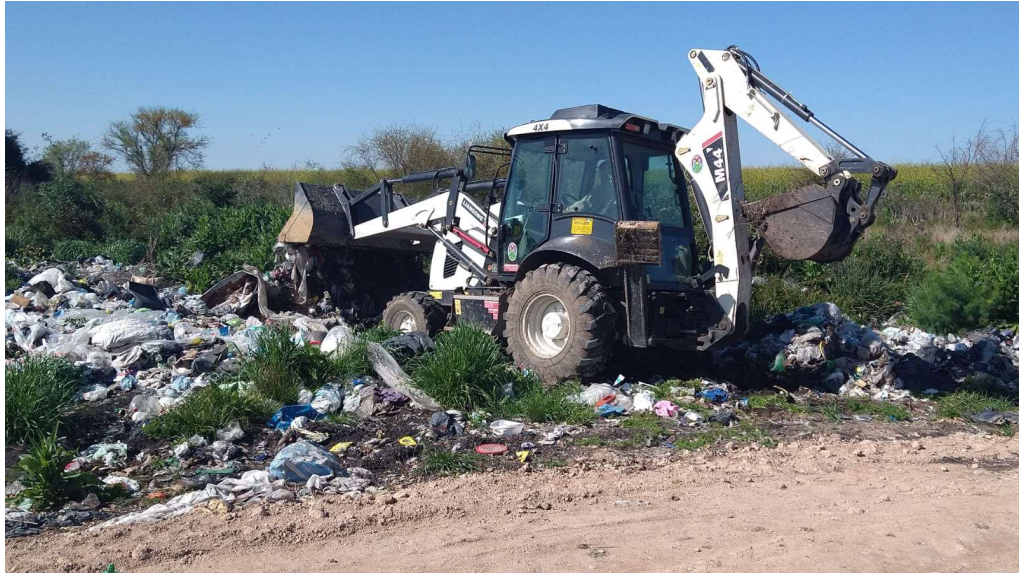


Figura 51| Ubicación del cuarto sitio de relevamiento, en el lugar de disposición final actual.
Elaboración propia

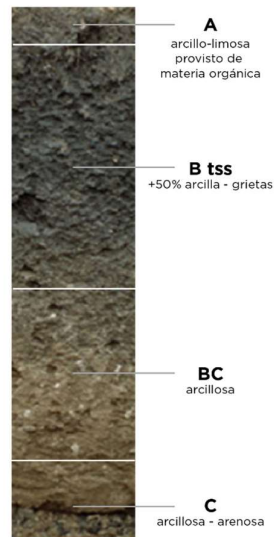


Figura 52| Muestra de suelo de residuos del cateo destacado. Elaboración propia

De lo que se puede apreciar del cateo, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

1. Gran parte del suelo se encuentra inalterado o libre de contaminación, siendo esta la predominante por bolsas o residuos plásticos, por lo que no se ha encontrado lixiviados ya que no se presentaron olores en el suelo al momento de realizar los cateos

2. El horizonte superficial es grueso, de entre 80 a 90 cm de espesor, y por debajo, el estrato es continuo de una arcilla-limosa y arenosa rojiza. En la clasificación del INTA, se corresponde a suelos tipo vertisólico, donde el perfil normal es:



VERTISOL

Alto contenido de arcillas expansibles, cambia de volumen por humedad.

Figura 53| Tipo de suelo vertisólico tipo. Fuente:
https://static.ign.gob.ar/anida/fisico1/suelos/g_particulas_suelo_orden2_300_v1.jpg

Este tipo de suelos es común en la zona, y se puede mezclar con molisoles. Sin embargo, para las características que se desean obtener, el predio uniformemente cumple con este tipo de suelos

3. Por la extensión territorial del mismo, y habiendo sido delimitado como lo fue, la vegetación arbórea sin explotar abarca un 50%, pero no se cuenta en suelo útil. En cuanto al terreno usado, un 60% del mismo ya tiene residuos enterrados, mientras que aproximadamente un 18% del área restante está ocupada por residuos a cielo abierto, dejando el resto de terreno libre, por lo que se pueden ejecutar tareas de desmonte y limpieza para ejecutar un cierre adecuado
4. Deben respetarse las medidas de separación de basura respecto del eje de alineación del ferrocarril, en caso de que el servicio se reactivase

En detalle de los tipos de suelos que se encuentran en el predio, debe de destacarse que se trata de un suelo vertisólico tipo peluderte argiacuólico y peluderte argiudólico mezclado, que son típicamente vertisoles con alta proporción de arcillas expansibles. Estos suelos también

son conocidos como Vertisoles Hidromórficos. Su textura es arcillosa-limosa, con un pH de 5,48, 7,50% de materia orgánica, y una composición de 40,52% de arcilla y 56,16% de limo.

El epipedón es generalmente de textura franco-arcillo-limosa, pero en algunos casos es arcillo-limosa con 45 % de arcilla. El espesor varía de 10-15 cm en áreas con más de 2,5 % dependiente a más de 20 cm en aéreas muy suavemente onduladas con pendientes inferiores al 2,0 %

Son de color oscuro uniforme, con elevado contenido de arcilla montmorillonita, presentan grietas profundas y anchas en seco, espejos de fricción (slickensides) intersectados y micro relieve gilgai. El microrelieve gilgai es lineal, bien desarrollado, con ciclos de 5-7 metros y altibajos de hasta 30 cm

Tienen limitaciones para la producción agrícola por su drenaje deficiente debido a la alta cantidad de arcilla expandente y a la baja macroporosidad, y también por la baja disponibilidad de P para los cultivos, por lo que requieren de mayor tecnología y costos de producción. Las características principales son:

- A. Hasta 1 metro de profundidad colores en seco y húmedo con intensidad (“chromas”) más oscuros que 1,5.
- B. Colores en seco con luminosidad (“values”) menores de 5,5 y, en húmedo, menores que 3,5 en todos los primeros 30 cm
- C. Porosidad de alrededor del 56%

En cuanto al drenaje, poseen escurrimiento superficial algo lento, con permeabilidad lenta a muy lenta, y profundidad alta de la napa freática. Por la misma capacidad de expansión y contracción que presentan estos suelos, al secarse forman grietas, particularmente en el subsuelo que están asociadas al flujo "by pass", que consiste en un rápido movimiento vertical del agua gravitacional atravesando horizontes secos o insaturados.

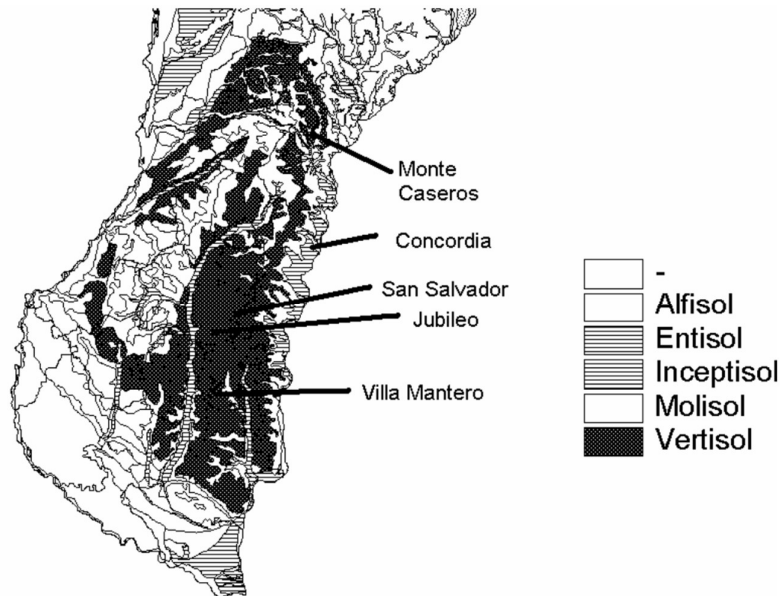


Figura 54| Estudio de suelos de la zona y resultados del INTA. Fuente: http://www.zonanosaturada.com/zns03/publications_files/p153-158.pdf

Presenta permeabilidad muy baja en húmedo y grietas de más de 2 cm en condiciones secas que llegan normalmente hasta la base del epipedón, llegando hasta la superficie en condiciones muy secas o de degradación por erosión o compactación. Son frecuentes los slickensides o caras de fricción.

El valor del coeficiente de permeabilidad en el suelo saturado es de 0,40 mm/h de promedio, con una mínima de 0,017 mm/h y un máximo de 0,66 mm/h. Es decir, se tiene una permeabilidad de $1,11 \times 10^{-5}$ cm/s de promedio, con un mínimo de $4,72 \times 10^{-7}$ cm/s y un máximo de $1,83 \times 10^{-5}$ cm/s. Esto refleja las restricciones al flujo del agua en los Vertisoles, cuando el elevado contenido de humedad produce el hinchamiento, disminuyendo significativamente la cantidad de macroporos en el perfil del suelo, produciendo un valor decreciente de la permeabilidad.

La densidad aparente de esta clase de suelos es de aproximadamente:

- A 10 cm de profundidad, la densidad es de $1,33 \text{ g/cm}^3$, con una capacidad de campo (CC) de 32,1%, y un punto de marchitez (PMP) del 16,3%. La porosidad total es del 49,1%, con una porosidad de aireación del 16,1% (producida por las grietas en períodos donde el suelo se seca)
- A 35 cm de profundidad, la densidad es de $1,39 \text{ g/cm}^3$, con una capacidad de campo (CC) de 42,5%, y un punto de marchitez (PMP) del 28,7%. La porosidad total es del 47,5%, con una porosidad de aireación del 5%

- A 75 cm de profundidad, la densidad es de $1,54 \text{ g/cm}^3$, con una capacidad de campo (CC) de 44%, y un punto de marchitez (PMP) del 29,7%. La porosidad total es del 41%, con una porosidad de aireación del 3%

Al ser un suelo de la misma composición o similar al del relleno sanitario realizado en la ciudad de Concepción del Uruguay, los resultados son válidos.

4.1.1.3 Situación del predio del basural y muestreo y caracterización de RSU

Con una población al año 2010 de 1.765 habitantes y un total de 550 viviendas, y sabiendo que los principales ingresos económicos de la población están representados por la agricultura, avicultura, ganadería, apicultura y pequeños comercios de la zona, estas actividades económicas son las que hacen que Herrera posea una población estable a lo largo del año, se realizó para el total de la zona que cuenta con el Servicio Municipal de recolección de residuos, el mismo se presta tres veces por semana, los días Lunes, Miércoles y Viernes por la mañana y por la tarde, cubriendo aproximadamente el 98% de las viviendas que están dentro del área urbana.

Por la mañana se recolecta desde Avda. de Los Inmigrantes hacia el oeste y por la tarde desde Avda. de Los Inmigrantes hacia el este; siendo el turno de la mañana el que más residuos recolecta, ya que en la misma se concentran más viviendas de uso familiar y comercios en comparación con la otra zona, aunque muchos días el recorrido se realiza sólo de mañana, solo cuando la capacidad o por motivos distintos ella no se puede, el recorrido se hace también a la tarde.

Para la recolección de los residuos, se cuenta con 1 acoplado compactador, con capacidad de 5 toneladas y un tractor, 3 operarios (1 chofer, 2 recolectores), quienes realizan la recolección en toda el área que cuenta con éste servicio, una vez finalizada la recolección, los residuos son dispuestos e incinerados en un basural a cielo abierto ubicado al Este de la localidad.

Para el estudio de la caracterización de los mismos, se pueden tomar varios métodos que son los siguientes:

- *Análisis de pesada total*: También se le llama análisis del número de cargas, implica el pesaje en básculas de un número de cargas que llegan a los sitios de tratamiento o disposición final en un periodo determinado. Las tasas de generación por unidad se determinan utilizando datos de campo.

- *Análisis peso-volumen*: en este método se determina el peso y el volumen de las cargas que llegan a las instalaciones de tratamiento o disposición final, con lo que se puede conseguir las densidades suelta y compactada. En base al volumen de carga de los camiones se puede determinar el peso y en base a la densidad se puede tener una idea del tipo de material contenido en los camiones de carga, este aspecto es muy utilizado en la recepción de residuos en plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición.
- *Análisis de balance de masas*: es la mejor forma de determinar la generación y el movimiento de residuos con cierto grado de fiabilidad. Consiste en identificar las entradas y salidas de materiales de un sistema limitado. El método se torna muy complejo debido a que se necesita una gran cantidad de datos, muchos de ellos no disponibles. Para la aplicación de un balance de masas se requiere conocer las fronteras del sistema, las actividades que cruzan u ocurren dentro del mismo y la generación de residuos sólidos asociada con las actividades del sistema.
- *Análisis por muestreo estadístico*: este método implica la toma de un número representativo de muestras de residuos sólidos de alguna de las fuentes, durante un tiempo, determinando los pesos totales y de sus componentes. A partir de un análisis estadístico se determinan la tasa de generación y la composición. El número de muestras dependerá de la precisión que se quiera alcanzar, aplicándose métodos estadísticos.

A esas metodologías le anteceden normas, que sirven para poder dar caracterización a los residuos, fuera de lo propuesto por autores u otros organismos nacionales o supranacionales, estas son:

1. Reglamento de la Comunidad Europea: el Reglamento de la Comunidad Europea N° 2150/2002, del 25 de noviembre de 2002 sobre las estadísticas de los residuos, publicado en el “Official Journal of the European Communities” el 09/12/2002, L 332, que tiene como objetivo establecer una normativa en la producción de estadísticas comunitarias sobre la generación, recuperación y eliminación de residuos. La norma europea solo plantea cómo deben llevarse los datos al EUROSTAT, para documentar las estadísticas.
2. Norma ASTM D5231-92 (American Society for Testing and Materials): las normas ASTM D 5231-92 “Método de Ensayo Estándar para la Determinación

de la Composición de Residuos Sólidos Municipales sin Procesar”, establece una serie de procedimientos para la medición de los residuos sólidos mediante una selección y caracterización manual. Se aplica para la determinación de la composición media de los residuos sólidos domiciliarios, en base a la recolección y clasificación de un determinado número de muestras durante un período de tiempo mínimo de una semana. El método de ensayo incluye los procedimientos para recoger una muestra representativa, la caracterización manual de los diferentes componentes de los residuos, el registro de datos y presentación de resultados

3. Normas Oficiales Mexicanas: en México existen unas normas para la realización de la caracterización de los residuos sólidos. Para la toma y procesamientos de muestras se aplica la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15-1985 (SECOFI 1985), y la NOM-AA- 19-1985 (SECOFI 1985). Para determinar la generación de residuos aplican la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985 (SECOFI 1985), y para la clasificación de subproductos de RSU, la Norma Oficial Mexicana NOM – AA- 22-1985 (SECOFI 1985). Las normas están orientadas en la toma de muestras desde fuentes directas, residencial y fuera de la residencia de habitación. Plantean la realización del muestreo en base al estrato socioeconómico como única variable a considerar.
4. Norma Española UNE-EN-14899-2007: trata sobre caracterización de residuos, toma de muestras de residuos, esquema para la preparación y aplicación de un plan de muestreo, elaborada por el comité técnico de la Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, publicada en el BOE número 79 el 02 de abril de 2007, y aprobada por la Dirección General de Desarrollo Industrial, en Resolución el 02 de marzo de 2007, plantea la importancia de los ensayos de caracterización de los residuos para la toma de decisiones adecuadas en la gestión de los residuos.

El muestreo elegido se hizo mediante la norma ASTM D5231-92, ya que la misma es la más utilizada en los estudios de caracterización realizados en el país, y que fueron consultados como fuentes bibliográficas.

Para determinar la tasa de generación de R.S.D., se utilizó el método de “Análisis de pesada total”; ya que en el periodo en que se realizó el muestreo fueron pesados la totalidad de

los viajes del equipo recolector antes de ingresar al sitio de disposición final y se cuenta con los datos de campo (Número de viviendas y número de habitantes del área urbana).

considera que el número de muestras a tomar está dado en función de los componentes más importantes del material a muestrear, los mismos se establecieron tanto por su porcentaje de generación como por su factibilidad de ser recuperados.

Los componentes que se utilizaron para la determinación del número de muestras fueron:

- Papel y cartón
- Plásticos
- Desechos alimentarios

Los cálculos estadísticos se basan en el uso de tablas del percentil de la “t*” de Student para el nivel de confianza elegido.

La ecuación utilizada para determinar el número de muestras fue:

$$n = (t^* \cdot s / e \cdot x)^2$$

Donde:

- n: Número de muestras necesarias.
- t*: Estadístico de Student para el nivel de confianza deseado y un número determinado de muestras. El valor de t para un intervalo de confianza del 90% y un número de muestras tendiendo a infinito, es: $t^* = 1.645$.
- e: nivel de precisión deseada.
- x: media estimada para el componente en estudio.
- s: desviación estándar estimada para el componente en estudio.

Para los valores de t* Se utilizó la tabla de valores estadísticos de Student-Fisher.

Tabla 4| Característicos del número de muestras que se han analizado para obtener la composición de RSU. Fuente: informe de la UNER sobre RSU en la ciudad de Herrera

Cálculo del número de muestras para determinaciones físicas					
Parámetros	Kg.	Porcentaje	Media	Desvío	Núm. de muestras calculadas
Papeles y Cartones	78,97	21,50%	12,630	2,455	2,56
Plásticos	71,739	19,50%	11,313	2,229	2,63
Desechos Alimentarios	216,7	59%	33,707	9,345	5,2

Fuente: Elaboración Propia

El método de muestreo adoptado fue del tipo aleatorio.

Se tomó como universo de muestreo a la planta urbana de la localidad de Herrera, por ser el área que cuenta con el servicio municipal de recolección de residuos sólidos urbanos.

Se determinó que la unidad muestral primaria, es el acoplado recolector, la muestra extraída del acoplado recolector es la unidad muestral secundaria; la unidad muestral terciaria se obtuvo haciendo un corte longitudinal de la unidad muestral secundaria, con el objetivo de obtener muestras de entre 90 a 130 kg.

Una vez obtenida cada muestra se procedió a la clasificación manual de los componentes y pesaje de los mismos, luego se continuó con la clasificación manual de los componentes para obtener los subcomponentes y posteriormente fueron pesados los materiales ya clasificados, registrándose la totalidad de los datos, para ser procesados.

Así, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 5| Composición de los RSU en la ciudad de Herrera en peso y porcentaje. Fuente: informe de la UNER sobre RSU en la ciudad de Herrera

Componentes y Subcomponentes	Peso	Porcentaje
Papeles y cartones	78,97 Kg.	12,17%
Diarios y Revistas	4,085 Kg.	0,63%
Papel de oficina (alta calidad)	2,485 Kg.	0,38%
Papel mezclado	30,6 Kg.	4,72%
Cartones	32,6 Kg.	5,02%
Envases tetrabrik	9,2 Kg.	1,42%
Plásticos	71,739 Kg.	11,06%
Polietileno Tereftalato – PET	31,9 Kg.	4,92%
Polietileno de Alta Densidad – PEAD	9,935 Kg.	1,53%
Policloruro de Vinilo – PVC	3,36 Kg.	0,52%
Polietileno de Baja Densidad PEBD	17,8 Kg.	2,74%
Polipropileno – PP	6,78 Kg.	1,05%
Poliestireno – PS	1,024 Kg.	0,16%
Policarbonato	0,14 Kg.	0,02%
Otros: ABS, acrílico, Poliuretánica	0,8 Kg.	0,12%
Vidrios	30,41 Kg.	4,69%
Blanco	6,05 Kg.	0,93%
Verde	19,01 Kg.	2,93%
Ámbar	5,35 Kg.	0,83%
Plano	0,00 Kg.	0,00%
Materiales textiles	57,6 Kg.	8,87%
Residuos sanitarios	48,7 Kg.	7,51%
Residuos de jardinería	44,5 Kg.	6,86%

Desechos alimentarios	216,7 Kg.	33,40%
Residuos Misceláneos	61,64 Kg.	9,50%
Otros: porcentaje de componentes < 2%	38,5 Kg.	5,94%
Aerosoles	4,97 Kg.	0,77%
<i>Aluminio</i>	<i>1,16 Kg.</i>	<i>0,18%</i>
<i>Ferroso</i>	<i>3,81 Kg.</i>	<i>0,59%</i>
Pilas	0,16 Kg.	0,02%
Metales ferrosos	10,53 Kg.	1,62%
Metales no ferrosos	0,66 Kg.	0,10%
<i>Latas de aluminio</i>	<i>0,04 Kg.</i>	<i>0,01%</i>
<i>Aluminio</i>	<i>0,43 Kg.</i>	<i>0,07%</i>
<i>Cobre</i>	<i>0,15 Kg.</i>	<i>0,38%</i>
<i>Plomo</i>	<i>0,00 Kg.</i>	<i>0,00%</i>
<i>Bronce</i>	<i>0,04 Kg.</i>	<i>0,01%</i>
<i>Estaño</i>	<i>0,00 Kg.</i>	<i>0,00%</i>
Maderas	4,68 Kg.	0,72%
Materiales de demolición y construcción	10,1 Kg.	1,56%
Residuos Peligrosos	1,905 Kg.	0,30%
Medicamentos	2,13 Kg.	0,33%
Goma, Cuero, Corcho	1,97 Kg.	0,30%
Materiales Electrónicos	1,395 Kg.	0,22%
Total	648,959 Kg.	100%
Fuente: Elaboración propia.		

Quedando entonces el siguiente cuadro al respecto:

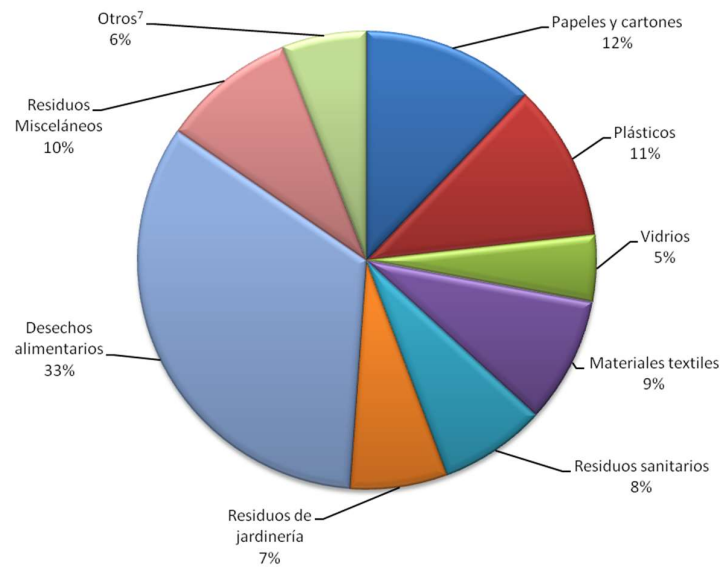


Gráfico 5| Caracterización en porcentaje de los RSU de la ciudad de Herrera. Fuente: informe de la UNER sobre RSU en la ciudad de Herrera

De cada gran categoría se pueden extrapolar los resultados para obtener gráficos de torta de la composición a pequeña escala, pero lo más importante es utilizar los datos de caracterización semanal para calcular la producción de basura o GPC (generación per cápita). Al momento del muestreo, los resultados son:

$$\text{GPC (kg/hab/día)} = [\text{kg. sem.}] / ([\text{viv.} \cdot \text{prom. de hab/viv.}] \cdot \text{días de la semana})$$

$$\text{GPC} = [1.620 \text{ kg (lun)} + 990 \text{ kg (miér)} + 1.380 \text{ kg (vier)}] / ([550 \text{ viv} \cdot 3,2 \text{ hab/viv}] \cdot 7 \text{ días}) = 0,324 \text{ kg/hab/día}$$

Ahora bien, de estudios recientes, con fechas en los días 18/04/2022 (lunes), 28/04/2022 (jueves), 06/05/2022 (viernes), 10/05/2022 (martes) y 01/06/2022 (miércoles), se tiene el siguiente valor de GPC de acuerdo a los días de pesada (que se deben contar los de recolección conjunta de residuos, los días lunes, miércoles y viernes, y sumarle los de sólo reciclables los días martes y jueves):

$$\text{GPC (kg/hab/día)} = [\text{kg. sem.}] / ([\text{viv.} \cdot \text{prom. de hab/viv.}] \cdot \text{días de la semana})$$

$$\text{GPC} = [1.160 \text{ kg (lun)} + 654 \text{ kg (mar)} + 850 \text{ kg (miér)} + 420 \text{ kg (juev)} + 840 \text{ kg (vier)}] / ([550 \text{ viv} \cdot 3,2 \text{ hab/viv}] \cdot 7 \text{ días}) = 0,319 \text{ kg/hab/día}$$

Viendo entonces que el GPC con recolección diferenciada varía.

Sin contar con los inorgánicos separados para su posventa, se puede tener entonces:

$$\text{GPC} = [1.160 \text{ kg (lun)} + 850 \text{ kg (miér)} + 840 \text{ kg (vier)}] / ([550 \text{ viv} \cdot 3,2 \text{ hab/viv}] \cdot 7 \text{ días}) = 0,231 \text{ kg/hab/día}$$

Resultando entonces un total de residuos 100 gramos menor que el promedio total, considerando que los inorgánicos no están en esas cantidades calculadas

Analizando respecto de la generación a nivel nacional, y sobre todo en la provincia de Entre Ríos, la GPC es mucho menor que el promedio provincial. Sin embargo, la disposición final en un basural a cielo abierto es notable, pero se ha limpiado el terreno al disponer de cavas donde se ha enterrado basura (un total de 7, con una profundidad de 4 metros), de las cuales en los relevamientos realizados se han podido encontrar 4 por las depresiones que dejan en el terreno los mismos. Sin embargo, como pudo verse en el cateo de basura, y en la nivelación, el terreno es básicamente plano, y la cantidad de basura enterrada no llega en los puntos de concentración de la misma a los 40 cm de profundidad, dejando la tierra básicamente sin basura ya que la capa principal de tierra negra es de entre 80 a 90 cm de profundidad.

Por otro lado, en cuanto a la composición, la misma se condice con promedios a nivel nacional, y en muchos casos, ocupa los límites inferiores del Tomo 26 de la CAMARCO (por ejemplo en papeles y cartones, y plásticos), denotando que es una población de menos de 2.000 habitantes con una actividad económica predominante agrícola-ganadera, con un uso del suelo mixto e ingresos bajos a medio bajos.

Por otro lado, los residuos se incineran ocasionalmente sin tratamiento alguno, lo que indudablemente genera un malestar y una problemática sanitaria y ambiental en general, sumamente grave. Creando así un problema a los habitantes del ejido, quienes deben adaptarse a convivir con vectores infecciosos, malos olores, humos de las quemadas ocasionadas, desvalorización económica de las propiedades linderas, riesgo frente a la necesidad de captación de agua para consumo, por contaminación de las napas, entre otros.

En este sentido, el Municipio de Herrera con el propósito de prevenir y/o remediar los impactos negativos al ambiente y a la salud, ocasionados por el manejo inadecuado de los R.S.U., ha puesto en marcha el Programa Orgánico 0, con el objetivo de promover la separación de residuos y el compostaje domiciliario de la fracción orgánica.

Este programa de recuperación y tratamiento de los residuos sólidos de la localidad, involucra la separación en origen de los residuos domiciliarios, con recolección diferenciada de las fracciones seca o inorgánica (los días martes y jueves), fracción húmeda u orgánica y la fracción de residuos sanitarios (los días lunes, miércoles y viernes, ya que no se ha logrado la separación fuera del uso de reciclables); en bolsas separadas entre sí y manteniendo la misma frecuencia de recolección (de la que se hablará en el apartado siguiente)

Posteriormente los residuos serán tratados y valorizados por distintos métodos en el predio municipal, afectado actualmente a la disposición de los mismos, luego de lo cual la fracción de rechazo será dispuesta de la forma más propicia ambientalmente, aunque esta constituye una etapa posterior a la cual no se ha llegado, y el predio continúa siendo un basural a cielo abierto.

4.1.1.4 Separación de residuos y reciclaje

En último lugar, se encuentra la separación de residuos, tratamiento y venta de los mismos. La separación realizada en la ciudad de Herrera se hace en origen, con 71% de la población señalada como adherente al sistema, presentando una imagen positiva. Los mismos se separan en residuos secos, los días martes y jueves, utilizando el mismo equipo recolector, y realizando el mismo recorrido, solo para este tipo de residuos.

Los residuos de poda o húmedos en lo posible se evitan estos días, pero no se puede evitar los descartes. Aproximadamente, los descartes llegan a llenar un bolsón o dos de entre 100 a 300 kg cada uno por semana (medidos en aquellos que tienen una altura de 1,2m y unas medidas de 0,9m x 0,9m).

El lugar en alquiler del sitio es de 12m x 20m en planta aproximadamente, ocupando una superficie de 240 metros cuadrados, donde se tienen cuatro zonas diferenciadas:

- Ingreso de personas y camiones al frente (compradores), donde se encuentra el cartel, que a su extremo izquierdo hay una pequeña división para el pasaje de personas con una mini oficina para los operarios en los tiempos de descanso



Figura 55| Vista del frente del galpón dedicado al reciclaje y clasificación de residuos para la venta.
Elaboración propia

- Acopio de materiales a los lados en bolsones para clasificar o compactar (izquierda), y de fardos para la venta (derecha)



Figura 56| Material enfardado preparado para la venta. Elaboración propia



Figura 57| Bolsones de acopio de material clasificado listo para compactar o vender en casos especiales. Elaboración propia

- Prensa de materiales en el extremo posterior a la izquierda, donde la máquina se encarga de compactar en fardos de distinto tamaño (excepto por su ancho y largo), de acuerdo a su composición, calidad o densidad



Figura 58| Prensa empacadora y enfardadora de materiales. Elaboración propia

- Llegada y descarga de residuos en el sector posterior del galpón



Figura 59| Descarga de materiales en el interior del galpón en el sector posterior. Elaboración propia

Por lo que se puede hacer un Layout de las circulaciones dentro del galpón, y las zonas de trabajo:

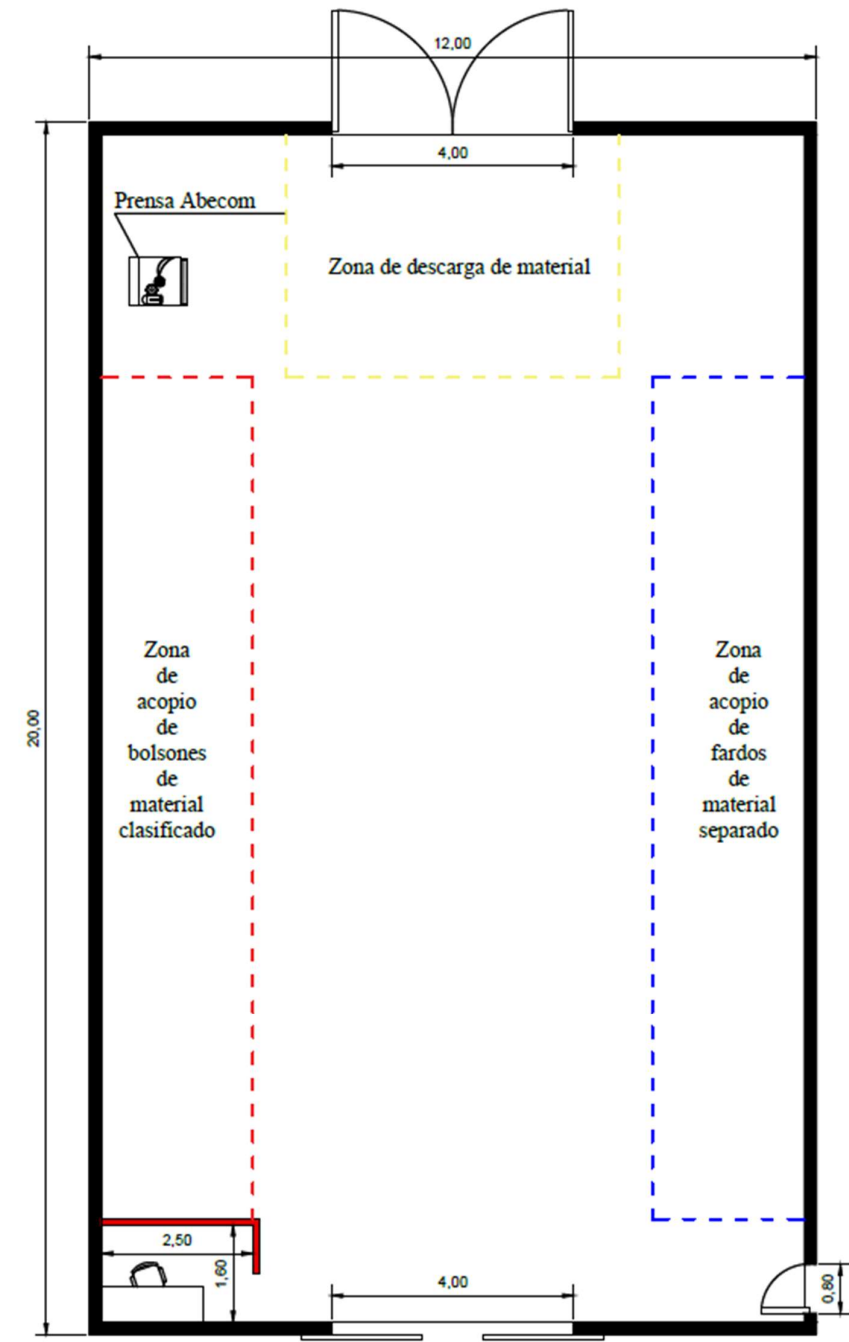


Figura 60| Layout de la planta recicladora actual, en el galpón en alquiler donde trabajan 3 personas.
Elaboración propia

En este mismo se puede observar la oficina de descanso de personas, de 2,50m x 1,6m, para una sola persona, y sin puerta, de madera. Dos accesos vehiculares, de 4 metros de ancho uniformemente, uno corredizo (frente) y uno de apertura de doble hoja (posterior), más una

puerta para acceso de personas de 80cm de ancho. Se pueden distinguir entonces, 3 zonas de trabajo, la de descarga de material, la de acopio de bolsones de material clasificado y la de acopio de fardos de materiales separados, que se hablará luego.

El espacio libre es de circulación, y se señala la ubicación de la máquina, por lo que los movimientos de personas son cíclicos, desde la entrada, pasando por la zona de acopio de bolsones para poder elaborar los fardos, luego recibiendo material nuevo y volver, y por último para dejar los fardos de material acopiados para la venta

Algunas características a tener en cuenta son que, de los rechazos semanales, es decir, los residuos que son descartados de poder enfadarse, acopiarse y venderse, por estar húmedos, contaminados o bien no pertenecer a la fracción de reciclables, llegan a completar un bolsón por semana, es decir, aproximadamente 200 kg de descartes.

Por otro lado, la máquina enfardadora es de marca Abecom, del tipo compactadoras enfardadoras verticales EV modelo EVS 7550, con el opcional de puerta-tolva para facilitar la carga de materiales a granel como botellas, latas, etc. que expulsa un fardo de 0,75m x 0,60m x 0,75m, máximo, con un peso variable de entre 60 a 150 kg y un motor de 5,5 HP.

La secuencia de operación es:



Figura 61| Secuencia de operación recomendada del fabricante. Fuente: https://www.abyper.com.ar/assets/img/productos/abecom/compactadoras_enfardadoras_verticales_EV/2.jpg

Por último, los materiales clasificados y trabajados en su interior son de:

1. Vidrio: en forma de botellas, recipientes o frascos, que se deben de romper a mano, o dejarse enteros, pero principalmente deben estar vacíos (con o sin suciedad), para su venta en peso
2. Botellas y envases de plástico color “cristal”, ya que su composición es del tipo PET/1, a diferencia de las de color azul o verde, cuya composición es distinta, que se acopian y se enfardan aplastadas. Ej.: botellas y recipientes descartables o de detergentes.
3. Botellas y envases de PE-HD/2 o polietileno de alta densidad, de color verde o azul que también se enfardan y compactan. Ej.: botellas y bidones de agua y gaseosa
4. Botella, envases, envoltorios o recipientes de PE-LD/3 o polietileno de baja densidad, que siguen el mismo tratamiento de los anteriores. Ej.: botellas de lavandina, o de shampoo y otros productos de limpieza e higiene personal.
5. Cartón, principalmente corrugado o multicapa, que se enfarda y compacta
6. Papel de segunda calidad, es decir, aquel que se encuentra manchado, escrito o que posee impresiones, que sirve para la elaboración de papel reciclado, sin compactar
7. Envases especiales de Tetra Brik o Tetra Pak que se aprietan y embalan como el papel
8. Baterías y pilas, en contenedores especiales, para la recuperación de materiales
9. Latas y chatarra, que es el producto de mayor comercialización, que se mantiene su forma
10. Aluminio de latas, envases, u otros elementos de ese material, que se enfardan y compactan para su venta
11. Cobre restante de circuitos y cables, que mantiene su forma para su venta.

En términos de cercanía, el galpón se encuentra lejos del predio del basural, a una distancia de 1,8 km en línea recta, o aproximadamente a 2,8 km del sitio por el recorrido señalado en naranja.



Figura 62| Distancia desde el sitio de recuperación de residuos al punto de disposición final actual dentro del basural. Elaboración propia y Google Earth 2022

Esta ubicación resulta desfavorable ya que hay muchos residuos que pueden recuperarse dentro de lo dispuesto al aire libre, y al estar lejos se dificulta la tarea de poder reutilizar o reciclar materiales, que, como se pudo ver en el apartado 4.1.1.2, ocupan un gran volumen las bolsas y residuos plásticos.

A su vez, podrían incorporarse elementos productivos que permitan darle valor agregado a los elementos vendidos

4.2 Relevamiento particular del anteproyecto vial

En principio, se llevará a cabo el conteo y cálculos para el tránsito de diseño para la Avenida Dr. Miguel Zumbo, y de esa forma, diseñar el acceso acorde a tal fin.

4.2.1 Registro vehicular de la zona

Para poder caracterizar mejor el acceso por Avda. Dr. Miguel Zumbo, se debió establecer una única estación de aforo vehicular, donde se hizo un relevamiento general integrado de todos los aspectos físicos, funcionales y de entorno del mismo, señalando estructuralidad, tipo de tránsito, concurrencia y orden y dirección vehicular. Al mismo se incluirán los croquis correspondientes de las secciones de control y las estaciones de aforo, y

los porcentajes esperados vehiculares. En el **anexo** no sólo podrán encontrarse definiciones, sino guías de mantenimiento o construcción de calzadas de ripio, jerarquía de caminos vecinales, y algunas ecuaciones y conceptos claves de distribuidores desde Vialidad.

4.2.1.1 Jerarquía vial y actualidad del sitio de acceso y tránsito

El acceso de la Avenida Dr. Miguel Zumbo es una de las principales vías de entrada secundaria de la ciudad de Herrera, quedando por debajo de la principal por Avenida de los Inmigrantes. A pesar de ser la Avenida Orlando Erpen la que se conecta con la principal, es la Zumbo la preferida por el tránsito pesado y por el tránsito vehicular de características rurales, que a su vez consiguen una ruta rápida hacia el interior del municipio, aunque las condiciones del mismo no son las ideales

La única vía interurbana que se ve afectada por este acceso es la Ruta Provincial N°39, que pasa por el sur de la ciudad de Herrera, y por la cual circulan toda clase de vehículos en forma pasajera o que pueden ingresar o egresar de la ciudad.

La distribución espacial de las calles es en su mayor parte producto de los conceptos utilizados por los romanos e introducidos por los españoles: es decir, arterias viales corriendo paralelas entre sí, interceptadas a intervalos regulares con otras calles paralelas entre sí y que cortan perpendicularmente a las primeras, conformando el llamado patrón hipodámico o de damero, muy común en las ciudades de la costa del río Uruguay.

Con el paso de los años, la actividad productiva, social y económica, en conjunto con la distribución espacial de la población, generaron la necesidad de jerarquizar determinadas arterias con el fin de agilizar el desplazamiento desde un lugar a otro de la ciudad. Los boulevares y avenidas de la ciudad cumplen precisamente esa función.

En sentido SE-NO existen dos avenidas, de las cuales una constituye prácticamente los límites de la planta urbana, por lo que sus características se asemejan más bien a caminos rurales enripiados (en este caso, la avenida de estudio). En sentido SO-NE se encuentra otra avenida que conecta a la principal que era la mencionada Orlando Erpen, y la Avenida Dr. Hilario Bózzolo, que también comparte las mismas características que las demás; su composición y ubicación asemejan a un camino rural.

Todas estas avenidas se caracterizan por priorizar el traslado, mientras que las calles restantes otorgan la accesibilidad necesaria al usuario.

Dentro del relevamiento del acceso en estudio, se trataron de identificar ciertas características propias, que se muestran a continuación:

- **Características físicas de la vía:** tipo, estado y defectos del pavimento; pendiente (calificado visualmente como bajo, medio o alto), ancho de calzada, desagües (superficial o por conducto); tipo de luminaria, cobertura, y forma de alimentación (aéreo o subterráneo).
- **Características funcionales de la vía:** clase (boulevard, avenida, calle doble mano o calle mano simple), zonas de estacionamiento y transporte público.
- **Características del entorno:** actividad predominante (residencial, comercial o industrial) y caracterización de la demanda (composición y volumen, calificados visualmente).

Para ello se confeccionó una planilla que posee las características, de las cuáles se va a ahondar en cada aspecto detallado y por qué se encuentran presentes los mismos:

Las planillas se adjuntan en el **Anexo A.3**, donde se encuentran documentos relevantes al relevamiento o al cuidado de caminos rurales.

De los detalles resaltados en las fotografías, cabe destacar que no se cuentan con sistemas de semáforos o señalizaciones tanto de advertencia, como precautorias, informativas o preventivas.

De ahí, en más, se presenta la vista aérea del sitio, y un croquis en planta con las medidas correspondientes a cada caso.

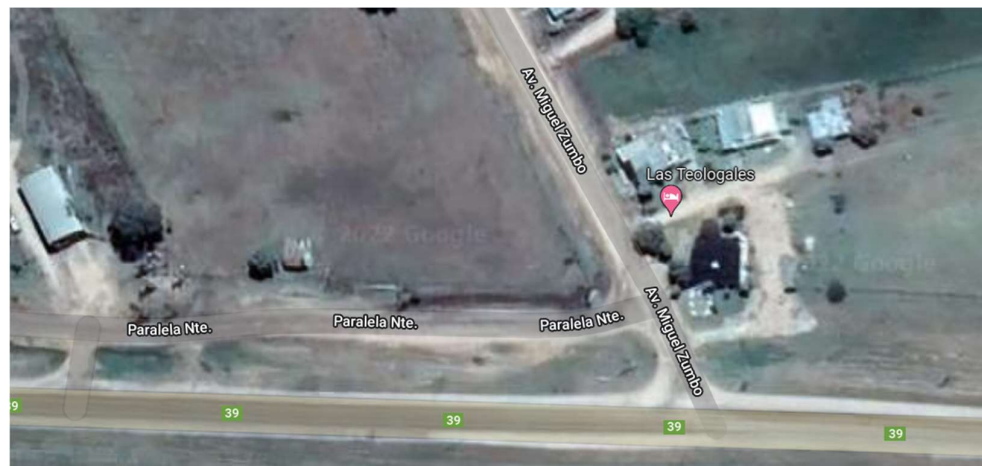


Figura 63| Vista actual del acceso de la Avda. Dr. Miguel Zumbo. Fuente: Google Earth 2022

Y a ello se le suman las fotos del sitio relevado:



Figura 64| Visual desde la paralela Norte a Ruta Provincial N°39, donde puede evidenciarse otra alcantarilla más pequeña, circular, de 0,2m de radio. Elaboración propia



Figura 65| Vista desde la calle privada hacia la paralela norte y la Ruta Provincial N°39. Elaboración propia.



Figura 66| Vista de la Ruta Provincial N°39 y una calle privada desde la boca de entrada de la alcantarilla presente. Elaboración propia



Figura 67| Visual de la obra de arte, con una altura de 0,8m desde la base hasta la viga superior, y con un ancho de boca de 1m, de sección rectangular, en hormigón armado de 2cm de espesor y forma de cuña. Largo aproximado: 14,05m. Elaboración propia

A lo cual, en el relevamiento vial con el análisis de las secciones correspondientes, se incluirá una vista en planta simplificada con las estaciones y las secciones de control.

4.2.1.2 Estudio del tránsito y conteo vehicular en relevamiento tipo “satélite”

El estudio del tránsito en la ciudad de Herrera, hasta donde se pudo obtener información, no cuenta con precedentes. Por tal motivo no se contó con fuente alguna que permita describir funcional y cuantitativamente el tránsito de la ciudad.

Se optó por realizar un relevamiento primario denominado “satélite”, que consistió en un aforo cuya finalidad fue la de detectar las horas pico en esa intersección. Como agregado

puede mencionarse el hecho de que tal relevamiento arroja resultados preliminares acerca de los volúmenes de tránsito que concurren a dichas intersecciones, y que puede servir de punto de partida para futuros estudios del comportamiento, composición y volúmenes del tránsito urbano.

Este aforo vehicular permitió obtener una serie de valores de volúmenes de tránsito en varios momentos del día para ese punto analizado. Con estos datos se procedió a una modelación matemática que arrojó una curva de distribución de los volúmenes a lo largo de todo el día de la misma. Se detectaron los horarios donde se obtienen los máximos y mínimos volúmenes horarios, para luego utilizarlos en un estudio más específico del tránsito, tal como se explicará más adelante.

El relevamiento satélite consistió en establecer un punto particular donde se considera que el tránsito no sólo es descontrolado, sino inseguro y a la vez, para probar que constituye una vía arterial importante destinada a “Tránsito Pesado”, por la marcada presencia de camiones o de otros vehículos pesados.

Por tratarse de un único punto siendo monitoreado por una persona en turnos, ambas trabajando en forma simultánea, se hicieron rotaciones donde en cada estación se llevó a cabo el conteo durante 15 minutos, para luego cambiar de lugar. Las lecturas variaron en los períodos de sol entre las 7 u 8 de la mañana y las 7 u 8 de la tarde, hora en la que el tránsito varía notablemente por ser nocturno y finalizar el día laboral.

La elección de un período de conteo de 15 minutos se realizó en virtud de que éste es un valor convencional que se considera suficientemente largo como para eliminar fluctuaciones ocasionales, y al mismo tiempo suficientemente corto como para identificar con precisión la variación media del tránsito. Además, períodos de conteo de esta longitud permiten una mayor cantidad de observaciones en el día sin sacrificar precisión, y facilitan el uso de la información obtenida en estudios de tránsito más profundos, donde los intervalos de 15 minutos son referencia, de acuerdo a metodologías como la indicada en el Manual de Capacidad de Carreteras.

Debe recordarse que el propósito principal de este estudio satélite fue el de detectar las horas pico, más que determinar con precisión los volúmenes o los factores de hora pico. Por ende, es preferible tener más bien varios puntos a lo largo del día, aunque su duración sea relativamente poca, a tener menor cantidad de observaciones de mayor duración.

Habiéndose obtenido para cada estación la serie de puntos que corresponden al valor del tránsito observado durante 15 minutos de conteo, en distintos momentos a lo largo del día,

se pasó a procesar la información de modo de obtener parámetros que permitan no sólo su análisis general, sino también el particular destacado en los anteproyectos.

El primer paso fue obtener una curva de distribución del tránsito a lo largo de todo el día. Para ello se empleó el Método de los Mínimos Cuadrados, que permite hallar la curva que mejor se ajusta a los datos registrados, como una combinación lineal de una familia de funciones determinada.

Puesto que normalmente este método se emplea con funciones de tipo polinómico, y que en este caso ese tipo de funciones no es el más apropiado, se debió desarrollar una variante del método, para representar de la forma más fiel posible el problema real.

En el **Anexo** del apartado A.4 se describe la metodología empleada para la obtención de los puntos anteriormente descritos.

Una vez obtenida la curva se pudieron determinar las horas pico (máximos y mínimos), así como el tránsito total a lo largo del día, por integración de la misma. Cabe aclarar que estos valores sólo pueden ser tomados como una aproximación inicial, puesto que los datos de partida son muy escasos como para asegurar una precisión acorde a un proyecto ejecutivo. Sin embargo, son suficientemente precisos como para sentar las bases del estudio definitivo de tránsito, que es el objetivo que justamente se propuso para este relevamiento.

En ella se indican los datos relevados, los resultados del análisis de los mismos (curva de distribución, tránsito diario, distribución por sentidos, etc.), así como un croquis de la estación, indicando las secciones que se consideraron para cada sentido.

También, se hace el estudio del tránsito correspondiente de forma más profunda a partir de los resultados anteriores, y revisando la metodología de Vialidad Nacional por coeficientes horarios, diarios, mensuales y valorando los conteos de esa forma, para obtener el TMDA correspondiente, y compararlo con la metodología de extremos de los días relevados.

Con la información recabada durante este estudio se puede calcular el tránsito medio diario anual (TMDA) característico de la avenida al día de hoy, y mediante información estadística proyectar dicho tránsito hacia el final de la vida útil, con el fin de tener un valor de referencia para la etapa de proyecto.

Además, los datos relevados en esta etapa sirven para el cálculo del Nivel de Servicio actual de la vía, y son útiles más adelante para el cálculo del paquete estructural. **Una vista actual de cómo se encuentra el acceso se encuentra en el Anexo P de planos.**

4.2.1.3 Cálculo del TMDA estimado por diferentes técnicas y su estimación

A partir de los períodos de máximo (picos) y mínimo (valles) volumen de las curvas obtenidas en el primer relevamiento, se decidió relevar tres períodos de una hora de duración cada uno, de modo que cada período involucre uno de los tres extremos que presentan las curvas (pico principal, pico secundario y pico mínimo diurno). La hora analizada se parcializa en cuatro períodos de quince minutos, de manera que los volúmenes compatibilizan con los métodos de cálculo comúnmente utilizados para los parámetros, en el análisis de tránsito.

Por cada punto a relevar se tienen las siguientes planillas resumen:

Tabla 6| Estudio definitivo del tránsito para la Avda. Dr. Miguel Zumbo. Elaboración propia

Avda. Dr. Miguel Zumbo - Intersección con Colectora Paralela Norte									
Día	Viernes 21/10			Sábado 22/10			Domingo 23/10		
Franja Horaria	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	18:00 a 19:00	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	18:00 a 19:00	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	18:00 a 19:00
Intensidad									
Volumen Horario	25	29	29	25	31	33	32	29	24
15 minutos más cargados	7	8	8	7	10	10	10	8	8
Factor de Hora Pico	0,89	0,91	0,91	0,89	0,78	0,83	0,80	0,91	0,75
Composición									
Vehículos Livianos	60,48%	76,25%	60,12%	59,82%	69,55%	75,90%	64,29%	51,93%	59,17%
Ómnibus	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Camiones	39,52%	23,75%	39,88%	40,18%	30,45%	21,32%	35,71%	48,07%	40,83%
Reparto por sentidos									
Este-Oeste	3,57%	0,00%	8,33%	0,00%	2,50%	0,00%	0,00%	3,13%	0,00%
Oeste-Este	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,50%	3,13%	6,25%	0,00%
Norte-Sur	52,50%	63,75%	44,05%	48,21%	58,01%	50,63%	43,75%	38,39%	54,17%
Sur-Norte	63,93%	44,38%	50,74%	70,54%	39,49%	46,88%	53,13%	52,23%	45,83%
Relativo E-O	100,00%	50,00%	100,00%	50,00%	100,00%	0,00%	0,00%	33,33%	50,00%
Relativo O-E	0,00%	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	100,00%	100,00%	66,67%	50,00%
Relativo N-S	45,09%	58,96%	46,47%	40,60%	59,49%	51,92%	45,16%	42,36%	54,17%
Relativo S-N	54,91%	41,04%	53,53%	59,40%	40,51%	48,08%	54,84%	57,64%	45,83%

Tabla 7| Estudio definitivo del tránsito para la Avda. Dr. Miguel Zumbo. Elaboración propia

Ruta Provincial N°39									
Día	Viernes 21/10			Sábado 22/10			Domingo 23/10		
Franja Horaria	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	18:00 a 19:00	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	18:00 a 19:00	10:00 a 11:00	14:00 a 15:00	18:00 a 19:00
Intensidad									
Volumen Horario	218	179	197	214	177	199	188	168	193
15 minutos más cargados	59	52	54	61	51	51	52	50	52
Factor de Hora Pico	0,92	0,86	0,91	0,88	0,87	0,98	0,90	0,84	0,93
Composición									
Vehículos Livianos	72,29%	78,07%	73,13%	72,35%	78,55%	78,93%	73,58%	82,26%	78,25%
Ómnibus	1,29%	0,66%	0,00%	1,27%	0,00%	0,00%	1,46%	0,81%	0,50%
Camiones	26,42%	21,27%	26,87%	26,38%	21,45%	21,07%	23,82%	16,93%	21,25%
Reparto por sentidos									
Este-Oeste	48,01%	48,08%	49,36%	47,95%	52,46%	51,80%	41,93%	47,98%	52,20%
Oeste-Este	51,99%	52,40%	51,10%	52,05%	48,03%	48,70%	58,57%	53,33%	48,33%

Se obtuvieron así los valores de volumen de tránsito para cada uno de los intervalos de 15 minutos que componen cada período definido de una hora, diferenciados además por tipo de vehículo y por sentido de circulación. Estos datos se multiplican por los tres días que duró el estudio.

La información se procesó de forma de obtener para la estación 9 valores de volumen vehicular horario (tres períodos de una hora, durante ocho días). Este volumen vehicular horario se acompañó de un porcentaje de distribución por sentidos, y de los porcentajes de incidencia de cada tipo de vehículo sobre el tránsito total (promedios en todos los casos). Además, para cada una de las 9 horas consideradas se identificó el intervalo de 15 minutos en el que se registró el máximo tránsito, y con dicho valor se obtuvo el factor de hora pico correspondiente a esa hora.

La planilla modelo para la determinación del tránsito vehicular diferenciado es la siguiente. Si se desean conocer en detalle los datos relevados, puede consultarse el Anexo, en el que se adjuntan dos ejemplos de todas las planillas originales.

ACCESO DOCTOR ZUMBO (_____)												
Franja horaria	Bicicletas	Motocicletas	Automóviles	Pick-up/ Utilitarios/ Minibuses	Omnibus	Camiones					ZUMBO	COLECTORA
						2 ejes	3 ejes	4 ejes	5 ejes	6 ejes		

Figura 68| Planilla ejemplo para obtener el porcentaje vehicular de registro de los ocho días.
Elaboración propia.

El Tránsito Medio Diario Anual, o TMDA, es el parámetro más importante para medir la magnitud del tránsito de una vía determinada.

La Dirección Nacional de Vialidad lo define como el volumen de tránsito total anual que pasa por una sección determinada del camino en estudio, dividido por el número de días del año. Esto equivale a decir que es la cantidad de vehículos que pasan durante todo un día por la sección de estudio, promediada a lo largo de un año.

Para poder cuantificar el tránsito de la avenida Dr. Miguel Zumbo en un marco convencional y estandarizado, debe expresarse a través de su TMDA.

Teniendo en cuenta que para obtener con precisión el TMDA de una vía es necesario realizar conteos a lo largo de todo un año y durante todas las horas del día, y puesto que ello no es viable para los propósitos de este estudio (ni tecnológicamente, ni tampoco en cuanto al tiempo disponible), resulta necesario emplear algún método que permita estimar con un grado de error aceptable el valor del TMDA a partir de un número limitado de conteos, tal como el que se realizó en este caso.

Se decide emplear la metodología propuesta por el Ing. Luis Miguel Girardotti, para la cátedra de Planeamiento del Transporte, correspondiente a la Facultad de Ingeniería de la UBA.

Este método, al igual que otros similares, propone que el TMDA es proporcional al tránsito medio a lo largo de una semana determinada, afectado por un factor correspondiente al mes en que se realizó el conteo. De este modo se está haciendo la suposición implícita de que el tránsito no experimenta variaciones semana a semana en un mismo mes, sino que sólo varía de mes a mes. La ecuación a emplear es, por lo tanto, la siguiente:

$$\text{TMDA} = \text{TMDS}_m * f_m$$

Donde TMDS_m es el tránsito medio semanal correspondiente a la semana en que se hicieron conteos diarios, y f_m es un factor de corrección estacional mensual que puede ser mayor o menor a 1, y que depende del mes en que se hizo el relevamiento. El factor f_m surge de estaciones de conteo permanentes ubicadas en la zona, y que se considere que corresponden a secciones directamente vinculadas con el tránsito de la vía a analizar.

Por otro lado, el factor de hora pico, o factor de hora punta, se define como la relación entre el volumen horario registrado y el volumen horario ficticio que resultaría de mantener la intensidad de los 15 minutos más cargados durante la hora completa. Se calcula como:

$$\text{FHP} = \text{VH} \div (4 * \text{V}_{15})$$

Donde VH es el volumen horario de aforo para la hora elegida, y V_{15} es el volumen máximo dado para los 15 minutos más cargados.

En este caso se decide emplear los factores dados por la Dirección Nacional de Vialidad, correspondientes a la Ruta Nacional N°130 en el tramo que va desde el complejo termal Villa Elisa hasta el acceso a la ciudad de Villaguay. La elección se considera la más adecuada debido no sólo a que, por las características y ubicación de la avenida Dr. Miguel Zumbo (a pesar de las diferencias de tránsito), ya que es la más cercana desde la Ruta Provincial

N°39, como también en el camino directo entremedio no se encuentran accesos en cantidad a ciudades importantes y las características de la vía son similares a la de la ruta Provincial N°39.

Los factores proporcionados por la DNV para el tramo mencionado corresponden al año 2021, puesto que al momento de realización de este estudio aún no se tienen los datos procesados del año 2022, y son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8| Tabla de factores mensuales de la Ruta Nacional N°130 para el año 2021. Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/variaciones_temporales.html

<i>Mes</i>	<i>Factor</i>
Enero	1,109
Febrero	0,993
Marzo	1,040
Abril	1,099
Mayo	1,232
Junio	1,081
Julio	0,966
Agosto	0,923
Septiembre	0,982
Octubre	0,917
Noviembre	0,902
Diciembre	0,870

Por su parte, el tránsito medio diario semanal se puede obtener de diversas maneras, en función de la cantidad de días empleados para realizar los conteos. Para el caso que corresponde al presente estudio, en el que se realizaron conteos durante un día hábil (viernes) más los dos días de un fin de semana, la metodología propuesta por el Ing. Girardotti consiste en emplear la siguiente ecuación:

$$TMDS = 1/7*(5TD_{vier} + TD_{sáb} + TD_{dom})$$

Donde TD_v es el tránsito diario del día viernes, TD_s el del sábado y TD_d el del domingo. Esta metodología supone que el tránsito de todos los días hábiles es igual al del viernes.

Puesto que se necesitan los tránsitos a lo largo de todo el día de los días viernes, sábado y domingo, es necesario que los conteos realizados comprendan las 24 horas de cada día. Si no es así, como ocurre en este caso, dicho valor del tránsito debe estimarse de algún modo, a partir de los valores efectivamente registrados durante conteos de menor duración a lo largo del día.

Podrían emplearse los valores de tránsito obtenidos por integración de las curvas de distribución de tránsito desarrolladas para el estudio primario de tránsito. Sin embargo, con el fin de mantener una línea de trabajo consistente, se decide estimar el tránsito diario afectando

a los volúmenes horarios obtenidos efectivamente del estudio de tránsito, con factores horarios diarios, provistos por el mismo puesto de conteo que proporcionó los factores mensuales.

Los factores horarios permiten calcular el tránsito diario a partir del volumen de tránsito de una hora determinada, en función del día de la semana, del mes y del año. En la siguiente tabla se dan los factores horarios diarios correspondientes a los días viernes, sábado y domingo del mes de Octubre del año 2021.

Tabla 9| Tabla de factores mensuales de la Ruta Nacional N°130 en el mes de Octubre para los días viernes, sábado y domingo del año 2021. Fuente: http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/variaciones_temporales.html

Viernes					
Hora	Factor Horario	Hora	Factor Horario	Hora	Factor Horario
00:00	85,1	08:00	16,6	16:00	15,8
01:00	105,9	09:00	15,4	17:00	16,1
02:00	116,8	10:00	15,0	18:00	15,3
03:00	202,4	11:00	15,1	19:00	15,4
04:00	165,6	12:00	15,2	20:00	17,2
05:00	133,9	13:00	16,0	21:00	22,5
06:00	61,1	14:00	18,4	22:00	37,3
07:00	28,5	15:00	17,4	23:00	58,4
<i>Datos- Mes: Octubre, Ruta: 0130, Año: 2021, Prog. Inicio: km 20.76, Prog. Fin: km 82.27, Descripción: ACC.A C.TERMAL (D) - INT.R.P.20 (ACC.A VILLAGUAY)</i>					

Sábado					
Hora	Factor Horario	Hora	Factor Horario	Hora	Factor Horario
00:00	69,6	08:00	21,6	16:00	16,0
01:00	103,4	09:00	15,9	17:00	16,0
02:00	90,8	10:00	13,8	18:00	15,9
03:00	195,8	11:00	12,7	19:00	16,8
04:00	212,6	12:00	13,9	20:00	17,4
05:00	151,9	13:00	18,0	21:00	18,4
06:00	67,0	14:00	19,6	22:00	36,0
07:00	38,6	15:00	16,5	23:00	47,4
<i>Datos- Mes: Octubre, Ruta: 0130, Año: 2021, Prog. Inicio: km 20.76, Prog. Fin: km 82.27, Descripción: ACC.A C.TERMAL (D) - INT.R.P.20 (ACC.A VILLAGUAY)</i>					

Domingo					
Hora	Factor Horario	Hora	Factor Horario	Hora	Factor Horario
00:00	42,2	08:00	32,5	16:00	18,5
01:00	72,3	09:00	23,7	17:00	16,0
02:00	75,0	10:00	17,3	18:00	13,2
03:00	133,7	11:00	16,2	19:00	9,7
04:00	111,4	12:00	15,6	20:00	10,6
05:00	160,4	13:00	30,7	21:00	14,4
06:00	121,5	14:00	33,8	22:00	22,3
07:00	54,2	15:00	22,2	23:00	30,7
<i>Datos- Mes: Octubre, Ruta: 0130, Año: 2021, Prog. Inicio: km 20.76, Prog. Fin: km 82.27, Descripción: ACC.A C.TERMAL (D) - INT.R.P.20 (ACC.A VILLAGUAY)</i>					

Debido a que para cada día se tienen tres lecturas por estación, se obtienen por empleo de la metodología explicada anteriormente tres valores de tránsito diario, que en general no coinciden exactamente. Se decide simplemente hacer un promedio aritmético de los tres valores.

En los casos en que el período de conteo no culmina en una hora en punto, el factor de ajuste se obtiene como promedio de los correspondientes a las dos horas en punto más próximas.

Tabla 10| Estudio del tránsito pormenorizado con los valores correspondientes al relevamiento anterior para la estimación del TMDA. Elaboración propia

Día	Ubicación	Franja Horaria	Volumen Horario	Factor de Ajuste	Volumen Horario Individual	Volumen Horario Final
<i>Viernes</i>	<i>Avda Dr. Miguel Zumbo - Paralela Norte</i>	10:00 a 11:00	25	15,1	378	444
		14:00 a 15:00	29	17,4	505	
		18:00 a 19:00	29	15,4	447	
	<i>Ruta Provincial N°39</i>	10:00 a 11:00	218	15,1	3292	3147
		14:00 a 15:00	179	17,4	3115	
		18:00 a 19:00	197	15,4	3034	
<i>Sábado</i>	<i>Avda Dr. Miguel Zumbo - Paralela Norte</i>	10:00 a 11:00	25	12,7	318	462
		14:00 a 15:00	31	16,5	512	
		18:00 a 19:00	33	16,8	555	
	<i>Ruta Provincial N°39</i>	10:00 a 11:00	214	12,7	2718	2995
		14:00 a 15:00	177	16,5	2921	
		18:00 a 19:00	199	16,8	3344	
<i>Domingo</i>	<i>Avda Dr. Miguel Zumbo - Paralela Norte</i>	10:00 a 11:00	32	16,2	519	466
		14:00 a 15:00	29	22,2	644	
		18:00 a 19:00	24	9,7	233	
	<i>Ruta Provincial N°39</i>	10:00 a 11:00	188	16,2	3046	2883
		14:00 a 15:00	168	22,2	3730	
		18:00 a 19:00	193	9,7	1873	

Con el fin de comprobar la validez de la utilización de estos factores, obtenidos a partir de puestos de control en la Ruta Nacional N° 130, en el estudio de tránsito, se presenta el siguiente cuadro, en el cual se muestran en paralelo los valores obtenidos en la tabla anterior junto a los obtenidos por integración de la curva de distribución en el Anexo A.4.

Dado que, en aquel momento, el relevamiento se realizó un día viernes, corresponde compararlo con los equivalentes del nuevo estudio. Teniendo en cuenta también que el relevamiento pormenorizado fue llevado a cabo durante el mes de octubre, mientras que el de estudio se realizó en noviembre, se hace un ajuste empleando los factores mensuales para extrapolar los valores al mes dado.

Tabla 11| Comparación entre el estudio primario y el definitivo. Elaboración propia

Ubicación	Tránsito diario estudio primario	Factor de Ajuste		Tránsito diario equivalente	Tránsito diario estudio definitivo	Error de cálculo
		Octubre	Noviembre			
<i>Avda. Dr. Miguel Zumbo - Paralela Norte</i>	410	0,917	0,902	417	444	6%
<i>Ruta Provincial N°39</i>	3703	0,917	0,902	3765	3147	20%

Como puede apreciarse, el error en las estimaciones del Tránsito Diario (T.D.) de la avenida Dr. Miguel Zumbo es del 6%, y puede concluirse que los factores propuestos por la DNV son válidos para la vía en cuestión, y ya que no hay otra vía de similares características en las cercanías, ni tampoco estudios previos que validen el uso de los mismos, se toman como apropiados los factores propuestos por la D.N.V. para la Ruta Prov. N°39.

Siguiendo con la metodología del Ing. Girardotti, se calcula el Tránsito Medio Diario Semanal (TMDS) con la fórmula presentada anteriormente. Como ya se dijo en su oportunidad, dicha fórmula considera que el tránsito diario es el mismo en todos los días hábiles, y por ende

igual al valor registrado el día viernes. Por ese motivo, en la fórmula el tránsito del día viernes aparece afectado por un 5.

Para mantener la línea conceptual de emplear toda la información posible para expresar las variaciones temporales, se modifica la fórmula presentada por el Ing. Girardotti de modo de expresar el tránsito diario de cada día hábil como porcentaje del tránsito del día viernes. Para ello se emplean otros factores dados por la DNV, que permiten calcular el tránsito medio diario mensual a partir del tránsito de un día cualquiera. Es decir:

$$TMDM = TD_{lunes} * f_{lunes} = TD_{martes} * f_{martes} = \dots = TD_{domingo} * f_{domingo}$$

Por lo que se puede deducir que cada valor del tránsito es el siguiente:

$$TD_{lunes} = TD_{viernes} * (f_{viernes} \div f_{lunes})$$

$$TD_{martes} = TD_{viernes} * (f_{viernes} \div f_{martes})$$

$$TD_{miércoles} = TD_{viernes} * (f_{viernes} \div f_{miércoles})$$

$$TD_{jueves} = TD_{viernes} * (f_{viernes} \div f_{jueves})$$

Los factores de ajuste diarios de la D.N.V. para el estudio definitivo son los presentados en la siguiente tabla para el año 2021.

Tabla 12| Factores diarios para el año 2021, mes de Octubre. Fuente: http://transito.vialidad.gov.ar:8080/SelCE_WEB/variaciones_temporales.html

<i>Día</i>	<i>Factor</i>
Lunes	0,976
Martes	1,024
Miércoles	1,070
Jueves	0,956
Viernes	0,895
Sábado	1,095
Domingo	1,016

El Tránsito Medio Diario Semanal, entonces, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$TMDS = 1/7 * [TD_{vie} * (f_{vie} \div f_{lun} + f_{vie} \div f_{mar} + f_{vie} \div f_{mié} + f_{vie} \div f_{jue} + 1) + TD_{sáb} + TD_{dom}]$$

En la siguiente tabla se muestran los valores del TMDS correspondientes a las dos estaciones en estudio. Asimismo, se obtienen los TMDA multiplicando los valores anteriores por el factor correspondiente al mes de Octubre:

Tabla 13| Valores reales del TMDA circulante en el acceso y en la Ruta Provincial N°39. Elaboración propia

Ubicación	Tránsito Diario del Estudio Primario por factores							Tránsito Medio Diario Semanal	Tránsito Medio Diario Anual
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
Avda. Dr. Miguel Zumbo - Paralela Norte	408	389	372	416	444	462	466	423	388
Ruta Provincial N°39	2886	2751	2633	2947	3147	2995	2883	2892	2652

Para la elaboración del proyecto de pavimentación y mejoramiento del acceso de la Avenida Dr. Miguel Zumbo se debe hacer una estimación del crecimiento del TMDA, de forma de conocer el valor del tránsito que constituirá la demanda de la obra al último año de la vida útil de la misma.

Para hacer dicha estimación se comienza por estudiar el crecimiento del parque automotor.

Datos aportados por el Registro Automotor local y la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad del Automotor y de Créditos Prendarios (DNRPA), permiten construir la tabla contigua, donde se indica el parque automotor al inicio y al final de cada año, así como la cantidad de inscripciones y transferencias registradas. No fue posible obtener información precisa sobre la cantidad de bajas de vehículos, pero mediante conversaciones con personal del Registro se pudo conocer que el número de bajas por desuso es prácticamente despreciable, ya que sólo involucra vehículos totalmente destruidos por accidentes de tránsito, o bien extremadamente antiguos.

En realidad, los datos aportados por las entidades mencionadas anteriormente corresponden a todo el departamento Uruguay, ya que la oficina del Registro tiene jurisdicción departamental, y todos los datos registrados están discriminados por seccional y no por localidad. A falta de mayor información se decide suponer, en virtud de los resultados mostrados, que Herrera concentra el 6% de los valores departamentales (haciendo la suposición implícita de que la relación habitante/vehículo es constante en todo el departamento). Las cantidades ya reducidas de parque automotor, inscripciones y transferencias son las que finalmente se muestran.

Por otra parte, también se incluye la cantidad de habitantes año a año, calculada según la metodología explicada en el Anexo. Se decide calcular el incremento promedio de vehículos por habitante, para luego estimar el incremento año a año en función del valor proyectado de población.

A los fines de este promedio se consideran sólo los años comprendidos del 2014 en adelante. El promedio de vehículos a nivel nacional de acuerdo a la flota vehicular al año 2020,

es de 3 hab/veh, contando con 14.564.842 automotores de toda clase, siendo 82,2% compuesto por automóviles, un 14% de comerciales livianos y 3,8% de comerciales pesados, incluyendo camiones y ómnibus, sin considerar acoplados, remolques, motocicletas, maquinaria vial o agrícola.

Tabla 14| Estimación del parque automotor de acuerdo a la DNRPA. Fuentes citadas en el cuadro

Año	Parque Automotor Depto. Uruguay - Supuesto de Herrera (6% del total departamental sin Basavilbaso)					Población Herrera (Tasas Geométricas Decrecientes)	Hab/veh	Incremento por habitante (Final - Inicial) respecto de la población
	Inicial	Inscripciones	Transferencia Entrante (De Ene a Jul)	Transferencia Saliente (De Ago a Dic)	Final			
2014	412	13	27	20	432	1854	4,29	0,0108
2015	432	12	31	25	450	1876	4,17	0,0096
2016	450	15	25	23	467	1899	4,07	0,0090
2017	467	17	29	25	488	1922	3,94	0,0109
2018	488	13	30	19	512	1945	3,80	0,0123
2019	512	8	29	24	525	1968	3,75	0,0066
2020	525	6	29	26	534	1992	3,73	0,0045
2021	534	9	31	27	547	2015	3,68	0,0065
2022	547	7	34	23	565	2040	3,61	0,0088
Promedio							3,89	0,0088
Promedio nacional = 3 hab/veh. Fuente: https://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/estadisticas/rsss_tramites/tram_prov.php?origen=portal_dnrpa&tipo_consulta=transferencias , https://www.dnrpa.gov.ar/portal_dnrpa/estadisticas/rsss_tramites/tram_prov.php?origen=portal_dnrpa&tipo_consulta=inscripciones y DNRPA Concepción del Uruguay N°3, que cuenta con los vehículos del departamento a excepción de Concepción del Uruguay y Basavilbaso								

Con el valor promedio de incremento por habitante (el incremento es entendido como la suma de inscripciones iniciales de vehículos cero kilómetros y de transferencias de vehículos que se suman a la ciudad, descontando las transferencias de vehículos que se van de la ciudad), y teniendo en cuenta que, a partir de los resultados de la proyección demográfica presentada en el anexo, se puede estimar la variación de vehículos por año.

Partiendo del valor conocido del parque automotor a fines del año 2022, entonces pueden proyectarse los vehículos año a año para conocer la flota total circulante.

En la siguiente tabla se muestran los resultados para cada año del período de vida útil. Nótese que se calcula también la tasa de crecimiento, y que ésta va disminuyendo lenta pero gradualmente con el paso del tiempo, mientras que la densidad de vehículos pasa de un vehículo cada 3,53 habitantes en el 2023 a un vehículo cada 2,42 habitantes en el año 2050.

Tabla 15| Estimación del crecimiento del parque automotor, número de vehículos circulantes en Herrera y cantidad de habitantes por vehículo. Elaboración propia

Año	Parque automotor				Población por tasas geométricas	hab/vehículos
	Inicial	Incremento	Final	Crecimiento		
2023	565	19	584	3,25%	2064	3,53
2024	584	19	603	3,15%	2089	3,46
2025	603	19	622	3,05%	2114	3,40
2026	622	19	641	2,96%	2139	3,34
2027	641	20	661	3,03%	2165	3,28
2028	661	20	681	2,94%	2191	3,22
2029	681	20	701	2,85%	2217	3,16
2030	701	20	721	2,77%	2244	3,11
2031	721	20	741	2,70%	2271	3,06
2032	741	21	762	2,76%	2298	3,02
2033	762	21	783	2,68%	2326	2,97
2034	783	21	804	2,61%	2354	2,93
2035	804	21	825	2,55%	2382	2,89
2036	825	22	847	2,60%	2411	2,85
2037	847	22	869	2,53%	2440	2,81
2038	869	22	891	2,47%	2469	2,77
2039	891	22	913	2,41%	2498	2,74
2040	913	23	936	2,46%	2528	2,70
2041	936	23	959	2,40%	2559	2,67
2042	959	23	982	2,34%	2590	2,64
2043	982	24	1006	2,39%	2621	2,61
2044	1006	24	1030	2,33%	2652	2,57
2045	1030	24	1054	2,28%	2684	2,55
2046	1054	24	1078	2,23%	2716	2,52
2047	1078	25	1103	2,27%	2749	2,49
2048	1103	25	1128	2,22%	2782	2,47
2049	1128	25	1153	2,17%	2815	2,44
2050	1153	26	1179	2,21%	2849	2,42

Se ha calculado la tasa promedio de crecimiento del parque automotor a lo largo del período de la vida útil. Es lógico suponer que, si el número de vehículos crece a ese ritmo, también se incrementará en la misma medida el tránsito medio de toda la ciudad.

El número de vehículos incrementales se calcula como el valor obtenido por el promedio calculado anteriormente para la flota, multiplicado por el total de habitantes proyectados. Los vehículos finales resultan de sumar los incrementos a la flota inicial año a año, y se calcula la variación vehicular de inicio a fin para conocer cuál es el porcentaje de aumento.

El promedio incremental de tránsito, entonces, sabiendo que responde al Parque Automotor, entonces considerando tasas de crecimiento constantes a lo largo del tiempo, entonces, el valor del TMDA al año n se calcula mediante la siguiente fórmula de interés compuesto:

$$TMDA_n = TMDA \cdot (1+i)^{n-n_0}$$

Donde i es la tasa de crecimiento y n_0 es el año que se toma como base para el cálculo. Tomando como base el valor del TMDA conocido, correspondiente al año 2023, y considerando como el final del período de estudio el año 2050.

Entonces, la Avenida Dr. Miguel Zumbo tiene el siguiente incremento en tránsito:

$$\text{TMDA}_{\text{zumbo}} = 388 \text{ veh/día} * (1 + 0,0259)^{2050-2023} = 774 \text{ veh/día}$$

4.2.1.4 Índice de servicio y capacidad de la Avenida Dr. Miguel Zumbo actual

El concepto de capacidad se refiere al *“máximo flujo horario al que razonablemente se puede esperar que los vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de carretera durante un período de tiempo dado sometido a las condiciones prevalecientes de la misma, la circulación y los sistemas de control.”*

Otro concepto fundamental para determinar la funcionalidad de la carretera es el de niveles de servicio, el cual utiliza medidas cualitativas que caracterizan tanto las condiciones de explotación del tráfico vial como de su percepción por los conductores y pasajeros. La descripción de los niveles de servicio individuales caracteriza estas condiciones en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación y el confort y la conveniencia.

El concepto cualitativo, desde NDS A hasta NDS F, que caracteriza aceptables grados de congestión según la perciben los conductores. La Capacidad se define como las condiciones del NDS E. Esto mismo lo define la D.N.V.

Tabla 16| Niveles de servicio contemplados por el Manual de la D.N.V. del año 2010. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C1)

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>Descripción</i>
A	Representa flujo libre. Los usuarios individuales están virtualmente desahogados de la presencia de otros en la corriente de tránsito. Es extremadamente alta la libertad de seleccionar las velocidades deseadas y de maniobrar en la corriente de tránsito. Es excelente el nivel general de comodidad y conveniencia provisto al conductor, pasajeros o peatones.
B	Rango de flujo estable, pero comienza a notarse la presencia de otros usuarios en la corriente de tránsito. La libertad para seleccionar las velocidades deseadas está relativamente desahogada, pero hay una ligera declinación para maniobrar. El nivel de libertad y conveniencia es algo menor que en el NDS A por la presencia de otros comienza a afectar el comportamiento individual.
C	Rango de flujo estable, pero marca el comienzo del rango de flujo en el cual la operación de los usuarios individuales se vuelve significativamente afectada por las interacciones con otros en la corriente de tránsito. La selección de la velocidad se ve afectada ahora por la presencia de otros y las maniobras en la corriente de tránsito requieren sustancial vigilancia por parte del usuario. El nivel general de comodidad y conveniencia declina notablemente en ese nivel.
D	Representa alta densidad, pero flujo estable. La velocidad y la libertad de maniobra están fuertemente restringidas, y generalmente el conductor o peatón experimenta un pobre nivel de comodidad y conveniencia. En general, pequeños incrementos en el flujo de tránsito causarán problemas operacionales en este nivel.
E	Representa las condiciones de operación en, o cerca, del nivel capacidad . Todas las velocidades se reducen a un valor bajo, pero relativamente uniforme. Los niveles de comodidad y conveniencia son extremadamente pobres, y la frustración de conductores o peatones es extremadamente alta. Las operaciones en este nivel son inestables, dado que a pequeños incrementos en el flujo o perturbaciones menores en el tránsito causarán atascos.
F	Suele definirse como flujo forzado o de atasco. Esta condición existe dondequiera la cantidad de tránsito que llega a un punto excede la cantidad que atraviesa el punto. Se forman colas detrás de tales lugares. Las operaciones en la cola se caracterizan por olas de parar-y-seguir, y son extremadamente inestables. No obstante, es el punto en el cual el flujo de llegada supera el flujo de descarga lo que causa la formación de la cola, y el nivel de servicio F es una designación adecuada para tales puntos.

Para ello se emplea la metodología descrita en el Manual de Capacidad de Carreteras, con aportes propios del Manual de Cálculo de la D.N.V, el cual ha basado su obra en el mismo.

El volumen horario es un cierto valor de intensidad horaria de tránsito, tal que estadísticamente es superado durante sólo un número conocido de horas al año. Se calcula numéricamente como un porcentaje del TMDA (aunque la unidad cambia de vehículos por día a vehículos por hora), porcentaje que se da en función del número de horas previstas. A menor cantidad de horas, significa que el volumen horario será superado menor cantidad de veces, y por lo tanto el porcentaje es mayor para poder cubrir mayor rango de intensidades.

En la Argentina es habitual considerar para el proyecto de obras viales la hora 30, a la cual corresponde un porcentaje del 12%. Esto significa que sólo durante 30 horas al año la intensidad del tránsito será mayor que el volumen horario, según la D.N.V.

El volumen horario que corresponde al tránsito actual es entonces:

$$\text{VHD} = 0,12 * \text{TMDA} = 0,12 * 388 \text{ veh/día} = 47 \text{ veh/h}$$

Se procede ahora a calcular el flujo vehicular, que es el cociente entre el volumen horario calculado precedentemente y el factor de hora pico representativo de la sección en estudio. A partir de los datos recabados durante el estudio de tránsito, se obtiene el valor del

factor de hora pico como promedio de los 9 valores registrados durante el conteo, resultando ser de 0,85.

Por lo tanto el flujo vehicular es:

$$\mathbf{FHD = VHD \div FHP = 47 \text{ veh/h} \div 0,85 = 56 \text{ veh/h}}$$

Efectuando los mismos cálculos sobre la Ruta Provincial N°39 para tener idea de sus cambios, entonces:

$$\mathbf{VHD = 0,12 * TMDA = 0,12 * 2.652 \text{ veh/día} = 319 \text{ veh/h}}$$

$$\mathbf{FHD = VHD \div FHP = 319 \text{ veh/h} \div 0,90 = 355 \text{ veh/h}}$$

El cálculo que sigue se efectúa para determinar qué Nivel de Servicio es capaz de satisfacer la Avenida Dr. Zumbo (sin considerar la colectora), si se encuentra demandada por una intensidad de tránsito igual al flujo vehicular calculado, dadas las condiciones longitudinales (porcentaje de zona de no sobrepaso), transversales (ancho de carriles y de banquetas) y de tránsito (reparto por sentidos, distribución del tránsito, etc.).

Para ello se hace el análisis de tramos generales del mencionado Manual de Capacidad de Carreteras, incorporado por la Dirección Nacional de Vialidad, el cual parte de la base de una capacidad de 2800 veh/hora para una carretera con las siguientes condiciones ideales:

- Velocidad directriz igual o mayor de 96 km/h
- Anchuras de carril iguales o superiores a 3,60 metros
- Banquetas de anchura igual o superior a 1,80 metros
- Inexistencia de tramos con imposibilidad de adelantamiento
- Todos los vehículos son ligeros
- Reparto 50/50 del tráfico según los sentidos de circulación
- Ninguna restricción al tráfico principal debida a algún tipo de control o a
- vehículos que giren
- Terreno llano

Siendo algunas de las características de la vía analizada diferentes a las ideales, la capacidad se ve disminuida notablemente en función de los parámetros anteriormente mencionados. La fórmula general que define los flujos vehiculares límites para cada nivel de servicio es la siguiente:

$$\mathbf{IS_i = 2800 \text{ veh/h} * (I/C)_i * f_R * f_A * f_{VP}}$$

Donde:

1. $(I/C)_i$ (relación intensidad capacidad del nivel i): es la relación entre la tasa de flujo de demanda y la capacidad de una vía de tránsito, ésta depende de dos factores fundamentales, el porcentaje de la zona de no sobrepaso y la topografía (en este caso, terreno llano).
2. f_R (factor de reparto por sentidos en carriles de rampas singulares): a partir del reparto del tránsito en los carriles del camino analizado.
3. f_A (factor para el efecto combinado de la anchura de los carriles y arcenes)
4. f_{VP} (factor de ajuste por vehículos pesados)

Para el valor de I/C , se tiene la siguiente tabla, para una zona de no sobrepaso de aproximadamente un 60% para la Ruta Provincial N°39 y del 100% para la Avda. Dr. Miguel Zumbo, y un terreno muy llano donde las rampas no superan el 2%.

TABLA 1
NIVELES DE SERVICIOS PARA TRAMOS DE CARRETERAS DE 2 CARRILES DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS NORMALES

NS	% DEM. EN TIEM.	RELACION I/C																				
		TERRENO LLANO						TERRENO ONDULADO						TERRENO MONTAÑOSO								
		Vm	% PROHIBIDO ADELANTAR						Vm	% PROHIBIDO ADELANTAR						Vm	% PROHIBIDO ADELANTAR					
	0	20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100		
A	< 30	> 93	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	> 91	0,15	0,1	0,07	0,05	0,04	0,03	> 90	0,14	0,09	0,07	0,04	0,02	0,01
B	< 45	> 88	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	> 86	0,26	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	> 86	0,25	0,2	0,16	0,13	0,12	0,1
C	< 60	> 83	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32	> 82	0,42	0,39	0,35	0,32	0,3	0,28	> 78	0,39	0,33	0,28	0,23	0,2	0,16
D	< 75	> 80	0,64	0,62	0,6	0,59	0,58	0,57	> 78	0,62	0,57	0,52	0,48	0,46	0,43	> 70	0,58	0,5	0,45	0,4	0,37	0,33
E	> 75	> 72	1	1	1	1	1	1	> 64	0,97	0,94	0,92	0,91	0,9	0,9	> 56	0,91	0,87	0,84	0,82	0,8	0,78
F	100	< 72	-	-	-	-	-	-	< 64	-	-	-	-	-	-	< 56	-	-	-	-	-	-

Figura 69| Tabla 1 de determinación de niveles de servicio de acuerdo al % de zona de no sobrepaso y a las condiciones del terreno

El promedio de reparto por sentido es de un 50/50 en la Ruta Provincial N°39 (48,39% y 51,61%), y en la Avda. Dr. Miguel Zumbo (49,36% y 50,64% en este último). La tabla usada es de:

TABLA 4
FACTORES DE AJUSTE DEL REPARTO POR SENTIDOS EN TRAMOS DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS NORMALES

REPARTO POR SENTIDOS	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50
FACTOR DE AJUSTE f_R	0,71	0,75	0,83	0,89	0,94	1,00

Figura 70| Tabla 4 de determinación de factor de ajuste por reparto por sentidos

El factor de ajuste por ancho de carriles y banquetas se obtiene de la siguiente tabla, donde el ancho de los carriles de la avenida Dr. Zumbo es de 3,60m, pero para ingresar a la tabla, porque éste es el máximo ancho contemplado en la tabla. Estimando además el ancho de banquetas en 1,20m en la Avenida y de 1,80m en la Ruta, se obtienen los factores correspondientes:

TABLA 5

FACTORES DE AJUSTE POR EL EFECTO COMBINADO DE LA ANCHURA DE LOS CARRILES f_A									
ANCHURA UTIL DE LA BANQUINA	CARRILES 3,60		CARRILES 3,30		CARRILES 3,00		CARRILES 2,70		
	NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO		
	A-D	E	A-D	E	A-D	E	A-D	E	
1,80	1,00	1,00	0,93	0,94	0,84	0,87	0,70	0,76	
1,20	0,92	0,97	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74	
0,60	0,81	0,93	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,70	
0,00	0,70	0,88	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66	

Figura 71| Tabla 5 de factor de ajuste por ancho de carril y ancho de banquina

Resta finalmente calcular el factor de ajuste por presencia de vehículos pesados, cuya expresión es:

$$f_{VP} = 1 \div [1 + P_C(E_C - 1) + P_R(E_R - 1) + P_O(E_O - 1)]$$

P_C , P_R y P_O son las proporciones de camiones, vehículos de recreo y ómnibus, respectivamente, que existen en la corriente vehicular, expresadas en tanto por uno.

E_C , E_R y E_O son factores que utiliza el método para relacionar los vehículos pesados con los vehículos ligeros, llamados “equivalentes en vehículos ligeros”. Estos valores dependen del tipo de terreno, obteniéndose el respectivo valor para cada nivel de servicio. Para el caso en cuestión, con terreno llano, se tienen los valores mostrados en la Tabla:

Para el cálculo de las proporciones de cada vehículo en el tránsito total se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los vehículos de recreo fueron casi nulos, por lo que no se consideraron como tales, asemejándolos a vehículos ligeros. Los vehículos englobados en esta categoría son motorhomes, camionetas familiares para viajes a largas distancias, buses modificados, y flotas de vehículos similares
- Los valores correspondientes a los relevamientos considerados son similares, por lo cual se optó por realizar promedio aritmético sin ponderar en función del volumen.
- Hay valores diferentes en consideración para la Ruta Provincial N°39 y la Avenida Dr. Miguel Zumbo, como ya se estaba trabajando en los puntos anteriores

TABLA 6

EQUIVALENTES EN VEHICULOS LIGEROS DE CAMIONES, VEHICULOS DE RECREO Y AUTOBUSES PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES EN TRAMOS DE CONDICIONES GEOMETRICAS NORMALES				
TIPO DE VEHICULO	NIVEL DE SERVICIO	TIPO DE TERRENO		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
CAMIONES E_C	A	2,0	4,0	7,0
	B y C	2,2	5,0	10,0
	D y E	2,0	5,0	12,0
VEHICULOS RECREO E_R	A	2,2	3,2	5,0
	B y C	2,5	3,9	5,2
	D y E	1,6	3,3	5,2
AUTOBUSES E_B	A	1,8	3,0	5,7
	B y C	2,0	3,4	6,0
	D y E	1,6	2,9	6,5

Figura 72| Tabla 6 de ponderación para camiones, ómnibus y vehículos de recreo de acuerdo al tipo de terreno y nivel de servicio

De las consideraciones expuestas resulta que para el cálculo de la proporción de camiones se promediaron las 9 lecturas correspondientes, obteniéndose una proporción del 35,52% en la Avenida y del 22,83% en la Ruta.

Por otro lado, para el cálculo de la proporción de ómnibus se promediaron las 9 lecturas correspondientes a los tres días en la Ruta Provincial N°39, obteniéndose una proporción del 0,67%.

Reemplazando en la ecuación dada anteriormente, se pueden obtener los valores del factor de ajuste por presencia de vehículos pesados para cada Nivel de Servicio:

Tabla 17| Cálculo del FVP de acuerdo a las normas de la D.N.V. Elaboración propia

Avenida Dr. Miguel Zumbo	
Nivel de servicio	Fvp
A	0,738
B	0,701
C	0,701
D	0,738
E	0,738
Ruta Provincial N°39	
Nivel de servicio	Fvp
A	0,811
B	0,781
C	0,781
D	0,811
E	0,811

Reemplazando ahora los valores de todos los factores de ajuste y de la relación I/C en la fórmula general, pueden conocerse las intensidades máximas que puede sostener la avenida Dr. Miguel Zumbo en cada Nivel de Servicio, y también en la Ruta Provincial N°39.

Tabla 18| Vehículos por hora de acuerdo al nivel de servicio y la metodología propuesta. Elaboración propia

Avenida Dr. Miguel Zumbo					
Nivel de Servicio	I/C	FR	FA	FVP	Total de veh/h
A	0,04	1,00	0,92	0,738	77
B	0,16	1,00	0,92	0,701	289
C	0,32	1,00	0,92	0,701	578
D	0,57	1,00	0,92	0,738	1084
E	1,00	1,00	0,97	0,738	2005
F	-	-	-	-	-
Ruta Provincial N°39					
Nivel de Servicio	I/C	FR	FA	FVP	Total de veh/h
A	0,07	1,00	1,00	0,811	159
B	0,19	1,00	1,00	0,781	416
C	0,24	1,00	1,00	0,781	525
D	0,59	1,00	1,00	0,811	1341
E	1,00	1,00	1,00	0,811	2273
F	-	-	-	-	-

Como se puede ver claramente, el flujo vehicular existente en la actualidad y calculado, es de 56 vehículos por hora, implica un Nivel de Servicio A en la Avenida Dr. Miguel Zumbo, puesto que está por debajo de los 77 vehículos por hora que es capaz de satisfacer la vía en Nivel de Servicio A.

En cuanto a lo de la Ruta Provincial N°39, el Nivel de Servicio es el B ya que los 355 vehículos por hora dados son menores a los 416 vehículos hora propuestos para ese índice de servicio.

Por último, queda el cálculo del margen de capacidad tiene por finalidad determinar el tiempo en el que, de no hacerse ningún tipo de modificación en la vía en estudio, el incremento del flujo vehicular llegue al punto en que la vía pierda la capacidad de brindar un Nivel de Servicio E.

En otras palabras, el momento en el que independientemente de los defectos estructurales del camino, el tránsito del camino se hace tan alto que exige una remodelación o reconstrucción para poder seguir manteniendo una circulación fluida.

Básicamente, consiste en determinar el momento en el que el flujo vehicular excede los 2.005 vehículos por hora, valor que se puede observar en la tabla anterior como la máxima intensidad que la vía puede soportar en el Nivel de Servicio E en la ciudad de Herrera, y de 2.273 vehículos por hora en la ruta.

Haciendo el proceso inverso al empleado en el punto anterior, se determina el volumen horario:

$$Q_{\text{Zumbo}} = IS * FHP = 2.005 \text{ veh/h} * 0,85 = 1.705 \text{ veh/h}$$

$$Q_{RP39} = IS * FHP = 2.273 \text{ veh/h} * 0,90 = 2.046 \text{ veh/h}$$

Y el TMDA:

$$TMDA_{Zumbo} = Q_{Zumbo} \div 0,12 = 14.209 \text{ veh/día}$$

$$TMDA_{RP39} = Q_{RP39} \div 0,12 = 17.050 \text{ veh/día}$$

Ahora se emplea en forma inversa la fórmula de interés compuesto, para obtener el año en el que la vía alcanzará su capacidad:

$$TMDA_n - Zumbo = TMDA_{n0} - Zumbo * (1+i)^{n-n0}$$

$$n = n0 + \log_{1+i}(TMDA_n - Zumbo \div TMDA_{n0} - Zumbo)$$

$$n = 2023 + \log_{1+0,0259}(14.209 \text{ veh/día} \div 388 \text{ veh/día})$$

$$n = 2163$$

Como puede verse, de no hacerse ningún tipo de modificación a la Avenida Dr. Miguel Zumbo, ésta alcanzaría su capacidad en el año 2136. Repitiendo para la Ruta Provincial N°39:

$$TMDA_n - RP39 = TMDA_{n0} - RP39 * (1+i)^{n-n0}$$

$$n = n0 + \log_{1+i}(TMDA_n - RP39 \div TMDA_{n0} - RP39)$$

$$n = 2023 + \log_{1+0,0259}(17.050 \text{ veh/día} \div 2.652 \text{ veh/día})$$

$$n = 2095$$

5 ANTEPROYECTOS

5.1 Anteproyecto N°1: mejora y rediseño del acceso por Avda. Dr. Miguel Zumbo

En el próximo subcapítulo se desarrollará el diseño, cálculo y verificación del acceso por la Avenida Dr. Miguel Zumbo y su intersección con la Paralela Norte, que es una calle colectoras que circula precisamente en ese sentido sobre la Ruta Provincial N°39. A su vez, se tratarán de introducir mejoras para permitir un flujo vehicular natural desde la misma hacia el interior de la ciudad de Herrera, permitiendo que así los automovilistas se sientan atraídos al núcleo urbano, y a su vez, cree una arteria nueva de trabajo desde el interior de la ciudad al resto del departamento.

5.1.1 Condicionantes externos

Comenzando con aquellos condicionantes que hacen de este acceso algo particular, se tienen dos puntos importantes: el primero, es que actualmente funciona como un pseudo tránsito pesado, donde circulan en su mayoría camiones o máquinas agrícolas que se trasladan hacia la ruta o que se movilizan sobre el límite de la ciudad puesto que se encuentran gran cantidad de galpones que sirven de acopio o de resguardo de los mismos. En su mayoría, las personas eligen la avenida para evitar los limitadores de altura del acceso principal, ya que el pasaje de vehículos con una altura superior a 2,50 metros está prohibido

A su vez, al tener un flujo vehicular principalmente de automóviles por el acceso de Avenida Los Inmigrantes, todos los vehículos de gran porte deben desviarse para salir y entrar por alguna calle que sirva de comunicación directa a la Ruta 39, de manera de provocar la circulación de mercaderías y de productos desde y hacia la ciudad misma.

Geoméricamente, una condicionante son las viviendas ubicadas alrededor de la avenida, que define un elemento fijo: la línea de vereda, y el fin de la calzada. Además, hay postes de energía eléctrica y telefonía, ambos ubicados sobre el espacio de la vereda. Todo esto condiciona planiméricamente el diseño del pavimento, ya que no se pueden desviar los ejes de ambas manos más que lo que permiten los espacios verdes laterales. Sin embargo, esto no reviste demasiada importancia puesto que no es necesario desviarse tanto de su posición

original, y las obras de arte cerca de la Ruta Provincial N°39 si bien dificultan un poco la labor, no resulta en un limitante severo.

Lo que sí constituye un limitante de gran importancia son los umbrales de los locales colindantes, que afectan el diseño altimétrico de la vía. Si bien el drenaje no es deficiente, no se cuenta con obras de canalización de las aguas, y se quiere asegurar una buena circulación móvil sin anegamientos o problemas para el tránsito, en dónde influyen las pendientes longitudinales del terreno, cuya modificación es una limitante.

Otro condicionante, es el hecho de que administrativamente ya se ha resuelto que esta obra se encarará como obra complementaria a la Ruta Provincial N°39, por lo que debe ser aprobada y financiada por la Dirección Provincial de Vialidad (en parte, a su vez de ser sustentada por el Municipio en su conjunto).

Para todos los casos, se propondrán ciertas alternativas para el pavimentado y la circulación correspondientes, contrastando con la actual para elegir la más óptimo en costos o en utilidad, como a su vez, la proposición de ese paquete estructural final como óptimo en cuanto a soporte de tránsito se haya previsto.

5.1.2 Datos de partida

Independientemente de los condicionantes externos, en todo proyecto se deben definir condicionantes propios, o valores previstos de proyecto para determinados parámetros que influyen en el diseño y cálculo de la obra en cuestión.

En este caso, los datos de partida principales a definir son la vida útil, la velocidad directriz, el nivel de servicio deseado para el final de la vida útil, y el comportamiento de la vía respecto del tránsito pesado.

1. **Vida útil:** dada la importancia del acceso, la magnitud de la obra y los inconvenientes que genera a la ciudad el tener total o parcialmente interrumpido el tránsito de un acceso usado como tránsito pesado, se prevé una vida útil de 25 años, comenzando las obras en 2023, y tomando ese año como el de partida, y finalizando su vida útil en 2048.
2. **Velocidad directriz:** Pese a su condición de acceso principal desde la Ruta Provincial N°39, la Avenida Dr. Zumbo se encuadra precisamente como una avenida de entorno urbano en igualdad de condiciones (en relación a las leyes de tránsito vigentes) a cualquier otra avenida de la ciudad. Como tal, la velocidad

máxima permitida por las ordenanzas municipales es de 60 km/h. Por lo tanto, se establece una velocidad directriz de 60 km/h para todos los aspectos relacionados con el proyecto de la vía.

Sin embargo, para la vía en cuestión, por más que se la tome como avenida, no cuenta con isletas internas y en ella circula tránsito pesado, por lo que la velocidad directriz puede bajarse a 40 km/h por tratarse de una calle, de acuerdo al art. 51 de la Ley de Tránsito N°24.449

3. **Nivel de servicio:** dadas las condiciones presentadas por el relevamiento anterior, con un nivel de servicio dado en A, la idea es poder mantener este mismo hasta un nivel B al final de su vida útil, siendo favorable para el usuario en todo sentido.
4. **Tránsito pesado:** dadas las costumbres presentadas por la ciudad de Herrera, el uso propuesto por los trabajadores y las personas, se decide diseñar toda la extensión de la Avenida hasta la confluencia con la avenida Dr. Aldo Papa para soportar la circulación de vehículos pesados a lo largo de todo el período de vida útil.

5.1.3 Memoria Técnico - Descriptiva de diseño

A partir del análisis detallado del anteproyecto en cuanto al progreso vehicular, el ingreso total de autos nuevos en términos diarios, la confluencia vehicular y los niveles de servicio actuales, a futuro y el colapso de vía para los años dados, se continúa el cálculo y rediseño del acceso por Avda. Dr. Miguel Zumbo, de forma tal que el diseño constituya una mejora no sólo en términos viales, sino en términos urbanísticos y de seguridad para los usuarios de las vías.

En los siguientes apartados se mencionan y describen los criterios generales adoptados para el diseño de los diferentes elementos de la obra.

5.1.3.1 Generalidades de diseño y selección de elementos de diseño

5.1.3.1.1 Generalidades del diseño

Es necesaria la reconstrucción del acceso en cuanto este se encuentra en la unión del camino de ripio de de la avenida con el pavimento flexible de la Ruta Provincial N°39, más aún

considerando que se encuentran los cordones cuneta ejecutados en gran parte de la Avenida por las obras de desagües cloacales y pluviales realizadas en el año 2021.

Aun así, no sólo es necesaria su reconstrucción, sino su demolición y su cambio para permitir un paso seguro de los vehículos que circulan, ya que se observa ingreso y egreso de cantidad de vehículos pesados.

A su vez el eje de calle y el acceso debe de extenderse hasta la unión próxima con la Avenida Dr. Aldo Papa, ya que es la primera en su trayecto con la cuál puede empalmar.

Con el nuevo diseño se continuaría el trazado de calle tal como está actualmente, lo que cambiaría es la instalación de un derivador de acceso, que a su vez sirve como regulador del tránsito y para evitar puntos de conflicto directo por el ingreso de vehículos, que incluiría obras de glorietas y un tercer carril a tal fin.

A su vez, se programarían movimientos de suelos para la ejecución del paquete estructural soporte, que sirva como para vehículos de gran porte, sin quitarle jerarquía al acceso actual por Avenida Los Inmigrantes.

5.1.3.1.2 Vehículos de diseño y vehículo adoptado

Las características físicas de los vehículos y las proporciones de los diversos tamaños de vehículos que circulan en un camino son controles positivos del diseño, y definen varios elementos del diseño geométrico como ser: intersecciones, anchos de calzada, anchos de carriles auxiliares, configuraciones de accesos y aplicaciones especializadas tales como vías para camiones.

Es necesario identificar todos los tipos de vehículos que probablemente usen el camino, establecer agrupamientos de clases generales, y seleccionar hipotéticos vehículos de diseño representativos en cada clase de diseño. Las dimensiones usadas para definir los vehículos de diseño no son las medias o máximas, ni son las dimensiones de los límites legales. Típicamente son el 85 o 15 percentil de cualquier dimensión dada, por lo cual, los vehículos de diseño son vehículos hipotéticos seleccionados para representar una clase de vehículo particular.

El rango de vehículos tipo y sus características de operación pueden variar significativamente entre diversos proyectos. Las regulaciones de los tamaños de los vehículos tuvieron sustanciales revisiones como respuesta a las modificaciones del parque automotor: camiones más grandes, y vehículos utilitarios recreacionales.

La norma utiliza los siguientes vehículos representativos de cada clase, extraídos de AASHTO 2004:

- Vehículos de pasajeros:
 - Vehículo liviano de pasajeros (P)
- Ómnibus:
 - Ómnibus interurbano (BUS-14)
 - Ómnibus urbano (CITY-BUS)
- Camiones:
 - Camión de unidad simple (SU)
 - Camión semirremolque mediano (WB-12)
 - Camión semirremolque grande (WB-15)
 - Camión semirremolque especial (WB-19)
- Vehículos recreacionales:
 - Casa rodante (MH)
 - Coche y remolque caravana (P/T)
 - Coche y remolque bote (P/B)

Las dimensiones de los vehículos representativos se dan en la Tabla siguiente:

Tabla 19| Dimensiones estándar de los vehículos de diseño. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Vehículo representativo	Dimensiones de los vehículos (m)		
	Altura	Ancho	Longitud
Vehículo de pasajeros (P)	1,3	2,1	5,8
Ómnibus interurbano (BUS-14)	3,7	2,6	13,7
Ómnibus urbano (CITY-BUS)	3,2	2,6	12,2
Camión unidad simple (SU)	4,1	2,4	9,2
Camión semirremolque (WB-12)	4,1	2,4	13,9
Camión semirremolque (WB-15)*	4,1	2,6	16,8
Camión semirremolque (WB-19)	4,1	2,6	20,9
Casa rodante (MH)	3,7	2,4	9,2
Coche y remolque caravana (P/T)	3,1	2,4	14,8
Coche y remolque bote (P/B)	-	2,4	12,8

El tamaño y maniobrabilidad de los vehículos es un factor que gobierna el diseño de las intersecciones, particularmente en soluciones canalizadas.

Al seleccionar un vehículo, el proyectista debe evaluar cuidadosamente la composición del tránsito. Por ejemplo, si el tránsito que gira es casi todo de vehículos de pasajeros, puede resultar muy costoso diseñar para camiones grandes. Sin embargo, el diseño

debe permitir que un camión grande ocasional gire mediante la ampliación de la curva y la invasión sobre otros carriles, sin molestar significativamente al tránsito.

Como mínimo, se utilizarán los siguientes vehículos tipo:

- WB-15 en todas las intersecciones sobre rutas nacionales, sea con otras rutas nacionales, con rutas provinciales y accesos a localidades (admitiendo su circulación con espacios laterales algo reducidos).
- SU: en intersecciones entre caminos locales de muy poco tránsito.

Dadas las características actuales del tránsito, se hace imperioso que se utilice el modelo de camión WB-15, en primer lugar, por la gran presencia de vehículos pesados que circulan por la Avda. Dr. Miguel Zumbo, y en segunda, por el pasaje de una ruta provincial a una ciudad, en el cual las velocidades de ingreso varían notablemente.

Las dimensiones principales que afectan el diseño son el radio mínimo de giro, el ancho de la huella, la distancia entre ejes, y la trayectoria del neumático interior trasero. Los límites de las trayectorias de giro de los vehículos de diseño al realizar los giros más cerrados, están establecidos por la traza de la saliente frontal y la trayectoria de la rueda interior trasera. Este giro supone que la rueda frontal exterior sigue un arco circular, definiendo el radio de giro mínimo según es determinado por el mecanismo de manejo del vehículo.

El radio mínimo de giro y las longitudes de transición mostradas corresponden a giros realizados a 15 km/h de velocidad. Las velocidades más altas alargan las curvas de transición y requieren radios mayores que los mínimos.

Las dimensiones de los giros mostradas han sido deducidas mediante el uso de modelos a escala y trazados por computadora para los vehículos tipo indicados.

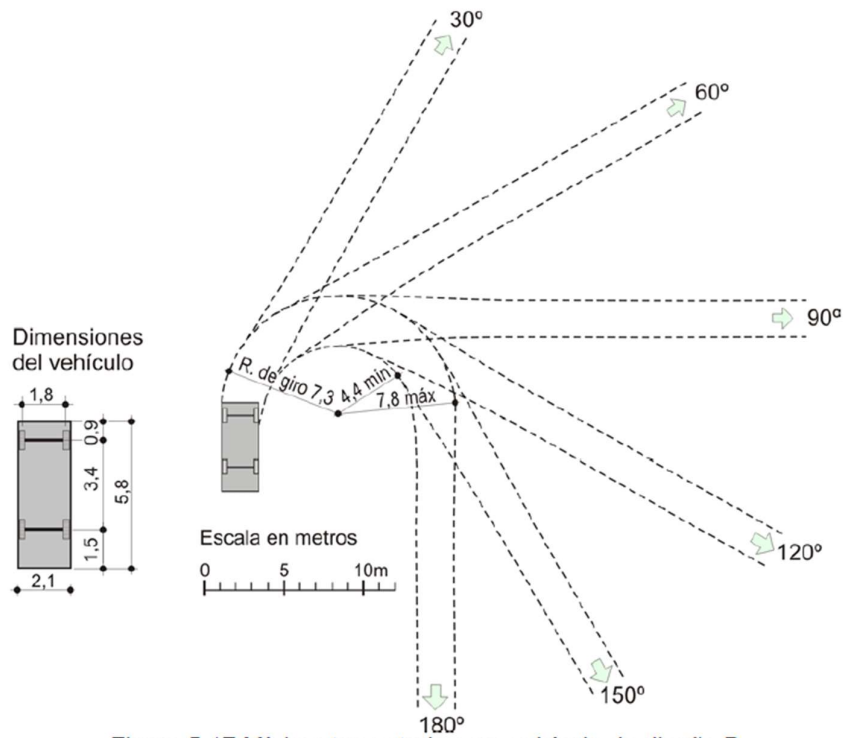


Figura 5.17 Mínima trayectoria para vehículo de diseño P

Figura 73| Trayectoria de giro mínima del vehículo de diseño P. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

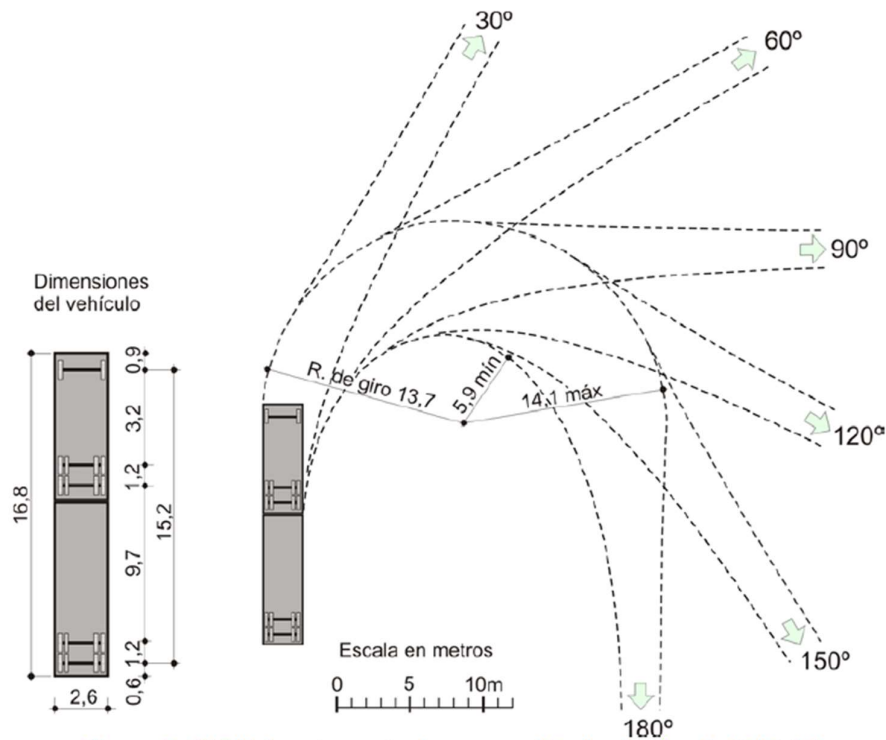


Figura 5.22 Mínima trayectoria para vehículo de diseño WB-15

Figura 74| Trayectorias de giro del vehículo de diseño WB-15. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Tabla 5.8 Mínimos radios de giro para vehículos tipo

Tipo de vehículo de diseño	Símbolo	Radio mínimo de giro de diseño m	Radio mínimo interior m
Vehículo de pasajeros	P	7,3	4,2
Camión de unidad simple	SU	12,8	8,5
Ómnibus urbano	CITY-BUS	11,6	7,4
Ómnibus interurbano	BUS-14	12,8	7,8
Combinación de camiones			
Semirremolque mediano	WB - 12	12,2	5,7
Semirremolque grande	WB - 15	13,7	5,8
Semirremolque especial	WB - 19	13,7	2,8
Vehículo de recreación			
Casa rodante	MH	12,2	7,9
Coche y remolque caravana	P/T	7,3	0,6

Tabla 20| Tipo de intersección a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2023. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

5.1.3.1.3 Criterios de diseño para intersecciones

A partir de los siguientes puntos, se tomarán en cuenta los criterios del capítulo 5 de la Norma de Diseño de Dirección Nacional de Vialidad, del año 2010. Topográficamente, se trata de un diseño llano, donde se intersecan la Ruta Provincial N°39 y el acceso por Avda. Dr.

Miguel Zumbo, por lo que se deben seguir las recomendaciones del mismo, las cuáles definen las intersecciones y qué criterios hay que tener en cuenta para el acceso dado:

5.1.3.1.3.a) *Definiciones*

Las intersecciones son áreas de uso compartido donde dos más caminos se encuentran o cruzan. Incluyen calzadas y zonas laterales. Para evitar los choques se separan las trayectorias de los movimientos:

1. **Separación temporal** (intersecciones a nivel) mediante:
 - a. Reglas fijas de prioridad (ej. prioridad a la derecha)
 - b. Señalización de prioridad (Ceda o Pare) para una de las dos trayectorias. Fuera de zonas urbanas, este ordenamiento de la circulación da buenos resultados mientras los volúmenes horarios de tránsito no sean elevadas
 - c. Semáforos. En las zonas urbanas puede utilizarse un ordenamiento de prioridades alternadas para las trayectorias mediante semáforos, el cual permite múltiples combinaciones de fases. Los semáforos no son convenientes en zonas rurales, porque son poco habituales y su presencia inesperada puede constituir un peligro
2. **Separación espacial** (intersecciones a distinto nivel).
3. **Separaciones de nivel**. Cruce puro, sin ramas de conexión
4. **Distribuidores**. Proveen capacidad muy superior a las intersecciones a nivel, al eliminarse las detenciones en el cruce principal. La comodidad y seguridad de circulación son mayores al desaparecer la necesidad de estar atento a los demás vehículos y al disminuir la posibilidad de un choque lateral. Su inconveniente principal es el costo de la estructura y de las modificaciones del perfil longitudinal para materializar el desnivel. Se tratan en el Capítulo 6, el cual será abordado más adelante

Cada camino que se irradia desde la intersección es un ramal. Por ejemplo, la intersección común de dos caminos tiene cuatro ramales. Las intersecciones son parte esencial de una red vial; en ellas el usuario puede cambiar de dirección para seguir el camino que desea. Una adecuada disposición de los tramos de la red y de sus intersecciones permitirá atender a un máximo de itinerarios con un número mínimo de elementos, con comodidad y seguridad.

Los tipos de intersecciones a nivel existentes son:

1. De tres ramales en T o en Y,

2. De cuatro ramales en X,
3. Multirramales,
4. Rotondas: los vehículos entran en una calzada anular siguiendo la regla general de ceder el paso a los que circulan por el anillo. El número de ramales varía entre tres y cinco.

Algunos elementos de diseño de las intersecciones a nivel son comunes y aplicables a los distribuidores; p. ej., los relativos a los movimientos de giro. Los cuatro tipos de intersecciones a nivel se muestran esquemáticamente en la siguiente figura:

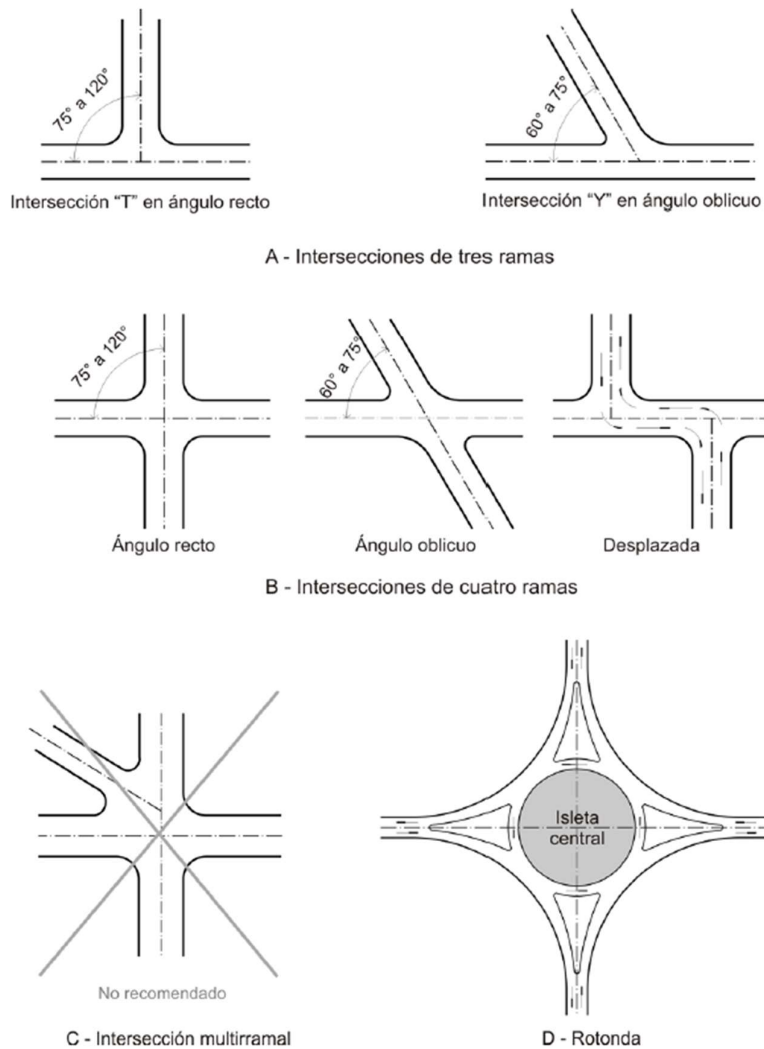


Figura 75| Estilos de intersecciones de acuerdo a la normativa. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

5.1.3.1.3.b) Factores a tener en cuenta para el diseño

Factores que determinan el tipo y características de una intersección son:

1. Tránsito

- a. *Volumen*: el volumen de tránsito de cada ramal que entra en la intersección es el factor fundamental que determina la elección del tipo de intersección. De acuerdo al relevamiento, el TMDA es de 388 veh/día para el acceso, mientras que para la R.P. N°39 es de 2.652 veh/día. A su vez, el TMDA futuro en cada caso es de 774 veh/día al año 2050, y de 5.290 veh/día
- b. *Distribución*: la forma en la que el tránsito se distribuye, también interviene en la elección del tipo de intersección:
 - i. Tránsito directo: continúa por la prolongación de la vía de llegada luego de pasar por la intersección.
 - ii. Tránsito de intercambio: continúa por una vía que no es prolongación de la que se utilizó para llegar a la intersección. Bajo las consideraciones dadas, el 14,63% del tránsito en el año 0 es de intercambio (ya sea ingreso o egreso a la ciudad de Herrera), mientras que en el año 20 se mantiene ese porcentaje, al suponer el crecimiento del parque automotor prácticamente igual.
- c. *Otras características del tránsito de cada ramal*:
 - i. Composición (porcentaje de livianos, pesados). Por el relevamiento, la composición de vehículos que pasa por la R.P. N°39 es de 76% vehículos livianos en promedio, 1% de ómnibus y 23% de camiones, mientras que por la Avda. Dr. Miguel Zumbo más la colectora, las proporciones son de 64% vehículos livianos y 36% camiones, sin contar con presencia de ómnibus.
 - ii. Velocidad: en ambos casos, la velocidad directriz sobre R.P. N°39 es de 110 km/h mientras que por la Avda. Dr. Miguel Zumbo se adopta a 40 km/h.
 - iii. Movimientos de peatones o de ciclistas: en estos casos, no se registran cantidades importantes de motovehículos o peatones.

2. Entorno físico

- a. *Topografía*: se lo considera un entorno llano, donde en el Anexo se pueden encontrar los planos donde se muestra el esquema de relevamiento y las curvas de nivel a analizar.
- b. *Jerarquía de las rutas que se intersecan*
- c. *Ángulo de intersección*: la intersección se realiza en un ángulo de 119° entre la ruta y la avenida, por lo que se considera aceptable ya que el ángulo de las mismas debe estar contemplado entre 60° y 120° .
- d. *Uso y disponibilidad del suelo*: en cuanto a usos del suelo, se la considera un área cuasi rural de la ciudad en esos lugares, y la disponibilidad del suelo es de área de expansión de la localidad de Herrera para zonas residenciales, con algunas pocas viviendas en la zona.
- e. *Distancias visuales*: las distancias visuales y la percepción de las personas no se ve interrumpida bajo ninguna de las condicionantes de la zona, siendo un área prácticamente despejada de obstáculos visuales.

3. Factores económicos

- a. Costo de construcción
- b. Costo del terreno necesario
- c. Costo de operación de los usuarios del cruce
- d. Costo de accidentes

Para bajos volúmenes de tránsito, la probabilidad de accidentes es baja y el incremento de los costos de operación por demoras en el cruce también es bajo, por lo que posiblemente no se justifique construir obras de arte costosas. A medida que el tránsito aumenta, se incrementa la probabilidad de accidentes y las demoras en el cruce.

4. Factores humanos

- a. Hábitos de manejo de los conductores
- b. Tiempos de percepción y reacción
- c. Capacidad para tomar decisiones
- d. El efecto que produce la sorpresa

La consideración de estos factores y la selección de los dispositivos de control de tránsito adecuados limitarán las opciones para la elección final. Según la sana práctica de diseño se elige el tipo de intersección más barato que provee la mayor efectividad de costo.

En función de los TMDA de los caminos que se intersecan, la siguiente figura orienta la selección del tipo de intersección, siendo el ábaco propuesto por el HIT de Inglaterra:

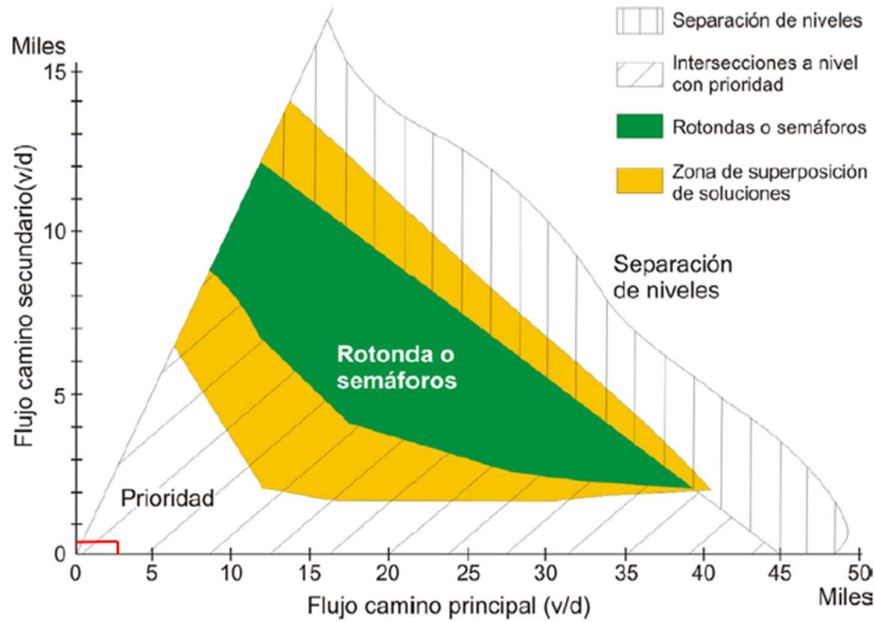


Gráfico 6 | Tipo de paso a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2023. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Mientras que para el año 20:

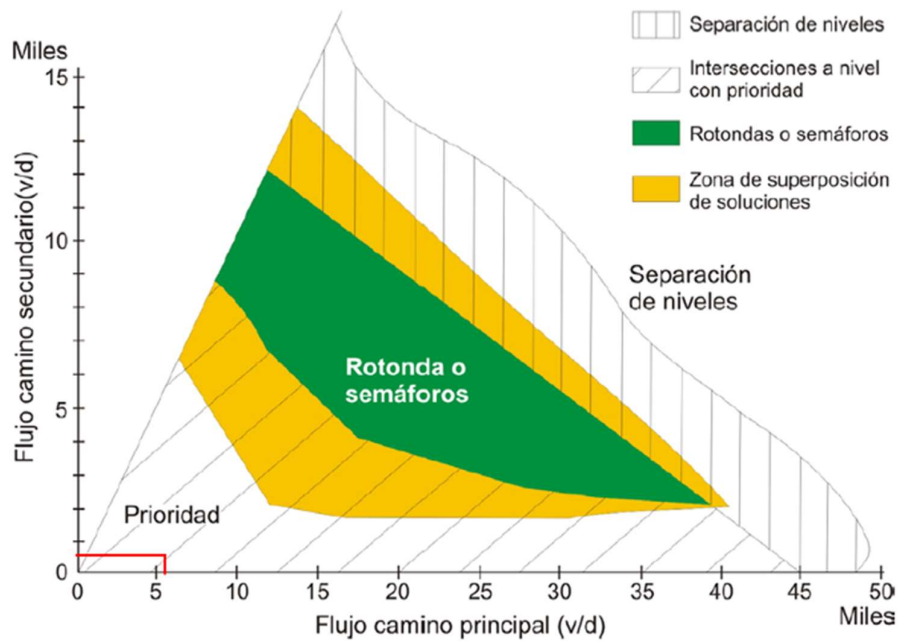


Gráfico 7 | Tipo de paso a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2050. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Y viendo otro ábaco, sabiendo que en ambos casos se trata de una intersección a nivel con prioridad del camino principal, se proponen los siguientes tipos de intersección, donde las categorías previstas son:

- Tipo I: con curvas simples, sin abocinamientos
- Tipo II: con curvas simples o de tres centros, con abocinamientos
- Tipo III: ídem II, ensanchadas (con carriles auxiliares para giros)
- Tipo IV: canalizada, con isletas y carriles auxiliares para giros.

Entonces, para el año 0 se tiene lo siguiente:

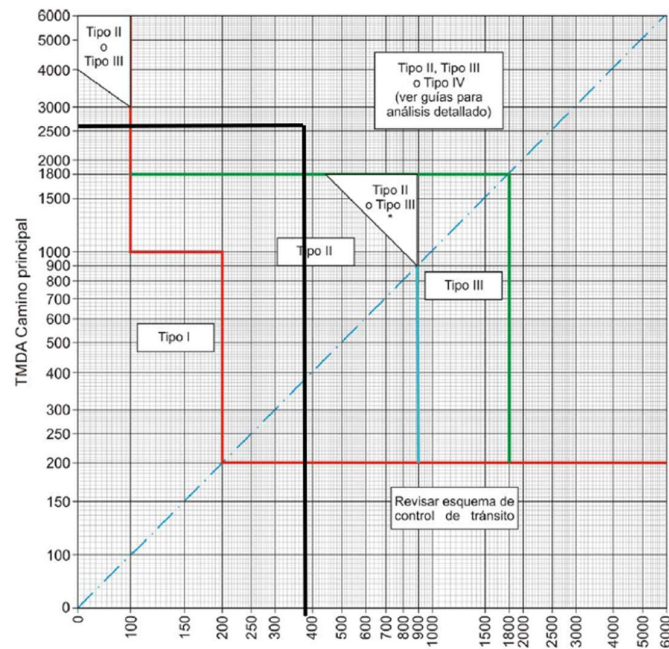


Gráfico 8| Tipo de intersección a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2023. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Mientras que para el año 20:

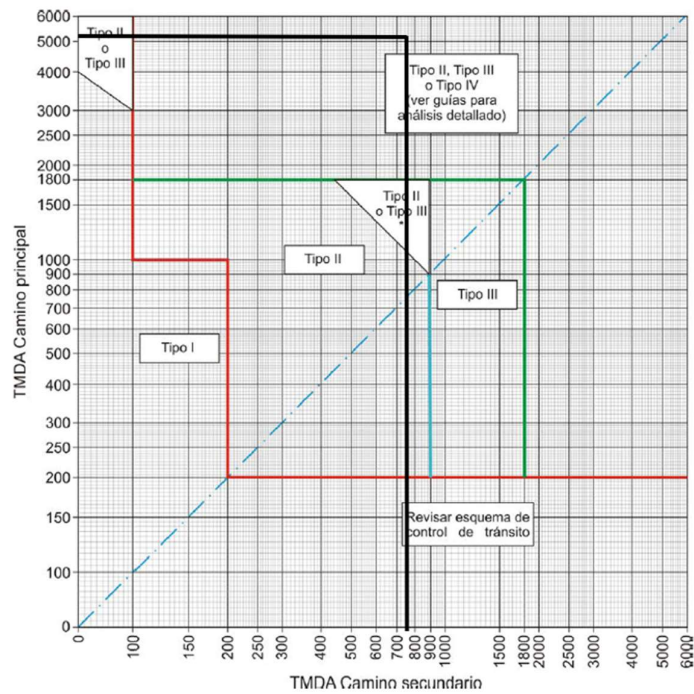
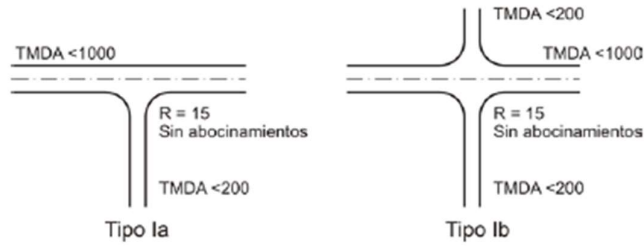


Gráfico 9| Tipo de intersección a definir de acuerdo al TMDA del acceso y al TMDA de la R.P.N°39 en el año 2050. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Por ende, las soluciones a adoptarse son las de tipo II, III o IV, ya que el TMDA del camino secundario es de más de 100 vehículos por día. Las soluciones de las intersecciones a nivel con prioridad son:

Tipo I: con curvas simples, sin abocinamientos



Tipo II: con curvas simples o de tres centros, con abocinamientos



Tipo III: ídem II, ensanchadas (con carriles auxiliares para giros)



Tipo IV: canalizada, con isletas y carriles auxiliares para giros

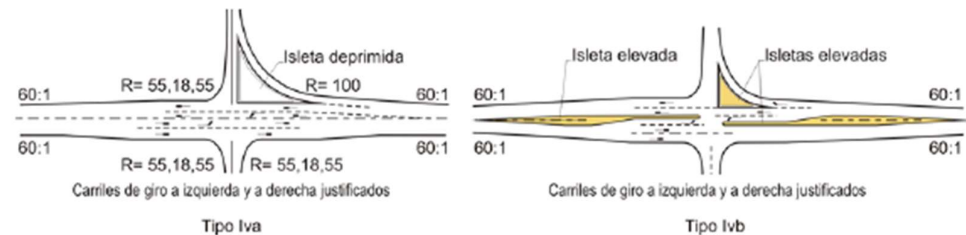


Figura 76| Tipos de intersecciones de acuerdo a la cantidad de vehículos circulantes. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

5.1.3.1.3.c) Capacidad afectada por la intersección

Para operar correctamente, una intersección debe satisfacer las demandas del tránsito de hora pico. El análisis de la capacidad se basa en las características operacionales de los vehículos conflictivos separados por las restricciones de tiempo, impuestas por los dispositivos de control de tránsito.

La medición y pronóstico de los flujos de tránsito y el análisis de la capacidad es un tema especializado. Los proyectistas deben referirse a los manuales y bibliografía comúnmente usados por la Dirección Nacional de Vialidad.

Una intersección controlada por PARE y CEDA EL PASO no afecta la capacidad del camino principal. La distribución de claros en el tránsito del camino principal y la aceptación de estos claros por los conductores del camino secundario influyen en la capacidad del camino principal.

La aceptación de claros depende del tiempo de percepción y reacción, la aceleración y la longitud del vehículo tipo considerado en el diseño. No es función de la velocidad de aproximación en el camino principal. Usualmente, los tiempos de aceptación de claros usados para determinar la capacidad son algo más cortos que los usados para calcular la distancia visual de intersección. Los factores que afectan la capacidad incluyen:

- Velocidad de operación en el camino principal
- Distancia visual de la intersección
- Radios de las ramas de giro
- Trazado de la intersección y número de carriles
- Tipo de zona
- Proporción de vehículos pesados

Los factores críticos son la distancia visual de intersección y el número y disposición de los carriles de tránsito.

5.1.3.1.3.d) Números de puntos de conflicto

Las interacciones entre los vehículos, que no sean una circulación paralela, dan origen a lo que se llama puntos de conflicto: un nudo bien proyectado está formado por un conjunto organizado de ellos.

Los puntos de conflicto son potenciales de accidentes, cuya probabilidad media (asociada a cada movimiento) es el producto de la exposición de un cierto número de usuarios a un riesgo determinado por:

1. La configuración de la intersección
2. La ordenación de la circulación
3. El comportamiento de los usuarios que resultan de ello

La exposición al riesgo será tanto mayor, cuanto mayor sea la intensidad de la circulación de los movimientos que en él intervengan. Conviene, por lo tanto, adaptar el tipo de

nudo a la importancia de estas intensidades, haciendo corresponder a las mayores los menores niveles de riesgo, y evitando los tipos que den lugar a riesgos excesivos, incluso si las intensidades de tránsito expuestas a ellos fueran reducidas.

El número de puntos de conflicto de una intersección aumenta muy rápidamente con el número de ramales que en él confluyen.

Como las condiciones de circulación mejoran si disminuye el número de puntos de conflicto, no resultan convenientes las intersecciones de más de cuatro ramales, sobre todo en lo relativo a los cruces.

También la separación entre los puntos de conflicto influye en las condiciones de la circulación: hay que tener en cuenta las velocidades de los vehículos, y las necesidades de acumulación de los que tengan que esperar. En las intersecciones con semáforos, al existir una separación temporal entre ciertos movimientos, sus puntos de conflicto no necesitan estar separados en el espacio.

Los vehículos que por un tramo de camino acceden a una intersección, pueden seguir, salvo que sean físicamente imposibles o estén prohibidas, tres trayectorias distintas:

1. Un *movimiento de paso*, con una trayectoria que cruza a las demás para seguir por la prolongación del tramo de acceso.

En la zona de la intersección, las trayectorias de paso no deben reducir su estándar geométrico, a fin que no empeore el nivel de servicio por la perturbación producida por la presencia del nudo. Además, es preciso que la visibilidad disponible en esta zona sea la mayor posible, para que los conductores puedan identificar fácilmente las opciones que se les ofrecen. Hay que evitar, por lo tanto, las alineaciones curvas y las curvas verticales que oculten, aunque sea parcialmente, a la intersección y sobre todo, las divergencias.

Los carriles reservados al tránsito de paso deben ser continuos, y claramente identificables por los conductores. Su número sólo se puede reducir una vez superada una divergencia en la que haya una disminución significativa de la intensidad de la circulación.

Si la intensidad de giro es comparable o mayor que la de los movimientos de paso, las divergencias se deben plantear como bifurcaciones y las convergencias como confluencias.

-
2. Un *giro a la derecha*, para seguir por otro tramo más o menos perpendicular al de acceso, normalmente sin cruzar a ninguna otra trayectoria.
- **Carril de giro sin canalizar:** los giros se realizan a velocidad de maniobra (15 km/h) y la vía de giro no se despega del punto de cruce de las trayectorias de paso,
 - **Carril de giro canalizado:** si se aumenta ligeramente la velocidad prevista para el giro (hasta unos 25 km/h) utilizando radios mayores y ampliando la superficie encerrada en el cuadrante, y no se quiere aumentar excesivamente el área pavimentada, es preciso separar los puntos de conflicto y encauzar las trayectorias mediante isletas partidoras.
 - **Rama de giro:** si se necesitan velocidades más elevadas (30 km/h o más) para el giro, el ramal se separa totalmente de la zona del cruce, determinando un cuadrante o isleta a veces más grande. Se utiliza en distribuidores.
 - **Cuñas de transición:** para mejorar las condiciones de entrada y/o salida de la calzada principal,
 - **Carriles de cambio de velocidad:** solución de mayor nivel que la cuña de transición. Se aconseja disponer estos carriles auxiliares cuando el TMDA del giro es mayor que 200 v/d

Para ello, se tiene un ábaco donde se establece qué se puede hacer ante giros a la derecha, en cuanto al TMDA del camino principal respecto del secundario, para velocidades directrices del camino principal mayores o iguales a 110 km/h.

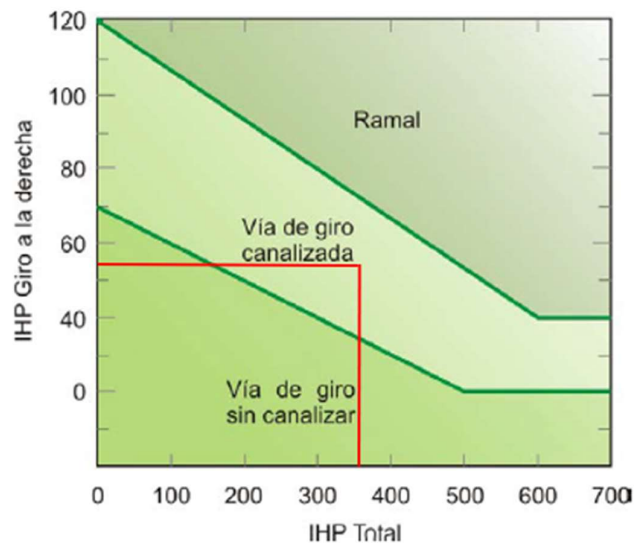


Gráfico 10| Cuadro para la definición del tipo de vía de giro de acuerdo a los giros a la derecha.
 Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

El nomograma anterior se resuelve entrando con el VHD de la ruta principal (R.P. N°39), y el VHD de los vehículos que ingresan a la derecha (suponiendo que todos ingresan a Herrera y no hay egresos).

Por lo que se selecciona una vía de giro canalizada, de acuerdo a la siguiente imagen, siendo la elegida la imagen del medio, que corresponde a una vía de giro canalizada, más que a un ramal de giro:



Figura 77| Tipos de vías de giro en las intersecciones, Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

3. Un *giro a la izquierda*, para seguir por otro tramo más o menos perpendicular al de acceso, pero en el que resulta imposible evitar el cruce de alguna otra trayectoria (normalmente la del movimiento de paso en sentido opuesto al de acceso). La forma de resolver este tipo de giros caracteriza a la intersección. Si existe un gran volumen de vehículos que giran a la izquierda, pueden estorbar los movimientos directos y por lo tanto debieran esperar fuera de los carriles directos.

Por razones de seguridad, en las intersecciones de prioridad deben observarse los principios siguientes:

- *Simplicidad*: pocas isletas, tan pocas para carriles de giro derecha como sea posible;
- *Ausencia de ambigüedades*: en la definición del tipo de operación de la intersección y el trazado de las ramas;
- Los conductores deben tomar una decisión por vez;
- *Coherencia entre trazado y prioridad*: La trayectoria correcta debe ser fácil de seguir y realmente continua;
- *Deflexiones en trayectorias no prioritarias* (excepto, en ambientes densamente urbanizados).

El giro a izquierda puede tratarse con las formas siguientes:

- No canalizadas;
- **Canalizada con lágrima en el camino secundario;**
- **Canalizada con carril central para espera y giro izquierdo;**
- Carril de giro semidirecto (en intersecciones en T) o rotondas partidas (en intersecciones en cruz).

Los tres primeros indican un orden de calidad de menor a mayor en la resolución del giro. La resolución con carriles tipo semidirecto sólo son admisibles en caminos de bajo tránsito.

La disposición de carriles centrales para espera y giro es recomendable en caminos con tránsito importante. Tienen las siguientes ventajas:

- Permiten desacelerar fuera de los carriles de tránsito rápido (pasante)
- Brindan un área especial de espera para los giros, facilitando además la semaforización de la intersección.
- Los conductores que giran solo deben prestar atención a la corriente vehicular principal de sentido contrario.

Para determinar la conveniencia de disponer carriles centrales para espera y giro a izquierda en intersecciones sin semaforizar puede hacerse uso de la Figura siguiente (si la V del camino es mayor o igual a 90 km/h).

En ella se ingresa con los volúmenes horarios del camino principal (en cada uno de los sentidos; VA: tránsito en el sentido de avance, VO: tránsito en el sentido opuesto) y el porcentaje de giros a izquierda.

Se define así un volumen de avance en la Ruta Prov. N°39, circulando a más de 90 km/h, de 355 veh/h, y en el sentido opuesto de igual cantidad de vehículos.

Aproximadamente el 50% de los giros desde el carril opuesto son de ingreso, por lo que un 7,32% de los vehículos circulantes ingresan por izquierda, por lo que:

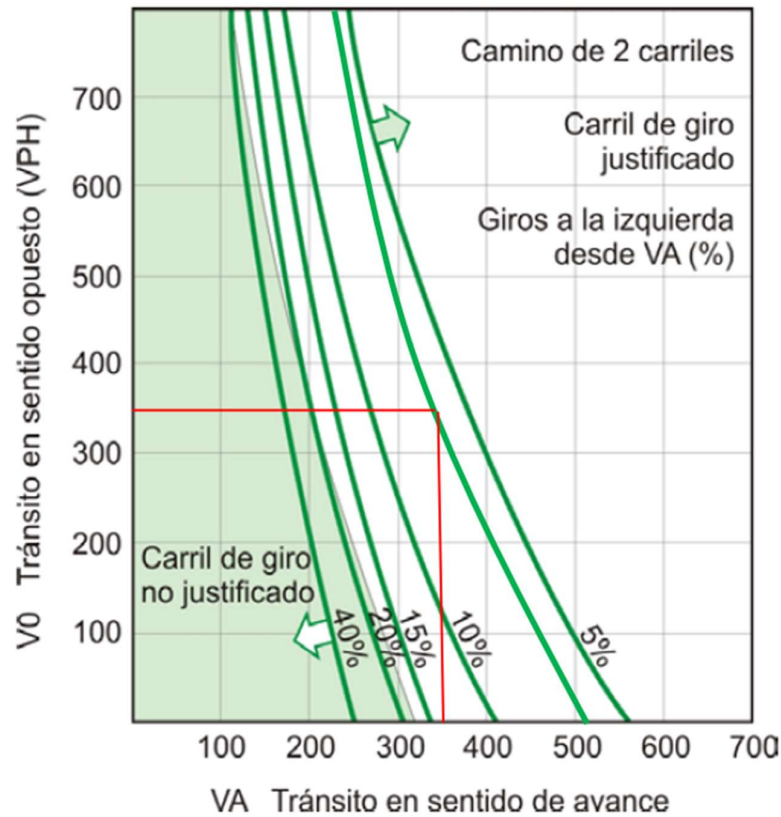


Gráfico 11| Ábaco para la definición de carriles de giro a la izquierda.

Definiéndose así el uso de isletas de carriles de giros a izquierda, de forma tal de permitir la parada de vehículos y que éstos controlen su marcha hacia la Avda. Dr. Miguel Zumbo.

5.1.3.2 Diseño de los elementos de canalización y obtención de propuestas

5.1.3.2.1 Aspectos generales del trazado

La mejor solución para una intersección es la más simple y segura que sea posible. Cada punto de conflicto debe ser tratado cuidadosamente, recurriendo a todos los elementos disponibles (ensanches, islas, pistas auxiliares, etc.) para que el dispositivo resultante evite maniobras difíciles o peligrosas, no imponga recorridos superfluos y sea fácilmente señalizable. Para lograr tal diseño se debe tener presente los siguientes principios:

- **Preferencia de los movimientos más importantes** sobre los secundarios. Esto obliga al uso de señales adecuadas, reducción de anchura de vías, introducción de curvas de radio pequeño. Eventualmente, convendrá eliminarlos totalmente.
- **Reducción de las áreas de conflicto**, pues las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos erráticos, que promueven accidentes y disminuyen la capacidad de la intersección. Estas grandes áreas son características de las intersecciones oblicuas y una de las causas de que ellas no sean recomendables.
- **Perpendicularidad de las trayectorias cuando se cortan**, ya que las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto. Además, disminuyen los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores que cruzan juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.
Se recomiendan intersecciones con ángulos comprendidos entre 65° y 135° .
- **Separación de los Puntos de Conflicto** mediante una canalización adecuada de modo que los conductores no necesiten atender simultáneamente a varios vehículos.
- **Separación de los movimientos**. Cuando la intensidad horaria de proyecto de un determinado movimiento es importante, del orden de 25 o más vehículos, es conveniente dotarlo de una vía de sentido único, completándolo con pistas de aceleración o deceleración si fuera necesario. Las islas que se dispongan con este objeto permiten la colocación de las señales adecuadas.
- **Control de la velocidad** mediante la canalización de los flujos que entran en una intersección, disponiendo curvas de radio adecuado o abocinando las calzadas. Esta última disposición permite, además de reducir la velocidad, evitar los adelantamientos en las áreas de conflicto.
- **Control de los puntos de giro** empleando islas adecuadas que los hagan materialmente imposibles o muy difíciles. La seguridad es mayor si se disponen islas con soleras que si la canalización se obtiene mediante marcas pintadas en el pavimento.
- **Creación de zonas protegidas**. Las islas proporcionan a los vehículos espacios protegidos en las calzadas para esperar una oportunidad de paso. Asimismo, son de utilidad cuando un vehículo necesita cruzar varias pistas de circulación,

pudiéndose hacer por etapas sucesivas, sin necesidad de esperar a que simultáneamente se produzca en todas las vías la interrupción de tránsito necesaria.

- **Visibilidad.** La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto debe existir, como mínimo, la distancia de parada
- **Sencillez y Claridad.** Las intersecciones complicadas, que se prestan a que los conductores duden, no son convenientes; la canalización no debe ser excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos.

Con todas estas premisas se contempla la creación de una intersección apropiada de acceso.

5.1.3.2.2 Intersecciones a nivel con isletas

Las intersecciones a nivel con grandes superficies pavimentadas (como cuando se utilizan radios grandes o cuando el ángulo de oblicuidad es muy diferente a 90°) permiten movimientos vehiculares impredecibles, requieren largos cruces peatonales y tienen áreas de pavimento sin usar.

Bajo estas circunstancias, es usual acudir a la canalización. Se llama intersección canalizada a una intersección a nivel en la cual el tránsito está dirigido según trayectorias definidas por isletas.

Una isleta es un área definida entre los carriles de tránsito para control de los movimientos vehiculares o para refugio peatonal. Mediante unas isletas que delimitan el área que no debe ser pisada por los vehículos en una intersección, se obtiene una disposición adecuada de los puntos de conflicto, así como una separación conveniente entre ellos.

Las isletas se incluyen en el diseño de las intersecciones para uno o más de los propósitos siguientes:

- Reducción del área pavimentada
- Separación de los puntos de conflicto, de manera que el conductor deba tomar una decisión por vez
- Control de los ángulos de maniobras
- Regulación del tránsito

- Protección de peatones
- Protección y almacenaje de vehículos que deben girar y/o cruzar
- Ubicación del señalamiento

5.1.3.2.2 Tipos de isletas y función

- **Direccionales:** Dirigen y controlan los movimientos, en especial de giro (a y d). Separan trayectorias del mismo sentido (una de giro y la otra de paso o correspondiente al otro giro) en intersecciones canalizadas, señalando claramente al conductor las trayectorias que pueden seguir, y evitando que aparezca una gran área pavimentada en la que pueda sentirse desorientado. Estas isletas tienen formas diversas, siendo frecuentes las triangulares de lados rectos o ligeramente curvilíneos, aproximadamente paralelos a las trayectorias principales de los vehículos.
- **Partidoras o Separadoras de tránsito:** dividen las corrientes vehiculares de distinto sentido, o del mismo sentido cuando uno de ellos realiza movimientos de giro (b, c, e, f, g). Se colocan entre unos carriles aproximadamente paralelos, para separar los tránsitos de sentido opuesto en los caminos de calzada única, lo cual equivale a introducir una mediana en la zona de la intersección que además de servir para encauzar los movimientos, alerta a los conductores sobre su presencia. Donde la isleta separadora es larga, se debe controlar que la trayectoria del vehículo que se aproxima a ella no sufra modificaciones inesperadas debidas a su presencia. De lo contrario, será frecuentemente invadida, sobre todo de noche.
- **Refugios peatonales:** son proyectadas para los peatones que deben atravesar la intersección, o bien ascender o descender de los medios de transporte (a, b, c, e, f).

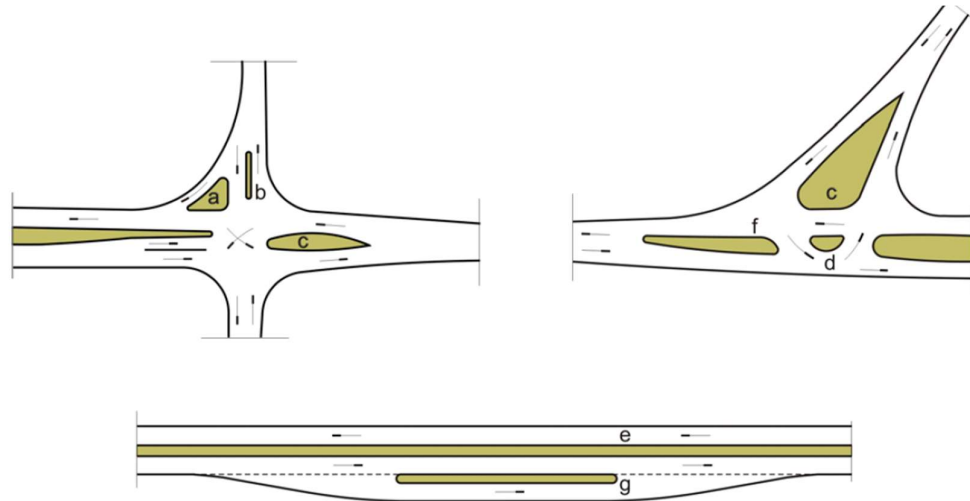


Figura 5.31 Tipos y formas más comunes de isletas

Figura 78| Tipos y formas más comunes de isletas. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Las características que deben tener las isletas son las siguientes:

- Isletas elevadas, limitadas por cordones. Los cordones deben ser montables, bien visibles (incluso por la noche), e ir retranqueados entre 30 y 50 cm respecto del borde de calzada, más un retranqueo adicional (entre 0,50 y 2,00 m según la velocidad) en su inicio, desvanecido suavemente en una longitud no inferior a 15 veces el valor de ese retranqueo. Los ángulos se redondean con radios no inferiores a 50 cm. Deben ser suficientemente grandes para que los conductores puedan percibirlos con facilidad; como mínimo deben tener una superficie de unos 4,5 m².
- Isletas demarcadas en el pavimento, a su nivel o levemente elevadas (en el primer caso, directamente con pintura; en el segundo, con cordones semiembutidos, botones, etcétera). Las isletas pintadas sobre el pavimento resultan seguras en caso de invasión por un vehículo, pero su perceptibilidad es reducida en caso de lluvia.
- Isletas constituidas por áreas sin pavimentar y formadas por los bordes de las calzadas, complementadas con postes-guía o no.

En el caso que no necesiten o tengan banquetas, se cuentan las siguientes dimensiones:

Isletas triangulares para giros a derecha

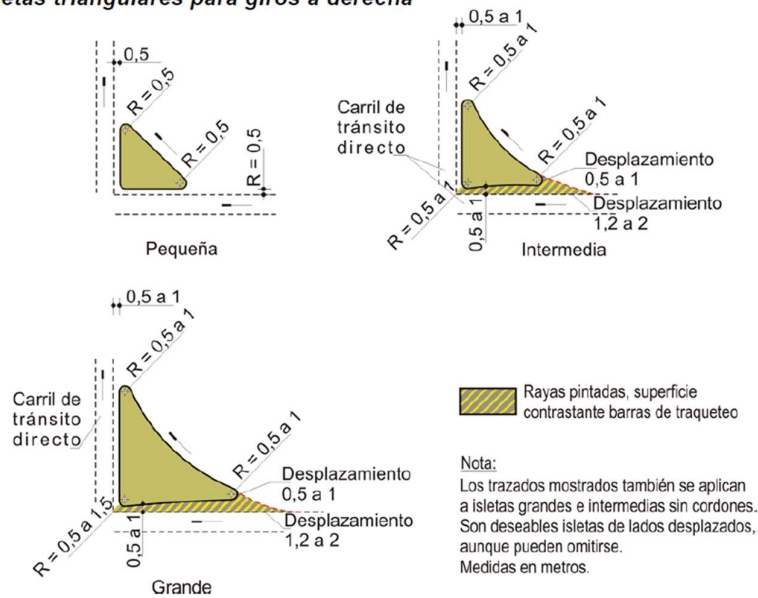


Figura 79| Isletas sin banquina proyectada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Si las isletas necesitan banquinas, el diseño es el siguiente:

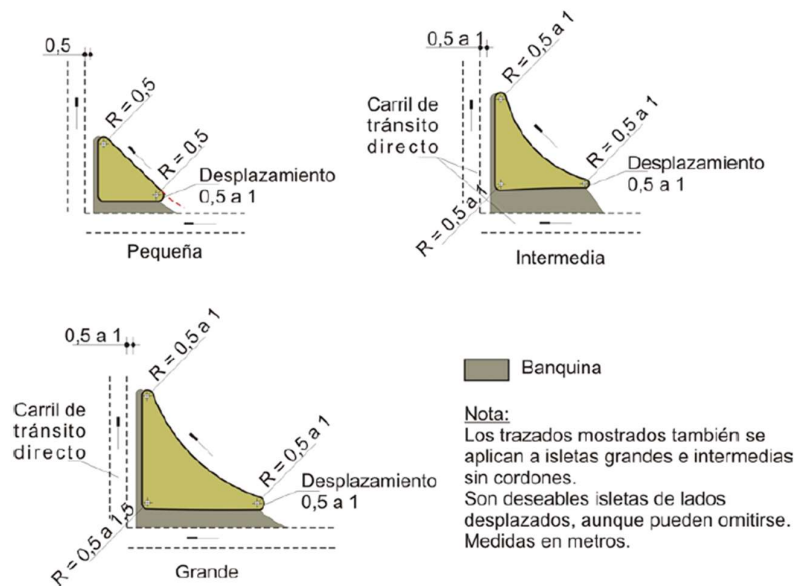


Figura 80| Isletas con banquina proyectada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

En el caso de isletas partidoras (izquierda) y lágrimas (derecha), el diseño es el siguiente:

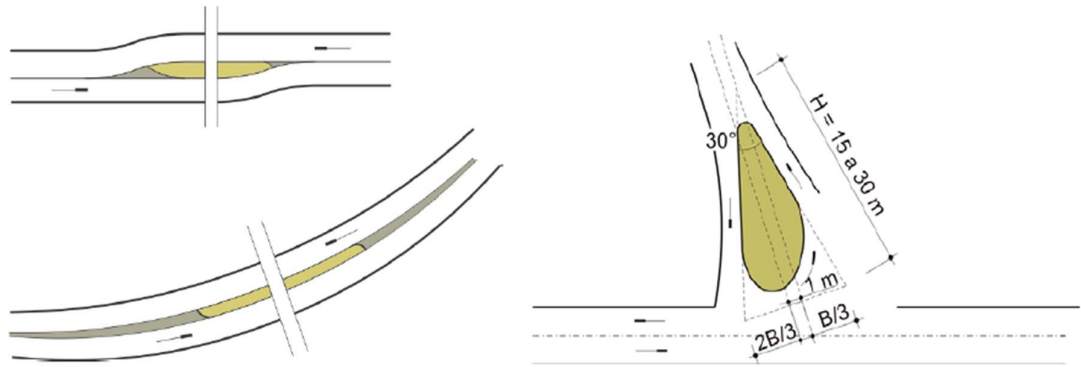


Figura 81| Tipos de isletas estilo divisoria de carril y lágrima. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

No existe un diseño único para la isleta tipo lágrima. Pueden ser muy delgadas, casi rectas, o con mayor ancho. Se puede decir que en general las lágrimas más gordas permiten acomodar mejor el giro a izquierda de los vehículos pesados. El extremo de la lágrima más cercano a la calzada principal debe mantener al menos 1 m de retranqueo respecto de la línea de borde, o el ancho total de la banquina si es pavimentada.

5.1.3.2.3 Anchos de calzada para cada caso

El área pavimentada en la zona de intersección crece en la medida que los ángulos de giro a la derecha se agudizan y que el vehículo tipo sea de mayor envergadura. Si se permite velocidades de giro mayores que los 15 km/h, aumentan los radios mínimos que se debe aplicar a los bordes de giro y el área pavimentada.

Las isletas de canalización permiten resolver la situación planteada, al separar los movimientos de giro más importantes y conducirlos hacia ramales de giro independientes. Los elementos básicos para el trazado de ramales de giro canalizados son:

- La alineación del borde de giro (borde interior de la curva).
- El ancho del carril de giro, Tabla 5.15.
- El tamaño mínimo aceptable para la isla de canalización (4,5 m²)

Estos tres controles de diseño concuerdan cuando para el borde de giro se usan curvas de radios algo mayores que las requeridas para los giros más cerrados de los diferentes vehículos tipo. Esto brinda soluciones algo más holgadas que las mínimas correspondientes al caso sin canalizar.

En el diseño de curvas de intersecciones para $25 \text{ km/h} < V < 65 \text{ Km/h}$ se pueden usar coeficientes de fricción lateral algo mayores que los usados en caminos rurales, pudiendo considerarse como valores máximos los indicados en la Tabla siguiente.

Tabla 21| Radio de giro mínimo absoluto en las curvas con canalizaciones. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

V (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65
f máx (%)	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16
Rmín (m) e = 0% ⁽¹⁾	15	25	40	55	75	100	130	170	210
Rmín (m) e = 8%	15 ⁽²⁾	20	30	40	55	75	90	120	140

El ancho de la calzada de giro se define por el área barrida del vehículo de diseño para el radio de curvatura seleccionado y tipo de operación prevista. Típicamente se refieren tres tipos de operación:

- I. Caso 1: un carril, un sentido sin provisión para adelantamiento de vehículo detenido.
- II. Caso 2: un carril, un sentido con provisión para adelantamiento de vehículo detenido.
- III. Caso 3: dos carriles, uno o dos sentidos.

Se pueden considerar tres condiciones de tránsito:

- Condición A: predominan vehículos livianos (P), pero también se considera que giran los camiones SU, aunque no son suficientes como para influir en el diseño.
- Condición B: suficientes vehículos SU como para gobernar el diseño, pero con alguna consideración para los semirremolques.
- Condición C: suficientes vehículos semirremolques WB-12 o WB-15 como para gobernar el diseño.

En general, en las intersecciones canalizadas las calzadas de giro son cortas, de modo que usualmente es adecuado el diseño para el Caso 1. También es razonable suponer, en ausencia de datos de tránsito, que habrá bastantes camiones en la corriente de tránsito como para justificar la aplicación de la condición B para el diseño. Los anchos de las calzadas de giro se listan en la siguiente tabla:

Tabla 22| Ancho de carril de acuerdo a los casos de circulación en vías canalizadas de acuerdo a la condición predominante en ruta, y a los radios de curvatura internos. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Radio interior (m)	Caso 1			Caso 2			Caso 3			
	Condición			Condición			Condición			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
15	5,4	5,5	7,2	6,0	7,8	9,2	9,4	11,0	13,6	
25	4,8	5,0	5,9	5,6	6,9	7,9	8,6	9,7	11,1	
30	4,5	4,9	5,7	5,5	6,7	7,6	8,4	9,4	10,6	
50	4,2	4,6	5,2	5,3	6,3	7,0	7,9	8,8	9,5	
75	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7	
100	3,9	4,5	4,9	5,2	5,9	6,5	7,6	8,3	8,7	
125	3,9	4,5	4,9	5,1	5,9	6,4	7,6	8,2	8,5	
150	3,6	4,5	4,9	5,1	5,8	6,4	7,5	8,2	8,4	
Recta	3,6	4,2	4,4	5,0	5,5	6,1	7,3	7,9	7,9	
Modificación de anchos (m) por efecto de banquina pavimentada (1) y cordones										
Banquina sin pavimentar		Sin modificación			Sin modificación			Sin modificación		
Cordón Montable		Sin modificación			Sin modificación			Sin modificación		
Cordón no montable	Un lado	Añadir 0,3			Sin modificación			Añadir 0,3		
	Dos lados	Añadir 0,6			Añadir 0,3			Añadir 0,6		
Banquina pavimentada a uno o ambos lados		En condiciones B y C ancho en recta puede reducirse a 3,6 m si ancho de banquina pavimentada es 1,2 m o más			Deducir ancho de las banquetas pavimentadas. Ancho mínimo como Caso 1.			Deducir 0,6 m donde la banquina pavimentada sea de 1,2 m como mínimo.		

Estos anchos incluyen los espacios adicionales necesarios para que dichas maniobras puedan realizarse con seguridad. Donde aparecen dos letras, la primera indica el tipo de vehículo que puede adelantar cómodamente a un vehículo estacionado, siendo el tipo de éste el que señala la segunda. Ejemplo: en la celda correspondiente al Caso 2 con composición de flujos tipo B, la clave P-SU informa que un automóvil puede maniobrar holgadamente adelantando a un camión simple.

Los vehículos tipo considerados por caso y condición son:

Tabla 23| Vehículos de diseño para los anchos de carril propuesto. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Caso 1			Caso 2			Caso 3		
Condición			Condición			Condición		
A	B	C	A	B	C	A	B	C
P	SU	WB-12 o ICBUS (el mayor)	P-P	P-SU	SU-SU	P-SU	SU-SU	WB-12 y WB-12

La siguiente tabla permite apreciar los vehículos más grandes que pueden operar en ramales cuyos anchos son los de la tabla de anchos de carril, con espacios laterales menores a los normalmente considerados y circulando a bajas velocidades.

Tabla 24| Casos máximos de soporte de acuerdo a la condición y el vehículo de diseño adoptado. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Caso 1			Caso 2			Caso 3		
Condición			Condición			Condición		
A	B	C	A	B	C	A	B	C
WB-12	WB-12	WB-15	P SU	P WB-12	SU WB-12	SU WB-12	WB-12 WB-12	WB-15 WB-12

Ejemplo: en Caso 1 – A; se lee WB-12, quiere decir que en el ancho indicado un camión con semirremolque corriente puede efectuar el giro sin salirse del carril, pero prácticamente sin revancha entre la trayectoria de las ruedas y el borde del pavimento.

Cuando se accede a un ramal de intersección desde una vía cuya Velocidad de Proyecto es significativamente superior (30 o más km/h de diferencia), el aumento brusco de la fuerza centrífuga, al pasar de la alineación amplia a la curva del ramal, aconseja intercalar curvas de enlace, que pueden ser curvas circulares de mayor radio (curvas de tres centros) o clotoides de curvatura variable.

Ambas son una buena opción de diseño frente a las curvas simples. Normalmente las curvas de tres centros tienen una relación de 3:1:3 entre los radios sucesivos. Sin embargo, las combinaciones asimétricas, p. ej. 2:1:4 también son muy útiles. Estas curvas siguen estrechamente la trayectoria de las ruedas de un vehículo que recorre el giro, permitiendo así usar carriles más angostos que los de la curva de radio simple.

Esto es particularmente útil para las condiciones del Caso C porque los semirremolques requieren grandes anchos de calzada de giro, que los conductores de automóviles pueden percibir como destinada a una operación de dos carriles. Cuando se consideran curvas de tres centros, se recomienda la utilización de plantillas para determinar el ancho de calzada requerido.

Tabla 25| Anchos de carril para la situación máxima en carriles con canalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Caso 1: un carril, un sentido							
Sin posibilidad de adelantamiento de vehículo detenido							
R borde interno	P	SU	BUS-14	CITY BUS	WB-12	WB-15	WB-19
15	4	5,5	7,2	6,5	7	9,7	13,3
25	3,9	5	5,9	5,6	5,8	7,2	8,5
30	3,8	4,9	5,7	5,4	5,5	6,7	7,7
50	3,7	4,6	5,2	5	5	5,7	6,3
75	3,7	4,5	4,9	4,8	4,8	5,3	5,7
100	3,7	4,5	4,9	4,8	4,8	5,3	5,7
125	3,7	4,5	4,9	4,8	4,8	5,3	5,7
150	3,7	4,5	4,9	4,8	4,8	5,3	5,7
Recta	3,6	4,2	4,4	4,4	4,2	4,4	4,4

En las intersecciones a nivel suelen utilizarse valores bajos de peralte, para no generar grandes alabeos de superficie, o directamente, evitar los alabeos para evitar conflictos. La siguiente tabla ayuda a la determinación del mismo en términos de la velocidad directriz de la intersección

Tabla 26| Peraltes para curvas con canalización de acuerdo a los rangos de giro mínimo y la velocidad directriz de salida de la canalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Radio	Rango de peraltes (%) para curvas de intersección con velocidad directriz (km/h) de:					
	20	30	40	50	60	70
m						
15	2- 10					
25	2 - 7	2 - 10				
50	2 - 5	2 - 8	4 - 10			
70	2 - 4	2 - 6	3 - 8	6 - 10		
100	2 - 3	2 - 4	3 - 6	5 - 9	8 - 10	
150	2 - 3	2 - 3	3 - 5	4 - 7	6 - 9	9 - 10
200	2	2 - 3	2 - 4	3 - 5	5 - 7	7 - 9
300	2	2 - 3	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
500	2	2	2	2 - 3	3 - 4	4 - 5
700	2	2	2	2	2 - 3	3 - 4
1000	2	2	2	2	2	2 - 3

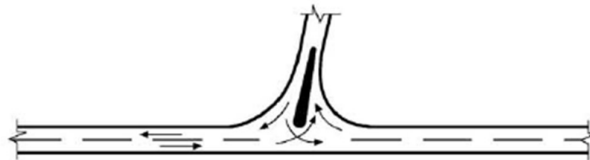
Dentro de los distintos tipos de empalmes considerados por las isletas de intersecciones, se puede adoptar un diseño de intersección en T con divisorias en todos los carriles como el punto D. de la lámina 3.403.303.2(A) de la norma chilena de intersecciones:



A. PISTA DE GIRO A LA DERECHA DESDE EL CAMINO DE PASO



B. PISTAS INDEPENDIENTES DE GIRO DESDE EL CAMINO INTERCEPTADO



C. SEPARACION DE CORRIENTES MEDIANTE ISLAS DIVISORIAS



D. SEPARACION COMPLETA DE MOVIMIENTOS DE GIRO Y ENSANCHE EN CAMINO DE PASO

Figura 82| Isletas y canalizadores de tránsito. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Así, se elige que para una velocidad de diseño de 40 km/h, un radio de giro de curva canalizada mínimo absoluto de 55 metros, con un ancho de calzada de aproximadamente 5,7 metros, con un peralte de intersección de entre el 4 y el 10%, siendo esas configuraciones las que se traducen a la isleta, que posee el mismo radio, y es de configuración triangular mediana.

Aplica a los autos entrantes a la curva desde Concepción del Uruguay, en cambio, aquellos que salen de la curva, hacia Basavilbaso, deben de recurrir a una intersección con curva

de radio mínimo como si se tratase de un elemento no canalizado de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 27| Trazados mínimos de bordes de calzada para velocidades iguales a 15 km/h sin ser curvas de canalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

Vehículo tipo	Ángulo de giro (°)	Radio de curva simple m	Radio de curva simple con cuña		
			Radio m	Retranqueo m	Cuña m:m
P	30	18	-	-	-
SU		30	-	-	-
WB-12		45	-	-	-
WB-15		60	-	-	-
WB-19		11	67	1	15:1
P	45	15	-	-	-
SU		23	-	-	-
WB-12		36	-	-	-
WB-15		53	36	0,6	15:1
WB-19		70	43	1,2	15:1
P	60	12	-	-	-
SU		18	-	-	-
WB-12		28	-	-	-
WB-15		45	29	1	15:1
WB-19		50	43	1,2	15:1
P	75	11	8	0,6	10:1
SU		17	14	0,6	10:1
WB-12		-	18	0,6	15:1
WB-15		-	20	1	15:1
WB-19		-	43	1,2	20:1
P	90	9,0	6	0,8	10:1
SU		15,0	12	0,6	10:1
WB-12		-	14	1,2	10:1
WB-15		-	18	1,2	15:1
WB-19		-	36	1,3	30:1
P	105	-	6	0,8	8:1
SU		-	11	1	10:1
WB-12		-	12	1,2	10:1
WB-15		-	17	1,2	15:1
WB-19		-	35	1	15:1
P	120	-	6	0,6	10:1
SU		-	9	1	10:1
WB-12		-	11	1,5	8:1
WB-15		-	14	1,2	15:1
WB-19		-	30	1,5	15:1
P	135	-	6	0,5	10:1
SU		-	9	1,2	10:1
WB-12		-	9	2,5	15:1
WB-15		-	12	2	15:1
WB-19		-	24	1,5	20:1
P	150	-	6	0,6	10:1
SU		-	9	1,2	8:1
WB-12		-	9	2	8:1
WB-15		-	11	2,1	6:1
WB-19		-	18	3	10:1
P	180	-	5	0,2	20:1
SU		-	9	0,5	10:1
WB-12		-	6	3	5:1
WB-15		-	8	3	5:1
WB-19		-	17	3	15:1

Donde debe tener el radio de curva simple para un ángulo de 120° de 14 m con 1,20 m de retranqueo, y una cuña de relación 15:1.

5.1.3.2.4 Distribuidores de carriles auxiliares

En los distribuidores, un carril auxiliar tiene igual ancho que los principales, y se adiciona para facilitar la operación de tránsito. Los carriles auxiliares son normalmente usados para:

- Cumplir los principios del balance de carriles
- Cumplir los requerimientos de capacidad en caso de pendientes adversas
- Acomodar los cambios de velocidad
- Acomodar el entrecruzamiento
- Acomodar las variaciones de esquemas de tránsito en los distribuidores
- Acomodar la maniobra del tránsito que sale y entra
- Simplificar las operaciones de tránsito mediante la reducción del número de cambios de carriles

Los carriles auxiliares continuos se construyen entre los terminales de entrada y salida de los distribuidores donde la distancia entre el fin del abocinamiento del terminal de entrada y el comienzo del abocinamiento del terminal de salida sea corta.

AASHTO recomienda usar un carril auxiliar para conectar los carriles de aceleración y desaceleración cuando la distancia entre narices sucesivas es menor que 450 m.

Puede introducirse un carril auxiliar como un carril simple exclusivo, o en una entrada de 2 carriles. La terminación de un carril auxiliar puede realizarse por varios métodos.

El diseño debe basarse en los volúmenes de tránsito para los movimientos de salida, entrada y directos.

Normalmente, los vehículos tienen que desacelerar antes de salir de un tramo de camino a una vía de giro o a una rama; y tienen que acelerar al entrar otra vez en un tramo. Si estos cambios de velocidad se realizan en los tramos, los vehículos que giran pueden perturbar a los de paso. Estos carriles son un elemento típico del diseño de autopistas y autovías.

En general, hay que disponer carriles de cambio de velocidad donde se dé una de las circunstancias siguientes:

- La velocidad VO_{85} del movimiento de paso es superior a 60 km/h
- Las intensidades de circulación, tanto del movimiento de paso como de cualquier giro, son superiores a 200 vph.

En este caso, como la velocidad de paso antes de la intersección es de 100 km/h, se debe de proveer esta solución, aunque no se corresponda con una autovía.

Los carriles de cambio de velocidad pueden tener dos diseños:

- Tipo paralelo. Se añade un carril a la calzada principal, provista de una transición (cuña) en su extremo. Los conductores deben realizar maniobras en S en sus extremos.
- Tipo directo. El carril sale tangente a la calzada principal o formando un ángulo bajo.

En la siguiente figura se muestran los dos tipos:

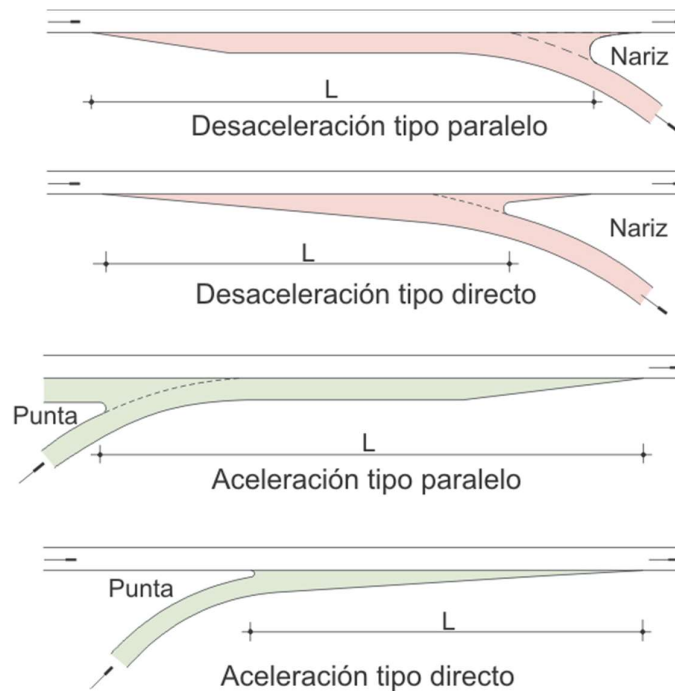


Figura 83| Imágenes de los carriles de aceleración y desaceleración con y sin cuña. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C6)

Es preferible que los carriles de aceleración sean de tipo paralelo, porque en los directos no resulta clara la distancia disponible para la maniobra. En cambio, los de desaceleración podrán ser directos o de tipo paralelo.

Por distracción del conductor, es probable que algunos vehículos entren equivocadamente en un carril de desaceleración y requieran corregir su trayectoria. Para ello hay que extender la zona pavimentada algo más allá de la nariz, y evitar la presencia de obstáculos tales como desniveles, señales, pilas de obras de paso, etcétera. Los obstáculos fijos que sean inevitables, se deben proteger adecuadamente, por medio de sistemas de contención de vehículos.

Al final de un carril de aceleración un vehículo puede ver imposibilitada su entrada en el tramo, y debe poder continuar por la banquina una vez terminado aquel carril.

Los carriles del tipo paralelo tienen el mismo ancho que los restantes carriles de la calzada, por lo que se toma que ambos (el de aceleración y desaceleración), sean de 3,6m (ancho de calzada de un carril de la R.P. N°39).

La longitud de los carriles de cambio de velocidad depende de la velocidad directriz del camino principal y de la velocidad estimada a la altura de la nariz.

Para estimar la longitud se definen dos secciones características:

- Sección característica de 2,15 m: donde el ancho del carril medido perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde sea de 2,15 m; permite ubicar un vehículo liviano con un margen de distancia al borde del carril de 0,15 m
- Nariz de separación entre calzada del carril y de la calzada principal

Según bibliografía norteamericana y sudafricana, entre ambas secciones características se usan diferentes tasas de:

- Desaceleración: 2 m/s^2
- Aceleración: $0,7 \text{ m/s}^2$

En su extremo contiguo a la calzada principal, ambos carriles deben tener una transición de ancho en forma de cuña triangular, cuya longitud se adoptó en 80 m para la desaceleración (tasa de abocinamiento de 1:22 para carril de 3,60 m), y en 110 m para la aceleración (tasa de abocinamiento de 1:30).

Tabla 28| Longitudes de carriles de aceleración y desaceleración. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C6)

Tabla 6.8 Longitudes de los carriles de desaceleración

V	VMM	Velocidad rama								Cuña
		0	20	30	40	50	60	70	80	
60	55	105	100	90	80					80
70	63	125	115	105	95	80				80
80	70	140	135	125	110	95	80			80
90	77	160	155	145	130	120	95	80		80
100	85	190	180	170	155	140	120	95		80
110	91	205	200	190	175	160	140	115	85	80
120	98	230	225	215	200	185	165	140	110	80
130	104	255	250	240	225	210	185	160	130	80

Tabla 6.9 Longitudes de los carriles de aceleración

V	VMM	Velocidad rama								Cuña
		0	20	30	40	50	60	70	80	
60	47	185	165	140	110					110
70	55	230	210	180	145	110				110
80	62	275	255	225	190	140				110
90	69	330	305	280	240	195	130			110
100	77	390	370	345	305	260	200	125		110
110	83	445	425	400	360	310	250	180	110	110
120	90	515	490	465	425	375	315	245	160	110
130	97	575	550	525	485	440	380	305	225	110

Entonces, con las cuñas definidas, y de acuerdo a la velocidad directriz principal de la R.P. N°39 de 100 km/h, para un pasaje a una rama de 40 km/h, la longitud del carril de desaceleración para ingreso a derecha es de 155 m, mientras que la de aceleración debe ser de 305 m, para pasar de 40 km/h a 100 km/h.

Para el carril opuesto, se utilizará una isleta de giro a la izquierda, interrumpiendo la calzada, y la cuña de aceleración con ingreso a calzada para hacer la vía bicarril para pasaje de 70 a 100 km/h es de 125 metros con cuña de 110 metros, lo que se opta para encauzar los vehículos a los carriles de la R.P. N°39.

5.1.3.2.5 Diseño de isletas de giro a izquierda

Se incluyen a continuación recomendaciones para la zona de aproximación, la zona de transición y el carril de espera y giro (longitud y ancho):

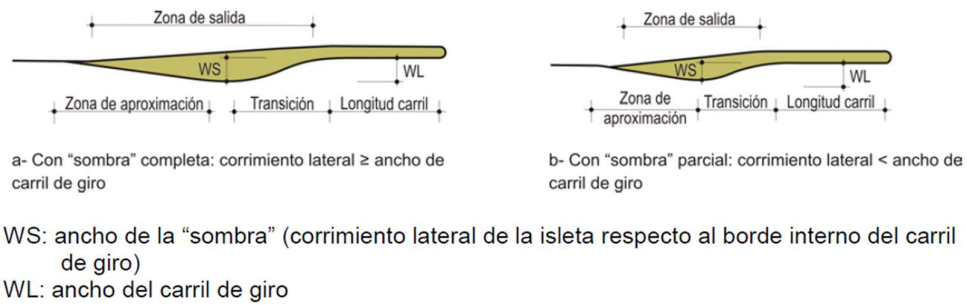


Figura 84| Diseño de Isletas con sombra para resguardo de vehículos. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C5)

En estos casos, se elige el diseño con sombra completa, ya que se manejan altas velocidades de diseño sobre la Ruta Provincial N°39, por lo que:

5.1.3.2.5.a) Zona de aproximación

La misma debe brindar una suave transición lateral para todos los vehículos que se aproximan a la intersección. Para esos casos, la longitud es:

$$L_{apox} = acg \cdot V^2 / 150 = 3,65m \cdot (70 \text{ km/h})^2 / 150 = 119,23 \text{ m} = 120 \text{ m}$$

Esto se obtiene de la tabla 5.11 del Capítulo 5 de la Norma DNV 2010 para sombras totales, donde la velocidad de circulación es de 70 km/h, siendo ayudada la velocidad de detención por señalización demarcada en ruta y señalamiento vertical.

5.1.3.2.5.b) Zona de transición y carril de giro

Debe direccionar a los vehículos que giran a izquierda hacia el carril de giro. Suele diseñarse con curvas reversas, con un tercio (1/3) de la longitud total resuelto con un segmento de recta central. **Para velocidades de 70 km/h, la longitud es de:**

$$L_{trans} = acg \cdot V / 4 = 3,65m \cdot (70 \text{ km/h}) / 4 = 63,88 \text{ m} = 65 \text{ m}$$

La longitud del carril de giro es igual a la de transición en estos casos, pudiendo albergar aproximadamente 3 camiones tipo WB-15, que son los semirremolques usados en el diseño.

5.1.3.2.5.c) Zona de salida

Se diseña en concordancia con la zona de aproximación opuesta. La transición de salida suele comenzar donde el carril de giro para el tránsito opuesto alcanza el ancho total. Suponiendo que tiene que salvar una longitud total de 185 metros, el abocinamiento suave devuelve la ruta a ser bicarril.

5.1.3.2.5.d) *Abertura de carril*

Al diseñar una abertura en el separador central, se debe considerar el refugio completo del vehículo que girará y el radio de giro suficiente para completar la maniobra con comodidad. El ancho requerido dependerá del vehículo tipo elegido, lo que podría requerir el ensanche del separador.

Ya sea que se trate de una intersección en “T” o en “+”, la abertura del separador debe ser por lo menos igual al ancho de la calzada que cruza (pavimento más banquetas) y en ningún caso menor de 12 metros de ancho.

Para el proyecto se adoptará una abertura del separador central de 16 metros respecto del eje de calzada de proyecto de la Avda. Dr. Miguel Zumbo

5.1.3.2.6 **Iluminación y señalización de intersecciones**

La adecuada iluminación de las intersecciones de caminos rurales redonda en una sensible reducción de los accidentes nocturnos.

La iluminación permite a los conductores identificar cualquier posible peligro o conflicto con otro vehículo o con peatones, y los alerta anticipadamente sobre la existencia de la intersección.

Al proyectar un sistema de iluminación se debe prestar preferente atención a la ubicación de los postes que sostienen las luminarias, y la ubicación de los tableros. Debe considerarse la necesidad de diseñar la transición de iluminación para acostumbramiento visual, y prevenir la "ceguera nocturna" que afecta momentáneamente a los conductores que, al salir de una zona muy iluminada, penetran en la oscuridad al alejarse de la intersección.

Los parámetros básicos para el proyecto los fija la DNV. Los valores usuales son:

- Intersección en caminos sin iluminar: Iluminancia media: **30 lux**
- Intersección en caminos con iluminación continua: Iluminancia media: 40 lux

Debe mantenerse la uniformidad de los señalamientos horizontal y vertical en todas las intersecciones. Cuantas menos oportunidades de indecisión se les dé a los conductores, más se afianzará la seguridad de su operación. Por ejemplo, los conductores deben saber hacia dónde mirar cuando están buscando información sobre la dirección a seguir.

Todas las señales reglamentarias, preventivas e informativas deben seguir estrictas normas sobre tipo, tamaño, color y ubicación.

La normativa vigente es:

- Ley Nacional de Tránsito (N° 24449) y Decreto 779/95, Anexo L: “Sistema de Señalización Vial Uniforme”.
- Manuales y Normas de la Dirección Nacional de Vialidad.

Para la demarcación horizontal se utilizan los colores blanco y amarillo. El blanco se usa para las marcas transversales, leyendas, números y símbolos, y para las líneas longitudinales de sentido único de circulación. El color amarillo indica separar los sentidos opuestos.

5.1.3.2.7 Iluminación de distribuidores

Los volúmenes de tránsito y accidentes durante la noche, y la complejidad geométrica influyen en la necesidad de iluminar un distribuidor. Debido a que los distribuidores tienen la mayor probabilidad de conflictos de tránsito, la iluminación de alto nivel puede ser una herramienta útil para reducir los accidentes en operación nocturna. Comúnmente se justifican dos sistemas de diseño de la iluminación de distribuidores:

- Completa (calzadas principales y ramas)
- Parcial

La iluminación completa brinda más seguridad que la iluminación parcial, la cual a veces se utiliza sobre la base de dar algunos de los beneficios atribuibles a la iluminación completa a un menor costo de instalación y operación: sólo se iluminan las convergencias y divergencias, las intersecciones sobre el camino transversal y los cambios importantes en el alineamiento de la autopista (si los hay).

Si la iluminación es continuada en la vía, se mantiene sobre los carriles de 20 a 30 lux, mientras que en las ramas puede disminuirse a 15 lux.

El alcance visual del conductor está influido también por la uniformidad de iluminación en la superficie del camino y sus adyacencias.

En general se acepta que, por razones de seguridad, la relación mínima de uniformidad debe promediar 3:1 con un mínimo absoluto de 4:1. La uniformidad de iluminación del pavimento está relacionada, en la mayoría de los casos, con consideraciones de tipo económico. El costo inicial de una instalación de iluminación es más bajo si se usan lámparas potentes y pocos postes. Sin embargo, las grandes lámparas tienden a lograr una mayor separación en sus elementos de soporte y, consecuentemente, incrementan la falta de uniformidad de la iluminación.

5.1.3.3 Determinación de diseño del acceso propuesto

En vista de los criterios de diseño empleados en los subcapítulos anteriores, se puede definir una alternativa integral que contemple todas las secciones anteriormente abordadas, es decir, ingreso y salida con giros a derecha en intersección que se rediseña a 90° con isletas de canalización, más carriles de aceleración y desaceleración a ambos lados de la R.P. N°39, e isleta de giros a izquierda.

En el Anexo P de planos se encuentran todos los detalles de la implantación del nuevo acceso sobre el eje de calzada de la Ruta Provincial N°39.

5.1.3.4 Diseño del paquete estructural

5.1.3.4.1 Generalidades de diseño

Para el diseño del paquete estructural de rodadura, deberá tenerse en cuenta el Manual de Diseño de Pavimentos Urbanos de Hormigón y el Manual de Diseño de Pavimentos de Hormigón, ambos del Instituto del Cemento Portland Argentino, que servirán para calcular la carpeta de rodamiento del acceso, combinándola con la estructura actual de la Ruta Provincial N°39 para así obtener la capa de rodamiento deseada en estos casos.

La clara distinción entre flexibles (como lo es el pavimento asfáltico), y rígidos como el hormigón, se sustenta en la diferencia en cómo actúan las cargas sobre los elementos estructurales de los pavimentos y cómo se transmiten al suelo, como puede verse en la siguiente figura ejemplo:

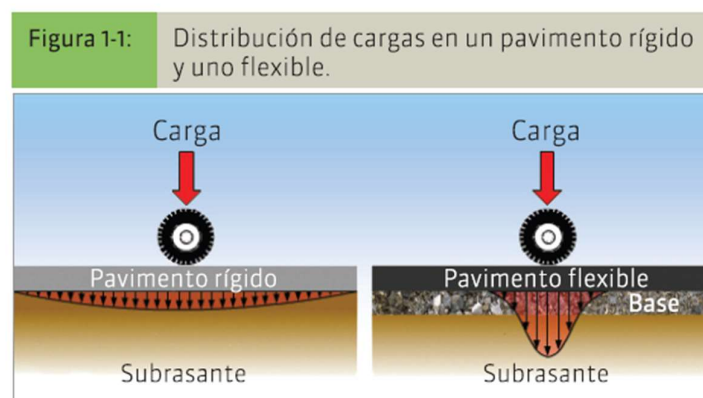


Figura 85| Transmisión de cargas a la subrasante en pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.
Fuente: (Calo et al., 2014, C1)

Los tipos de pavimentos rígidos más comunes en estos casos son los de hormigón simple y armados con juntas, o bien, las calzadas de hormigón continuamente armadas. Los

primeros son los más empleados debido a su confiabilidad y a su relación costo-beneficio, con una fisuración controlada ya que las juntas se ubican cada 3,5 a 6 metros de separación, y deben ser controladas con elementos como pasadores que permiten transmitir las cargas correctamente entre las losas divididas, evitando así cualquier proceso de rotura dado.

En los pavimentos armados con juntas, las cargas se transmiten entre losas también por pasadores, pero debido a la mayor separación de las juntas en las losas (hasta un máximo de aproximadamente 9 metros), es normal prever la formación de fisuras, que deberán ser absorbidas por la armadura superior en forma de malla.

La estructura básica entonces, de un pavimento, es la siguiente:

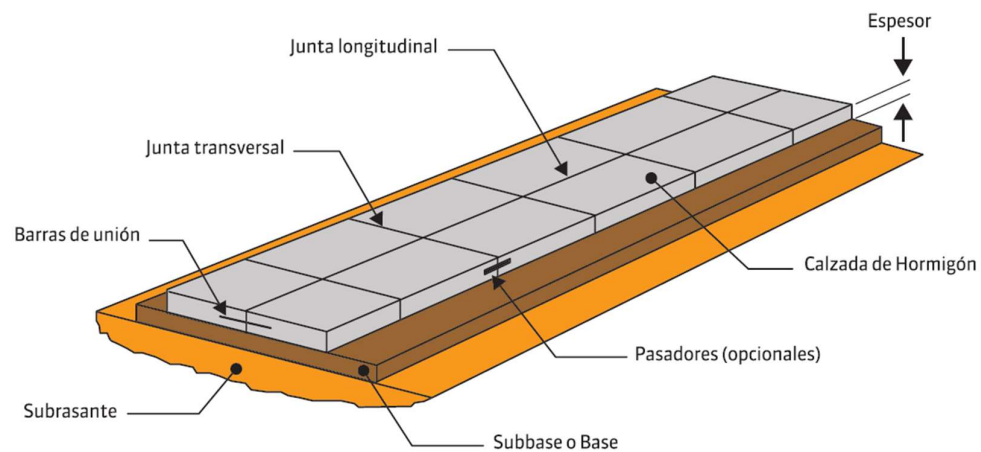


Figura 86| Esquema estructural del pavimento. Fuente: (Calo et al., 2014, C2)

- La calzada de hormigón conforma la capa superior de pavimento y es la responsable de proporcionar las características funcionales y la capacidad estructural requerida. El espesor de calzada para las características resistentes esperado oscila entre los 15cm o 20cm para vías urbanas o tránsito pesado de bajo nivel, y de 20 a 30 cm en vías de mayor cantidad de vehículos pesados.
- La base es la capa ubicada inmediatamente debajo de la calzada de hormigón, cuya función es la prevención de la erosión de la interfaz losa-apoyo, por lo que su uso es obligatorio en vías de tránsito pesado. Además, mejora la distribución de cargas reduciendo las tensiones dirigidas al suelo soporte, contribuye al drenaje subsuperficial, protege los suelos de la subrasante y constituye una plataforma de trabajo adecuada para los vehículos en obra.

- Por otro lado, la subbase, entre la capa de base y la subrasante, es de menor calidad que la base y ayuda al soporte uniforme y provee una buena superficie de trabajo.
- Es el suelo natural nivelado y compactado sobre el cual se construye la base del pavimento.
- Le sigue el subdrenaje, que en algunas ocasiones se instala para eliminar rápidamente el agua infiltrada entre las juntas y fisuras, evitando efectos perjudiciales de su almacenamiento en la estructura de hormigón.
- Las juntas son las que finalmente determinarán las dimensiones de las losas del pavimento y las que evitarán la formación de fisuras intermedias, en edad temprana como en servicio. Se pueden materializar por debilitamiento (juntas de contracción), o por moldeo (juntas de construcción)
- Por otro lado, los pasadores son barras de acero lisas que se colocan en juntas transversales sin restringir el movimiento de las losas, colaborando en la disminución de las tensiones y evitando la rotura en las esquinas de las mismas.
- Por último, la barra de unión se coloca en juntas longitudinales para mantenerlas ancladas, de forma tal que la transferencia de cargas sea eficiente durante el período en servicio, y la cuantía de acero se determina por el espesor de la losa y la distancia al borde libre más cercano.

5.1.3.4.2 Diseño

El diseño de un pavimento involucra el estudio del suelo de fundación, de los materiales componentes, el comportamiento bajo cargas de tránsito y del ambiente, y el dimensionamiento para las cargas previstas en servicio.

Para estos casos particulares, donde el nivel de camiones es grande, y para evitar arrastre de pavimento asfáltico producido por el peso de los vehículos, se decide cortar la R.P.N°39 y realizar obras del largo de la intersección en hormigón, aumentando la vida útil de la ruta.

5.1.3.4.2.a) Generalidades de la subrasante

La subrasante del proyecto en estos casos constituye un suelo arcilloso semiduro a duro, y recibe las cargas provenientes de la gran superficie de apoyo del pavimento, soportando pequeñas deflexiones. Para la ampliación de los carriles se debe ensanchar el terraplén de

calzada hacia ambos lados para permitir la construcción del pavimento y contar con una buena plataforma de trabajo, que a su vez se mantenga estable durante su vida útil.

La subrasante se debe mantener en 30 cm de espesor, siguiendo en concordancia con el paquete estructural de la R.P. N°39, y, de ser posible, se debe reforzar la estructura de la misma con cal o cemento.

En las recomendaciones para suelos expansivos, se indica su compactación con una humedad ligeramente superior a la óptima obtenida por el ensayo PROCTOR, haciéndolo menos susceptible de pérdidas de agua y de expansiones y contracciones diferenciales. **NO se recomienda compactar a menor humedad de la óptima y con mayor energía de compactación ya que se verían favorecidos los efectos de expansión.**

Tabla 29| Calificaciones de suelos utilizados para subrasantes en el diseño de pavimentos rígidos.
Fuente: (Calo et al., 2014, C2)

Tabla 2-2: Tabla de clasificación de suelos de la HRB. [AASHTO M145-91]												
Clasificación general	Materiales granulares, 35 % o menos pasa el tamiz #200 (75 µm)								Materiales limoarcillosos, más de 35 % pasa el tamiz #200 (75 µm)			
Clasificación del grupo	A-1		A-3*	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
Tamizado, % que pasa	No. 10 (2,00 mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	No. 40 (425 µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
	No. 200 (75 µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción que pasa el tamiz #40 (425 µm)												
Límite líquido	...		...	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	11 mín.**
Tipos de materiales característicos	Piedra partida, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Calificación como subrasante	Excelente a bueno								Regular a malo			

* La ubicación de los suelos A3 antes que los A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

** El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Es un sistema de clasificación de suelos según sus propiedades desde el punto de vista ingenieril, basado en su desempeño en carreteras. El sistema agrupa los suelos con similar capacidad portante y nivel de servicio en siete grupos (A-1 a A-7) de manera tal que, a medida que aumenta el número de la clasificación, disminuye la calidad del suelo. Algunos grupos se subdividen para caracterizar aún más el material según su plasticidad.

Las características gobernantes son: **colores castaños a castaños oscuros, con tonalidades de castaños rojizos a más de 3 metros de profundidad, con índice de plasticidad de entre 6 y 16, y límite líquido entre 20 y 30. En todos los casos, el pasante del tamiz 40 supera al 80%, y superando el pasante de 200 micrones más del 40% del**

material, siendo arcillas o limos magros compactos a muy compactos y duros. En síntesis, es un suelo tipo A-6

En estos casos, un tratamiento de los suelos del lugar con cal o cemento no sería óptimo por su dureza y sus bajos índices de plasticidad, además de ser resistentes al ensayo SPT, dando números de golpes entre 40 o más para las capas mencionadas.

El factor más importante a evaluar de la subrasante es su capacidad soporte, pues es el aporte estructural que da el suelo ante la presencia de cargas, que varía como consecuencia de las condiciones de humedad, compactación y confinamiento, y se califica en base al módulo de reacción de la subrasante “k”, el valor soporte CBR o bien el módulo resiliente M_r , que depende del método seleccionado, los valores varían.

5.1.3.4.2.b) Generalidades de la base

En estos casos, como la subrasante es uniforme y estable, para ser un suelo obtenido in situ, sólo resulta obligatoria la incorporación de una base no erosionable para la circulación de vehículos pesados en el acceso propuesto, que previene la erosión y el bombeo en la interfaz losa-apoyo, que debe **sobreancharse respecto de la calzada entre 0,80 m y 1,00 m**. Entonces, ante estos casos, **la fundación del pavimento se vuelve más rígida, y el valor k de la subrasante o el módulo de resiliencia M_r se vuelve el combinado entre la base y la subrasante.**

En este caso particular, circulan alrededor de 600 veh/día pesados, por lo que la clase resistente recomendada por el ICPA es un C, pero se prefiere en estos casos una base resistente tipo B, que es material granular tratado con 5% de cemento (**o suelo-ripio-cemento al 5%, con pasante de finos del tamiz n°200 menor al 35% y un índice de plasticidad menor a 10**).

Entonces, la base cementada brinda mejor comportamiento no sólo al suelo fundante sino también a las juntas de pavimento, logrando una eficiente transferencia de cargas en el sentido transversal (juntas de contracción). El efecto benéfico sobre la subrasante es el siguiente:

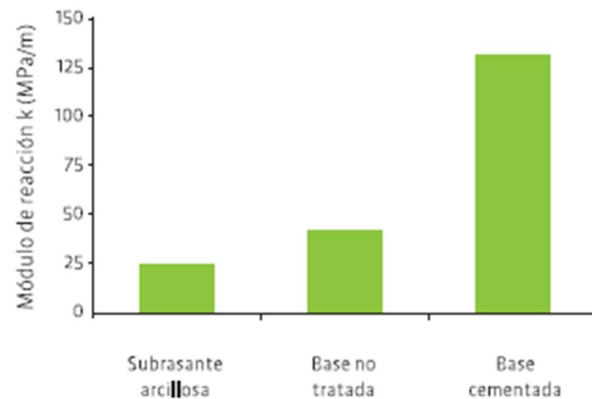


Gráfico 12| Aumento de la resistencia de bases dependiendo de su tratamiento. Fuente: (Calo et al., 2014, C2)

Sin embargo, su espesor debe limitarse por el aumento de las tensiones de alabeo por humedad y porque una excesiva rigidez produce fisuras en la losa. Y por último, debe evitarse la adherencia de la base cementada a la calzada de hormigón, colocando por ejemplo un geotextil o film de polietileno.

El espesor recomendado mínimo es de 10 cm, y no debe superarse los 15 cm para mantener acotada la rigidez de apoyo, por lo que se usará el mínimo de 10 cm.

5.1.3.4.2.c) Generalidades respecto del drenaje subsuperficial

Si se combina el agua atrapada en la estructura con los elevados volúmenes de tránsito y el empleo de materiales sensibles a la humedad, se puede reducir significativamente la vida útil. Para combatirlo, se utiliza la siguiente tabla que determina la necesidad de subdrenaje para enviarlo a las cunetas laterales, o algún otro método distinto, en base al ESAL dado en el período de diseño de 20 años (adoptado):

Tabla 30| Necesidad de drenaje de acuerdo a la normativa, relacionando el ESAL y la condición climática. Fuente: (Calo et al., 2014, C2)

Tabla 2-7: Guía para determinar la necesidad de incorporar un Sistema de Subdrenaje. [NCHRP 1-37A. 2004]

Condición climática	Más de 12 millones de camiones en el carril de diseño en 20 años			Entre 2,5 y 12 millones de camiones en el carril de diseño en 20 años			Menos de 2,5 millones de camiones en el carril de diseño en 20 años		
	$k_s < 3$	$3 < k_s < 30$	$k_s > 30$	$k_s < 3$	$3 < k_s < 30$	$k_s > 30$	$k_s < 3$	$3 < k_s < 30$	$k_s > 30$
Húmeda con congelamiento	R	R	F	R	R	F	F	NR	NR
Húmeda sin congelamiento	R	R	F	R	F	F	F	NR	NR
Seca con congelamiento	F	F	NR	F	F	NR	NR	NR	NR
Seca sin congelamiento	F	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Siendo:

k_s : Permeabilidad de la subrasante en m/día.

Zona Húmeda: Precipitación anual mayor de 500 mm.

Zona con congelamiento: Índice de congelamiento mayor de 83°C-día.

R: El empleo de algún tipo de subdrenaje u otro elemento de diseño son recomendados para combatir problemas potenciales de humedad.

F: El subdrenaje resulta factible. En la toma de decisiones se deben considerar aspectos adicionales tales como: 1) Comportamiento de los pavimentos anteriores y experiencias en similares condiciones; 2) Diferencia de costos e incremento esperado en la vida útil mediante el empleo de distintas alternativas de subdrenaje; 3) Durabilidad y/o erosionabilidad esperada de los materiales empleados en el pavimento.

NR: No se requiere subdrenaje en estas situaciones.

El resultado del cálculo del ESAL en el período de diseño se encuentra en el anexo, por lo que se determina que, para una zona húmeda sin congelamiento, con una permeabilidad muy baja de la subrasante y aproximadamente 10.000.000 de vehículos por carril de diseño en 20 años, se recomienda el uso de un elemento de subdrenaje como se puede ver en la tabla para $k_s < 3$ y entre 2,5 y 12 millones de camiones en el carril.

En este caso, aunque su efectividad no está asegurada, se puede recomendar que para una base no erosionable con protección impermeable donde el agua se infiltra en la estructura de pavimento longitudinal, se puede evitar el uso de tuberías extendiendo la base permeable con geotextil hasta el borde del talud, permitiendo que la calzada escurra por la cuneta, siendo esta alternativa conocida como “Sistema de Drenaje Parcial”, y su esquema sería el siguiente:

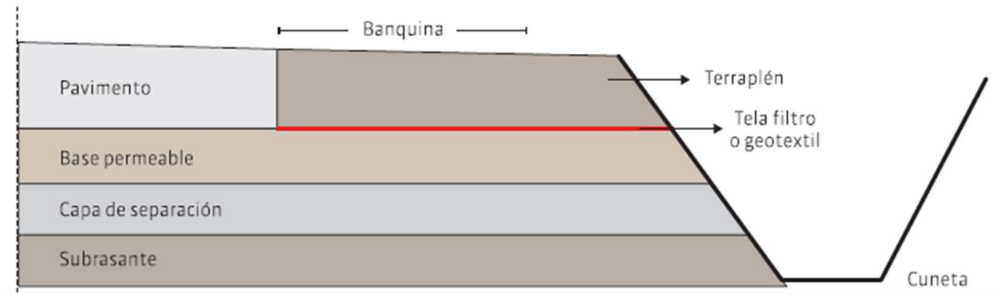


Figura 87| Diseño del subdrenaje de pavimentos de diseño. Fuente: (Calo et al., 2014, C2)

Quedando abierta la posibilidad de cálculo y verificación del mismo.

5.1.3.4.2.d) *Cálculo de ejes equivalentes*

El cálculo del ESAL se encuentra en el anexo dado del cuerpo del trabajo, en el punto A.3.5. El resultado final del mismo es: **19.747.212 ejes simples equivalentes.**

5.1.3.4.2.e) *Diseño del paquete estructural de soporte*

Dado que los pavimentos de hormigón se encuentran solicitados a flexión, el parámetro resistente de interés es el módulo de rotura (MR), que es sumamente importante para el criterio de fatiga, ya que permite controlar la fisuración del pavimento bajo cargas de servicio.

A diferencia de otras obras, como puentes o edificios, la falla de un pavimento no es tan criticado por la comunidad, debido a que la función esencial del pavimento es de soportar la acción de las cargas de tránsito, transmitiéndoles al terreno, sin deformaciones excesivas, brindando un adecuado confort a la circulación y las condiciones de seguridad inherentes al tipo de vía.

Es más, por esa razón es importante conocer cómo afectan las cargas al comportamiento del pavimento. En este tipo de obras, existen dos tipos de fallas principales: la fisuración por la fatiga del material y la pérdida de soporte por erosión, conocida también como bombeo.

La primera se encuentra asociada a la generación de tensiones excesivas en la calzada de hormigón, en tanto que el fenómeno de pérdida de soporte por erosión se encuentra vinculado con el desarrollo de deflexiones elevadas. Por esta razón deben controlarse las tensiones y deflexiones a través del estudio de distintas variables (como la presencia de una banquina pavimentada y la resistencia del suelo soporte, además del uso de vinculaciones entre losas de hormigón).

El dimensionamiento de los espesores de la calzada es uno de los elementos más importantes y la principal variable de estudio durante la etapa de proyecto, y el análisis consiste en determinar **el menor espesor de pavimento necesario que se traduzca en el menor costo para el ciclo de vida dado**, lo cual implica que espesores mayores al necesario resultará en menores costos de mantenimiento, y espesores menores resultará en un mayor mantenimiento prematuro y costoso.

En función del análisis a realizar, se utilizan distintos métodos de diseño. En estos casos, se emplea el método de la AASHTO 1993 para pavimentos rígidos, que es un método empírico desarrollado para pavimentos rígidos y flexibles y para gran cantidad de soluciones estructurales (no sólo de calzadas), relacionando la carga de tránsito aplicada con la estructura de pavimento y la pérdida de serviciabilidad.

El método, en resumen, consiste en determinar el espesor de hormigón adecuado para soportar el tránsito previsto sin que se disminuya el índice de serviciabilidad según el tipo de vía, cuya ecuación básica es:

$$\log(\text{ESAL}) = Z_R \cdot S_0 + 7,35 \cdot \log(e - 1) - 0,06 + [\log(\Delta\text{PSI} \div (4,5 - 1,5))] \div [1 + (1,624 \times 10^7 \div (\text{esp} + 1)^{8,46})] + (4,22 - 0,32p_t) \cdot \log[(\text{MR} \cdot C_d (\text{esp}^{0,75} - 1,132)) \div (215,63 \cdot J \cdot (\text{esp}^{0,75} - 18,42 \div [E_c/k]^{0,25}))]$$

Donde:

- ESAL es el número de cargas de 80 kN o 18.000 lb previstas
- Z_R es el desvío normal estándar
- S_0 es el desvío estándar global de la predicción del tránsito y desempeño
- esp es el espesor de la losa de hormigón en pulgadas
- p_t es la serviciabilidad final
- ΔPSI es la diferencia entre los índices de serviciabilidad inicial p_0 y final p_t
- MR es el módulo de rotura del hormigón en psi
- C_d es el coeficiente de drenaje
- J es el coeficiente de transferencia de carga
- E_c es el módulo de elasticidad del hormigón en psi
- k es el módulo de reacción de la subrasante en psi/pulgadas

El proceso de cálculo se encuentra en el Anexo A.3.6, y el **espesor final resultante de la losa es de 28 cm**. El paquete estructural tendrá pendiente en la calzada del 2% hacia los laterales para escurrir las aguas.

5.1.3.4.2.f) *Diseño de juntas de contracción y de transferencia de cargas*

El buen desempeño de los pavimentos rígidos depende en gran medida del correcto funcionamiento de sus juntas. Muchas de las fallas en servicio (como la fisuración o el bombeo), se encuentran vinculadas a las juntas del pavimento, y por lo tanto, pueden originarse por una falla en el dimensionamiento y construcción. Las juntas se diseñan para controlar y mantener la calidad y capacidad del pavimento con bajos costos de conservación.

El hormigón, como material de construcción para pavimentos, conduce a la formación de fisuras a temprana edad, en la fase de hormigón endurecido, vinculado a las contracciones y expansiones generadas por el cambio de temperatura en la calzada, y los gradientes de humedad que generan tensiones de alabeo, además del secado de hormigón y la contracción de secado cuando la relación agua cemento es menor a 0,40.

Analizando las dimensiones óptimas de las losas se pueden reducir las tensiones de alabeo que producen fallas en las calzadas de hormigón durante el período de diseño, y también pueden minimizarse las tensiones de contracción y secado mientras el hormigón adquiere resistencia.

Por estos motivos, dada la importancia de las juntas, se evalúan las distintas categorías de juntas que pueden utilizarse en los pavimentos, que se clasifican según su orientación respecto al eje del camino y a partir de la función que cumplen con la estructura, por lo que existen:

1. Juntas transversales de contracción o longitudinales de articulación:

controlan la formación de fisuras. Se materializan en el sentido transversal de la calzada de hormigón, permitiendo controlar la formación de fisuras intermedias en las losas, a edad temprana como en servicio. Se materializan por el debilitamiento de la sección de hormigón (aserrado), para inducir las fisuras por los cambios dimensionales. Las juntas se crean en la famosa “Ventana de Corte”, que es una edad temprana donde no adquieren resistencia, y con una profundidad mínima de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa con bases tratadas, y se incorporan pasadores a tal fin.

La transferencia de carga que pueden lograrse en estas juntas depende de cuántas tensiones puedan transmitir. Si las tensiones viajan a la otra losa sin problema, su eficiencia es del 100% en la transferencia de carga, de lo contrario, es del 0%. Un buen desempeño recomendado es del 75% de transferencia de carga,

interviniendo en su funcionamiento la trabazón de los agregados, los pasadores y la rigidez de la base.

Los **pasadores** serán de barras de acero lisas colocadas en la junta transversal para transferir cargas sin modificar el movimiento de las losas, reduciendo el bombeo y la rotura en esquinas de la misma, y se recomienda su uso en espesores superiores a 18 cm. Su largo recomendado es de **45 cm**, con un diámetro de **38 mm**, y una separación de centro a centro de 30 cm entre sí, y de centro a borde de 15 cm, y se ubican paralelos al eje de calzada a la mitad del espesor de la losa, y se colocan en estructuras tipo canasto como se puede ver a continuación:



Figura 88| Pasadores para las juntas transversales de construcción. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)

- 2. Juntas transversales o longitudinales de construcción:** dividen las zonas pavimentadas en distintos momentos. Las juntas mismas se efectúan en intersecciones o en interrupciones programadas. Son juntas a tope, planas, que no transfieren cargas por trabazón, y las barras utilizadas son iguales a las de contracción
- 3. Juntas de dilatación o aislación:** permiten absorber mayores movimientos relativos, usadas en intersecciones o en lugares donde la calzada cambia su geometría. Su uso es considerado necesario en intervalos regulares si existen antecedentes de levantamientos localizados, o porque la apertura de las juntas iniciales no absorbe la dilatación prevista en servicio

El diseño de las juntas se hace en el anexo A.3.7, y las medidas también se encuentran en ese anexo, donde se incluyen todas las recomendaciones a utilizar, y en el Anexo P de planos

se incluyen los diagramas de corte en el pavimento para la realización de juntas de acuerdo a recomendaciones del ICPA.

5.1.3.4.2.g) *Empalmes con Ruta Provincial N°39 y con la Avda. Dr. Miguel Zumbo*

Como el pavimento de hormigón se encuentra con la ruta que ya es pavimentada con asfalto y con el acceso a la ciudad de Herrera que son calles no pavimentadas, se deben pensar cuáles son las transiciones más adecuadas para el diseño del pavimento propuesto. El objetivo de estas transiciones es minimizar el problema de desempeño como asentamientos diferenciales u otros movimientos relativos que pueden afectar la calidad del pavimento en el sector, y esta transición puede ser una simple losa o bien un tramo que no exceda los 50 metros.

Para la transición con el pavimento flexible de la Ruta Provincial N°39 que ocurre antes de la llegada al acceso, y se hace con la ejecución de una losa de transición de pavimento que materializa la estructura mixta entre asfalto y hormigón, que genera una mejor transferencia de cargas entre el pavimento flexible y el rígido de hormigón.

Como se prevé la circulación de gran cantidad de tránsito pesado, se decide ejecutar una viga de transición de 25cm de ancho, y 60 cm de alto, con una cuantía mínima del 0,8%, que evita el fenómeno de crecimiento de losas, y se une con pasadores al nuevo pavimento, actuando la estructura en conjunto. El esquema sería el siguiente:

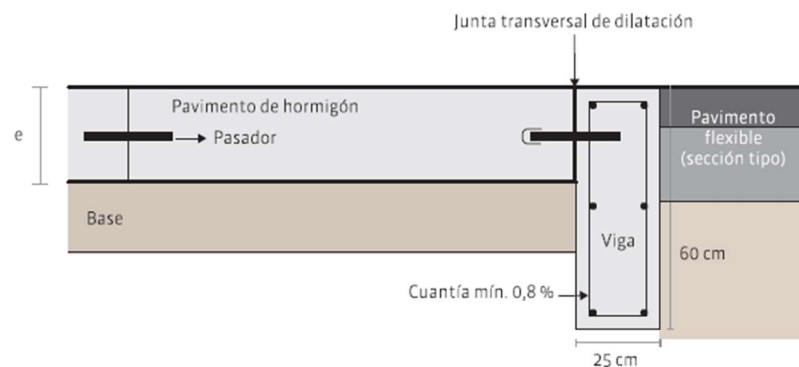


Figura 89| Encuentro con la Ruta Provincial N°39. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)

Por otro lado, en la zona no pavimentada, la situación se repite y se debe ejecutar también una viga con pasador que prevea el pasaje de tránsito pesado al interior de Herrera, que también resulta en un tabique de coronamiento.

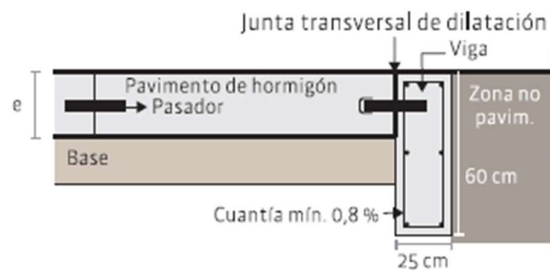


Figura 90| Encuentro con el acceso por Avda. Miguel Zumbo. Fuente: (Calo et al., 2014, C3)

5.1.3.3 Iluminación

Siguiendo los requerimientos de iluminación antes descritos, lo que se propone es darles visibilidad a los usuarios de las vías de circulación sobre todo en ámbitos nocturnos, donde la oscuridad reduce la capacidad de maniobra de los usuarios del camino.

Dado que las instalaciones de alumbrado vial dependen de la intensidad, velocidad, composición del tránsito y complejidad de la red, ésta debe cumplir con ciertos requisitos mínimos para proporcionar adecuadas condiciones visuales para un tránsito seguro y sin brusquedades.

Por lo tanto, los criterios a utilizar para el alumbrado estipulan diferentes requisitos para diferentes tipos de categorías de vías.

Lo primero que un sistema de iluminación debe cumplir, es el criterio de visibilidad. Este criterio describe qué tan bueno es el desempeño del sistema para mostrar al conductor el camino, los objetos dentro del camino y los alrededores del camino. La visibilidad está relacionada con la forma y cantidad de luz que llega a la vía; sin embargo, son las características de reflexión de dicha superficie los que proveen un adecuado nivel, tanto de la luz y la uniformidad de luz, reflejada en dirección al conductor, como así también desde el entorno, al frente de éste, de modo de disminuir al mínimo el riesgo de accidentes.

5.1.3.3.1 Generalidades de diseño

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son:

1. **La luminancia media (L_m , L_{AV}):** La **luminancia** es la característica reflectiva de una superficie para reflejar la luz, cuando esta se expone a una fuente de luz. Esta característica depende del color y la rugosidad o textura de la superficie y el ángulo de observación de esta. En cambio, la **luminancia media L_{AV}** se mide

en cd/m^2 (candelas por metro cuadrado) en una zona ubicada entre 60 y 100 m al frente del conductor y del ancho de toda la calzada, y define el nivel medio de luz reflejada por la calzada hacia el ojo del conductor. Las normas recomiendan niveles de luminancia mínimos entre $0,5$ y $2,2$ cd/m^2 (candelas por metro cuadrado) dependiendo de la densidad del tránsito, superficie del pavimento, clasificación del tipo de calzada (ancho y composición) y tipos de entornos que rodean la ruta vial.

La luminancia es la luz proveniente del entorno (ej: reflejada desde el pavimento), hacia el ojo del observador. Se prefiere la luminancia como criterio ya que muchas de las funciones del ojo están gobernadas por el nivel de adaptación ante los contrastes bajo el cual se encuentra el observador.

2. **Los coeficientes de uniformidad (U_0 , U_L):** por un lado, se encuentra el **coeficiente de uniformidad general U_0** , que se mide en %. Parámetro que define la desviación media de la luminancia de una superficie y es importante en razón de los altos estándares necesarios para una buena percepción visual de cualquier obstáculo. Si existe una zona de bajo nivel de luminancia en la calzada, un objeto dispuesto delante de dicha zona puede volverse invisible por simple falta de contrastes. Su cálculo es:

$$U_0 = L_{\min}/L_{av} = \text{Luminancia mínima/Luminancia media}$$

Por otro lado, se encuentra el **coeficiente de uniformidad global de luminancia (U_g)**, que se mide en %. Parámetro que define la desviación máxima de la luminancia de una superficie frente al observador.

Por último, el **coeficiente de uniformidad longitudinal U_l** es un parámetro que se mide en % y que define la desviación máxima de la luminancia de una superficie en el eje de visión del conductor. En otras palabras, se considerarán tantas uniformidades longitudinales de luminancia como carriles tenga la calzada. Es importante para un adecuado confort visual, que se reduzca la frecuencia de zonas claras y oscuras (flash), con respecto a la velocidad del diseño, que puede ver un conductor en su eje de visión; como también, la diferencia de Luminancias entre dichas zonas. Se calcula como:

$$U_l = L_{\min}/L_{\max} = \text{luminancia mínima/luminancia máxima}$$

3. **El deslumbramiento (T_1 y G):** cuando se dispone de una configuración regular de luminarias sobre una carretera o camino rural, es posible calcular los valores

de deslumbramiento "incapacitivo" o incremento de umbral (T_1) y deslumbramiento molesto (G) en base a los antecedentes fotométricos de las luminarias, que corresponde a intensidades propias de las luminarias en el ángulo de visión del conductor, $I=88^\circ$ e $I=80^\circ$ (grados).

Esto se consigue a menudo, estipulando las intensidades máximas que pueden ser emitidas por la luminaria, según ciertos ángulos de observación, en particular 80° y 90° con relación a la vertical.

Estas intensidades limitadas son medidas en candelas por cada mil lúmenes (cd/klm).

Los límites se aplican habitualmente a luminarias de potencia media o importante, así como a luminarias de pequeña potencia. Es conveniente sin embargo, tener un poco de "destello o brillo" si no, la instalación pudiera parecer débil, incluso si los niveles de iluminancia en la calzada son los adecuados.

El **incremento de umbral T_1** es el porcentaje máximo permitido de pérdida de la percepción visual de un objeto por el deslumbramiento de la fuente luminosa o del entorno, debido a una reducción del contraste de dicho objeto a consecuencia de la luminancia de velo, que es la luz de las fuentes deslumbradoras que se esparce en dirección de la retina provocando que un velo brillante se superponga a la imagen nítida de la escena que se observa.

Por otro lado, el **deslumbramiento molesto G** , es producto de investigaciones para determinar índices de deslumbramiento aplicables al alumbrado de las vías públicas, se solicitó a un gran número de observadores evaluar el grado de deslumbramiento según la escala de 1 a 9. En carreteras y caminos se aceptará un deslumbramiento molesto G comprendido entre 5 y 9. La apreciación subjetiva del deslumbramiento, y por tanto los valores correspondientes del deslumbramiento molesto G , se revela en función de ciertas características fotométricas y geométricas de la instalación. La relación empírica puede ser expresada como sigue, en función de los diversos parámetros de la instalación:

$$G = 13,84 - 3,81 \log (I_{80}) + 1,30 \log (I_{80}/I_{88})^{1/2} - 0,08 \log (I_{80}/I_{88}) + 1,29 \log (F) + 0,97 \log (L_{av}) + 4,41 \log (h') - 1,97 \log (p)$$

O bien:

$$G = SLI + 0,97 \log (L_{av}) + 4,41 \log (h') - 1,97 \log (p)$$

Donde:

$$SLI = 13,84 - 3,81 \log (I_{80}) + 1,30 \log (I_{80}/I_{88})^{1/2} - 0,08 \log (I_{80}/I_{88}) + 1,29 \log (F)$$

Siendo:

- SLI: Índice Específico de Luminaria, cuya información está disponible en el fabricante de luminarias y que puede ser certificada por un laboratorio de fotometría competente.
- G = Deslumbramiento molesto.
- I_{80} = Intensidad luminosa en un ángulo de 80° con la vertical en el plano $C=0^\circ$. Su rango es: $50 \leq I_{80} \leq 7000$ (cd)
- I_{88} = Intensidad luminosa en un ángulo de 88° con la vertical en el plano $C=0^\circ$. El rango del cociente con I_{80} es $1 \leq I_{80}/I_{88} \leq 50$
- F = Área emisora de luz de las luminarias proyectadas bajo un ángulo de 76° . Su rango es $0,007 \leq F \leq 0,4$ m²
- L_{av} = Luminancia media de la superficie de la calzada.
- h' = Altura entre el plano a nivel de los ojos y el de las luminarias. Su rango es: $5 \leq h' \leq 20$ (m)
- p = Número de luminarias por kilómetro. Su rango es $20 \leq p \leq 100$

Esta fórmula no es válida para luminarias separadas por más de 50 m o por menos de 10 m.

4. **El coeficiente de iluminación de los alrededores (SR):** es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores.
5. **Iluminancia horizontal o nivel de iluminación vial (E_{med}):** cantidad de flujo luminoso emitido por la luminaria, o grupo de luminarias, sobre una determinada área de calzada. La iluminancia media horizontal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$E_{med} = [\Phi_l * CU] \div [W * S]$$

Donde:

1. Φ_l = Flujo luminoso de lámpara (por luminaria); lúmenes.
2. W = Ancho total de la calzada (n pistas); metros.
3. S = Espaciamiento de luminarias; metros.

4. CU = Factor de utilización de la luminaria en el ancho del área considerada; (%).

La iluminancia, que es la cantidad de luz que llega a la superficie por unidad de área, independiente de las características de reflexión de la superficie, a menudo se le denomina iluminación.

6. **Índice o Coeficiente de contraste (Co):** dada la baja velocidad con que circulan los vehículos en cruces, curvas, lazos y ramales, se considera un parámetro común en el estudio de la luminotecnia y que corresponde al nivel de contraste mínimo Co.

Los criterios aceptados son:

- Un adecuado nivel de luminancia de la superficie de la calzada que permita, dentro de ciertos límites, un buen rendimiento visual en los conductores, en términos de la distancia a la cual se pueden alcanzar a percibir los objetos, ante las diferencias de contrastes que se presentan a la vista del conductor en la calzada. Por lo tanto, la habilidad de un conductor para llevar a cabo la tarea de conducir, depende de cuán adecuadamente reconoce su entorno y de cuán adecuadamente reacciona a estos estímulos visuales.
- Una buena uniformidad de la luminancia general, que permita un buen rendimiento visual.
- Una buena uniformidad longitudinal (en el sentido del tránsito), que implique una mejor comodidad visual, es decir, un nivel relativamente parejo de iluminación sobre el área justo en frente del conductor; lo cual reducirá las adaptaciones de niveles altos a bajos o viceversa, permitiendo una disminución de la tensión psicológica y fisiológica del conductor.
- Un bajo deslumbramiento provocado, en general, por el sistema de alumbrado. Este deslumbramiento afecta tanto el rendimiento visual como la comodidad visual.

5.1.3.3.2 Requerimientos mínimos de iluminación

Además de los apartados vistos de recomendaciones de iluminación en intersecciones y distribuidores, se agregarán los requisitos mínimos de acuerdo al TMDA de tránsito.

Los requerimientos mínimos de iluminación en una ruta o camino en función del tránsito medio diario anual (TMDA), son los siguientes:

- A más de 50.000 TMDA, iluminación continua total.
- Entre 25.000 y 50.000 TMDA, se debe iluminar entre enlaces si cuya separación es menor a 3 km. Si la separación es mayor a 3 km, sólo se deben iluminar los enlaces.
- Hasta 25.000 TMDA, sólo se deben iluminar los enlaces. **En el caso de la R.P. N°39, conviene solo colocar las luminarias en el acceso, por lo que el cálculo de las mismas se recorta a una parte del acceso en sí.**

Todos los enlaces de las rutas principales deben ser iluminados según los requerimientos mínimos de la DNV, incluidas la ruta principal y secundaria. Para la ruta principal desde 150 m antes del comienzo de cualquier pista auxiliar del enlace y hasta 150 m después del término de la última (aceleración, desaceleración, ramal, etc.). Para el camino secundario esta distancia es de 90 m, antes de enfrentar la intersección de ambas. Todos los ramales que constituyen el enlace también deberán iluminarse (siendo todas estas distancias mínimas).

El proyecto de iluminación deberá tener presente el tipo de sistemas de contención especificado, a fin de que los postes de las luminarias sean compatibles con aquel. Es importante que el diseño del sistema de iluminación se adapte a las condiciones de seguridad de los caminos y carreteras, de modo de evitar inducir la provisión de obras adicionales de seguridad.

La configuración usual para vías de dos trochas indivisas es:

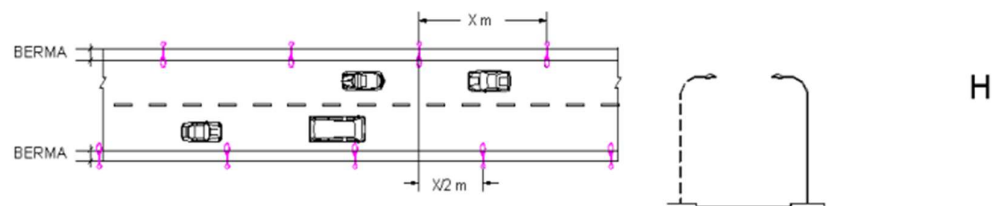


Figura 91| Modo de iluminación para dos trochas indivisas de camino. Fuente: (Llanos et al., 2005, C.700)

El tipo de iluminación se llama en zig-zag, y tiene que cumplir esas distancias para curvas como para rectas, como se puede ver a continuación:

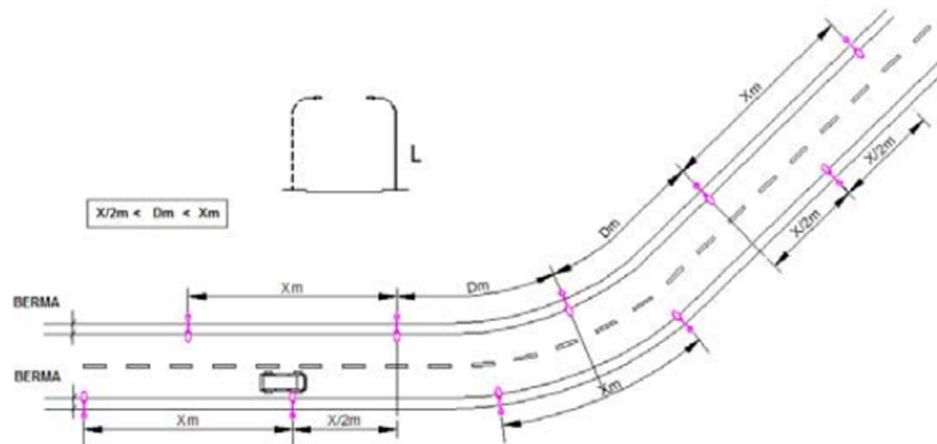


Figura 92| Iluminación en zig zag en curvas horizontales. Fuente: (Llanos et al., 2005, C.700)

Se recomienda para la iluminación de las zonas de transición una luminancia media equivalente al 75% de la luminancia recomendada.

Sin embargo, no se recomienda la ubicación de luminarias en la curva exterior por la peligrosidad de choque, el cual debe incluir defensas.

A medida que aumenta la altura del montaje, también se pueden usar espaciamientos mayores entre los postes de luminarias, siempre que se mantenga la uniformidad y el nivel de luminancia requeridos. La concordancia correcta entre la altura del montaje y el tamaño de la fuente de luz, deben dar como resultado el cumplimiento del criterio de iluminación y de uniformidad mínima, mientras se responde a criterios de seguridad y económicos.

Cada luminaria será instalada a una cierta altura, y será clasificada según métodos prácticos de cálculo, desarrollados en el Anexo A.3.8.

5.1.3.3.3 Luminaria seleccionada y altura de diseño

La irrupción de luminarias leds en el alumbrado vial ha modificado pautas tradicionales de diseño. El cambio tecnológico propone una instalación con mayor costo inicial y menor consumo de energía. Por un lado, la relación de precios entre luminaria led y luminaria tradicional es, al menos, 3:1. Por otra parte, la mayor eficiencia energética del led permitiría mantener niveles adecuados de iluminación con menor potencia instalada.

Inicialmente, las autopistas argentinas se consideraban calzadas tipo A, estableciéndose 2,7 candelas por metro cuadrado como luminancia media inicial. A partir del proceso de reconversión led y para el caso de las autopistas urbanas, con limitaciones en la velocidad máxima a cien u ochenta kilómetros por hora (100 u 80 km/h), se adoptó allí la clase

B1, con luminancias medias iniciales de dos candelas por metro cuadrado (2 cd/m^2), mientras que la clase B2, **que es para la ruta dada en cuestión**, donde no hay luminarias salvo las del éjido de Herrera, es para rutas con entornos no iluminados.

Tabla 31| Disposiciones sobre iluminación en rutas. Fuente: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/lu140_ixtaina_iluminacion_autopistas.pdf

Clase	Valores mínimos admitidos		TI	G
	Luminancias promedio	Uniformidades		
	Nivel inicial L_{med}	U_0 1) U_1		
A	$2,7 \text{ cd/m}^2$	$0,4 L_{\min./med}$ $0,7 L_{c_{\min.}}$	$\leq 10\%$	≥ 6
B1	2 cd/m^2	$0,4 L_{\min./med}$ $0,6 L_{c_{\min.}}$	$\leq 20\%$	≥ 5
B2	$1,3 \text{ cd/m}^2$	$0,4 L_{\min./med}$ $0,6 L_{c_{\min.}}$	$\leq 15\%$	≥ 6
C*	$2,7 \text{ cd/m}^2$	$0,4 L_{\min./med}$ $0,6 L_{c_{\min.}}$	$\leq 15\%$	≥ 6

Para el caso dado, se toman $1,3 \text{ cd/m}^2$ de L_{av} , $U_0 = 40\%$, $U_1 = 60\%$ (para cada carril), TI menor o igual al 15% y G (psicológico) mayor o igual que 6 que sería un rendimiento Satisfactorio de las luminarias con iluminación buena.

Tabla 32| Parámetros de luminarias en sectores viales. Fuente: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/lu140_ixtaina_iluminacion_autopistas.pdf

Clase de eficiencia energética		PN [W/m ² /cd/m ²]
A	La mayor eficiencia energética	< 0,2
B	Muy eficiente	0,2–0,4
C	Eficiente	0,4–0,6
D	Eficiencia intermedia	0,6–0,8
E	Poco eficiente	0,8–1
F	Muy poco eficiente	1–1,2
G	La menor eficiencia energética	> 1,2

Autopista	L_{med}	Pot/Col	Densidad de potencia normalizada
Led 1	2,3	416 W	$0,29 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$
Led 2	3,79	270 W	$0,23 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$
Led 3	2,15	570 W	$0,32 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$
Led 4	2,11	570 W	$0,38 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$
Sodio 400 1	4,34	440 W	$0,27 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$
Sodio 400 2	2,32	880 W	$0,36 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$
Sodio 400 3	5,2	880 W	$0,33 \text{ W/m}^2\text{cd/m}^2$

5.1.3.3.3.a) Disposiciones respecto de los faroles

Los artefactos a instalar (todos de tecnología LED) deberán contar con garantía de fábrica mínima de 4 años. También deberá garantizarse la provisión de repuestos. No se admitirán Luminarias LED con el concepto de “unidad sellada”, es decir que por mantenimiento preventivo y/o correctivo, o al cabo de su vida útil, sea necesario el reemplazo total de la misma.

Es condición excluyente que sea posible el reemplazo de sus componentes en cualquier momento, ya sea al final de su vida útil, por recambio ante mal funcionamiento, o por futuras actualizaciones de la misma; en cualquier caso, sin necesidad de recambio de la Luminaria en su totalidad.

La instalación de las luminarias y su vinculación con el soporte deberá ser pensada con un sistema antivandálico a efectos de minimizar su depreedación. No se admitirá iluminación de piso o la incorporación de artefactos de iluminación de tiras led en blancos y plazas.

Tabla 33| Características base para elementos de alumbrado LED. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/petp_iluminacion_0.pdf

Para cada luminaria propuesta	Valores límite
Vida útil de la luminaria y bloques ópticos	≥ 50.000 horas (incluidos óptica, driver y fuente luminosa con el mantenimiento del 70% del flujo inicial)
Sistema de refrigeración de la fuente de luz.	Mediante disipadores
Grado de protección grupo óptico IP	≥ 65
Grado de Protección IK	≥ 0,8
Índice de reproducción cromático	≥ 70
Eficiencia de la Luminaria (lm/w) El cálculo del rendimiento lumínico deberá ser realizado considerando la luminaria completa, tanto para el flujo luminoso como para el consumo (incluyendo todos los componentes: placas, driver, etc.).	≥70
Temperatura de Color del LED utilizado	3800°K ≥ X ≤ 4200°K
Flujo lumínico mínimo	>=17000 lm (a 530 mA)
Relación de flujo hacia el hemisferio superior	≤ 1%
Tensión de alimentación eléctrica	180 ≤ V ≤ 245
Factor de potencia	≥ 0.95
Frecuencia	50-60 Hz
Garantía del producto	≥ 5 años
Montaje de la luminaria	En columna según este PET
Temperatura de funcionamiento	-20° C.-80°C
Tecnología fotométrica de la placa LED	Multicapa
LED individual Mínimo	3,3 W
Dimensiones / Peso	Deberán ser acordes a las características constructivas de las columnas descriptas. Serán preferibles las luminarias de menor peso.

5.1.3.3.b) Disposiciones respecto de las columnas y sus bases

Las bases de hormigón serán de hormigón sin armadura, utilizando el terreno excavado como encofrado y el molde para la colocación de la columna, una vez cumplido los tiempos del fraguado. Las farolas normalmente son provistas con una placa porta insertos, la que se deberá instalar al confeccionar la base.

Las fundaciones no serán inferiores, en ningún caso, a 0,70 m x 0,70 m y el empotramiento de la columna no será menor a 1/10 de su altura, más 0,20 m por encima del nivel del terreno y un mínimo de 0,20 m por debajo de la base de la columna.

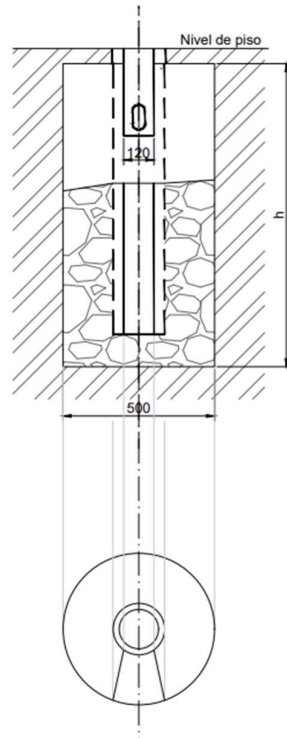


Figura 93| Bases y fundaciones para luminarias en alumbrados públicos. Fuente:
<https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf>

A los catorce (14) días de hormigonadas las bases se procederá a la colocación de las columnas, para lo cual durante las tareas de izaje se emplearán grúas o hidrogrúas de capacidad adecuada a los pesos que se deben elevar.

El primer tramo de todas las columnas de Alumbrado, deberá ser galvanizado por inmersión en caliente cumplimentando la norma ASTM A153/A153M y deberá ser protegido con pintura anti pegatina marca Ranco Chemical o equivalente, de acabado mate rugoso con picos, de alta resistencia a la intemperie y a las inclemencias del clima, espesor de película entre 1 y 3 mm.

Ubicada las columnas en sus bases, se procederá en forma provisoria a la colocación de estacas de madera dura a fin de mantener su verticalidad. Dentro de las 48 hs. posteriores a la colocación de las columnas, el espacio entre la columna y la base será llenado con arena fina y seca, dejando un anillo de 2 cm de espesor y no menos de 2,5 cm de profundidad hasta el nivel de vereda, el cual será llenado con asfalto fundido. En cada columna, habrá un tablero con bornes de conexión y fusibles tipo keland, la tapa de inspección estará a 2.60 m del nivel de piso

Para la alimentación del artefacto se utilizará un conductor tipo taller de $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$, dos para alimentación, el restante para puesta a tierra (en el caso de más de un artefacto por columna, llevará un conductor de $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ por cada artefacto) Las columnas serán de caño de acero con o sin costura, respetando tramos, diámetros y características indicados en los pliegos de alumbrado, remarcando la unión de los tramos por abocardado y el galvanizado en caliente del primer tramo. De ser posible, cada columna tendrá su caja toma de alimentación en pared con su térmica y disyuntor

La columna ya armada de acuerdo a todos los elementos antes dicho es de:

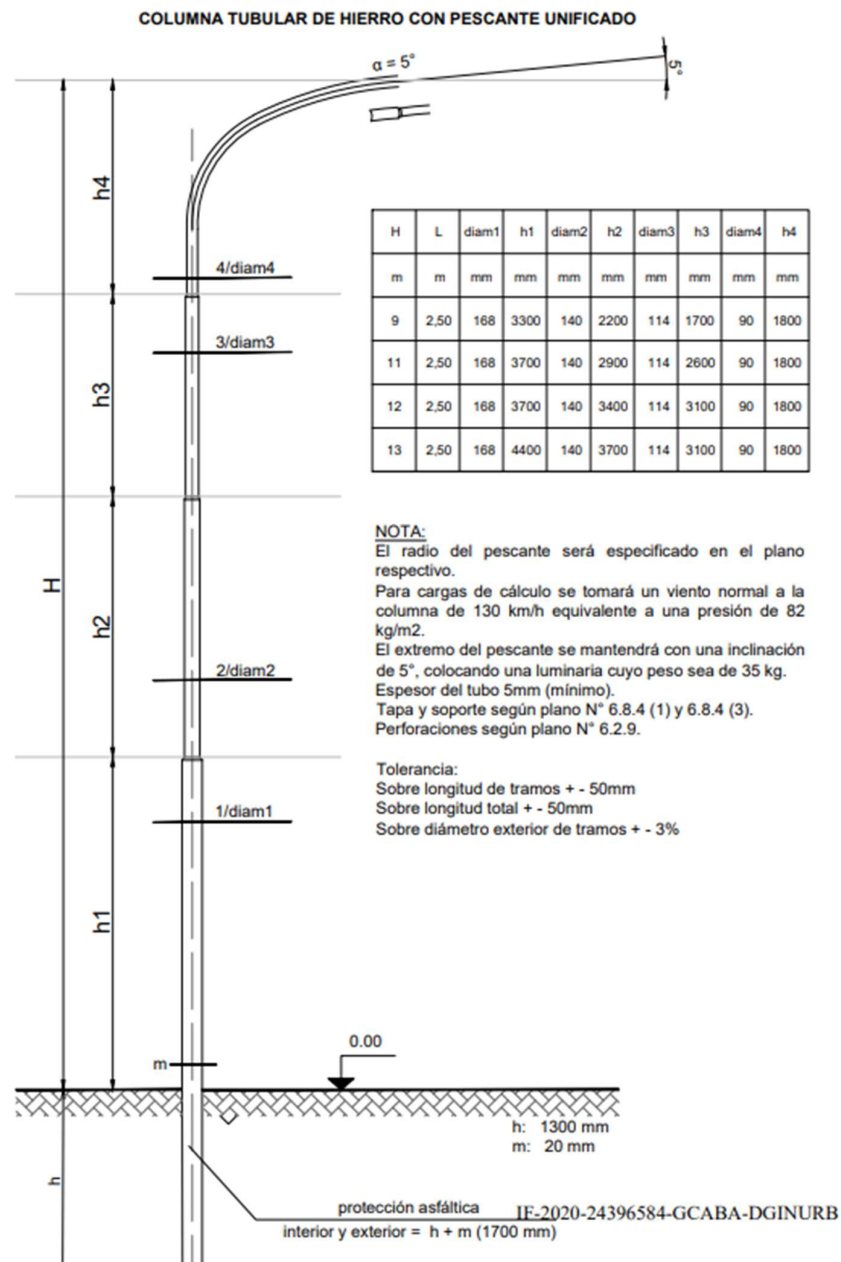


Figura 94| Columna con pescante para alumbrado público. Fuente: <https://documentosboletinoficial.buenosaires.gov.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf>

Las distancias mínimas, respecto a la calzada, de instalación de las columnas serán:

- 4,00 m del borde de la calzada
- 0,80 m en caso de existir cordones (áreas urbanas)
- 1,00 m detrás de la defensa flexible, en caso de corresponder.
- En los puentes que tengan iluminación, prevalecerá el sistema de contención correspondiente al mismo

- Para el resto de los casos, el nivel de contención del sistema será H1, ancho de trabajo W4 e Índice de Severidad “A”

Por otro lado, la altura mínima de colocación de luminarias debe ser de 12 metros para vías principales y 9 metros para vías secundarias.

5.1.3.3.c) Disposiciones respecto de la alimentación y las conexiones

La alimentación que llegará a cada columna siempre será monofásica, por conductor subterráneo de formación bipolar (NO tripolar, NO tetrapolar, salvo expresa autorización) y su sección responderá al correspondiente cálculo de caída de tensión, siendo la mínima admisible de $2 \times 4 \text{ mm}^2$.

En cuanto a la puesta a tierra, seguirán las siguientes recomendaciones:

1. La jabalina de puesta a tierra será de sección cilíndrica, con punta cónica de acero al carbono, de 1,50 m de longitud y 12,7 mm de diámetro; poseerá una capa exterior de cobre de 250 micrones de espesor mínimo
2. En el extremo libre del conductor de puesta a tierra que se conecta al tablero de la columna se instalará un terminal adecuado a la sección del conductor, que no presente daños por sobrecalentamiento o cortocircuito.
3. El conductor que sirva de conexión entre el tablero de la columna y la jabalina de puesta a tierra será de cobre electrolítico estañado de 25 mm^2 , para las conexiones internas, la sección del conductor será de 4 mm^2 . La longitud de estos conductores será la adecuada para cada caso
4. La conexión entre el conductor de cobre desnudo de 25 mm^2 y la jabalina de puesta a tierra, se realizará mediante soldadura del tipo “CUPRO - ALUMINIO - TÉRMICA”

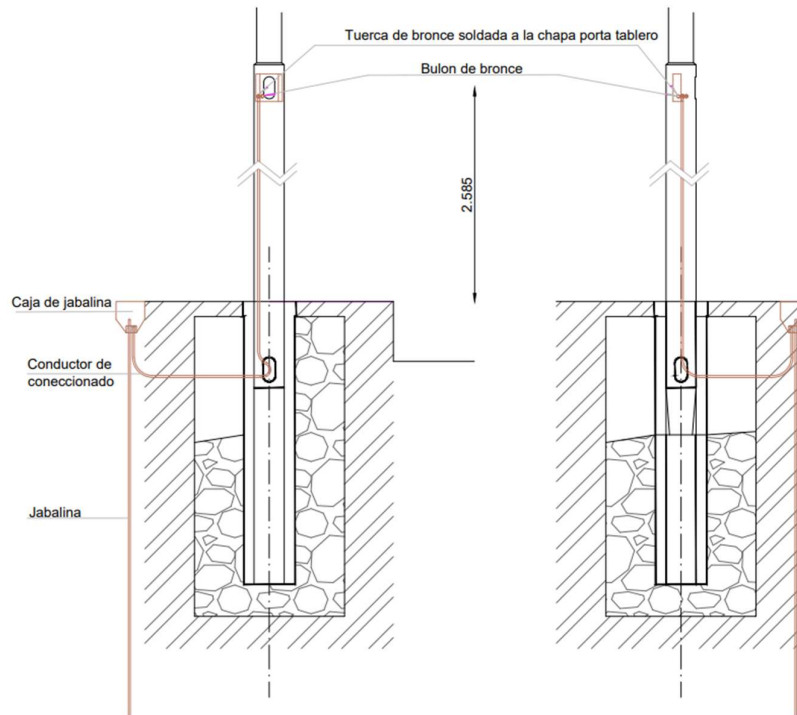


Figura 95| Puesta a tierra de alumbrado público. Fuente:
<https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf>

5.1.3.3.4 Resultados de cálculo

Para una columna pescante de 12 metros de altura, y una luminaria dada de la siguiente manera (suponiendo que se utilizan la marca BALDER luminarias tipo Bohemia S4, las características generales a cumplir ya fueron dadas, y se seleccionará un cierto tipo de luminaria de las descritas para poder realizar los cálculos, que será detallado en el **Anexo A.3.8**.

Las luminarias se colocan como Anexo luego de los planos, que corresponden al catálogo de diseño y los estudios aprobados por INTI y las normas IRAM-IES. Los planos de luminarias se encuentran en el Anexo P. En este caso, se detallan las Balder donde:



Figura 96| Luminaria de diseño Balder Bohemia S4/S5/S7. Fuente: <http://www.electrolaf.com/producto-bohemia-s-15.html>

Este es el modelo usado para cálculo y diseño, con una capacidad de colocarse en alturas variables entre 6 a 14 metros.

5.1.3.4 Señalización

5.1.3.4.1 Introducción y generalidades

Las carreteras modernas cada vez tienen más equipamiento complementario que, además de aumentar el servicio y la calidad, ayuda a reducir la accidentalidad o a reducir la gravedad de los siniestros. Una buena señalización es un elemento fundamental en este sentido. Los protectores de barreras y los postes en “c” salvan la vida a motoristas.

La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen. En ese sentido, el lenguaje vial guía tanto a transeúntes como a conductores por el camino de la seguridad y la prevención de cualquier tragedia.

La señalización no es un simple adorno de la vía, sino que cumple las siguientes funciones fundamentales:

- Organiza el tránsito
- Advierte los peligros
- Ordena conductas de seguridad
- Comunica informaciones útiles

El aspecto más delicado de la seguridad en la circulación es debido a que ninguna vía es igual en toda su longitud, sino que presenta cambios, tales como:

- Curvas ciegas
- Pasos ferroviarios a nivel
- Estrechamientos de la calzada
- Tramos resbaladizos, etc

Al respecto, existe el Anexo L del artículo 22 del decreto 779 del año 1995, llamada “Sistema de señalización vial uniforme”, que va de la mano con el Manual de Señalización Vertical de la Dirección Nacional de Vialidad, que fue publicado en el año 2012, que va de la mano con el Manual de Señalización Horizontal, también del mismo año.

5.1.3.4.1.a) *Prescripciones del manual para intersecciones*

Transcribiendo el artículo para intersecciones como en este caso, se tiene lo siguiente:

“En el caso de intersecciones la secuencia básica de señalamiento en el sentido de aproximación es: primero el señalamiento preventivo, luego el informativo de destino (señal de preseñalización), y tercero el de prioridad de paso (vía secundaria). Si hay restricción de velocidad en la aproximación habrá escalonamiento de velocidad.”

Se recomienda la implantación de la preventiva de PROXIMIDAD DE SEÑAL PRESCRIPTIVA. Indicando la última restricción sea CEDA EL PASO, PARE o VELOCIDAD.

La señal de información de destino (señal de preseñalización), en el caso de ser una intersección con rutas nacionales o provinciales se recomienda que lleve la señal de nomenclatura vial, más precisamente indicadora de ruta.

“Una vez pasada la intersección, la secuencia básica en el sentido de avance es: primero se deberá confirmar el destino mediante la señal informativo de orientación de distancia (confirmativa), segundo levantar toda aquella restricción impuesta por la existencia de la intersección, y en tercer lugar indicar las “reglas de juego” básicamente la velocidad

máxima permitida. Esta última es opcional en el caso que las velocidades máximas permitidas sean las que surgen de las “Reglas generales de circulación” establecidas por ley”

La señal preventiva que alude a la existencia de la intersección cualquiera fuese su tipo deberá estar alejada de la intersección como mínimo las consignadas en la siguiente tabla. Si no hay escalonamiento, se considerará como velocidad prevaleciente en la aproximación una velocidad de 110 km/h, y por lo tanto la señal preventiva se deberá colocar a 150m de la intersección como mínimo. Si hubiere escalonamiento de velocidades la velocidad prevaleciente en la aproximación será de 80 km/h, la señal preventiva se deberá colocar a 100m de la intersección como mínimo. El criterio, es aplicable a señales preventivas sin interferencia de otras señales. Para el resto de los casos gobierna la señal de orientación como se verá más adelante.

Tabla 34| Tabla de distancias de ubicación de las señales preventivas. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

	ZONA DE PREVENCIÓN ADELANTADA		
	Básica	Extendida	Ampliada
VELOCIDAD (Km/h)	2s	4s	12s
60	25	25	100
80	100	100	200
110	150	180	360
130	250	300	500

Tabla 2.4
Distancia de anticipación mínima absoluta adoptada en función de la velocidad
Señales Preventivas

La señal de orientación de destino deberá estar alejada de la intersección como mínimo las distancias consignadas en la tabla a continuación. Si no hay escalonamiento, se considerará como velocidad prevaleciente en la aproximación una velocidad de 110 km/h, y por lo tanto la señal de orientación de destino se deberá colocar a 250m de la intersección como mínimo. Si hubiere escalonamiento de velocidades la velocidad prevaleciente en la aproximación será de 80 km/h y por lo tanto la señal de orientación de destino se deberá colocar a 150m de la intersección como mínimo.

Tabla 35| Distancias de las señales de orientación de destino a los puntos de llegada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

VELOCIDAD (Km/h)	DISTANCIA DE ANTICIPACIÓN
60	100
80	150
110	250
130	300

Tabla 2.5
Distancia de Anticipación
Señales de Orientación de Destino

La separación mínima entre señales cualquiera sea su tipo estará regido por lo mencionado por la Tabla a continuación, en consecuencia, la separación mínima será de 50m. Lo dicho aplica tanto a si no hay escalonamiento de velocidades y consecuentemente la velocidad prevaleciente en la aproximación se considera de 110km/h, como si hubiera escalonamiento de velocidad y consecuentemente la velocidad prevaleciente se considera de 80km/h.

Tabla 36| Separación mínima absoluta entre señales. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

VELOCIDAD PREVALECIENTE	SEPARACIÓN MÍNIMA ABSOLUTA
(Km/h)	(m)
≤ 60	25
>60 y ≤ 110	50
>110	75

Tabla 2.2
Separación mínima absoluta entre señales

Como se mencionó más arriba la aplicación de este criterio llevaría a que la señal preventiva se encuentre ubicada según sea el caso a 300m o 200m si la precede (desde la intersección y corriente arriba) una señal informativa de destino.

Para mejorar la legibilidad de la señal de orientación de destino no se colocarán señales intermedias entre la señal preventiva de la existencia de la intersección y la informativa.

En el caso de escalonamiento de velocidad, la señal de límite de velocidad máxima de 80 km/h que por el escalonamiento quedaría entre la señal preventiva y la de orientación de destino, con una separación de 50 m (50 m entre la de destino y la de velocidad máxima; 50 m

entre la de velocidad máxima y la señal preventiva). Así las cosas, la separación entre la señal de destino y la preventiva sería de 100m (50+50).

Se recomienda en estos casos, trasladar la señal de Límite de Velocidad máxima de 80km/h corriente arriba de la señal preventiva, a 250 metros, seguir con el escalonamiento respectivo, pero mantener la distancia de 100m entre la señal de DESTINO y la PREVENTIVA

A los efectos de la medición de estas distancias se considera intersección, la sección donde esté implantada la Línea de Ceda el Paso, la Línea de detención, las extensiones de la línea de borde, y en todo caso se seleccionará preferentemente la que está más alejada del “cruce”, en el sentido de avance.

5.1.3.4.2 Señalización vertical y horizontal

El Manual, cubre el Señalamiento de carreteras convencionales, y vías multicarriles ya sean semiautopistas, autopistas o las que se conocen como autovías.

El Señalamiento Vertical debe **brindar información** clara, precisa e inequívoca, estando destinado a transmitir al usuario de la vía pública **órdenes, advertencias, indicaciones u orientaciones**, mediante códigos comunes en todo el país y de modo coherente con los utilizados en la región.

Las señales verticales son señales de tránsito colocadas al costado del camino (laterales) o elevadas sobre la calzada, mediante pórticos o ménsulas (aéreas), con la finalidad de **guiar** el tránsito, **regular** la circulación, y **advertir** determinadas circunstancias. La regulación incluye la trasmisión de órdenes, y/o restricciones de distinta índole.

En general se puede decir que las señales de tránsito constituyen una de las formas de comunicarse del operador de la ruta con los usuarios del camino.

La Señalización Vertical aumenta los niveles de seguridad y eficacia de la circulación, por lo que es necesario que se tengan en cuenta en toda actuación vial como parte del diseño y no como mero agregado posterior a su concepción.


















Las señales deben poseer ciertos atributos que ofrezcan garantías de que los usuarios las conozcan, las entiendan, sean respetadas, y en consecuencia reducen la posibilidad de demandas. Los atributos son:

1. Necesidad. Que su contenido e instalación resulten **imprescindibles**.
2. Conspicuidad. Que **llamen la atención** del usuario.
3. Claridad. Que sean **leídas y comprendidas inequívocamente**.
4. Visibilidad. Que sean **visibles**, con la debida antelación para poder responder.

5. Respetabilidad. Que **infunden respeto**.
6. Conciso. El mensaje debe ser lo más **breve y claro** posible.

Ciertamente el atributo primordial de toda señal es la visibilidad, los demás surgen en principio a partir de que la señal se puede ver.

Tabla 37| Medidas, formas y colores de las señales. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

POR SU FORMA								
CUADRADO <small>CON DIAGONAL EN VERTICAL</small>  <small>PREVIENE</small>			CÍRCULO  <small>REGLAMENTA</small>			RECTÁNGULO  <small>INFORMA</small>		
POR SU COLOR								
 <small>PREVIENE O ADVIERTE POTENCIAL PELIGRO</small>	 <small>PREVIENE UN POTENCIAL PELIGRO EN ZONA DE OBRA</small>		 <small>PROHIBE, RESTRINGE U OBLIGA</small>	 <small>PERMITE</small>	 <small>INFORMA INSTITUCIONAL HISTÓRICO Y DE SERVICIO</small>	 <small>INFORMA DESTINOS O ITINERARIOS</small>	 <small>INFORMA ANUNCIOS ESPECIALES</small>	 <small>EDUCATIVOS</small>
FORMAS Y COLORES SINGULARES								
 <small>OBLIGA A PARAR Y A CEDER EL PASO</small>	 <small>OBLIGA A CEDER EL PASO</small>	 <small>ADVERTENCIA DE MÁXIMO PELIGRO</small>	 <small>PANELES DE PREVENCIÓN</small>	 <small>CRUCE FERROVIARIO</small>				

Gráfica 2.1
Código de señales verticales - Síntesis Gráfica

Las señales pueden identificarse a la distancia a través de los dos códigos mencionados:

1. Por su código de forma (cuadrado, círculo, triángulo o rectángulo).
2. Por su código de color (cuyo nivel o intensidad relacionada con la peligrosidad responde a los utilizados en los semáforos).

A esta propiedad/proceso por el cual el conductor hace uso de los códigos de las señales se llama **decodificabilidad**.

De acuerdo al tipo de mensaje emitido, las señales se dividen en señales: **Reglamentarias, Preventivas, e Informativas**. A su vez, las señales verticales se pueden clasificar en función de su posición relativa a la calzada, en señales **Laterales** (al costado del camino) y señales **Aéreas** (elevadas sobre la calzada)

Las **reglamentarias** transmiten órdenes específicas, de cumplimiento obligatorio en el lugar para el cual están destinadas, creando excepción a las reglas generales de circulación;

reglas de velocidad; y reglas de transporte. Por ejemplo: “No adelantar”, “PARE”, “Velocidad máxima/mínima”.

Las **preventivas** advierten la proximidad de una circunstancia anormal en la vía que puede resultar sorpresivo o peligroso a la circulación. Apunta a que se adopte una actitud adecuada

Las **informativas** son aquellas que identifican, orientan, o hacen referencia a aspectos tales como: servicios, lugares, destinos, rutas que sean de utilidad para el usuario en su itinerario

Previo a la determinación de cuáles señales se van a utilizar, se darán ciertos criterios respecto a cómo se ubicarán esas señales. Las señales laterales, si son de un solo poste, se ubican a 4,00 m del borde de la calzada como mínimo, mientras que, si son de dos postes, se ubican a 3,50 m como mínimo del borde de la calzada.

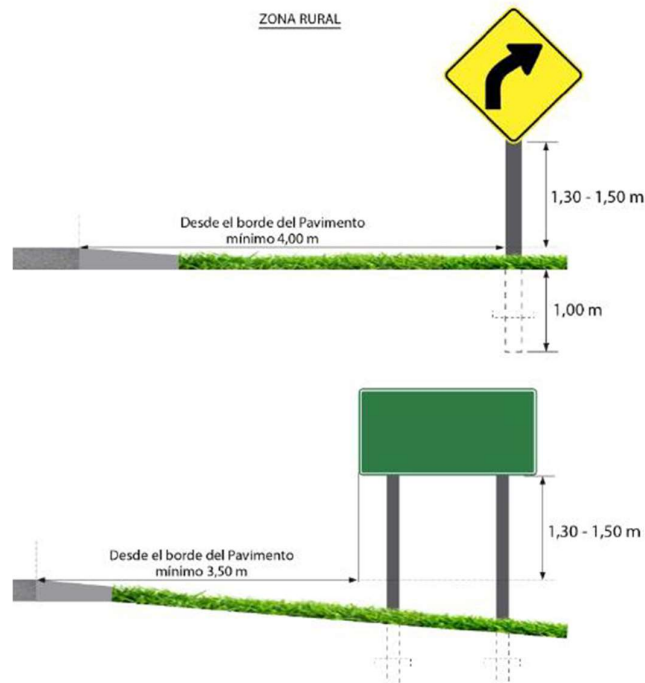


Figura 97] Modelo de implantación de los carteles de calzada según diseño. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

Las señales aéreas se colocarán elevadas sobre la calzada mediante pórticos, columnas o ménsulas. También podrán utilizarse otros elementos de la infraestructura vial, tal como las obras de arte, verificación estructural mediante en caso que corresponda.

Los soportes de las señales aéreas, emplazados a la derecha, estarán separados del borde de calzada una distancia deseable de 5,50 m, convenientemente “protegidas” en caso que

corresponda, siendo la altura mínima de 5,10 m y la máxima de 6,00 m respecto del borde de la calzada.

Las placas a adosar a la estructura deberán rotarse levemente hacia adelante, con un ángulo entre 2° y 5° respecto al eje perpendicular a la rasante salvo en bajadas, para maximizar la luminancia desde las luces de los vehículos

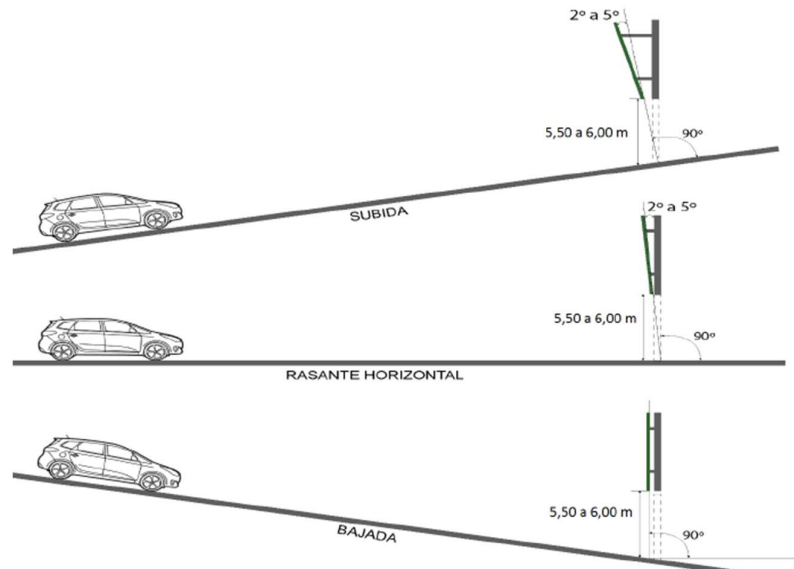


Figura 98| Implantación de carteles aéreos sobre calzada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

Los soportes de estos carteles son de postes de madera con escuadrías de 3"x3" o de 4"x4", de madera rígida y astillable. Para elementos aéreos, las estructuras si o si deberán ser metálicas.

5.1.3.4.3 Tipos de señales a utilizar

Las señales a utilizar, clasificadas, serán:

- Reglamentarias o de prescripción: aquellas que transmiten órdenes específicas, de cumplimiento obligatorio en el lugar para el cual están destinadas
 - ◆ Señales de Prohibición.
 - ◆ Señales de Restricción.
 - ◆ Señales de Prioridad.
 - ◆ Señales de Fin de la Prescripción.
- Preventivas: son aquellas que advierten la proximidad de una circunstancia anormal en la vía que puede resultar sorpresivo o peligroso a la circulación. Apunta a que se adopte una actitud adecuada

- ◆ Señales de Advertencia de Peligro.
 - ◆ Señales sobre Característica de la vía.
 - ◆ Señales sobre Posibilidad de riesgos eventuales.
 - ◆ Señales de Anticipo de otros dispositivos de Control de Tránsito.
 - ◆ Fin de Prevención.
- Informativas: aquellas que identifican, orientan, o hacen referencia a aspectos tales como: servicios, lugares, destinos, rutas que sean de utilidad para el usuario en su itinerario.
- ◆ Señales de Nomenclatura vial y urbana. Distancias y Destinos.
 - ◆ Señales sobre Característica de la vía.
 - ◆ Señales sobre Maniobras permitidas.
 - ◆ Señales de Información turística y de servicios.
 - ◆ Señales Educativas y anuncios especiales.

Tabla 38| Medidas de cada cartel de diseño de señales. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2017, Señalamiento Vertical)

TIPO DE SEÑAL	DIMENSIÓN	CAMINO CONVENCIONALES (RUTAS)	
		MÍNIMO ABSOLUTO	MÍNIMO DESEABLE
PREVENTIVO (Cuadrado)	LADO	75 X 75	90 X 90
PREVENTIVO (Triangular)	LADO	90	105
REGLAMENTARIA (Circular)	DIÁMETRO	75	90
REGLAMENTARIA (Triangular)	LADO	90	105
REGLAMENTARIA C/LEYENDA (Rectangular)	LADO	80 x 110	100 x 150
PARE (Octogonal)	LADO	75	90
EDUCACIÓN VIAL	LADO	100 x 100	
SERVICIOS AUXILIARES	LADO	80 x 110	
MOJÓN KILOMÉTRICO	LADO	57 x 40	
PANEL DE PREVENCIÓN (Alcantarilla)	LADO	20 x 40	
PANEL DE PREVENCIÓN (Puente)	LADO	30 x 60	
PANEL DE PREVENCIÓN (Extremo de baranda)	LADO	20 x 40	

Todo ello se encuentra resumido en el cuadro del anexo **A.3.4** de señalamiento vertical.

5.1.3.4.4 Señalización horizontal

Los Señalamientos Horizontales a ejecutar, no solo darán la respuesta a determinadas situaciones de la carretera, sino también, **operarán como complemento de los sistemas de**

Señalización Vertical, Luminoso y Sonoro instalados en la vía, reforzando la relación y comunicación que debe existir con los usuarios.

Las marcas viales o demarcación horizontal son las señales de tránsito aplicadas sobre la calzada, con la finalidad de **guiar** el tránsito vehicular, **regular** la circulación y **advertir** determinadas circunstancias, al igual que el señalamiento vertical anteriormente descrito.

Es necesaria su uniformidad a fin de que puedan ser reconocidas y entendidas instantáneamente por los usuarios de la vía. El atributo primordial de toda Marca Vial es que **debe ser visible** tanto durante la circulación diurna como nocturna, así como ante limitaciones atribuibles a condiciones ambientales adversas, como lluvia o niebla. En tal sentido, todas las Demarcaciones Horizontales en uso en la Red Nacional de Caminos deben ser **reflectivas**.

En caso de las demarcaciones conformadas se produce, además, un efecto vibratorio y sonoro cuando un vehículo circula sobre ellas, alertando al conductor que está atravesando una marca vial, empleándose para delinear y/o delimitar la carretera, situación que contribuye a un mayor nivel de seguridad.

Se clasifican en marcas *Normales* y *Especiales*, A su vez, las marcas Normales se pueden clasificar en función de su posición relativa a la calzada, en marcas **Longitudinales** y marcas **Transversales**. Las marcas Especiales a su vez, incluyen marcas como: **Símbolos**, **Leyendas** y **Otras Demarcaciones**, que no se incluyen en ninguna de las anteriores.

Las líneas longitudinales siguen el eje de la carretera, y “guían” al conductor sobre cuáles áreas son seguras para circular y cuáles no o bien, las zonas donde se prohíbe el sobrepaso.

Por su ubicación en la calzada se clasifican en:

- **Líneas Centrales o “Eje” (H.1: Línea de separación de sentido de circulación)**: indican la separación de corrientes de tránsito de sentidos opuestos e incluye zonas con y sin prohibición de adelantamiento.
- **Líneas de Borde (H.3: Línea de Borde de Calzada)**: indican a los conductores, donde se encuentra el borde de la calzada, que permite posicionarse correctamente en la vía.
- **Líneas de Carril (H.2)**: Indican la separación de corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido.

Por su forma se clasifican en:

- Por su trazo: *Líneas Continuas*, *Discontinuas* o *Mixtas*.
- Por el número de líneas: *Líneas Simples (individuales)*, o *Líneas Dobles*.

- Por su dimensión: *Líneas Normales* o *Líneas Anchas*.

Por su textura clasifican en:

- Líneas Planas.
- Líneas Conformadas.

Las líneas transversales son las que se ubican en forma perpendicular al eje de la carretera. Se emplean para indicar sectores de reducción de velocidad ante un punto de riesgo (curva peligrosa, cruce, empalme) y para indicar la existencia de líneas límites, entendiendo por tales, las líneas que no pueden ser sobrepasadas sin efectuar una acción en relación al derecho de paso. Estas pueden ser:

- **Líneas auxiliares para reducción de velocidad (H.7);**
- **Línea de detención (H.4)**

Los símbolos y leyendas son aquellos que por su singular conformación física están dentro de la clase marcas especiales, y se ubican en sentido perpendicular a la carretera. Se incluyen dentro de esta clase, las siguientes marcas:

- **Flechas (H.9)**
- **Rombo (H.12):** indica exclusividad o uso restringido del carril. La figura del vehículo inscripta en el rombo indica para quién está destinada la exclusividad. Con una “E” inscripta en el rombo indica que el carril es de uso preferencial en el caso de emergencia;
- **Pictogramas (H.12: Inscripciones):** incluye figuras tales como: óvalos de velocidad, triángulo de ceda el paso y bicicleta. En él se incluyen letras tales como: “P” (Parada para el autotransporte), o “E” (Estacionamiento).
- **PARE (H.10)**

Por último, quedan las demarcaciones más especiales encerradas en “Otras Demarcaciones”. Son aquellas que, por su singular conformación física tanto en planta como en alzada, constituyen un subtipo aún más diferenciado dentro de las marcas especiales. La singularidad en planta es tal que estas marcas, se ubican tanto en forma perpendicular, como paralela a la carretera, y hasta oblicuas. Las siguientes marcas se incluyen en esta clasificación:

- **Especiales en Planta**
 - **Isletas (H.8: marcas canalizadoras del tránsito e isletas) (oblicuas)**
 - **Zig-zag (H.11: Estacionamiento):** indica dónde está restringido el estacionamiento (paralela)
- **Especiales en alzada**

- **Separador de tránsito (H.14)**
- **Tachas (H.16)**
- **Bandas Óptico Sonoras**

5.1.3.4.4.a) *Generalidades y métodos de aplicación de las señales viales horizontales*

Las marcas a utilizar en la Red Nacional de Caminos son generalmente blancas o amarillas. El color **blanco** se utiliza en el caso de marcas longitudinales para separar generalmente corrientes de tránsito en el mismo sentido, para marcas transversales, y para marcas especiales en caso que corresponda. El color **amarillo** se utiliza en marcas longitudinales para separar exclusivamente corrientes de tránsito en sentido opuesto y para marcas especiales en caso que corresponda. El color **negro** se usa para mejorar el contraste en zonas donde los pavimentos son claros y se necesite reforzar el contraste.

El trazo continuo significa que la línea *no se puede traspasar*. El trazo discontinuo significa que la línea *se puede traspasar*.

El trazo discontinuo está caracterizado por la sucesión de una “**marca**” o “**bastón**” que es el segmento pintado, seguido de un “**vacío**” o “**brecha**” que es el segmento sin pintar.

El trazo discontinuo está expresado en los siguientes términos: **Módulo**: es la sumatoria de longitudes de la “marca” y el “vacío” (ej.: 3,00 m pintado + 9,00 m vacío = módulo 12 m).

Existen distintos tipos de módulos, para estos casos se aplican los siguientes:

- Carreteras convencionales (sin demarcación): en trazos discontinuos de 3,00 m de largo, color blanco, alternados con 9,00 m sin pintar (Relación Marca/Módulo de 0,250 – (3/12)).
- Rutas existentes o repavimentación de sectores (con demarcación preexistente): se respetará la relación Marca/Módulo de 0,375 – (4,5/12).
- En zona urbana o pasos urbanos para velocidades entre 40-60 km/h: con trazos discontinuos de 3,00 m de largo y 0,10 m de ancho, color blanco, alternando con 5,00 m sin pintura (Relación Marca/ Módulo de 0,375, (3/8)).

La tabla de módulos dada es la siguiente:

Tabla 39| Módulos de líneas de carril de señalización. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2013, Señalamiento Horizontal)

VALORES DE MÓDULOS Y RELACION MARCA/MODULO PARA LINEA DISCONTINUA				
	SITUACIÓN	MÓDULO	RELACIÓN	BASTÓN / VACÍO
Autopistas y Semiautopistas	Líneas de carril	12,00 m	0,25 m	3,00 m / 9,00 m
	Transición a Carril de aceleración y desaceleración	2,00 m	0,5 m	1,00 m / 1,00 m
Carreteras Convencionales	Líneas de carril y separación de carriles	12,00 m	0,25 m	3,00 m / 9,00 m
	Carril de aceleración y desaceleración,	2,00 m	0,5 m	1,00 m / 1,00 m
Calles y Avenidas	Líneas de carril	2,66 m	0,375 m	1,00 m / 1,66 m
	Ejes Reversibles (doble línea discontinua)	2,00 m	0,5 m	1,00 m / 1,00 m
	Ejes de Bicisendas	2,50 m	0,6 m	1,50 m / 1,00 m

Así, existen distintos tipos de línea:

- **Simple línea continua (SLC):** se utiliza como Línea de Borde, siendo de color blanco en carreteras convencionales
- **Doble línea continua (DLC):** refuerza el concepto de la anterior y define una separación mínima entre ambos sentidos de circulación. Se utiliza como Línea Central o separadora de sentidos de circulación.
- **Línea discontinua (LD):** indica la posibilidad de ser traspasada. Se utiliza básicamente como Línea de Carril, o como Línea Central.
- **Doble línea mixta (DLM):** indican la permisión de traspasar en el sentido de la discontinua a la continua y la prohibición de hacerlo de la continua a la discontinua. Se la conoce también como “complemento”. Se la emplea como Línea Central

En cuanto a la textura, las líneas longitudinales se clasifican en líneas **planas** o **conformadas**. Las líneas conformadas se desarrollaron para dar mayor seguridad en las vías de circulación, especialmente bajo condiciones climáticas o de visibilidad adversas. La característica principal de estas líneas es que presentan resaltos que aseguran una mejor calidad visual de la marca, además de producir efectos sonoros y vibratorios lo suficientemente impactantes para alertar a quien conduce e inducirlo a corregir el rumbo del vehículo.

5.1.3.4.5 Tipo de señalización a utilizar

En rigor el ancho considerado para las divisorias de ejes de carriles indivisos y de banquetas, el consignado es el correspondiente a una Línea simple. En caso de aplicar una Línea doble como Línea central, el ancho de cada línea será la consignada en la Tabla y la separación entre líneas será de 0,10 m, para carriles menores o iguales a 7,30 metros, el ancho de ambas líneas es de 0,15 m.

Tabla 40| Ancho de líneas de eje central y de borde según ancho de calzada. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2013, Señalamiento Horizontal)

ANCHO DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
En carreteras de dos carriles indivisos		
< 4,80 m	No se marcan ^[7]	No se marca
≥ 4,80 m Y < 6,00 m	No se marcan	0,15 m ^[8]
≥ 6,00 m Y < 6,30 m	0,10 m	0,15 m ^[8]
≥ 6,30 m Y < 6,70 m	0,10 m	0,10 m ^[9]
≥ 6,70 m Y < 7,30 m	0,15 m	0,10 m ^[9]
≥ 7,30 m	0,15 m	0,15 m ^[10]

En intersecciones de Rutas Nacionales con Rutas Nacionales, Rutas Provinciales y Accesos a localidades, se prohibirá el sobrepaso tanto en el sentido de aproximación como en el de salida de la intersección. En el sentido de aproximación, es sensiblemente mayor la zona de prohibición de sobrepaso, que en el de salida.

La extensión mínima de la prohibición, en ambos sentidos es de 100 m. El incremento de extensión de prohibición de sobrepaso en el sentido de aproximación será el mínimo que se corresponde a la prevención de un evento considerado riesgoso (zona de prevención adelantada mínima) convenientemente ajustado al tipo de terminación (de 156m para rutas, consignado como complemento).

A su vez serán colocadas líneas transversales que simbolizan elementos como PARE, CEDA EL PASO, y los símbolos en sí aplicados en el suelo como **CEDA EL PASO** (Este símbolo indica al conductor que accede por la vía secundaria de un cruce controlado por la señal CEDA EL PASO, que debe asegurar el paso prioritario del que circula por la vía transversal aunque no necesariamente detenerse y podrá continuar cuando la vía esté expedita), **PARE** y las flechas de señalización que complementan el accionar de los vehículos sobre la calzada. Para estos casos se agrega la **Flecha Recta Simple, Flecha Simple Curvada, Flecha de Reducción de Carril**, y las **Marcas de Isletas** (Esta marca suministra una guía “negativa” ante la presencia de áreas neutrales, conformadas por marcas canalizadoras del tránsito; tal el caso de ramas de enlace o bien conformadas por zonas de transición, tal es el caso de obstrucciones en calzada).

Todo esto se puede resumir en el cuadro que se encuentra en el Anexo **A.3.4**

5.1.3.4.6 **Implantación general de señales**

Para todos los puntos dados de señalización detallados anteriormente por tipo de línea, colocación de demarcadores y señales verticales indicadas a las distancias consignadas en tablas, se puede encontrar un resumen en los siguientes ítems debajo, respaldados con los planos correspondientes a ellos.

5.1.3.4.6.a) *Señales demarcadas horizontalmente*

Un resumen de todos los puntos detallados anteriormente se puede encontrar en el Plano del Anexo P de los mismos

5.1.3.4.6.b) *Señales verticales colocadas en la calzada*

Los mismos pueden encontrarse en el plano del Anexo P para señalizaciones verticales

5.1.3.5 **Elementos de seguridad**

5.1.3.5.1 **Generalidades y verificaciones de seguridad**

Para la creación de elementos de seguridad, se hará uso del Manual de Diseño Vial Seguro de la DNV y el capítulo 8 del Manual de Diseño de Carreteras, en términos de seguridad vial. Es muy importante, para erradicar los accidentes y los puntos de conflicto no sólo la disminución de ellos con un trazado vial apropiado, sino también el uso de elementos de seguridad vial adicionales a tal fin, como, por ejemplo, defensas a los bordes de calzada o guardarraíles.

Dentro de las limitaciones a la seguridad deben darse los siguientes puntos:

- Todo acceso a la carretera debería disponer de una visibilidad en la carretera superior a la distancia de parada, para el carril y sentido de la circulación de la margen en que se sitúa. Cuando estén permitidos los giros a la izquierda, de entrada, o de salida a la carretera, la distancia de visibilidad disponible debería ser superior a la de visibilidad de cruce.
- Como la carretera tiene un TMDA entre 2.500 y 5.000 vehículos, con una velocidad directriz superior a 80 km/h, el diseño de la intersección propuesto cumple con los criterios de seguridad al ser una intersección en T con carril de resguardo de giro a la izquierda. A su vez, se verifica correctamente la aplicación de carriles de aceleración y desaceleración.

- Se considera indispensable la pavimentación de los próximos 25 metros al borde de la calzada.
- Las conexiones a nivel dan prioridad a los vehículos circulando por la calzada principal (Ruta Provincial N°39), por esa razón son correctas las ubicaciones de Pare y Ceda el Paso.
- Tanto en la ruta principal como en la secundaria, debe señalizarse la proximidad de una intersección con una antelación mínima de unos 300 metros.
- De acuerdo al manual, la canalización siempre se materializa con isletas, pintura sobre el pavimento y con cordones montables, por lo que su diseño también es correcto. De esta forma se separan los puntos de conflicto, se limitan los ángulos de cruce, se orienta y regula el tránsito y se favorecen los movimientos prioritarios
- En la propia intersección, al separarse los pequeños ramales que la constituyen, habrá de indicarse en las márgenes o en las isletas si fuese posible, el destino que puede alcanzarse por cada uno de ellos. **Esto se encuentra materializado en los planos de señalización vertical**
- Después de una entrada, convergencia o confluencia en una intersección, se recomienda disponer carteles de confirmación de itinerario situados a 250 m, medidos a partir del punto de finalización del carril de incorporación, siempre que su distancia al primer cartel de preseñalización de la siguiente divergencia sea mayor de 500 m. Si en un tramo hay muchas convergencias se confirmará el itinerario sólo las principales.

5.1.3.5.2 Defensas de caminos

En términos generales hay que tener presente que el choque contra un sistema de contención de vehículos sustituye un accidente grave por otro relativamente controlado, de consecuencias predecibles en principio y menos graves. Por tanto, antes de instalar un sistema de contención habría que evaluar la solución alternativa, si existe, de desplazar o eliminar el obstáculo, explanar el terreno, etc.

Las barreras no son una opción indudable de seguridad vial; en sí mismas son peligrosas y sólo se justifican si las consecuencias para un vehículo que las choque son menos graves que chocar el obstáculo detrás, o transitar por una condición peligrosa; p.ej., talud

empinado. Su instalación debe siempre revisarse con espíritu crítico y realizarse adecuadamente, ya que también son costosas de instalar y mantener.

Deben hacerse todos los esfuerzos en las etapas de diseño y construcción para eliminar la necesidad de barrera y, al considerar las justificaciones, es imperativo recordar que su uso siempre debe ser atemperado por el juicio y la discreción.

En los países líderes en seguridad vial, en los últimos años se abandonó la masiva instalación de barreras y la percepción previa de que la barrera era la panacea para todos los males. Este enfoque que promueve una realista evaluación de los costos comunitarios y la investigación de tratamientos alternativos para eliminar las barreras donde fuere posible, es más saludable que el anterior.

Respecto a las barreras flexibles, también hay que recordar que su resistencia se consigue por medio de una gran deformación.

Para autopistas y caminos de 80 km/h o más se utilizarán dispositivos que cumplan como mínimo el TL-3, para contener y redirigir a vehículos livianos.

Los TL-4, 5 y -6 son para dispositivos de alta capacidad de contención relacionadas con los vehículos de prueba del Report 350 CS 8000, CSR 36000 y CT 36000 a 80 km/h.

Tabla 41| Prueba del NCSH-350 para niveles de seguridad, velocidades de prueba, y peso de vehículos. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

TL	V km/h		Vehículo	
M - 350	M	350	MASH	Report 350
1	50		Auto 1100 kg	Auto 820 kg
2	70		Camioneta 2270 kg	Camioneta 2000 kg
3	100			
4	100		A 1100 - C 2270	A 820 - C 2000
	90	80	CS 10000	CS 8000
5	100		A 1100 - C 2270	A 820 - C 2000
	80		CSR 36000	
6	100		A 1100 - C 2270	A 820 - C 2000
	80		CT 36000	

Donde CS es el camión simple, CSR es el camión con semirremolque y CT el camión tanque.

Tabla 42| Niveles de prueba equivalentes a la prueba anterior para medir el rango de seguridad, ángulo y velocidad de impacto en los vehículos tipo. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

Nivel de prueba	Prueba de aceptación	Velocidad de impacto km/h	Ángulo de impacto °	Peso del vehículo kg	Tipo de vehículo
Contención de ángulo bajo					
T1	TB 21	80	8	1300	Auto
T2	TB 22	80	15	1300	Auto
T3	TB 41	70	8	10000	Camión Simple
	TB 21	80	8	1300	Auto
Contención normal					
N1	TB 31	80	20	1500	Auto
N2	TB 11	100	20	900	Auto
	TB 32	110	20	1500	Auto
Alta contención					
H1	TB 11	100	20	900	Auto
	TB 42	70	15	10000	Camión Simple
H2	TB 11	100	20	900	Auto
	TB 51	70	20	13000	Bus
H3	TB 11	100	20	900	Auto
	TB 61	80	20	16000	Camión Simple
Contención muy alta					
H4a	TB 11	100	20	900	Auto
	TB 71	65	20	30000	Camión Simple
H4b	TB 11	100	20	900	Auto
	TB 81	65	20	38000	Camión Articulado

Por estas razones, **se adopta la contención longitudinal que pueda cubrir autos y furgones simples.**

Las barreras longitudinales se utilizan para proteger a los conductores de los peligros naturales o artificiales al costado del camino. Ocasionalmente se usan para separar al tránsito de peatones, ciclistas. El propósito primario de todas las barreras es impedir que un vehículo que deja el coronamiento golpee un objeto fijo o transite por características del terreno más peligrosas que la barrera misma.

En este caso, se utilizaría un sistema semirrígido, cuya función es controlar y redireccionar a los vehículos que lo impactan, disipando la energía mediante la deformación de los postes y vigas.

Consisten generalmente en barreras metálicas formadas por:

- ❖ Perfil metálico doble o triple onda
- ❖ Poste de acero o madera
- ❖ Pueden (TL-3) o no (TL-2) contar con un bloque separador de madera o plástico

Los postes se empotran en el terreno y se espacian a distancias variables entre 0,9 m y 1,9 m, en función del grado de rigidez que se desee obtener.

En primer lugar, se trataría de defender los taludes, ya que por debajo hay una canalización hacia una alcantarilla que sigue la pendiente natural del terreno, con un talud de construcción de 1:3, a una profundidad de 3 metros o más, de acuerdo al siguiente cuadro, ya que también se trata de un acceso donde hay muchos postes de luz al final de cada terraplén:

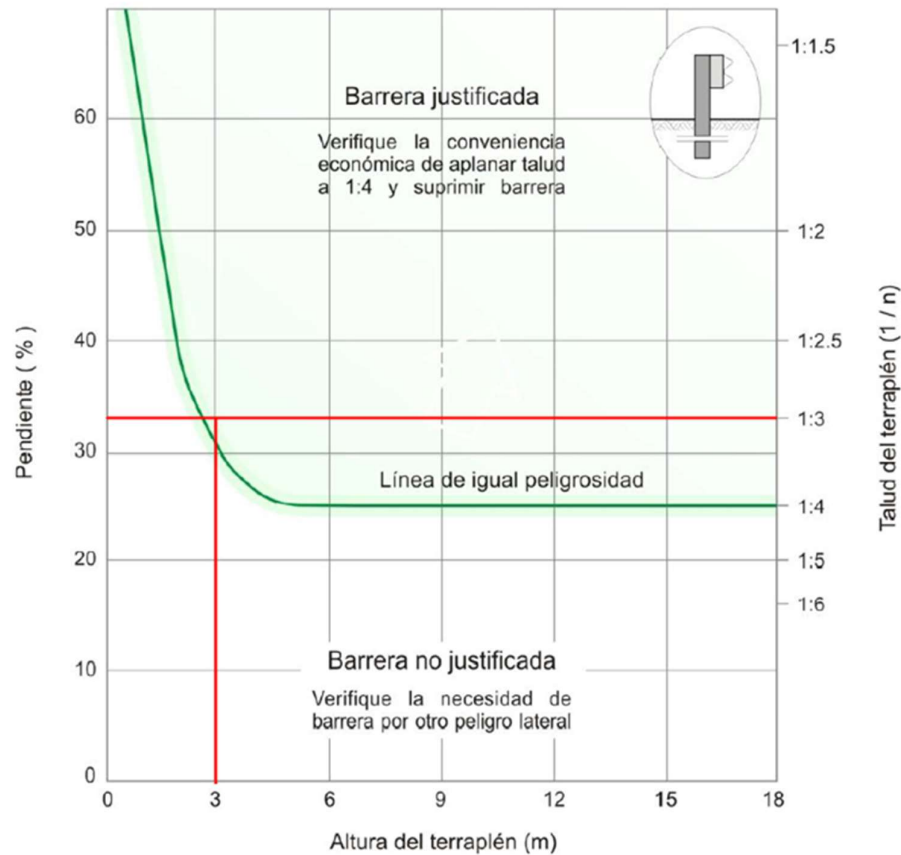


Gráfico 13| Necesidad mínima de colocación de una barrera. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

Económicamente por el emplazamiento, conviene aplanar los taludes y evitar el uso de defensas

En la práctica, se protegen relativamente pocos soportes de señales de tránsito, incluyendo señales luminosas titilantes y barreras usadas en los pasos a nivel ferroviarios.

Las características de las barreras son las siguientes:

1. Ubicación: la elección del sistema de barreras está condicionada por las características topográficas del lugar de instalación, pero, ante esta situación, se decide colocar un sistema semirrígido.

2. Distancia lateral: Como regla general la barrera deberá ubicarse tan lejos como sea posible del borde de calzada, siempre y cuando se mantengan las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento y eficacia del sistema. Esto da mayores posibilidades a los conductores de retomar el control del vehículo antes de chocar con la barrera, y mejora la visibilidad en las zonas próximas a las intersecciones.

Se recomienda que haya una separación uniforme entre el tránsito y los objetos fijos al costado de la calzada tales como barreras de puente, barreras longitudinales y muros de contención; la seguridad mejora por la reducción de las reacciones e interés del conductor por esos objetos. Para velocidades de diseño de 100 km/h, la distancia es de al menos 2,40 metros del borde de calzada, para 80 km/h de 2,00 metros y para 40 km/h de 80 cm.

Tabla 43| Distancia de sobresalto para colocar las defensas según la velocidad directriz. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

Velocidad	Distancia de Sobresalto (DS)
km/h	m
130	3,7
120	3,2
110	2,8
100	2,4
90	2,2
80	2
70	1,7
60	1,4
50	1,1
40	0,8
30	0,6

Para el caso de las barreras semirrígidas metálicas, se analizarán en conjunto las barreras laterales y de mediana, para perfiles de viga de doble onda y triple onda, con sus respectivos terminales, entendiéndose genéricamente que se trata de barreras metálicas.

Las barreras metálicas se definen como un sistema de protección, compuesto básicamente por:

1. *Viga metálica doble o triple onda, con o sin riel inferior*: es un perfil metálico y está dispuesta horizontalmente; es la encargada de contener y redireccionar un vehículo que ha perdido el control, debiendo absorber en forma controlada la mayor parte de la energía cinética del impacto del vehículo.

2. *Postes metálicos o de madera*: Es un perfil metálico, que se inserta en el terreno, generalmente mediante hincado, cuya función principal está orientada a mantener a una altura determinada la viga de la barrera, disipando sólo una parte mínima de la energía de impacto, deformándose e inclinándose en el terreno para no transformarse en un obstáculo para el vehículo que ha chocado y permitir que la viga trabaje libremente. Para mantener la altura correcta durante el choque, los postes deben tener la longitud requerida para el sistema para dar la altura requerida sobre el nivel de terreno y lograr un adecuado empotramiento en el suelo. Para un mejor funcionamiento se recomienda el hincado de los postes en el terreno natural o terraplén. El suelo de fundación debe tener en toda la profundidad de hincado una compactación que alcance como mínimo el 95% del Ensayo Proctor Estándar y un CBR>10%.
3. *Bloque separador de madera o de plástico*: el separador es un elemento intermedio entre la barrera y el poste, con la finalidad original de alejar los postes de la rueda del vehículo, evitando que puedan engancharse producto del choque, y de mantener la altura de la barrera prácticamente constante durante el choque, incluso cuando el poste se va inclinándose

Estas defensas actúan separando la energía cinética del vehículo que la impacta en componentes en las tres direcciones:

1. Vertical
2. Paralela a la barrera
3. Perpendicular a la barrera

Para redirigir efectivamente al vehículo, las componentes vertical y horizontal deben reducirse o disiparse. Esta disipación de energía se realiza mediante el curvado y aplastamiento de varias partes del vehículo y de la instalación de la barrera, incluyendo el suelo.

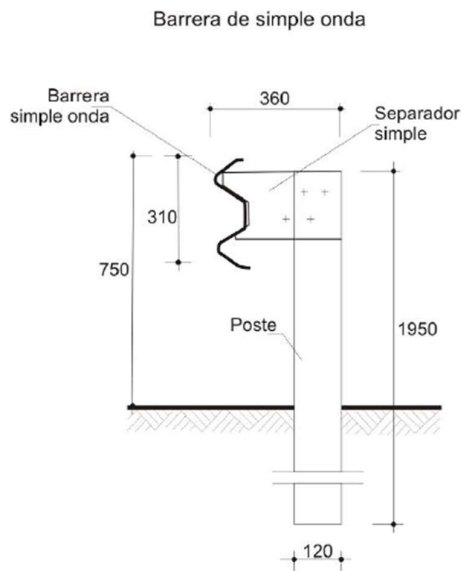


Figura 99| Modelo de defensa semirrígida propuesta por la norma. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

Generalmente se colocan dejando 60 cm por detrás de los mismos en caída al terraplén.

El modelo de barrera metálica más utilizado en Argentina está formado por una defensa tipo bionda de 311 mm de altura, apoyada directamente sobre postes metálicos con separación variable entre 1,905 m y 3,810 m.

Este modelo de barrera puede asimilarse al modelo SGR-02 del “Roadside Design Guide” de la AASHTO, que para una separación de postes de 3,810 m tiene una deflexión máxima aproximadamente de 2 m.

Así, se dispondrán barreras para ambas curvas de canalización para salvar los vehículos de los terraplenes, y por la presencia del alcantarillado.

Será colocada sobre banquina pavimentada para evitar el descarrilamiento de vehículos. La justificación se basa en el siguiente cuadro de la norma DNV 2010 - Capítulo 7, elementos de seguridad y barreras de contención:

Tabla 7.7 Justificación de defensas por obstáculos al costado del camino

Peligro	Necesidad de Protección
Arboles con troncos mayores que 0,10 m de diámetro.	Decisión basada en las circunstancias específicas del lugar.
Alcantarillas, tubos, muros de cabeceras	Decisión basada en el tamaño, forma y ubicación del peligro
Contrataludes lisos	Generalmente no se requiere
Contrataludes rugosos	Decisión basada en la posibilidad de impacto
Cuerpos de agua	Los cursos de agua permanentes y lagunas con profundidad mayor que 0,6 m
Cunetas	En función de la traspasibilidad
Muros de sostenimiento	Decisión basada en la textura relativa del muro y en el ángulo máximo e impacto previsto.
Pilas, estribos y extremos de barreras de puentes	Generalmente se requiere
Piedras, bochones	Decisión basada en la naturaleza del peligro y posibilidad de impacto
Postes ¹ de iluminación/señales	Generalmente se requieren para postes no rompibles
Postes ² de Semáforos	En obras rurales de alta velocidad, las señales de tránsito en la zona despejada pueden requerirla.
Postes de servicios públicos	Puede justificarse la decisión sobre la base caso por caso.

Tabla 44| Justificación subjetiva de defensas propuesta por la DNV. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

Se recomienda el abocinamiento o retranqueo de los extremos de barrera para minimizar el sobresalto del conductor por la aparición de un obstáculo próximo a la calzada.

Tiene las ventajas de introducir gradualmente una defensa desde fuera de la línea de sobresalto hasta el borde de la banquina y de reducir la longitud necesaria de barrera, y las desventajas de aumentar el ángulo de choque aumentando la severidad del accidente y reduciendo la capacidad de redireccionamiento de la barrera. Para estos casos, como la alcantarilla se encuentra en el acceso, donde la velocidad directriz es a lo sumo de 60 km/h pero diseñada para que los vehículos ingresen a 40 km/h, entonces:

Tabla 45| Abocinamientos de defensas para contener peligros. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2010, C7)

Tabla 7.10 Tasa de abocinamiento máximas

Velocidad Directriz km/h	Tasa de Abocinamiento		
	En zona de sobresalto	Fuera zona sobresalto	
		Barreras rígidas	Barreras semirrígidas
110	1:30	1:20	1:15
100	1:26	1:18	1:18
90	1:24	1:16	1:12
80	1:21	1:14	1:11
70	1:18	1:12	1:10
60	1:16	1:10	1:8
50	1:13	1:8	1:7
<40		1:7	1:6

El cálculo de estos elementos de seguridad se define en el Anexo A.3.9, de manera tal de decidir cuál es la distancia de protección con barrera, cuál es su longitud, abocinamiento y protección total a los elementos listados.

5.1.3.5.3 Elementos auxiliares de seguridad

5.1.3.5.3.a) Marcas en la calzada sonoras

Se estima que entre el 40 y 60% de los accidentes por salida de la calzada se debe a la fatiga, somnolencia, o inatención del conductor; que pueden agravarse por la velocidad, el alcohol y las drogas. Similares a las marcas de borde perfiladas, las franjas sonoras son dispositivos muy efectivos para alertar a los conductores que están prontos a salirse del carril asignado o calzada. También son útiles para alertar sobre los límites del carril o calzada para visibilidad reducida por condiciones de lluvia, niebla, nieve o polvo.

Las franjas sonoras (FS) son ranuras o salientes ubicadas sobre la superficie del pavimento que ante la circulación de un vehículo sobre ellas producen sonidos y vibraciones que alertan al conductor de una situación potencialmente peligrosa.

Pueden instalarse en forma:

- Longitudinal: es el principal uso de las FS; se instalan fundamentalmente para contrarrestar la fatiga o desatención del conductor. En este caso, **se las aplica en el triángulo de retorno luego de la isleta de giro a izquierda, y antes de llegar al mismo, para ayudar a la demarcación de la línea amarilla de separación de carriles, a ambos lados del eje de la calzada por ser de trocha indivisa.**



Figura 100| Demarcación horizontal en calzada para aumentar la prioridad de la línea de eje. Fuente: (Dirección Nacional de Vialidad, 2013, Señalamiento horizontal)

Las franjas más comunes son las fresadas de 30 a 40 cm de largo (perpendicular al eje de calzada), 20 cm de ancho (a lo largo del eje), 1 cm de profundidad.

Transversal: ubicadas para alertar a los conductores de una situación potencialmente peligrosa tal como una curva mal diseñada, un paso a nivel, una intersección, una playa de peaje, cambio de límite de velocidad, pérdida de carril, o en la aproximación a una zona de trabajo. **Se colocarán sobre las banquetas de las curvas de salida y entrada y a los bordes de los carriles de aceleración y desaceleración, del tipo elevado (adosadas al hormigón). El ancho de las mismas será de 20 cm y la altura de 6 mm, de forma redonda y agrupadas de a 3, espaciadas entre sí la misma distancia del ancho, y luego cada 6 metros.**

5.1.4 Cómputo y Presupuesto

El cómputo y presupuesto a continuación es proveniente de la licitación pública lanzada por la Dirección Provincial de Vialidad de Entre Ríos, el pliego N°981 de la Ruta Provincial N°20, que incluye el tramo entre la Ruta Nacional N°136 y la Ruta Nacional N°14, con su consecuente rehabilitación, reconstrucción de calzada y construcción de la bicisenda correspondiente.

El cómputo elaborado a partir del pliego ejemplo se incluirá en el anexo **A.3.10**, y de él se tomarán los ítems de referencia que se utilizaron para la elaboración de este anteproyecto, con una actualización de los precios de enero 2023 a marzo 2023 con el índice C.A.C. (**siendo índice CAC enero 2023 de 2.713,1 y de marzo de 2023 de 2.998,7**)

El presupuesto para el mes de abril de 2023 es:

Rubro	N° Item	Descripción	Unidad	Cant. Métrica	Costo Unitario	Parcial	Total del rubro / Porcentaje de incidencia
1		Movilización de obra					\$ 26.571.118,80
	1.01	Movilización de obra	gl	1,00	\$ 26.571.118,80	\$ 26.571.118,80	5,24%
2		Desbosque, destronque y limpieza del terreno					\$ 49.080,09
	2.01	Limpieza del terreno	ha	0,54	\$ 90.813,08	\$ 49.080,09	0,01%
3		Demoliciones varias					\$ 31.579.953,79
	3.01	Calzada asfáltica de 0,30 m de espesor	m2	15585,37	\$ 2.007,76	\$ 31.291.710,29	6,17%
	3.02	Alcantarillas de caños de hormigón	u.	1,00	\$ 78.666,97	\$ 78.666,97	0,02%
	3.03	Alcantarillas	u.	2,00	\$ 104.788,27	\$ 209.576,54	0,04%
4		Terraplenes					\$ 49.887.720,34
	4.01	Terraplén con compactación especial incluido provisión y transporte	m3	10642,33	\$ 4.597,37	\$ 48.926.704,86	9,64%
	4.02	Terraplén sin compactación especial incluido provisión y transporte	m3	214,80	\$ 4.474,03	\$ 961.015,48	0,19%
5		Pavimento de hormigón					\$ 188.422.388,11
	5.01	Calzada + banquina de espesor de 28 cm (se consideran juntas)	m3	6089,20	\$ 30.943,68	\$ 188.422.388,11	37,14%
6		Riego de imprimación					\$ 6.017.390,06
	6.01	Riego de imprimación	m3	25,35	\$ 237.363,27	\$ 6.017.390,06	1,19%
7		Subrasante de suelo común mejorado					\$ 21.620.208,62
	7.01	Subrasante extendida	m3	2398,20	\$ 9.015,17	\$ 21.620.208,62	4,26%
8		Base de suelo granular y calcáreo					\$ 19.606.200,39
	8.01	Base mejorada con cemento portland CP-50	m3	1199,10	\$ 16.350,73	\$ 19.606.200,39	3,86%
9		Base reciclada con incorporación de cemento					\$ 9.155.153,53
	9.01	Según rubro para calzada de dos trochas indivisas	m3	975,61	\$ 9.383,99	\$ 9.155.153,53	1,80%
10		Excavación para fundaciones de obras de arte					\$ 187.913,20
	10.01	Según rubro para luminarias y alcantarillas	m3	45,64	\$ 4.116,98	\$ 187.913,20	0,04%
11		Hormigonado obras de arte					\$ 5.167.925,91
	11.01	Hormigón H-21 a colocar	m3	45,64	\$ 113.223,70	\$ 5.167.925,91	1,02%
12		Acero especial en barra de alta resistencia doblado y colocado					\$ 73.430.644,13
	12.01	Barras - vigas de encuentros + paquete estructural	t	95,11	\$ 772.066,48	\$ 73.430.644,13	14,47%
13		Cordones de hormigón					\$ 3.360.061,51
	13.01	Cordón protector de bordes s/planos	m	507,20	\$ 6.624,69	\$ 3.360.061,51	0,66%
14		Barreras					\$ 28.029.821,68
	14.01	Barrera metálica para defensa	m	1185,81	\$ 23.637,76	\$ 28.029.821,68	5,52%
15		Sistema de iluminación					\$ 19.787.886,26
	15.01	A ejecutar en tramo urbano - columnas de 12m + luminarias 18.000lm	u.	69,00	\$ 286.780,96	\$ 19.787.886,26	3,90%
16		Señalamiento horizontal					\$ 17.238.021,93
	16.01	Por pulverización	m2	667,49	\$ 6.137,99	\$ 4.097.071,94	0,81%
	16.02	Por extrusión	m2	632,46	\$ 15.483,86	\$ 9.792.959,48	1,93%
	16.03	Pintura acrílica para demarcación vial aplicada a temp. Ambiente	m2	805,89	\$ 4.154,42	\$ 3.347.990,52	0,66%
17		Señalamiento vertical					\$ 918.862,21
	17.01	Cartelerías varias	m2	21,59	\$ 42.564,08	\$ 918.862,21	0,18%
18		Movilidad para el personal de inspección					\$ 5.736.587,93
	18.01	Cuota mensual	mes	24,00	\$ 239.024,50	\$ 5.736.587,93	1,13%
19		Cartel de obra					\$ 613.213,59
	19.01	Cartel de obra de pavimentación	m2	26,79	\$ 22.888,62	\$ 613.213,59	0,12%
Presupuesto (costo - costo)							\$ 507.380.152,07
Factor de modificación k				1,53065	15% gastos generales, 10% de beneficios, e IVA e impuestos 21%		
Presupuesto final							\$ 776.621.429,77

Presupuesto 1| Presupuesto total del anteproyecto vial. Elaboración propia.

El costo de la obra de QUINIENTOS SIETE MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS PESOS CON 7 CENTAVOS (AR\$ 507.380.152,07)

Mientras que el presupuesto considerando un coeficiente de resumen que incluya un 10% de beneficio y un 15% de gastos generales más un 21% de impuestos al valor agregado, asciende a SETECIENTOS SETENTA Y SEIS MILLONES SEISCIENTOS VEINTIÚN MIL CUATROCIENTOS VEINTINUEVE PESOS CON 77 CENTAVOS (AR\$ 776.621.429,77).

En dólares, el presupuesto a cambio oficial del Banco Nación para el 30/04/2023 es de ARS\$ 221,00 = USD 1,00, por lo que, en dólares, su equivalente es de TRES MILLONES

QUINIENTOS CATORCE MIL CIENTO VEINTICUATRO DÓLARES CON 12 CENTAVOS (USD 3.514.124,12).

5.2 Anteproyecto N°2: cierre del basural a cielo abierto y creación de un vertedero controlado con planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos

En este apartado se tratarán todos los aspectos relativos a la elaboración de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la ciudad de Herrera, dividido en dos ejes principales de cálculo y diseño: el eje civil de la creación del sitio de disposición final y todos los pasos previos sociales y culturales que conlleva, y el eje industrial del reciclado más el diseño y disposición de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Como dato no menor, en general la comunidad plantea una gran resistencia ante aspectos relacionados con la localización de ciertos componentes operativos de la GIRSU (transferencia, disposición inicial, tratamiento y, en particular, la disposición final), aunque muchas de esas barreras ya han sido superadas en este caso particular; la población en general no cuenta con la información adecuada, o bien la misma es parcial o deficiente, en lo referente a las distintas infraestructuras o instalaciones de la futura gestión a implementarse.

Aún más, la gente, en general, identifica el abordaje de los RSM únicamente con la generación de basurales a cielo abierto, desconociendo los sistemas adecuados de tratamiento de los mismos.

Surge así la necesidad de revertir esta situación, (dejando este modelo a la ciudad de Herrera que puede ser utilizado en otras poblaciones pequeñas), en particular teniendo en cuenta que la existencia de una enorme cantidad de basurales a cielo abierto no aparenta tener el impacto que ameritaría en la percepción de la población, considerando especialmente los efectos adversos derivados sobre su salud y su bienestar general.

Pero, por otro lado, tomando en consideración la existencia de muchas experiencias positivas que han funcionado y han sido aplicadas en este caso, que demuestran que, en realidad, hay una gran cantidad de ciudadanos potencialmente demandantes de información y participación dentro de una adecuada gestión de los RSU.

A la luz de las barreras que deben superarse y del contexto de oportunidades para emprender el camino hacia una gestión más sostenible de los RSU, se elabora no sólo el

proyecto de disposición final de residuos, sino una guía de ciertas pautas con comportamientos esperados o deseados para así llevar a cabo una correcta Gestión de los Residuos, dejando a las autoridades a cargo, o a quién demande la guía, la elección de su uso y aprovechamiento en base a recomendaciones del punto de vista civil y social, orientando todo a la disposición final y a la operación de la planta.

5.2.1 Condicionantes externos

Dentro de lo que serían condicionantes externos, es decir, aquellos que se suman a las limitaciones existentes por ser un tema de saneamiento y control de desechos sólidos producidos por el total previsto de personas de la ciudad de Herrera, de acuerdo a los métodos de proyección que se han desarrollado en capítulos anteriores y en el anexo.

Dentro de las físicas, así como se han descrito las condicionantes dadas en el acceso, se encuentran la imposibilidad de adquirir otro predio que no sea el presentado, que, contando con habilitación pública desde el momento en que se usó cuando la ciudad de Herrera aún era un pueblo y no era declarado municipio, lleva más de 30 años en operación, por lo que se supone el lugar ideal de depósito de los RSU, a falta de otros que le hagan competencia por su tamaño, o su disponibilidad o cercanía a la urbe para proyectos de esta clase.

En segundo lugar, las condicionantes inherentes al predio pueden listarse, de acuerdo a una serie de ítems:

- Aún sin contar los sitios donde ya hubo soterramiento de residuos, en uso actualmente sin alterar se disponen de 2 hectáreas y media de terreno limpio, no contaminada por residuos sólidos ya que estos no han sido enterrados, y la tierra negra no ha sido fuertemente contaminada (a lo sumo en ciertas zonas la profundidad es de 40cm contaminados de 90 cm totales), cuya vida útil es altamente superior a la vida útil pensada sin necesidad de tala de bosques, o con tala arbórea mínima, reduciendo los gastos de desmonte y destroncado del suelo
- En cuanto a limitaciones territoriales, el predio no puede crecer hacia el sur ya que se encuentra un campo privado destinado a ganadería y cultivo, y al norte se encuentra el ferrocarril, donde se deben respetar las distancias necesarias por ley para el vertido de residuos, y la separación de los mismos respecto de las cunetas, para evitar problemas de drenaje de aguas en las vías e interferir con los terrenos fiscales nacionales

- Otra limitación es la entrada al predio y su cercado, ya que es un límite que debe respetarse pero que actualmente no está siendo cuidado del pasaje de personas, por lo que debería de reforzarse la vigilancia y mejorar su aspecto visual de forma tal que no simule ser un vertedero respectivamente.

Otras condicionantes son respecto de los servicios básicos, ya que el predio no cuenta con ninguno de los 3 principales: agua, cloacas y red eléctrica, por lo que las nuevas obras deben contemplar un conexionado propio para el funcionamiento de la planta principalmente, pero también para el correcto funcionamiento del vertedero, tendiendo cañerías y cables hasta la red principal de la ciudad de Herrera.

Por último cabe mencionar que las limitaciones propias del proyecto y no tanto de la obra civil, pero que son de importancia para el desarrollo del mismo, son los cambios culturales y sociales que deben llevar a cabo los habitantes de Herrera para cumplir con los objetivos y asegurar no sólo el correcto funcionamiento del vertedero, sino también el saneamiento completo de la ciudad y aumentar la calidad de vida y bienestar de la población en el futuro cercano y lejano al adquirir costumbres sustentables y ecológicas en el cuidado del ambiente.

5.2.2 Datos de partida

Dentro de los datos de partida, que se utilizarán sólo para el anteproyecto del vertedero controlado por el método de trincheras, como se verá más adelante, se encuentran:

- **Vida útil:** la vida útil del predio se define más adelante a partir del uso que se le ha dado en los últimos años, ya con una operación de más de 30 años, se prefiere que el terreno sea aprovechado un tiempo más (menor a 20 años), pero no por un corto período (mayor a 10 años), para que la población adquiera buenas costumbres, y con ello, el municipio pueda gestionar con suficiente antelación la adquisición de otro predio que se puede explotar de igual o mayor manera que el actual
- **Composición de los residuos:** enunciado en el apartado 4.1.1.3, servirá para obtener las características de los lixiviados, los gases de efecto invernadero, y otros parámetros del proyecto que se utilizarán a lo largo del cuerpo del anteproyecto del relleno sanitario
- **Ubicación del predio:** a pesar de ser una condicionante, es un punto cercano al municipio que requiere adecuación, trabajo y buenas prácticas para poder

aumentar su valor en el futuro, acrecentar el valor fiscal de los linderos, y a su vez, constituye un punto estratégico para la gestión de residuos ya que no es lo suficientemente lejano para costear grandes montos de transporte ni lo suficientemente cercano para empeorar las condiciones de vida de gran parte de los habitantes de Herrera

- **Leyes gubernamentales:** que proveen de pautas para una correcta ejecución de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- **Tipo de suelo**
- **Proyecciones de población:** para poder calcular no sólo el presente de la obra sino el futuro de la misma a medida que la ciudad de Herrera evoluciona con el tiempo.

5.2.2.1 Implantación del predio del Vertedero Controlado en la localidad de Herrera

El predio se ubica sobre planta urbana de la ciudad de Herrera, a una distancia muy próxima del casco urbano, por lo que, como se ha mencionado anteriormente, es imperiosa su recuperación como predio no sólo por cuestiones de salubridad generales de la población, sino también para valorizar todos los terrenos alrededor, ya que por la contaminación que resulta de la actividad de basurales a cielo abierto, el valor fiscal de los mismos y su habitabilidad se ve comprometida por la presencia de malos olores, vectores, partículas volantes y suciedades.

La historia del predio se remonta a hace más de 30 años, cuando la ciudad de Herrera no era un municipio aún, sino una junta de gobierno, y dónde se han practicado toda clase de actividades de recolección y disposición final, siendo la última realizada una limpieza general del predio con soterramiento de los residuos, en lugares que, como se ha mencionado en el relevamiento particular, aún cuesta identificarlos.

La zona de acceso está en condiciones generales muy buenas a buenas, sobre calle de ripio que conecta directamente a la avenida Aldo Papa como se muestra en la imagen inferior, siendo un terreno más largo que ancho, bordeando la cuneta del ex Ferrocarril Urquiza, con parada en la Estación Nicolás Herrera.

Para el acceso vehicular de camiones (principalmente vehículos recolectores), las condiciones son buenas, excepto en condiciones climáticas adversas, dónde por el peso de los vehículos, y las propiedades del suelo que conforman la calzada se producen empantanamientos.



Figura 101| En rojo se marca la ubicación del predio del Vertedero Controlado en la localidad de Herrera. Elaboración propia

En cuanto a servicios, si bien el predio no cuenta con servicios actualmente ya que no hay construcciones a su alrededor, en sus cercanías se encuentra la última boca de desagüe cloacal de la ciudad, al final de la Avenida Aldo Papa, próxima a la Estación Nicolás Herrera.

En cuanto al agua, el acceso a agua potable por presión llega de forma suficiente a la entrada del sitio de emplazamiento del predio, pero se necesitan medios de impulsión para conducirla al interior del mismo.

Por último, la red de electricidad es con postes de madera por vía aérea, hasta el final de la avenida Aldo Papa, por lo que con tendido eléctrico aéreo o subterráneo llegaría el servicio sin problemas.

5.2.2.1.a) *Implantación del relleno sanitario*

El relleno en el interior del predio, como se va a ver en el punto 5.2.3.10, se distribuye de la siguiente manera (sin considerar la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos), donde al frente de las trincheras de disposición final se ubican, en orden, la cancha de compostaje de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (o FORSU), y la trinchera de cierre, donde, como se verá en el punto 5.2.3.1.3, será el sitio de disposición final de los residuos que se encuentren actualmente formando parte del basural a cielo abierto.

A pesar de ser un relleno cuya vida útil se calcula en 15 años, por el aumento gradual de la generación de residuos produce que se precisen en vez de 15 trincheras de dimensión gradualmente creciente, terminen siendo 19 trincheras de iguales dimensiones, que se colocaron

siguiendo la orientación del predio, tarea dificultosa principalmente por la presencia de la curva horizontal del entramado de trenes.

A su vez, aprovechando las curvas de nivel de la zona, se coloca en el sector más bajo una laguna de acopio de líquidos lixiviados, que a su vez sirve como evaporador del remanente de fluidos de la recirculación, de manera que se evaporen los mismos en épocas de calor, y su vez, puedan recolectarse para evitar rebalses de líquido y enviarse al sistema de lagunas de tratamiento de líquidos cloacales.

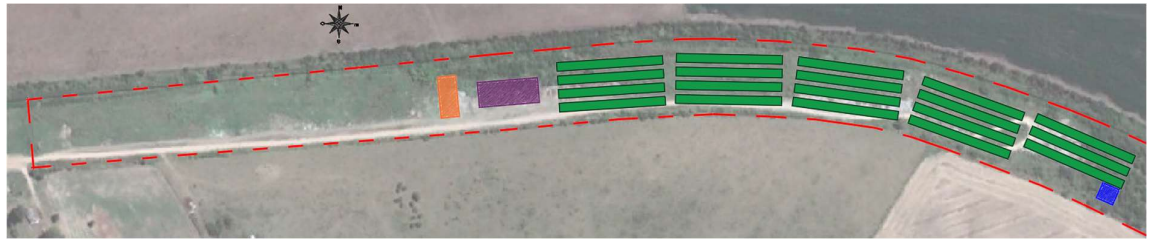


Figura 102| Implantación de las obras del relleno sanitario dentro del predio delimitado por la línea punteada de color rojo, en color verde se representan las trincheras del relleno sanitario, en color violeta trincheras de cierre, en color naranja las pilas de compostaje y en color azul la laguna para acopio de líquidos lixiviados. Elaboración propia

La zona sin ocupar del predio, será usada para el emplazamiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos, y como área de expansión, donde el predio rinde por unos 5 años más con el terreno libre, contando que la planta lleva obras anexas (como balanza de camiones, garita de control para acceso vehicular, y nave de almacenamiento de vehículos además de la nave de oficinas.

Es importante que todo el predio, como se verá más adelante, se cubra con árboles para poder lograr el paisajismo adecuado, y a su vez, se deje esa área de expansión o amortiguación para mantener la utilidad del mismo para las futuras obras que puedan emplazarse en el predio una vez cerrado.

5.2.3 Memoria Descriptiva

La memoria descriptiva del proyecto del vertedero que se va a desarrollar a continuación se presentará como un plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, de forma tal que incluya los aspectos civiles, como también los sociológicos, costumbres y análisis económicos correspondientes a un proyecto de esta envergadura para pequeñas poblaciones.

5.2.3.1 Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales

Para la ejecución del Plan Rector de la Ciudad de Herrera para el control de Residuos Sólidos Municipales, se dispondrá de un esquema de tareas a llevar a cabo, desde la generación a la disposición final, donde cada paso tiene su propio orden de tareas a ejecutar, importancia y plan de ejecución.

5.2.3.1.1 Gestión Integral de Residuos Sólidos en pequeñas localidades

Según la Ley Nacional N° 25.916, *la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) refiere al conjunto de actividades, interdependientes y complementarias entre sí, tendientes a disminuir la cantidad y toxicidad de los residuos generados y enviados a disposición final, con la finalidad de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.* Es por eso, que la elaboración del Plan GIRSU municipal se deberá apoyar en los siguientes principios fundamentales en consonancia con la Estrategia Nacional de GIRSU (ENGIRSU, 2005):

- Preservación de la salud pública.
- Preservación ambiental.
- Disminución significativa de residuos a generar y disponer con la aplicación de procesos de minimización y valorización a través de las 4R's, es decir:
 - Reducción de los RSU generados en origen, asociada a la producción limpia, ecodiseño y consumo responsable de productos y servicios,
 - Reuso,
 - Reciclado, y
 - Recompra de los materiales procesados para su reuso y el reciclado.
- Disposición final de los RSU en forma sostenible, a través la puesta en marcha de rellenos sanitarios apropiados y de la erradicación y posterior clausura de los basurales a cielo abierto.

Además de la Ley Nacional, en marzo 2022 en el contexto de Argentina Recicla, se lanzó una guía para implementar la GIRSU. Esta se utilizará en el municipio de Guía para diseñar e implementar proyectos vinculados a la Gestión Integral e Inclusiva de los Residuos Sólidos Urbanos.

La GIRSU es un sistema de manejo de los RSU que, basado en el desarrollo sostenible, tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos enviados a disposición final. Ello deriva en la búsqueda de la preservación de la salud humana y la mejora de la calidad de vida

de la población, como así también el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales.

La GIRSU, entonces, está dirigida a disminuir los residuos generados –que son consecuencia inevitable de las actividades humanas– como medio idóneo para reducir sus impactos asociados y los costos de su manejo, a fin de minimizar los potenciales daños que causan al hombre y al ambiente.



Figura 103| Mapa conceptual de la GIRSU en los municipios, sin importar su tamaño, con la cantidad ideal de pasos incluyendo la economía circular. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/281-2048x1007.png>

La estrategia implementada para llevar a cabo el Plan GIRSU consiste en:

1. Como primera etapa se hace una evaluación del estado actual de la gestión de residuos para poder tener un diagnóstico a fin de **conocer** las oportunidades para la elaboración de un Plan GIRSU con inclusión social.
2. La importancia de **entender el sistema**, es decir, se consideran todos los aspectos de los componentes formales e informales del sistema de residuos dentro de un mismo marco de trabajo para poder establecer un plan basado en los objetivos del conjunto del sistema, fundamentándose en la integralidad de la gestión de residuos, pero adecuada a la realidad local.

En el siguiente cuadro comparativo se detalla la Gestión Integrada:

Tabla 46| Pasos para la Gestión Integrada de Residuos Sólidos, de acuerdo a modelos que funcionan a lo ancho del país. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/8sOghd.png>

COMPONENTES	GESTIÓN INTEGRADA		GESTIÓN NO INTEGRADA
	CARACTERÍSTICAS	DETALLE DE LOS PROCESOS	CARACTERÍSTICAS
REDUCCIÓN	En origen: Producción limpia (de bienes y servicios)	Investigación y Desarrollo (I&D)	No se asocia a la GIRSU
		Evaluación Ciclo de vida	
		Optimización de diseño y procesos	
		Sustitución de insumos y tecnología	
		Reusos y reciclados industriales	
	Otros		
En consumo: Consumo Sostenible	Compras selectivas		
	Modificación de hábitos de consumo		
	Reusos y reciclados hogareños		
GENERACIÓN	Con Segregación domiciliaria	Separación y Clasificación según distintos tipos de RSU	Generalmente sin segregación domiciliaria Segregación con operadores informales (calle y BCA)
DISPOSICIÓN INICIAL	Almacenamiento temporario domiciliario hasta la Disposición Inicial en los lugares de Recolección Diferenciada	Identificación de cada tipo de residuo (según día de la semana, por características de recipientes, por código de colores, etc.)	Almacenamiento temporario domiciliario, hasta la disposición inicial en los lugares de recolección conjunta
RECOLECCIÓN DOMICILIARIA Y SU TRANSPORTE	Diferenciados	Periodicidad establecida para la recolección según los distintos tipos de RSU	Recolección y Transporte conjuntos
ASEO E HIGIENE URBANA	BARRIDO DE CALLES PODAS Y LIMPIEZA DE PARQUES Y OTROS SECTORES	Operaciones Manuales y/o Mecánicas	--
	ALMACENAMIENTO TEMPORARIO	Diferenciados	Se separan para su tratamiento posterior, conforme a los tipos de residuos de aseo e higiene urbana.
	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE		En general, conjunto. En algunos casos se separan los residuos verdes.
TRANSFERENCIA Y SU TRANSPORTE	Diferenciados	Generalmente asociada a Plantas de Tratamiento. Los Restos no valorizados van al Centro de Disposición Final (CDF).	Conjunta
TRATAMIENTO	Según el tipo y condiciones de residuos recibidos de tratamiento.	Segregación industrial: clasificación y acondicionamiento para Reciclado y Reuso	Mayormente no existe o se hace en pequeña escala. Desgacificación: sólo en disposición final específica. A veces incineración de residuos especiales, patológicos o peligrosos. La Mayoría de los RSU van directamente a la Disposición
		Biológico (Compost/Biogás)	
		Térmico, Físico, Químico	
		Los restos no aprovechables van al CDF	
DISPOSICIÓN FINAL	Centro de Disposición Final: Relleno Sanitario	Todos los controles ambientales y técnicos	Basural Clandestino (desvíos)
			Basural a Cielo Abierto
			Disposición semi-controlada (DSC)

3. El **trabajo en equipo**, fundamental en todo el proceso. Es por esto que se reúne el personal técnico y administrativo dentro de una misma división o unidad de gestión, ya que la coordinación de funciones es un elemento esencial de la GIRSU.
4. A partir de la identificación de las posibilidades técnicas y económicas del municipio se deben establecer las **metas** para procurar la minimización y gestión

integral de los residuos sólidos urbanos municipales. Estas metas junto con la estrategia de acción serán lo que conformará el Plan GIRSU. Metas como el cierre del basural existente, la incorporación de los recuperadores (haciendo un previo relevamiento para conocer si existen personas que se dediquen a realizar esta tarea en nuestra localidad) al sistema formal de gestión de residuos, la promoción del compostaje en las viviendas, la recolección diferenciada, el fomento del reciclaje, entre otras.

5. Una vez elaborado el Plan iniciar su implementación y **accionar**. Se deberán establecer indicadores de gestión y se reportan los resultados para **evaluar** el éxito del programa.

A continuación, se nombran las distintas etapas y procesos que conllevan una Gestión Integral de Residuos, siendo los puntos más importantes desarrollados a lo largo del capítulo.

- **Diagnóstico**, con el fin de visualizar cual es el estado actual y cuáles son las inversiones en gestión e infraestructura necesarias.
- **Normativa**, tanto nacional como provincial para luego dictar las normas complementarias a nivel local que fueran necesarias.
- **Gestión social**, para incluir a la sociedad del municipio en el desarrollo de la GIRSU y obtener mayores beneficios para todos.
- **Costeo**, una gestión económica ordenada permite llevar adelante programas y acciones sostenibles en el tiempo.
- **Generación de RSU**, contar con información confiable sobre la cantidad y calidad de residuos que se generan es una de las claves para que el plan integral de gestión de residuos sea eficiente.
- **Caracterización de RSU**, determinar la composición y cantidad de los RSU municipales es de utilidad para la planificación y definición de la estrategia de GIRSU.

Estos apartados mencionados anteriormente fueron cubiertos durante la etapa de Relevamientos particulares y sus anexos correspondientes, ahondando más en qué es y cómo funciona el sistema GIRSU, ejemplos de normativas y modelos de aplicación en el país, más otros resultados como la valorización del costo al saber el valor del impuesto municipal de recolección y la gestión social actual.

En los siguientes puntos de esta lista se van a nombrar todos los pasos que incluye este plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos, y qué estrategias han de tenerse en cuenta

para unificar cada uno de los pasos mediante distintas herramientas de comunicación y concientización propuestas, con sus respectivos ejemplos (aun no siendo como tal una competencia completamente civil).

- **Disposición inicial**, la separación en origen de los residuos que se generan diariamente en los hogares es esencial para el proceso de reciclado y el desarrollo de toda la GIRSU.
- **Sistemas de recolección diferenciada**, la recolección es la que normalmente insume la mayor parte del presupuesto de RSU por eso hacer el sistema más eficiente es de importancia.
- **Sistemas de tratamiento**, para reducir los efectos en medio ambiente de las sustancias peligrosas, recuperar los materiales y valorizarlos.
- **Disposición final**, de la infraestructura y la organización del sistema adoptado para la disposición dependen los resultados de la gestión y el cuidado del medioambiente.
- **Campañas de comunicación**, alcanzar una gestión sostenible de los RSU requiere efectivizar un cambio cultural, y para ello se debe lograr una comunicación eficiente.

Con todos los pasos previos definidos, se irán resaltando punto por punto qué elementos se incluirán dentro del Plan de Gestión de la ciudad de Herrera, cómo llevarlos a cabo, qué pueden hacer tanto el municipio como las personas, y las obras involucradas en cada uno de los pasos del proceso.

5.2.3.1.2 Plan de concientización social y comunicación civil

Alcanzar una gestión sostenible de los RSU requiere efectivizar un cambio cultural. Para ello es imprescindible lograr una comunicación eficiente y la apropiación de ese objetivo por parte de una amplia cantidad de actores. Es importante aclarar que la comunicación social no sólo se hace al final de la ejecución de las obras que marcan el inicio de una nueva forma de trabajo y de desarrollo de tareas por parte de las personas cohabitantes del municipio, sino que deben comenzarse en forma paulatina desde el momento en que se planifica el cierre del basural a cielo abierto para transformarlo en un relleno sanitario propiamente dicho en condiciones controladas por la gestión pública.

Diversos estudios revelan que las prácticas de valorización de residuos y de implementación de tecnologías sustentables se encuentran más difundidas en las ciudades

pequeñas, pero no constituyen una actividad generalizada en la gestión de residuos, siendo evidente que se requiere dar un definitivo impulso a su incorporación como etapa ineludible dentro de la GIRSU.

En la gestión es fundamental la concientización y participación de los vecinos. El rol que juegan en la correcta separación y disposición obligan a dedicar tiempo y esfuerzos a la educación y de la comunicación como un tema central de la gestión de RSU. Las actividades de educación refieren a las actividades de concientización, motivación y educación, tanto formal (educación ambiental en todos los niveles educativos), no formal (vecinos, comercios, instituciones), como informal (medios masivos de comunicación, vía pública).

Contar con una estrategia y Plan de Comunicación es imprescindible para organizar y potenciar la gestión. La planificación de la comunicación es un proceso por el cual se busca dar respuesta a la pregunta sobre qué contar y cómo contarlo. ***El plan de comunicación se configura como una herramienta de apoyo a la consecución de los objetivos del municipio.***

El fortalecimiento en los vínculos entre los estados municipales, ONGs y otras instituciones o asociaciones profesionales, científicas, técnicas, comunicacionales y educativas tiende a crear el marco para coordinar y sinergizar las acciones propuestas, en base a cuatro postulados:

- 1) *Promover un cambio cultural en la población;* orientado a un proceso que sea continuo a lo largo de la vida, lo que requiere empezar desde el nivel inicial de escolaridad, desde el proceso formal educativo y a la vez trabajar sobre las vías no formales de educación.
- 2) *Fortalecer el involucramiento de la ciudadanía, ya que el problema de la basura no se agota cuando dejamos la bolsa en la puerta de casa;* sino que se puede contribuir minimizando el consumo, separando en origen o cuidando los espacios comunes.
- 3) Incentivar el compromiso y la participación de todos los sectores, en las decisiones de gobierno vinculadas a la GIRSU, por medio del monitoreo de la gestión en todos los ámbitos de la vida (barrio, sector, vías de comunicación, espacios públicos), reconociendo que: ***la gestión de los residuos es un problema de todos.***
- 4) Gestionar la comunicación relativa a los residuos como concepto integral, con especial énfasis en los procesos de disposición final (dada su elevada conflictividad). Asociando desde la responsabilidad social empresarial a los

medios de comunicación (de internet, gráficos, radiales, televisivos y multimediales) y las organizaciones de la comunidad.

El objetivo del plan de comunicación y concientización de la GIRSU contemplará la promoción de acciones para minimizar los residuos generados, motivar la separación en origen de hogares e instituciones y además mejorar los hábitos relativos a la higiene urbana. El proceso a seguir para la elaboración del plan de comunicación, se dividirá en las siguientes etapas:

1. **Diagnóstico:** análisis e investigación. Esta etapa mostrará una foto sobre la situación comunicacional actual en el municipio desde diferentes perspectivas.
2. **Definición y objetivos:** se establecerá la visión, la misión y los valores del Plan GIRSU, como si de una empresa se tratase. Se identificará el público objetivo y se hará la segmentación de mensajes. En esta fase será importante establecer objetivos comunicacionales que delinear la relación ciudadanía-gobierno.
3. **Elaboración y diseño:** planificación y estrategia. Presupuesto. Calendarización. Diseño de Herramientas y Contenidos. ¿A quién comunicar?, ¿Qué comunicar?, ¿Dónde y cómo comunicar?
4. **Ejecución:** comunicación interna y externa. Gestión de comunicación en situaciones de crisis. Relaciones con los medios de comunicación. Soportes y nuevas tecnologías digitales.
5. **Evaluación:** monitoreo y seguimiento de los procesos y objetivos de comunicación.

El plan de Gestión de la Ciudad de Herrera será conocido resumidamente como “**RR-Ra**”, haciendo énfasis en las 3R, cuyo slogan es “*Dividiendo, sumamos*”, ya que promueve la separación en origen, la división de residuos en fracciones tratables y la reducción de residuos generados.

A través del Plan de Comunicación se buscará generar actividades tendientes al fortalecimiento institucional de las estructuras comunicacionales del sector público municipal con el propósito de poder cumplimentar el cambio cultural en relación a los residuos sólidos urbanos.

Se plantea facilitar información, material de apoyo y formación de recursos humanos, teniendo en cuenta las distintas realidades socioculturales, educativas y de acceso a la información. La propuesta de comunicación de la GIRSU dependerá del compromiso, protagonismo y esfuerzo de los actores involucrados (personal municipal, organizaciones de la comunidad, centros educativos y medios asociados).

Los referentes y grupos vinculados a las gestiones municipales deberán contar con información sobre las metas y los alcances de la GIRSU, de sus objetivos, de los beneficios derivados de su implementación y de sus responsabilidades para el logro del éxito en sus planes y programas.

Un capítulo fundamental del Plan de Comunicación lo tendrá la generación de vínculos, para la cooperación con organismos nacionales y provinciales, centros de investigación, cámaras empresarias y de comercio, ONGs, y la comunidad educativa, logrando desarrollar ideas, intercambiando información y creando conciencia en lo referente a la GIRSU en la región.

Para ello, se enumeran las recomendaciones que se seguirán para la elaboración de las campañas de concientización:

- En los inicios de las campañas de concientización para promover la disposición diferenciada será fundamental sentar las bases con mensajes informativos simples, es decir, utilizar medios que genere en las personas frases simples de recordar, y que sean lo suficientemente llamativas para inducir las conductas deseadas para una correcta gestión de los residuos sólidos. Así, se promueve que los ciudadanos sepan lo que tiene que hacer y cómo, para que puedan incorporar hábitos en los hogares.

Se pueden distribuir folletos o bien guías a cada hogar, más la colocación de afiches con más imágenes que texto preservando que la población cumpla con esos requisitos.

- La denominación de los residuos será fundamental y deberá repetirse y mantenerse en todas las piezas de comunicación, como así también los iconos y colores que representen cada una de estas clasificaciones. Dependiendo de en cuántas fracciones se gestionen los RSU, esto variará. Para iniciar se optará por una clasificación **en dos: reciclables y no reciclables**, y los colores que se utilizarán serán **negro** y **verde** respectivamente, **clasificándolos abiertamente en “secos” (reciclables), y “húmedos”, no reciclables. A su vez habrá una fracción de orgánicos a la que la gente debería adherir, que se señalará de color marrón. Ampliando, las fracciones secas son envases ligeros, vidrios y papel-cartón en forma desagregada, mientras que las húmedas se las conoce como “restos” o “basura”, más la fracción orgánica.** Sin embargo, si en un futuro se decidiera realizar una mayor clasificación se utilizarían otros colores,

siempre dejando sentado a través de decretos municipales que establezcan los colores de los contenedores y las bolsas para la disposición inicial de los distintos tipos de RSU. A modo de sugerencia, se propone la siguiente plantilla de colores:

Por ley, en el Anexo de la resolución 446 sancionada por el Gobierno Nacional el 26 de noviembre de 2020, el código de colores de las distintas fracciones fuera de las de secos reciclables y las de residuos, es:

- **Marrón:** residuos orgánicos compostables
 - **Amarillo:** toda clase de plásticos, desde PEAD hasta PVC, PEBD, PET, PP, entre otros.
 - **Azul:** papeles y cartones de todo tipo, los cuales deben estar secos y limpios (incluidas servilletas sin ensuciar, o bien cuadernos sin espiral u hojalillos, mapas de huevos, etc.)
 - **Blanco:** vidrios, de todo tipo, sin tapones, corchos ni rastros de lo que contenía en su interior.
 - **Gris:** metales férricos y no férricos como latas, envases metálicos, recipientes, etc.
- Una vez que los vecinos tengan en claro las acciones que deberán realizar en su hogar el próximo paso a seguir será que sepan qué deben hacer con esas bolsas con residuos. Destacar días y horarios de recolección para los diferentes tipos de residuos. Los colores serán un fuerte soporte para promover el mensaje. Por esto será importante que se respeten a lo largo de toda la campaña. A continuación, se muestran dos modelos de referencia como ejemplo para confeccionar piezas de comunicación para su difusión en redes sociales:



Figura 104| Modelos de recolección diferenciada y ecopuntos. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/Ig1d25-300x300.png>

En la ciudad de Herrera se puede implementar el sistema de colores anteriormente mencionado, y tratar eco puntos como se los puede detallar más adelante.

- También se podrán producir piezas de rápida lectura y que los vecinos conserven. Un ejemplo práctico son los imanes que muchas veces son colocados en las heladeras de la cocina, espacio donde también se encuentran los cestos para diferenciar los residuos. A continuación, se muestra un ejemplo de imán en el que se consigna la información imprescindible a transmitir:



Figura 105| Modelo de imán a recolectar en las distintas ciudades. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/bKRMTn-2048x1157.png>

- Un punto fundamental para sumar a lugares estratégicos en la recolección, es decir instituciones, será brindar contenedores de residuos diferenciados, de baja capacidad, con sus respectivos carteles. Esto reforzará el mensaje entre las personas que forman parte del equipo de trabajo de la empresa o institución y en todos los que concurren a la misma.

En estos lugares también se incluyen los principales puntos relativos al compostaje. Un ejemplo de la cartelería a colocar es el siguiente:



Figura 106| Carteles a colocar en los lugares donde puedan disponerse los residuos reciclables. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2022/02/B.-Campan%CC%83a-Separacio%CC%81n-en-Origen.pdf>

NO RECICLABLES

Restos de comida - Envases sucios -
Colillas - Vidrios rotos -
Residuos del baño

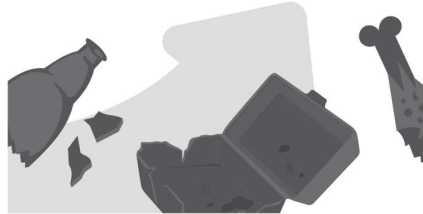


Figura 107| Carteles para residuos no reciclables o “basura”. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2022/02/B.-Campan%CC%83a-Separacio%CC%81n-en-Origen.pdf>

ORGÁNICOS

Restos vegetales - Alimentos -
Yerba - Servilletas sucias



Figura 108| Carteles usados para disponer orgánicos. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2022/02/B.-Campan%CC%83a-Separacio%CC%81n-en-Origen.pdf>

- Además, se incluirá **en el plan de concientización la promoción del compostaje domiciliario**. Es decir, desde el municipio se podrán entregar composteras de madera o para elaborar con materiales del hogar (como ya se ha realizado anteriormente en un programa coordinado con CAFESG), a los vecinos con un correspondiente instructivo de utilización con el fin de promover el compostaje domiciliario. **Más adelante en el cuerpo del proyecto se hará una descripción breve con instrucciones para el compostaje domiciliario, y se ampliará sobre el compostaje en planta en caso de que ese programa no tenga suficiente adhesión para producir compost en viviendas.**

-
- En cuanto a educación y participación pública, se deberá tener en cuenta que comenzar a producir composta, o incluso el separar residuos orgánicos, implica un cambio de hábitos, de organización y de procesos de las personas o las instituciones. En ese sentido, y como cualquier cambio de hábitos, puede generar resistencia.

Por esto, es muy importante desarrollar una efectiva campaña de difusión y capacitación dirigida a todos los participantes del programa (desde el servicio de recolección y limpia hasta los participantes públicos y privados, individuales e institucionales). Dentro de esa campaña será importante resaltar y demostrar que la producción de composta representa un beneficio social, ambiental y económico. **También puede ser útil ofrecer incentivos a los participantes, para que perciban los beneficios directamente. Estos incentivos pueden incluir educación ambiental, incentivos económicos o regulatorios, premios y reconocimientos al mérito, entre otros tipos de estímulos.**

La capacitación del personal de limpia y recolección y de los usuarios es condición indispensable para lograr un programa de compostaje municipal exitoso. La capacitación puede ser sencilla, pero debe ser continua para afianzar conocimientos, entrenar a nuevos participantes y resolver las dudas que surjan durante la práctica de separación o el compostaje. Es necesario tener en cuenta que un cambio de hábitos tarda en consolidarse.

- Todas las campañas de concientización realizadas serán comunicadas **a través de redes sociales y en los medios de comunicación locales como radios para su mayor difusión, siendo necesaria la creación de una página como Instagram, Twitter o Facebook para realizar comunicados.** También se dispondrá de números de teléfono y correos como medios de contacto para responder dudas de la comunidad. Por último, se realizarán charlas y encuentros educativos abiertos a todo el público con el fin de educar a la localidad en la conciencia ambiental de los residuos.
- En el ámbito escolar, se deberá trabajar con los estudiantes de primaria y secundaria para que se vuelvan multiplicadores ambientales, es decir, capaces de promover en su entorno familiar y social, acciones dirigidas a favorecer la construcción colectiva de sostenibilidad, como uno de los caminos para

solucionar la crisis ambiental. Para ello, las escuelas junto con los vecinos pueden realizar una serie de tareas a modo de:

- 1) Difundir la campaña de concientización y separación de residuos,
- 2) Repartir folletos explicativos de la campaña de separación de residuos en la puerta del supermercado, la salida de la iglesia y otros lugares de fuerte afluencia de gente,
- 3) Colocar carteles diseñados por ellos en lugares de gran tránsito de personas,
- 4) Sacar fotografías que le resulten de interés para que sean subidas a la página web de las redes sociales involucradas al Proyecto,
- 5) Armar una red de multiplicadores ambientales donde cuenten sus experiencias y sea un canal de comunicación entre todos los multiplicadores ambientales, ya sea, porque se induce a compartirlo en sus redes.

Las maestras y/o profesores, en estos ámbitos, deben actuar como promotores ambientales, de tal forma que puedan ir replicando sus conocimientos para lograr que la comunidad se involucre y participe de la campaña de separación de residuos en origen. En sus funciones, pueden acompañar a sus estudiantes o ellos mismos pueden:

- 1) Visitar a los vecinos para darles a conocer la campaña precisamente hablando,
- 2) Repartir folletos explicativos junto a sus estudiantes, en lugares de afluencia de gente,
- 3) Contactar a medios de comunicación locales como radios, canales de cable y publicaciones que circulen en el municipio para difundir la campaña,
- 4) Ayudar en el diseño y cartelería para colocarlos en lugares de gran tránsito de personas,
- 5) Sacar fotografías que le resulten de interés para que sean subidas a la página web o las redes sociales,
- 6) Educar a los vecinos acerca de las buenas prácticas de gestión de los residuos y que se dé a conocer por fuera de la boca de los multiplicadores los beneficios ambientales de las mismas.

5.2.3.1.3 Cierre del basural a cielo abierto

Para producir el cierre del basural a cielo abierto actual, se debieron tomar un conjunto de áreas basadas en el relevamiento mencionado anteriormente, y a su vez, calcular la altura promedio de ellas.

Como el volumen de residuos es incierto, bastará con calcular el volumen a partir del área delimitada y la altura promedio para saber cuánto es la capacidad del relleno de cierre por Decreto N°133/09, Anexo IV.

Para ello se tomaron diversas áreas con ayuda del software de Google Earth, y se definieron las alturas en base al relevamiento, de la siguiente manera:



Figura 109| Área de residuos cercana al camino, antes de llegar a la nueva rotonda. Área de residuos: 684 m², con una altura promedio de 0,3m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.

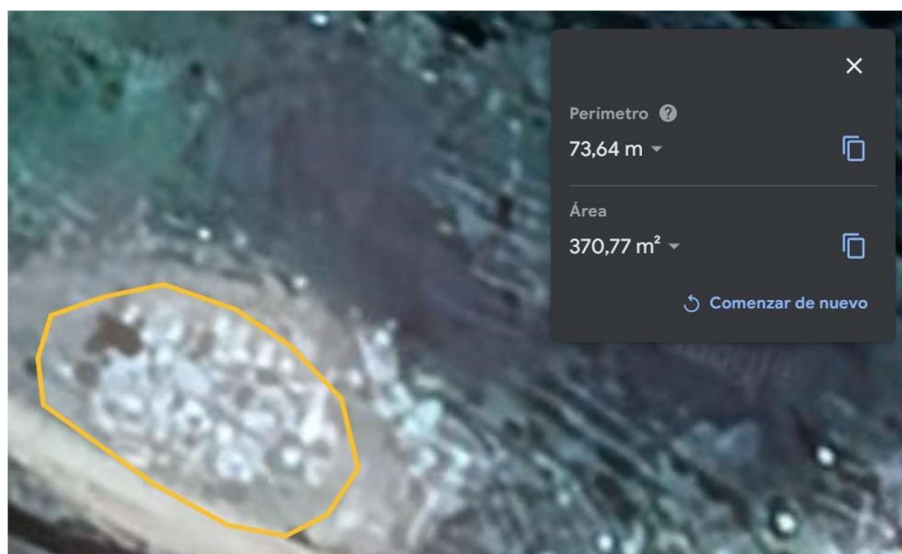


Figura 110| Área de residuos de la antigua rotonda. Área de residuos: 370 m², con una altura promedio de 1m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.



Figura 111| Área de residuos que antes ha sido limpiada donde se encontraba el terreno libre. Área de residuos: 4030 m², con una altura promedio de 0,4m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.



Figura 112| Última área de disposición de residuos, al lado del camino de la rotonda nueva. Área de residuos: 2825 m², con una altura promedio de 0,7m. Fuente: Google Earth Pro y elaboración propia.

Conocidas las áreas y las alturas elegidas, resta conocer el volumen de residuo, la cantidad que se dispondrá, y darle forma a los taludes laterales para que estos cumplan con el diseño dado. A su vez, se deben diseñar la capa de cierre y el sector interno, de acuerdo a lo que establece el decreto.

$$V_R = \sum A_{Ri} \cdot h_{Ri} = 2825\text{m}^2 \cdot 0,7\text{m} + 4030\text{m}^2 \cdot 0,4\text{m} + 370\text{m}^2 \cdot 1\text{m} + 684\text{m}^2 \cdot 0,3\text{m} = 4.164,7 \text{ m}^3 \text{ de residuos necesarios para disponer en una celda impermeable}$$

Los pasos a seguir posteriores al conocimiento de la cantidad de residuos obtenida, son los siguientes de acuerdo al decreto N°133 - Anexo 4:

1. Organizar el área de disposición final de acuerdo a los datos obtenidos en el relevamiento.
2. Planificar y diseñar la disposición de las trincheras y los caminos de acceso dentro del predio, en referencia a las características relevadas del área.
3. Posteriormente compactar los residuos ya existentes en forma de trincheras o cavas, previamente diseñadas, sellar e impermeabilizar con suelo, para evitar la infiltración del agua de lluvia y la transferencia de lixiviado a las napas freáticas. Se recomienda no superar un ancho máximo de trinchera 20 a 30 m con un alto en el centro de la cumbre de no más de 1,50 m, y un espesor de suelo de sellado de entre 30 a 60 cm. Como es probable que se produzcan asentamientos diferenciales, por descomposición, (pozos), ya que la basura no es homogénea, por esta razón es que se utiliza esta pendiente del 15 %, para garantizar la rápida evacuación del agua de toda la superficie, si bien es elevada, teniendo una buena cobertura de vegetal la erosión es mínima.
4. La cobertura final será de suelo vegetal, para asegurar el rápido crecimiento de gramilla, la cual ayuda a disminuir la erosión y permite la evacuación de cualquier tipo de gas residual que pueda quedar en esa basura antigua ya degradada.
5. Se realizará la construcción de calles internas, para garantizar la entrada y salida seguras en días de lluvia evitando así el vuelco en forma desordenada. Para la correcta evacuación del agua de lluvia en la zona de trincheras se construirán cunetas perimetrales, siguiendo la pendiente del terreno. Cuando se comienza con el replanteo del predio, es conveniente colocar una casilla de entrada con un sereno, y delimitarlo con algún cerco o alambrado para evitar así el ingreso de privados a arrojar basura, en forma desordenada.
6. Prever un nuevo lugar de disposición realizándose en forma controlada y segura. Así, el esquema de la trinchera cerrada sería:

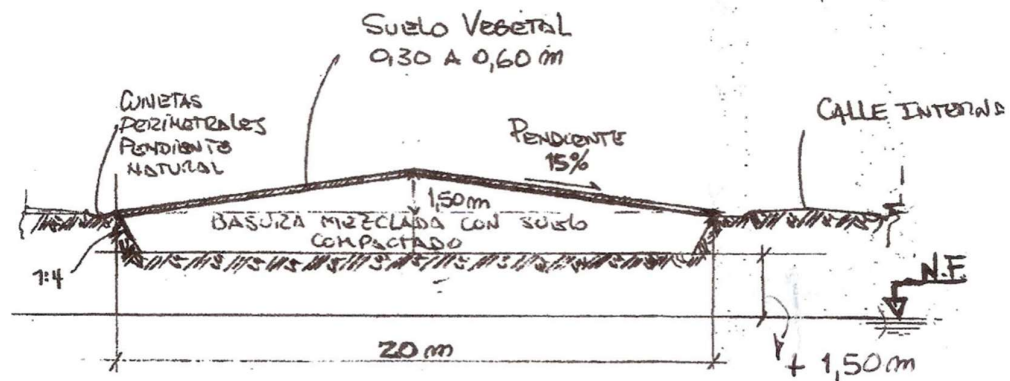


Figura 113| Perfil tipo de la trinchera de cierre. Fuente:

<http://www.entrierios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/ANEXO%20IV%20Res%20133.pdf>

Se pueden tomar estos lineamientos mínimos por ley para el cálculo del relleno, pero se eligió otro método de cierre para el diseño del mismo.

Continuando con el cierre del basural a cielo abierto, y el soterramiento de los residuos actuales, el volumen de los residuos multiplicado por el peso específico cuando son trasladados en el camión dará el total de residuos dispuestos en kg, y ahí se podrá calcular el volumen compactado y el estabilizado.

$$P_R = V_R * D_{Res} = 4.164,7 \text{ m}^3 * 297 \text{ kg/m}^3 = 1.236.916 \text{ kg de residuos a disponer}$$

$$Y \text{ entonces el volumen compactado es de: } V_C = 1.236.916 \text{ kg} \div 451 \text{ kg/m}^3 = 2.742,61 \text{ m}^3$$

Ya con este valor, se puede calcular las dimensiones de la trinchera, sabiendo que:

- Profundidad de operación $h = 3 \text{ m}$
- Lados superior e inferior $L1a$ y $L2a$ para los lados menores del prisma, y $L1b$ y $L2b$ para los lados mayores.
- **Talud lateral 1H:1V**, entonces, la relación de lados entre el superior y el inferior es de $L2 = L1 + 2 * h * \tan(45^\circ) = L1 + 6 \text{ m}$
- Las longitudes $L1b$ y $L2b$ son el triple de las longitudes $L1a$ y $L2a$

Con ello, la ecuación del volumen de la trinchera es de:

$$V = [A_m + A_M + \sqrt{(A_m A_M)}] * h / 3$$

$$2.743 \text{ m}^3 = [3x^2 + 3 * (x + 2 * 3 \text{ m} * \tan(45^\circ))^2 + \sqrt{(3x^2 * 3 * (x + 2 * 3 \text{ m} * \tan(45^\circ))^2)}] * 3 \text{ m} / 3$$

Despejando $x = L1a$, se puede obtener el valor de las dimensiones menores y mayores, dando $x = 14,369 \text{ m}$, que se toma una distancia de 15 m . Dando en corte ese valor en la base, siendo el valor en su parte superior de 21 m . A su vez, la longitud en la cara inferior es de 45 m

y la longitud en la cara superior es de 51 m, todas en forma de prisma como revela la figura (a la que se le dará un esquema correspondiente):

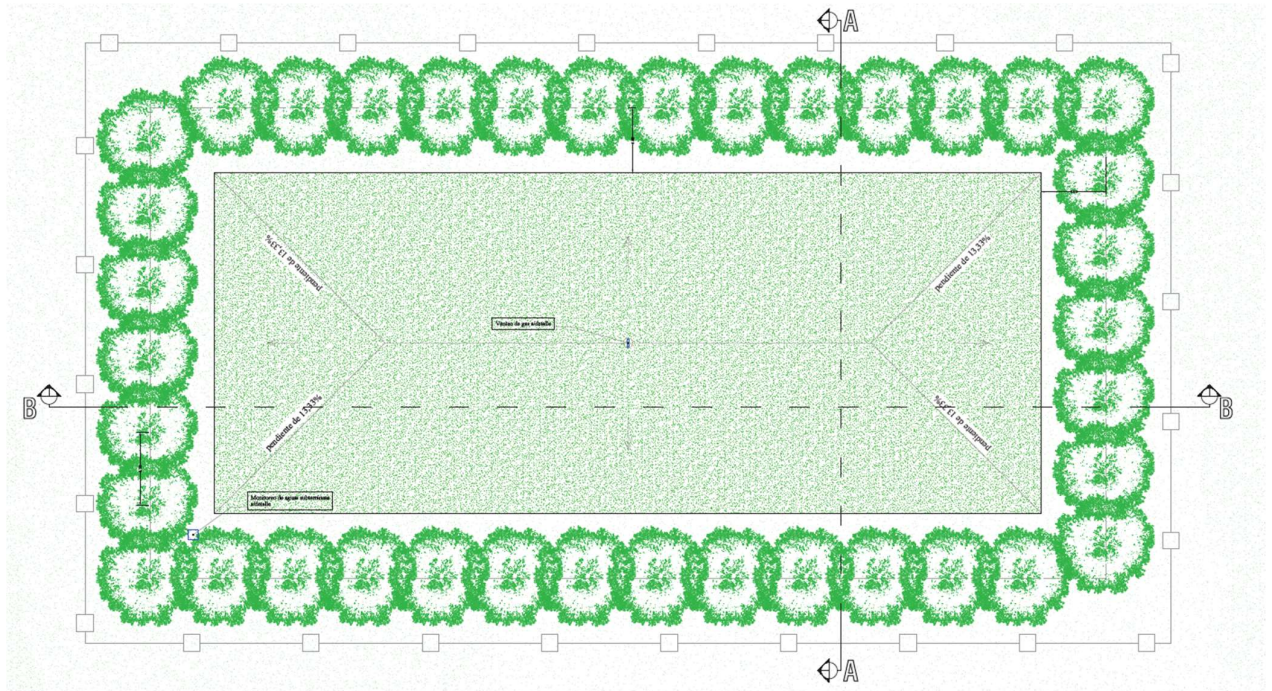


Figura 114| Planta terminada de la trinchera de cierre. Elaboración propia

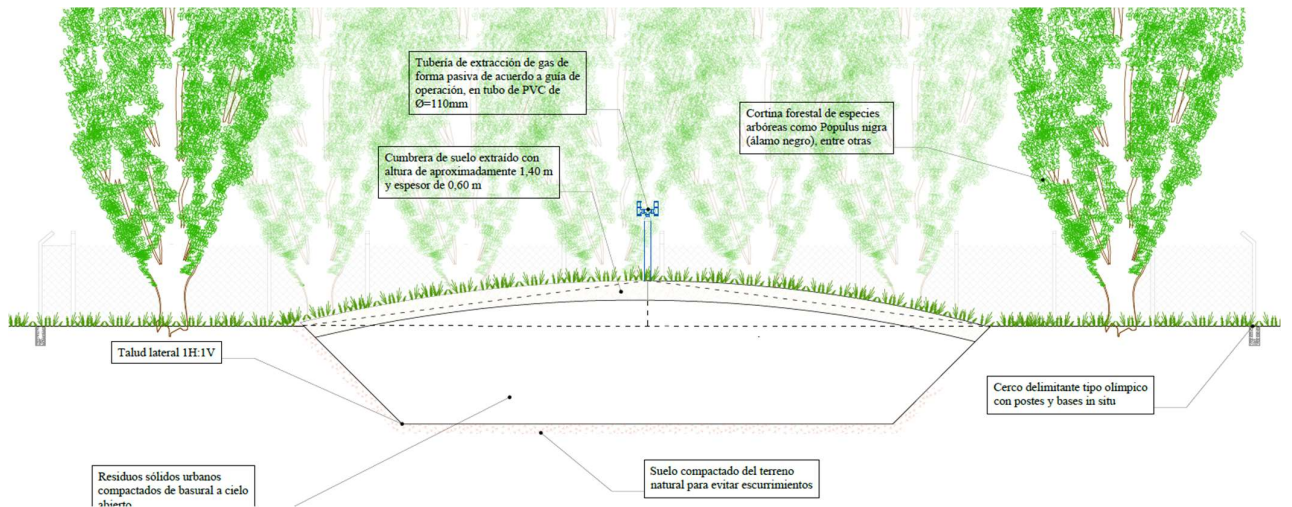


Figura 115| Corte A-A de la trinchera de cierre terminada. Elaboración propia

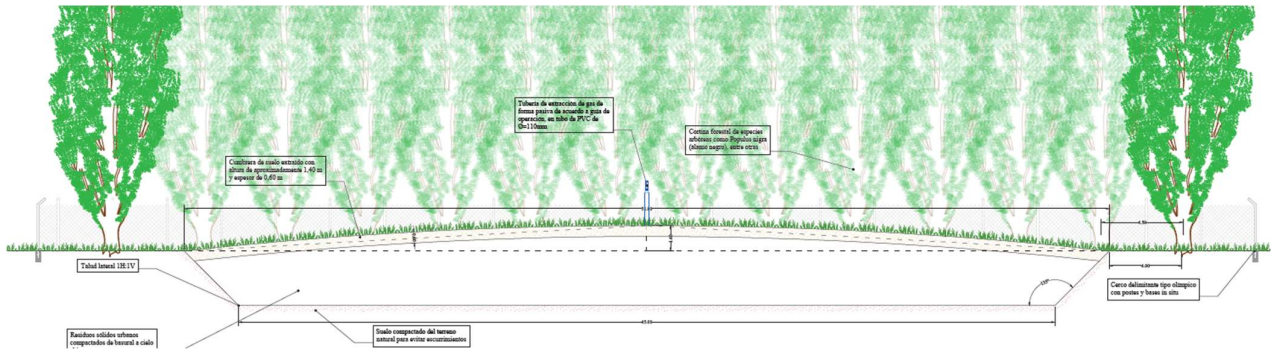


Figura 116| Corte B-B de la trinchera de cierre terminada. Elaboración propia

Pueden observarse mejores vistas en la sección P del proyecto, donde se pueden apreciar los cortes y la composición de la trinchera de cierre.

Las dimensiones en planta de la trinchera de cierre son de 1.071 m². La pendiente de la capa de cierre sigue la inclinación resultante de:

$$i = 1,4\text{m} \div (21\text{m}/2) = 0,1333 = 13\%$$

Y se necesita para eso elevar la cumbrera 1,40 metros para cubrir los lados. La capa de cierre superior resulta de 0,60 m de espesor con el ángulo correspondiente, comprimiendo la basura hacia el centro para lograr la pendiente deseada, de suelo vertisólico tipo peluderte argiacuólico.

La zona no contará con sistemas de control de lixiviados, pero si de gases, y la base del suelo será nivelada y compactada con pasadas para aumentar la impermeabilidad del suelo.

5.2.3.1.4 Generación de residuos: separación en origen y compost domiciliario

5.2.3.1.4.a) Valores base para el relleno sanitario

Previa a la determinación de los pasos a seguir para el Plan de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, se deben establecer las cuantías de dimensionamiento del relleno, ya que no es suficiente dato con la generación calculada por relevamiento para poder obtener un relleno acorde a las características que se requerirían para el buen funcionamiento, es decir, se debe de tomar otra producción per cápita para así, en caso de la evolución estacionaria de Herrera tienda hacia la generación de más residuos, el vertedero no quede subdimensionado.

Para ello, se cuenta con los informes propuestos por el CEAMSE en la provincia de Entre Ríos, para el año 2012, donde se cuentan los datos de generación per cápita de muchas ciudades de Entre Ríos, donde la media provincial del estudio demográfico arrojó que la producción es de 1,04 kg/hab/día, muy superior a los 0,319 kg/hab/día de la ciudad de Herrera.

De ese total, para poblados de menos de 10.000 habitantes, el menor valor es de 0,420 kg/hab/día. Haciendo un valor promedio entre el provincial y el menor valor para ciudades pequeñas, la generación per cápita de diseño es de **0,73 kg/hab/día**

Con base en los muestreos de RSM realizados en algunas poblaciones pequeñas, rurales y áreas marginales en la Región sobre las características que se analizan en este trabajo, se ha encontrado que la ppc presenta rangos de entre 0,2 y 0,6 kg/hab/día.

Tales valores son bastante representativos para la mayoría de estas poblaciones. En épocas de abordajes turísticos, conviene recordar que la producción de RSM, sobre todo en las temporadas de vacaciones, se puede incrementar notablemente, con lo que se complica su manejo y disposición.

En algunas comunidades rurales cuya producción es en zonas agrícolas, la generación per cápita de RSM puede alcanzar valores que fluctúan entre 0,6 y 1,2 kg/hab/día, por lo que se considera correcto el valor presentado. **Este resultado analizado anteriormente se ha puesto en práctica en la sección 5.2.3.1.10, ya que le confiere los valores necesarios al dimensionamiento del relleno**

5.2.3.1.4.b) Generación y separación en origen, la estrategia de las 4Rs

Como parte de la estrategia del Plan GIRSU aplicado a la ciudad de Herrera, una de las principales características es la de reducir o minimizar la generación creciente de residuos sólidos urbanos, de manera tal que los volúmenes calculados con el tiempo tiendan a mantenerse o disminuir.

Para ello, se puede promover la reducción en origen mediante planes y programas que comprendan aspectos tales como información, educación y apoyo técnico.

Así, esta es la instancia que se articula con la recolección diferenciada puerta a puerta, para ello se requiere una separación en dos fracciones: húmedos o basura y reciclables secos, lo que facilita la colaboración de los generadores. La concientización se refuerza con campañas de promoción y comunicación como se dijo anteriormente.

Cabe aclarar que en el punto siguiente se hará énfasis en los hogares que **SÍ** pueden realizar compost y sabiendo que se puede continuar con el programa del CAFESG de forma directa o indirecta. En aquellos hogares donde no puedan realizarse estas tareas, **se pedirá que preparen una bolsa de residuos orgánicos especificados posteriormente para colaborar con la obtención de compost en el predio de la disposición final, permitiendo así la producción y la comercialización del mismo.**

Así es como las personas pueden adoptar conductas sostenibles basadas en las 4R, para así reducir el consumo propio. Cabe recordar que las mismas son: *reducir*, *reutilizar*, *reciclar*, y *recomprar los reciclables*, creando una economía circular.

- Con **reducir**, se propone un cambio en los hábitos de vida, algo que se continúa aplicando pero que es de recordar a la comunidad; el ir disminuyendo el consumo de materiales innecesarios y de aquellos que se encuentran en el mercado con gran cantidad de embalaje o que fueron producidos generando gran cantidad de residuos.
- Con **reusar**, se logra darles la máxima utilidad a las cosas sin la necesidad de desecharlas. La manera de hacerlo es dándole otros usos a aquellos objetos que son adquiridos y que ya no cumplen con la función para la que fueron comprados. De esta forma se alarga su tiempo de vida y evita que se conviertan en desechos rápidamente, como, por ejemplo; envases plásticos de gaseosas, frascos de vidrios o mermeladas para guardar otros productos empaquetados, etc.
- Con **reciclar**, se propone respetar los horarios de recolección diferenciada para así generar entonces dividendos positivos para el municipio y la comunidad a través de la transformación de los elementos reciclables en otros. Por otro lado, también se disminuye la problemática relativa a la escasez de recursos naturales, dado que al reciclar se disminuye la utilización de materias primas vírgenes.
- Por último, y con vista al futuro, aprovechando el mercado actual, **la recompra de reciclables**, pone en funcionamiento la economía circular, ya que los que son considerados “desechos” vuelven a entrar al mercado como productos de consumo masivo, siendo estos transformados de otros anteriores que originalmente podrían haber sido desechados, pero que gracias a la existencia de plantas de tratamiento, su materia prima puede volver a aplicarse en el circuito de producción. Esto queda fuera del alcance de los habitantes del municipio, pero con la contribución al reciclaje indirectamente se crea un valor agregado por la venta de los recuperados reciclables al final del proceso de transformación en planta.

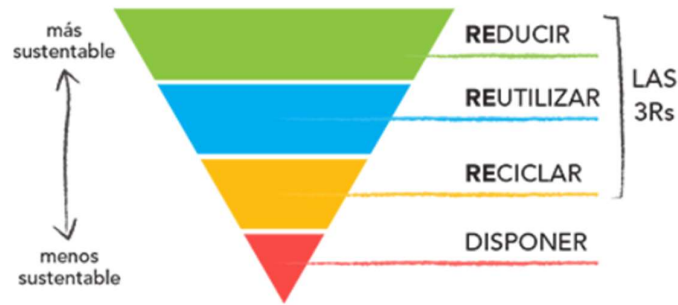


Gráfico 14| Ciclo de las 3R sin contar la recompra de reciclables. Fuente: <http://reciclario.com.ar/>

De esta forma se disminuye el costo global del manejo de los residuos de un municipio, tanto por ahorro en gastos de disposición final como por las utilidades que genera la venta de los reciclables recuperados. A su vez, se generarían nuevos puestos de trabajos o nuevas oportunidades indirectas de aprovechamiento de los recursos reciclados para emprendimientos o negocios.

5.2.3.1.4.c) *Compostaje domiciliario, tareas y difusión*

El compost es el producto que se obtiene de la descomposición, en aerobiosis (con presencia de oxígeno), de compuestos orgánicos. Mientras que el lombricompost, es el producto del procesamiento que realizan las lombrices de estos mismos compuestos.

Ambos se utilizan como fertilizantes orgánicos y mejoradores de suelos ya que, debido a sus propiedades fisicoquímicas, tienen características muy beneficiosas para el suelo y los cultivos. Los residuos orgánicos no sólo son, aproximadamente la mitad de los residuos producidos, sino que son los principales responsables de los olores, animales y enfermedades asociados a los residuos.

Tanto el compostaje como el vermicompostaje constituyen técnicas de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables y, por ende, de resolución de estos problemas.

El compostaje puede realizarse en una pila en el suelo o en una compostera. Esta última puede adquirirse en comercios o ser realizada por las personas que viven en una vivienda. Lo importante es que permite remover el compost, eliminar el exceso de agua y humedecerlo si fuera necesario.

En cualquiera de los casos, debe permitir el ingreso de aire y favorecer el drenaje de los líquidos “lixiviados” que se producen a lo largo del proceso.

Para ello, como se dijo, puede disponerse los residuos compostables en una pila o compostera. De ser posible, cubrirlos con pasto, paja o diarios, principalmente el primer mes; período en el que también habrá que mezclarlos todas las semanas. El segundo y tercer mes, sólo cada 15 días y luego 1 vez por mes hasta la madurez.

Durante todo el proceso la humedad debe mantenerse, aproximadamente, en un 40%. Como indicador, si se aprieta fuerte con la mano, deben caer unas gotitas de líquido, si cae más está demasiado húmedo y debe mezclarse con residuos secos y si no cae nada está demasiado seco y es necesario regarlo.

Cuando no se puede distinguir un residuo de otro y la mezcla huele a bosque, el compost está maduro y listo para usarse en jardines o macetas.

Los elementos que suelen **NO** tirarse son los siguientes:

- Comidas elaboradas, restos de animales de carnes rojas o blancas, grasas y lácteos.
- Pañuelos descartables, y elementos de higiene personal y corporal o que han sido usados para el barrido o la limpieza.
- Verduras cocidas con sal.
- Excremento de perros o gatos, medicamentos, cenizas o colillas de cigarrillo.

Los que **SÍ** suelen compostarse son los siguientes:

- Servilletas y rollos de cocina, u otros que hayan estado en contacto con alimentos solamente.
- Restos de verduras crudas, cáscaras de fruta y yerba, té o café usado e incluso frutos secos y sus cáscaras.
- Cáscaras de huevo.
- Residuos de jardín o bien bosta de animales como vacas o caballos.

A su vez, pueden presentarse problemas comunes con el compost domiciliario, los cuales son los siguientes:

- Mal olor: producido por la falta de humedad o de nitrógeno mal mezclados e incluso por trozos muy pequeños. Para solucionarlo, se debe incorporar material marrón (hojas secas, aserrín, viruta, césped seco) en trozos grandes: ramitas, cartón. A su vez, debe asegurarse que tenga buen drenaje y mezclar el compost.

- Descomposición lenta: se produce por un exceso o una falta de contenido rico en Carbono. Para ello, se deben agregar materiales secos o marrones o incorporar materiales verdes, preferentemente bosta, según corresponda.
- Moscas y/o roedores: se produce por la presencia de lácteos, carnes o comidas elaboradas. La solución es retirar los residuos, cubrir con cartón y tapar la compostera.
- Hormigas: por presencia de cítricos, donde el material debe retirarse y tapar la compostera

A modo de presentar una mini guía de composteras caseras, se presentan las dadas en el **Anexo A.4.5**. Cuando se retome el tema de compostaje en capítulos subsiguientes, no se hará referencia al compostaje hogareño o de viviendas, bajo ninguno de los métodos comerciales o caseros, sino más bien, a la pila que se dispondrá en el predio para todos los orgánicos que no hayan podido compostarse, o al que las personas no se hayan adherido al plan, como se habrá indicado anteriormente, en caso de que este paso en cumplimiento con la ordenanza local de “Orgánico Cero” no sea factible.

5.2.3.1.5 Plan de recolección diferenciada de residuos y puntos verdes

La disposición inicial abarca a aquellas acciones ligadas a disposición de los residuos por parte de los vecinos, en la vía pública, previa a su recolección y posterior a la separación en origen.

La separación en origen de los residuos que se generan diariamente en los hogares es esencial para el proceso de reciclado porque facilita la recuperación de determinados materiales y permite su reincorporación al ciclo de producción y consumo. El modo más sencillo de llevar a cabo esta actividad es teniendo en cuenta las características de los materiales que los constituyen y clasificarlos en torno a dos categorías básicas: residuos húmedos y residuos secos. Para la localidad de Herrera se planea una clasificación en dos: no reciclables y reciclables.

Los residuos orgánicos podrán tratarse a través de compostaje in-situ en los domicilios o a través de la recolección diferenciada con destino a las pilas de compostaje que se realizarán en el predio del relleno sanitario.

En definitiva, habiendo establecido las corrientes en las que se separará, la estimación de volúmenes a recuperar y las características específicas del territorio como densidad poblacional o de los servicios disponibles es que se estará en condiciones de decidir por la mejor estrategia.

Para esta etapa en el municipio se llevará a cabo la compra y montaje de cestos metálicos en las esquinas de las distintas cuadras (con un previo relevamiento para conocer cuántos hogares carecen de cestos de residuos individuales en su hogar), los cuales se utilizarán para que los vecinos depositen allí en los días correspondientes los residuos clasificados para su posterior recolección.

Además, se realizará la compra y montaje de cestos con los colores que diferencien cada tipo de residuo (verde: reciclables, marrón: orgánicos compostables con cartel guía y negro: no reciclables) que se colocan en las plazas y calles para que la gente no tire los residuos al suelo, sumados a los carteles que sean indicativos de los mismos, ya sean de madera o plásticos de forma que su montaje sea fácil de ejecutar.

Las actividades que abarca la recolección es la carga y traslado de los residuos desde los puntos de disposición inicial como domicilios, ecopuntos o puntos verdes, cestos y residuos de lugares públicos, además del transporte de los residuos provenientes de la limpieza y el barrido urbano.

La actividad de recolección es la que normalmente insume la mayor parte del presupuesto de RSU de los municipios, es por eso que todas las acciones tendientes a convertir el sistema de transporte en uno más eficiente serán las de mayor importancia.

Por ejemplo, en las grandes ciudades, los camiones recolectores llevan los mismos a Estaciones de Transferencia, donde son traspasados a camiones de mayor tamaño, habiendo atravesado un proceso previo de tratamiento, separación, y clasificación, generando que el nuevo camino lleve los rechazos, y logrando que el transporte de los RSU hasta el relleno o basural sea más eficaz, puesto que suele estar a gran distancia del lugar de la recolección.

En este caso, que se trata de una localidad más pequeña, en cambio, esta transferencia de residuos no se realiza, de modo que los camiones recolectores llevan los residuos hasta el relleno sanitario directamente, siendo la planta la que actúa como planta clasificadora, de transferencia y de tratamiento final. Además, es un servicio operado por el municipio en forma directa.

5.2.3.1.5.a) Recolección puerta a puerta

La recolección puerta a puerta consiste en depositar los residuos delante de la puerta de la vivienda o comercio (en bolsas depositadas en los cestos metálicos), para que el servicio de recolección municipal pueda retirarlos según un calendario semanal para cada fracción recogida y en un horario estipulado.

Los resultados de recogida separada logrados en los municipios con PaP son en general superiores al resto de mecanismos, tanto en cantidad recogida como en calidad de la separación (en general se sitúan entre el 60 y el 80% de recogida separada).

La aplicación del PaP es muy recomendada en zonas de baja densidad de población donde la identificación de los residuos de cada cual es más fácil, pero también se puede desarrollar en zonas más densas y con edificación más vertical a través de la recogida de contenedores comunitarios en las viviendas plurifamiliares.

Los modelos de recogida PaP permiten identificar al generador y por lo tanto posibilitan la implantación de sistemas de fiscalización más justos cómo son los de pago por generación (por ejemplo, pago por bolsa o pago por contenedor).

En la localidad de Herrera, se establecen los siguientes los días y horarios para la recolección diferenciada:

- Lunes, miércoles y viernes, por la mañana de 9hs a 13hs, y por la tarde de 17hs a 19hs: recolección de residuos no reciclables.
- Martes y jueves, por la mañana de 9hs a 13hs, y por la tarde de 17hs a 19hs: recolección de residuos reciclables, y entregada la bolsa necesaria separada con orgánicos para los que **NO** lograron adherirse al plan de compostaje en hogares.

En el sistema de recolección diferenciada puerta a puerta, lo más importante es hacer que la campaña de concientización sea efectiva y llegue a todos los ciudadanos, tanto en las viviendas particulares como en los comercios e incluso en las instituciones privadas o públicas, para comprometerse al régimen de recolección pactado por el municipio.

5.2.3.1.5.b) Puntos de entrega voluntaria de pequeña escala o minipuntos

Son instalaciones fijas de menor tamaño situadas dentro del casco urbano y normalmente repartidas por los diferentes barrios o zonas del municipio. Ofrecen un servicio de recogida más cercano al ciudadano, aunque no se pueden aportar los mismos residuos y volúmenes que en el punto limpio fijo como los que se encuentran repartidos por el CEAMSE.

Su proximidad al usuario los hace extremadamente útiles para fomentar la recogida separada de pequeñas cantidades de residuos como aceite de cocina, fluorescentes, pinturas, etc.

Este servicio puede ser gestionado por pequeños antiguos recuperadores en sus locales propios, o puede complementar sus funciones con el desarrollo de actividades de reparación e intercambio en las mismas instalaciones del minipunto.

En este caso, los vecinos son los encargados de acercar el material a puntos de recepción específicos como “eco puntos”, puntos verdes, puntos limpios o contenedores designados a tal fin. En ellos, pueden seguirse las medidas nacionales y los sistemas de ejecución que son de realizarse normalmente en los municipios que ya lo disponen

En el caso de la localidad de Herrera, por su tamaño poblacional no son necesarios los puntos verdes dispuestos como en ciudades tales como Córdoba o Capital Federal, al menos en la puesta en marcha del plan de gestión de RSU, pero pueden ubicarse en forma de un radio de población, cubriendo los residuos que son dispuestos en un lugar por una cantidad definida de personas o de hogares.

Así, se colocará un punto verde ubicado en el predio de la **Estación de trenes Nicolás Herrera**, ya que es un punto turístico que es un hito histórico de la ciudad, y para el caso de visitas, se puede promover un mensaje de cuidado y preservación del ambiente al público general, y otro en la **Plaza General San Martín** ya que es un punto de confluencia para recreación y actividades administrativas y suelen haber muchas personas circulando o paseando en ese lugar. Por último, otro lugar que tendrá este minipunto es el **Club San Martín de Herrera**, ya que un evento deportivo puede generar demasiados residuos que deben de disponerse correctamente.

Se establecerá un día y horario específico para su recolección, con el fin de que no se mezclen con los demás residuos, y reciban un trato particular para evitar la contaminación en su disposición final, ya que en él no sólo se recibirán residuos húmedos no reciclables, sino también residuos secos, y éstos, clasificados en dos o tres categorías, a saber:

1. Papeles y Cartones,
2. Vidrios (botellas o frascos),
3. Plásticos de envases livianos (botellas, empaques, y todos de las clases de PET, PEBD y PEAD)

En estos se dejarán recipientes para colillas de cigarrillos y para pilas o baterías en caso que se puedan disponer, ya que son contaminantes de alto riesgo para la salud y para el ambiente.

A continuación, a modo de ejemplo y como información útil para futuras implementaciones, se mostrarán distintas alternativas para la disposición inicial según la composición de RSU y según las características del municipio.

Tabla 47| Clasificación de los distintos puntos de disposición inicial de acuerdo a ciertas condiciones. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/225.png>

RESIDUOS RECUPERABLES			
TIPO DE RECOLECCIÓN	CONTENERIZACIÓN	DIFERENCIACIÓN POR DÍA	PUNTO LIMPIO
			
DENSIDAD POBLACIÓN	> 30 viviendas x manzana	< 30 y 5 > viviendas x cuadra	< 5 viviendas por cuadra
TIPO DE CONTENEDOR	Diferentes contenedores para cada tipo de Residuo	Cesto en altura	Contenedor en esquina
UBICACIÓN DEL CONTENEDOR	Cordón cuneta-calzada	Cordón cuneta-calzada	Esquinas
CANTIDAD DE CONTENEDORES	Entre 1 y 3 de cada tipo por cuadra	1 por cada 2 hogares	1 por cuadra
FORMA DE DISPOSICIÓN	Indistinto. El vecino deposita sus residuos diferenciados en el contenedor adecuado cualquier día. 356 x 24	Diferenciado. Hay días estipulados para que el vecino saque cada tipo de residuos.	Diferenciado. Hay días estipulados para que el vecino saque cada tipo de residuos. 365 x 24
FORMA DE RECOLECCIÓN	Recolección selectiva	Recolección selectiva	Recolección selectiva
	Cada tipo de contenedor posee su frecuencia de recolección designada	Se designan días de recolección para cada tipo de residuos	Se designan días de recolección para cada tipo de residuos

Tabla 48| Clases de puntos verdes de acuerdo a los residuos. Fuente: <https://recicladores.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/226.png>

RESIDUOS ESPECIALES				
DISPOSICIÓN	PUNTO VERDE FIJO			PUNTO VERDE MÓVIL
				
TIPO DE DISPOSICIÓN	Ecopunto recuperables	Ecopunto RAEES	Estación de Residuos Clasificados	Punto Verde Móvil
FORMAS DE DISPOSICIÓN	Indistinto. El vecino deposita sus residuos diferenciados en el lugar adecuado cualquier día.	Indistinto. El vecino deposita sus residuos diferenciados en el lugar adecuado cualquier día.	Indistinto. El vecino deposita sus residuos diferenciados en el lugar adecuado cualquier día.	Programado. El vecino deposita sus residuos diferenciados un día por mes en cada barrio.
FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	Al llenarse el ecopunto se retira el material compactado (fardos) por un gestor autorizado.	Al llenarse el ecopunto se retira el material por un gestor autorizado.		

En vista de lo mostrado, el esquema de recolección diferenciada adoptado más la colocación de puntos fijos en las esquinas en el caso de las manzanas que tienen menos de 10

viviendas, es decir, aquellas en las que en el relevamiento quedaron con color gris claro, en modo de cuadrícula, donde uno de estos estará cada una cuadra o dos por esquina, pero por manzana no habría más de 2 puntos fijos para evitar muchas paradas del camión.

Por otro lado, los ecopuntos especiales mencionados que ya se señalaron sus ubicaciones tendrán un esquema de llenado, es decir, una vez que estos se llenan son retirados, no coincidiendo con los horarios del recorrido propuesto en el punto 5.2.3.1.6. **Los minipuntos, corte y vistas de los mismos se encuentran en la sección P de planos del proyecto.**

Las características de los mismos son como las de la siguiente imagen:



Figura 117| Minipunto a desarrollar en los puntos estratégicos antes mencionados. Fuente: <https://www.minipuntoslimpios.com/minipuntos-limpios/#:~:text=%C2%BFQUE%20SON%20LOS%20MINIPUNTOS%20LIMPIOS,residuos%20que%20se%20pueden%20recuperar.>

De las cuales las mismas son:

- Gabinete cerrado estanco metálico de perfilería tipo chapa galvanizada o acero inoxidable, con huecos de diferentes formas y tamaños para la admisión de las siguientes fracciones:
 - Envases plásticos tipo PET, PEAD, PEBD y otra clase de contenedores plásticos como ser botellas, envases de plástico, frascos, cajas plásticas, etc. El hueco a practicar debe ser circular de diámetro regular

-
- Papeles y envoltorios tipo papel como papeles de caramelos, bolsas de papel, papeles de oficina en general, etc. El hueco a practicar será cuadrado de tamaño regular
 - Latas y envases ferrosos y no ferrosos como envases de gaseosa, latas y envoltorios que contengan forros metálicos, etc. de hueco tamaño circular pequeño
 - Base estanca en hormigón armado tipo platea para poder soportar la estructura.
 - Soporte para 3 contenedores de 140 litros con rampa para una fácil carga y descarga, realizado en metal
 - Puertas ciegas de apertura de hoja doble, con llave y cerradura de manera que sólo el personal municipal pueda abrirlo

Entre las ventajas de los minipuntos así confeccionados, se encuentran:

1. Duraderos: por su diseño en alzado de acero inoxidable, le preparan para afrontar una larga vida a la intemperie y para las peores condiciones climáticas.
2. Optimizan el espacio en la vía pública, dándole la oportunidad a los ciudadanos de reciclar estos residuos
3. En cada máscara de entrada de los residuos, se ofrece al ciudadano de forma impresa la explicación del tratamiento que recibe cada residuo. También se enseña que pasa después, en que se convierten los residuos; su nueva vida. Dando a conocer de forma directa al ciudadano, cuáles son los resultados de su aportación al reciclaje.

A su vez, debe saberse que la estación de servicio, al contar con un mercado y donde la recolección si o si pasa por ese punto, se colocará un sistema de contenedores estilo “estación de reciclado”, por ser generadores importantes de residuos, con cuatro bocas, que se detallan a continuación, de contenedores de 50 litros:



Figura 118| Contenedores en serie para utilizar en la estación de servicio (a modo ilustrativo). Fuente: <https://www.royco.com.ar/productos/est-reciclado-3y4-cestos-asa-50lt.html>

De esa manera se agrupan los cestos de colores indispensables para la correcta separación y clasificación de residuos. La estructura es modular de plástico inyectado virgen para agrupar 3 o 4 cestos con asa de 50 lt con ruedas giratorias para facilitar su traslado en conjunto. Además, cuentan con tapa vaivén que impide la visión de los residuos descartados, previene la dispersión de olores y la entrada de insectos. Por último, los colores y simbología acompañada con el texto según tipo de residuo son a elección. Ese es un modelo de varios.

5.2.3.1.6 Recorrido actual y propuesto más transporte a adquirir

5.2.3.1.6.a) *Recorrido actual*

El recorrido actual que realiza el camión para la recolección de basura abarca toda el área urbana, siendo la distancia recorrida de 20 kilómetros aproximadamente. Este mismo se realiza tanto para la recolección de residuos no reciclables como para la recolección de residuos reciclables, y suele realizarse entre las 6 y las 8 de la mañana aproximadamente.

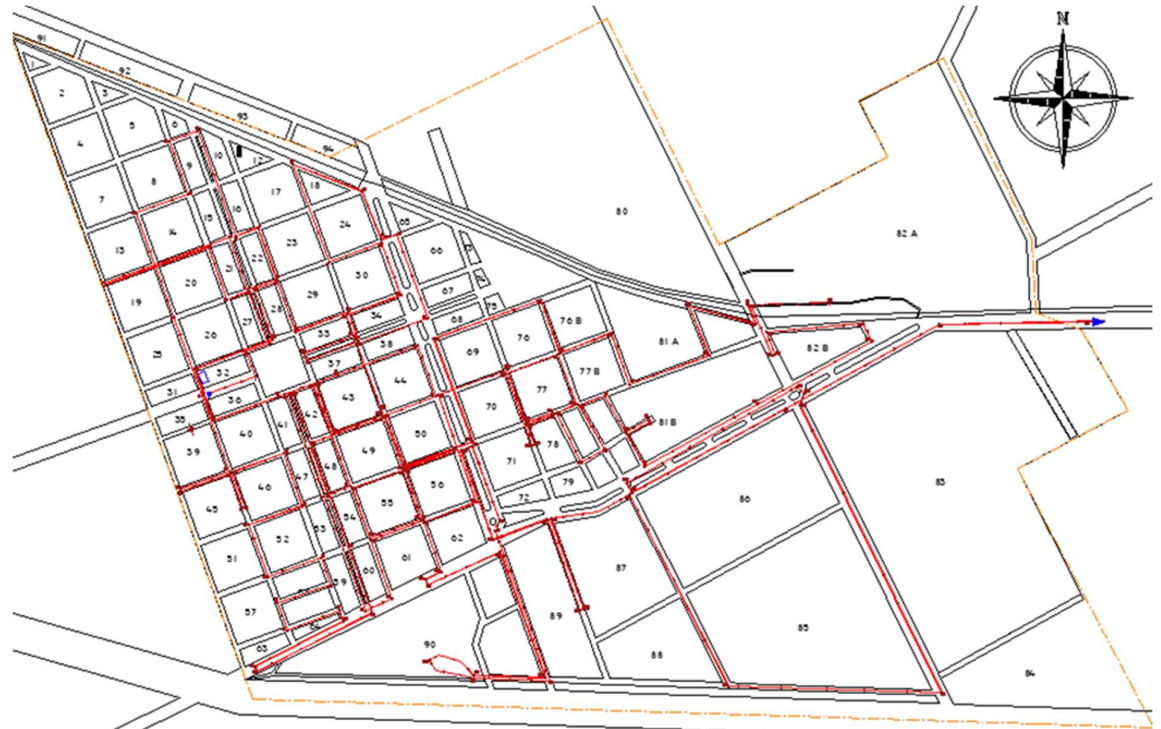


Figura 119| Red de transporte actual de la ciudad de Herrera. Elaboración propia

Se observa que este es desprolijo y no cuenta con una buena planificación ni zonificación por lo que se propone un nuevo trayecto a seguir por el camión recolector con el fin de obtener uno nuevo que resulte más ordenado.

5.2.3.1.6.b) *Recorrido nuevo propuesto*

En general, el trazado de las rutas de recolección es un proceso de aproximaciones, de una serie de pruebas, no hay reglas fijas que se puedan aplicar a todas las situaciones, por lo tanto, el diseño de los recorridos de recolección sigue siendo un proceso de sentido común. Pero, de todas formas, se pueden definir algunos criterios generales que deben ser tomados en consideración y que ayudan a trazar las primeras rutas, dichos criterios son:

- Identificar las políticas y regulaciones relativas a detalles como los puntos de recolección y su frecuencia.
- Características de los vehículos recolectores como son el tipo y tamaño del camión.
- Las rutas deben ser trazadas de tal manera que el último recipiente o contenedor de la ruta esté ubicado lo más cerca posible del sitio de disposición final.

- Proporcionar cobertura a toda la población en forma sanitaria y con una frecuencia adecuada.
- De ser posible trazar las rutas de tal forma que estas inicien y terminen cerca de arterias principales, utilizando barreras topográficas y naturales como límites de las mismas, diferenciando por recorrido y evitando más de 3 pasadas por un mismo punto de confluencia entre recorridos.
- Que se realice en el menor tiempo posible.

Se plantea que el horario sea aproximadamente igual al de recolección de todos los días, pero optimizando las pasadas y sectorizando, o bien, los sectores más poblados a la mañana y los menos poblados o lugares como los ecopuntos cuando estos se llenan a la tarde, de ser necesario, para dividir y optimizar el recorrido.

El recorrido con las premisas anteriores se encuentra en los planos del anexo

El nuevo recorrido trató de ordenar el movimiento del camión recolector para que siga un patrón, evitando pasar más de una vez en la mayoría de las calles, y principalmente, concentrándose en las esquinas, que serán los puntos fijos de recolección de residuos sólidos por parte del municipio.

El transporte de residuos será cubierto por tasa municipal de monto fijo actualizable, como ya se venía aplicando, sabiendo que es un método muy tradicional especialmente donde la recolección está a cargo de la municipalidad misma. Lo atractivo de este método es su simplicidad administrativa; no requiere de un sistema separado de cobro ya que los fondos provienen del dinero recibido del cobro de los impuestos sobre las propiedades personales y societarias.

La importancia de un seguimiento exacto de los costos totales del servicio de recolección no debe ser subestimada. Para muchas localidades los costos de la recolección de los residuos pueden ser mayores que los costos de disposición y procesado, y con eso, la población entiende que la recolección gratuita es prácticamente imposible.

5.2.3.1.6.c) Transporte a adquirir para la recolección de residuos

Se determina el volumen mínimo que debe tener el camión recolector de residuos siguiendo un método explicado en el libro de Tchobanoglous. Cabe aclarar que los datos que se utilizan son aproximados extraídos de casos similares a la situación en Herrera.

Primero se define que el vehículo a utilizar será de sistema de caja fija con carga manual. Las condiciones de cálculo por las cuáles se determina el vehículo tipo y las conclusiones se encuentran en el **anexo A.4.6**.

El volumen mínimo necesario, de acuerdo al cálculo anexado para el camión recolector es de 3,06 m³. Además, del análisis realizado para el relleno sanitario se tiene que para el volumen del año último es necesario un camión con volumen mínimo de 9 m³.

Nótese que el análisis de tiempo considerado es que cada casa produzca basura y el camión pare por cada casa, por el ahorro de tiempo generado al pasar por las esquinas, que es el lugar de recolección habitual, logrando un tiempo de 2,36 horas (o **02:21:36**), que es aproximadamente igual al cronometrado por el municipio (**02:38:20**), aunque menor por unos **17 minutos**.

Con el dato del volumen mínimo y siguiendo las características adoptadas de sistema de caja fija de carga manual se busca en el mercado un vehículo que cumpla con dichas prestaciones. Se presentan distintas propuestas de vehículos que cumplen con las condiciones necesarias.

Un recolector compactador carga lateral manual marca ECONOVO de la línea ECOCLOS con una capacidad de 10 m³. Las características y ficha técnica del mismo que servirá de reemplazo al actual Grosspal se encuentran en la descripción de la memoria técnica del anteproyecto dado.



Figura 120| Modelo de recolector compactador de carga lateral, de la compañía Econovo, modelo Ecoclos. Fuente: <https://www.econovo.com.ar/portfolio-view/ecoclos/>

Dentro de las más destacables, se nombran las siguientes:

- Es un equipo montable en camiones 4x2 (camiones tipo Scania o Iveco Daily, y Mercedes Benz Sprinter) o 6x2 con bajo peso para el chasis, de manera de aprovechar la capacidad máxima de carga. La compactación se realiza mediante un sistema de patines y pistones, y la descarga es a 45° con apertura automática de puerta, hacia atrás
- Cuenta con bandeja de recolección de lixiviados y es un sistema silencioso de compactación con menos de 70dB
- Dimensiones de 5,80m de largo y 3,25m de alto, y 2,20m de ancho

A su vez, se proponen otras alternativas, con prestaciones similares, que cumplan los requisitos calculados:

Un recolector compactador de carga trasera Scorza CS7, con capacidad de carga de 10m³, cuyas características más importantes son:



Figura 121| Compactador Scorza CS7 sobre chasis tipo Iveco Daily. Fuente: <https://www.scorza.com.ar/productos-equipos/residuos-solidos/compactador-cs7/#caracteristicas>

- Es ideal para ciudades pequeñas, pueblos, comunas, microcentros, zonas protegidas de vibraciones o countries, con diseño robusto, versátil y muy liviano, con bajo nivel de ruido
- El largo del sistema de 10m³ es de 5,70m y el alto es de 2,20m totales.

- Especialmente concebido para montar sobre camiones de un solo eje trasero (4x2, tipo Scania, Iveco Daily o Mercedes Benz Sprinter).
- Cuenta con bandeja recolectora de lixiviados y sistema de levantamiento de tolva oleohidráulico con apertura de carga y bajada de puerta de sistema automático.

La misma marca ofrece otro camión compactador de carga lateral Scorza CLS de 9 m³ de capacidad tipo Satélite, cuyas características son las siguientes:



Figura 122| Sistema compactador Scorza CLS sobre chasis Iveco Daily. Fuente: <https://www.scorza.com.ar/productos-equipos/residuos-solidos/cls/>

- Apto para chasis camiones 4x2 tipo Iveco Daily o Mercedes Benz Sprinter, con descarga con placa expulsora tipo satélite en vez de vuelco trasero (en las condiciones dadas, sería el vehículo ideal para trabajar en el relleno sanitario).
- Depósito de carga de estructura auto portante de formato elíptico, con placa compactadora construida con chapa y perfiles estructurales laminados
- Tapa de drenaje de líquidos y colectora de lixiviados
- Puerta guillotina para el sistema con estructura tipo placa y reforzada interiormente con perfiles tubulares, más patines guía anti fricción de deslizamiento para el camión y la descarga de residuos.
- Las dimensiones de la caja son de 4,05m de largo, 2,10m de ancho y 2,15m de alto

Por último, se menciona de la empresa VialERG, el recolector tipo India 5.9, sobre camiones tipo Mercedes Benz Sprinter o Iveco Daily, ya montado sobre chasis, con capacidad de carga de 6 a 10 m³, donde:



Figura 123| Sistema India 5.9 de la empresa VialERG, sobre chasis Mercedes Benz Sprinter. Fuente: <https://www.vialerg.com.ar/producto/recolector-compactador-de-residuos-india-5-9/>

- También se lo propone un equipo ideal para comunas, countries, y lugares como municipios pequeños
- La compactación es electrohidráulica con mando de control a distancia para compactación y descarga.
- Caja compactadora con autolavado con 4 aspersores de alta presión.
- La tapa de compactación se utiliza como reguladora de descarga.
- El valor nominal de soporte es de 2.905 kg de residuos, a una compactación del tipo 2:1, que resultan en aproximadamente 9m³

Al ser equipos propuestos, las características son las mostradas, pero **no se hará una matriz de ponderación puesto que los costos de adquisición y la conveniencia de selección de uno u otro equipo dependerá del equipo técnico correspondiente. Además, el camión recientemente adquirido en el mes de febrero de 2023 por la ciudad de Herrera con las características siguientes cumple satisfactoria y sobradamente con los cálculos mencionados, significando un ahorro en tiempo y en paradas mucho más significativo:**

- **Camión IVECO modelo 2014 con chasis de 4x2 listo para cargas tipo residuos**

- **Caja compactadora ECONOVO Eco-Andrés 17 con capacidad de 17m³ construida en acero F-24 monoportante**
- **Sistema de comando electrónico, válvulas y pistones oleohidráulicos**



Figura 124| Modelo Eco Andrés-17 de ECONOVO, adquirido por el municipio para montar sobre chasis de camión usado modelo 2014. Fuente: <https://www.econovo.com.ar/portfolio-view/eco-andres-1721/>

5.2.3.1.7 Llegada a Planta: clasificación, reciclaje, y tratamiento de residuos

Los sistemas de tratamiento incluyen la operación o conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo para reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contiene, recuperar materias o sustancias valorizables, facilitar el uso como fuente de energía o adecuar el rechazo para su posterior tratamiento finalista.

Una vez que los residuos son trasladados desde los lugares de disposición inicial hacia la planta de tratamiento, se procede a realizar la clasificación de los mismos, separación, enfardado y venta de reciclables, con la correspondiente obtención de rechazos, que serán dispuestos finalmente en el relleno sanitario calculado en el punto 5.2.3.1.10. Allí, los datos de base son:

- Proporción de residuos promedio: 40% de inorgánicos y 60% de orgánicos y sanitarios,
- Y dentro de la proporción de los residuos inorgánicos: 60% reciclables, y 40% rechazo, es decir, un 24% aproximadamente es reciclable del total.

Este valor de reciclables es conocido por ser el que utilizará la planta para calcular los gastos de producción, venta, costo y configuración de sueldos, para conocer si se producen pérdidas o no.

Si bien otras cuestiones respecto del proceso de cada paso en su interior se hablará en el apartado 5.2.5, se puede mencionar cómo trabajará la planta, cuál es la fracción analizada,

que sistema de tratamiento realizará la planta para grandes grupos de reciclables y cómo estos serán fraccionados o vendidos, para luego ampliar en el apartado de la misma las especificaciones de cada máquina, cómo deberían pensarse la ergonomía y los tiempos para las personas, el plan de mantenimiento, y otras cuestiones productivas y del espacio de la planta en sí.

Se modela que la planta funcione de la siguiente manera:

5.2.3.1.7.a) *Registros y planillas de producción*

Para poder gestionar adecuadamente la totalidad de los procesos que se realizan en la planta será de gran importancia el adecuado registro de la información. A fin de implementar un registro de la información simple, efectivo y de fácil trazabilidad, se recomienda estandarizar y codificar los datos. Esto permitirá analizar datos históricos, evolución a lo largo del tiempo, seguimiento de indicadores para medir la gestión, evaluar el impacto de un cambio o mejora en el resto de los parámetros y por supuesto son una herramienta valiosa para la toma de decisiones.

A lo largo de cada una de las etapas se incluirán los correspondientes documentos para llevar un registro de las operaciones de la planta.

La información se registrará en las siguientes fases de trabajo:

1. **Ingreso al predio:** control y registro de todos los vehículos que ingresen al predio, patente, conductor, hora ingreso/egreso. Para camiones con RSU, ídem anterior más pesaje al ingreso/egreso del predio.
2. **Ingreso de RSU a planta:** control y registro de todos los camiones que descargan RSU en la planta (patente y hora).
3. **Recuperación Diaria:** registro diario del material recuperado: peso, cantidad de fardos/bolsones/tachos.
4. **Rechazo Diario:** pesaje diario de la cantidad de rechazo enviado al sitio de disposición final.
5. **Ausentismo/Presentismo:** control y registro diario de la asistencia del personal.
6. **Ventas:** registro y control diario de los precios y cantidades comercializadas.
7. **Stock:** registro de las cantidades de material vendible o reutilizable que fue recuperado.
8. **Mantenimiento:** registro de las actividades de mantenimiento realizadas.
9. **Seguridad:** registro de todos los incidentes que ocurrieran.

5.2.3.1.7.b) *Recepción de material y descarga en planta*

El material reciclable que ingresa a la planta deberá estar previamente clasificados en origen limpio y seco para asegurar la eficiencia de la operación. Es por esto que el material es recolectado de grandes generadores, puntos de entrega voluntaria y recolección puerta a puerta de domicilios. Se trata de material reciclable post-consumo como papeles, cartones, vidrio, metales, plásticos y textiles, que ya ha sido separado los días martes y jueves.

Al momento del ingreso del camión se debe tener especial precaución. Para reducir el riesgo de atropellamiento, se debe señalar claramente los sectores de tránsito vehicular y de circulación peatonal, aplicando pinturas sobre la superficie del suelo.

Una vez que el vehículo ingresa a descargar material se debe confeccionar un registro estandarizado de los siguientes datos: *peso o volúmen, patente, chofer, procedencia y hora de ingreso*. Tratándose de la ciudad de Herrera, sería suficiente el registro de *chofer, volumen y hora de ingreso y egreso*.

Luego se procederá a la descarga de materiales. Para evitar lesiones a un operador, estos no deben acercarse al vehículo a menos de una distancia de seguridad.

El material es volcado en una zona delimitada de descarga. Se recomienda que sea un área con piso consolidado ubicada en la entrada de la planta de clasificación, próximo al área de clasificación. **Los operarios a cargo deben siempre tener sus elementos personales de seguridad como guantes y gafas.**

Posterior a la descarga se debe llevar adelante el primer proceso de clasificación en donde se retiran materiales voluminosos como colchones, barras superiores a un metro, cables, alambres, escombros, bultos de film o arpilleras) y también se remueven materiales peligrosos como residuos de aparatos eléctricos o electrónicos que hayan llegado por equivocación, para luego dar comienzo al proceso de clasificación de materiales reciclables y recuperables. En caso de manipular materiales pesados como escombros o voluminosos, se aconseja la utilización de fajas abdominales. Diariamente se debe despejar la zona de descarga y realizar una limpieza profunda al terminar el día.

5.2.3.1.7.c) *Separación y clasificación de materiales*

Luego de la descarga, los operarios deben utilizar guantes, barbijo y uniforme adecuados para prevenir accidentes o infecciones y deberán ser capacitados en seguridad e higiene, y la clasificación se realiza manualmente por la apertura y rotura de bolsas.

Es importante la correcta iluminación de la planta para evitar la fatiga visual y favorecer la concentración y atención del personal. También debe contar con un adecuado sistema de ventilación que garantice la circulación de aire dentro del recinto.

Se debe controlar y separar aquellos materiales peligrosos o indeseables de ingresar en la clasificación de los demás materiales.

Los siguientes operarios (o los mismos una vez finalizada la clasificación), trabajarán especializados por tipo de material, dejando un último puesto de revisión de materiales recuperables que se pudieran pasar. Se separarán los materiales livianos (plásticos, latas) hacia el lado de la pared y los más pesados (metales, vidrio, papel, cartón y otros) hacia el lado del galpón. Se puede considerar también, según el caso, otras fracciones como: escombros-áridos, pilas y baterías, RAEEs, neumáticos, y otros.

Cada operario colocará de manera diferenciada el material seleccionado en bolsones o jaulas dispuestas a tal fin. Al final del proceso sólo deben quedar los residuos orgánicos o inorgánicos que se encuentran contaminados o carezcan de valor. Este material de rechazo se debe almacenar en otro contenedor para ser retirado de la planta para su disposición final.

De esta manera, la fracción del material reciclable recuperado está lista para ser acondicionada para su almacenaje y posterior venta.

5.2.3.1.7.d) Enfardado de los materiales y clasificación en bolsones

El enfardado es el proceso mediante el cual los materiales, ya clasificados, son comprimidos y convertidos en fardos para poder ser comercializados a la industria. El objetivo es reducir el volumen del material para facilitar su acopio, venta y transporte. Este tratamiento no aplica a todos los materiales, pero sí por lo general al cartón, plástico PET, soplado y metales, aunque siempre dependerá de los requerimientos del comprador.

La prensa es la herramienta que se utiliza para llevar adelante el enfardado. Se debe contar con una puesta a tierra y se deben mantener en buen estado y libre de suciedad los carteles de seguridad.

Los operarios deberán contar con sus propios elementos personales de seguridad como calzado con puntera y guantes. La operación de la prensa representa una situación riesgosa por la posibilidad de atrapamiento, y es por eso que debe ser ejecutada por una persona y el pulsador debe estar bien colocado, contando con un dispositivo de parada de emergencia.

Para el cartón, primero se debe acercar el bolsón con el material clasificado y posicionarlo frente al equipo que comprimirá. Luego se abren las cajas y se aplanan para una

mejor compactación. Se abre la puerta de prensa y se comienza la operación colocando los zunchos que luego sujetarán el material. Se realiza en extremos del zuncho un ojal, luego se pasa los extremos por el frente de la máquina con la puerta frontal abierta, a través de las ranuras de la base. Luego se debe pasarlos desde la parte trasera de la máquina hacia el frente por las ranuras del plato.

Ahora sí, se deposita el material dentro de manera frontal. A continuación, se cierra la puerta de la prensa y se acciona para iniciar la compactación. Solamente cuando finaliza la compactación se puede volver a abrir la puerta y terminar juntando ambos extremos del zuncho, se pasa por el ojal y se realiza el atado. El peso promedio de un fardo de cartón es 3 veces mayor al del fardo de plástico PET.

Por último, el material prensado, ya está listo para ser acopiado hasta su comercialización.

5.2.3.1.7.e) *Acopio de elementos prensados*

Para optimizar la productividad de la planta se recomienda delimitar la zona de acopio según los requerimientos de cada material. Es imprescindible conservar el material en buen estado hasta el momento de su comercialización.

El acopio debe seguir estos requisitos:

- El papel y cartón deben ser almacenados bajo techo, mientras que los plásticos pueden quedar al aire libre.
- El vidrio se debe almacenar en barriles o contenedores metálicos bajo techo o al aire libre.
- En el caso de metales, latas y otros conviene almacenarlos bajo techo debido a que la exposición a la intemperie favorece su oxidación.
- Si el almacenamiento de los materiales se realiza sobre el piso, se establece una altura máxima de apilamiento de 3m.
- Al tratarse de materiales inflamables, se debe prever la carga de fuego para poder equipar la planta con una instalación antincendios. Se debe tener rociadores con detectores automáticos, matafuegos, cobertura de seguros y capacitación al personal en caso de incendio.
- Queda prohibido fumar dentro de la planta y zona de almacenaje.

5.2.3.1.7.f) *Comercialización y venta de recuperados*

La comercialización cierra el circuito de valorización de materiales en la planta de clasificación.

Cada comprador puede tener sus requerimientos específicos de acuerdo a su capacidad de tratamiento, transporte o distancia a recorrer. En virtud de esto, en muchos casos conviene someter el material a ciertos procesos tales como: *retiro de etiquetas, lavado de plásticos, limpieza de envases, molienda de plásticos, triturado de vidrio, compactación y enfardado para sumarle valor.*

Siempre se debe tener en cuenta: mientras más clasificados, por material y también color, limpios, acondicionados en bolsón o fardo y cerca se encuentren, mejor va a ser el precio de venta.

1. **Papel:** Dentro de la categoría papel se puede sub separar en Carton 1^{era}, Cartón 2^{da}, Papel Blanco, Papel Diario, Papel Revista, Maple y Tetra Brik. Los fardos de material celulósico deben estar libres de olores indeseables, papeles en estado de putrefacción, mojados o impregnados de cualquier otra característica que atente contra la calidad del proceso al que se destina según la norma IRAM 3130.
2. **Plástico:** Para el caso de los plásticos se puede clasificar por PET Cristal, PET Verde, PET Celeste, PET Aceite, Soplado transparente, Soplado blanco, Soplado color, Soplado tutti, Film cristal, Film color, Film sucio, Bazar, Alta impacto y Telgopor.
3. **Vidrio:** Dentro de los diferentes tipos de vidrios se encuentra Vidrio blanco, Vidrio mezcla ya sea entero, partido o molido.
4. **Metal:** Los metales pueden clasificarse en Cobre, Aluminio y Chatarra, siempre y cuando se encuentre una vía de comercialización o un uso apropiado dentro del predio.

Dado que la mayoría de los materiales comercializados tienen bajo valor por unidad de peso (\$/kg), sumado a las grandes distancias hasta los compradores, el transporte se realiza en camiones de gran capacidad a fin de minimizar costos. Se recomienda entonces concretar la venta una vez que se haya acumulado suficiente material homogéneo como para llenar un camión.

Las ventas deben ser registradas con, al menos, los siguientes datos: *fecha de venta, código del cliente, código del material vendido, precio unitario, cantidad y monto total de la venta*. **Así se concluye el proceso de valorización de materiales de la planta.**

5.2.3.1.7.g) *Seguridad, Higiene y Elementos de Protección de la planta*

Al elaborar un plan de seguridad se debe conocer y planificar aquellas medidas para la protección del personal y de los equipos. Para esto se debe considerar tanto la seguridad **preventiva** como la **reactiva**.

Para la primera es importante reducir el riesgo de todas las actividades que lo ameriten y proteger al personal (con equipamiento adecuado) en caso de existir un accidente o factor que pueda amenazar su integridad física.

Para el caso de la seguridad reactiva se debe contar con planes de evacuación, protocolos de procedimientos en caso de emergencias y un adecuado seguro médico para el personal.

La planta debe encontrarse adecuadamente señalizada, contando con carteles para indicar las distintas zonas de trabajo y las vías de circulación para vehículos y personas. Por otro lado, debe indicarse la peligrosidad de los equipos o los sitios que lo ameriten.

Los matafuegos, extintores, vías de circulación y salidas de emergencia deben estar visibles y sin obstáculos en todo momento. Se deberá tener en cuenta los requerimientos de la normativa aplicable en cada caso, calcular la carga de fuego para cada local y diseñar/disponer el sistema anti incendios en función de esto.

5.2.3.1.8 **Lineamientos para residuos tratados**

Los elementos que pueden ser reutilizados y reciclados, son clasificados, separados y luego comercializados. Esto significa que la “basura” puede generar ingresos a las arcas municipales y colaborar en mantener el sistema de gestión y tratamiento de residuos.

La elección de los compradores para cada uno de los materiales tratados se realiza anualmente, o cuando el tipo de residuo tratado a comercializar alcanza la capacidad máxima de acopio en la planta, mediante licitación pública y los precios son actualizados cada 6 o 12 meses. Los residuos tratados son acopiados diferenciados por el tipo de residuo y para ser comercializados se reúne una cantidad mínima de kilogramos, a partir de los fardos acopiados o bien por los chips de material proveniente de la máquina trituradora.

5.2.3.1.9 Lineamientos para residuos de rechazo y aquellos que serán destinados a rellenos sanitarios

La fase de la disposición final de los residuos implica, como su nombre lo indica, el enterramiento final de los mismos o de los desechos resultantes de algún tratamiento previo. Dependiendo de la infraestructura y la organización del sistema adoptado para la disposición, será la calidad de la misma y el cuidado del medioambiente.

Las actividades de esta fase se relacionan con la preparación y mantenimiento del relleno sanitario, el manejo de gases, el mantenimiento de los caminos de acceso, el movimiento de suelos, el enterramiento y cubrimiento de los residuos, aislamiento y tratamiento de líquidos, así como el ordenamiento del sitio para la amortiguación visual del mismo, entre otros.

Un relleno sanitario se debe diseñar, construir, operar y controlar post-clausura siempre de acuerdo a los requisitos de legislación vigente y siguiendo criterios técnicos adecuados para cada situación.

Los módulos o trincheras deben ser diseñados para recibir los RSU y el material de cobertura diario a lo largo del tiempo para el cual fue concebido el proyecto. A fin de ubicar correctamente el sitio se estudia previamente el terreno mediante estudios de topografía, curvas de nivel y balances de suelo, como ya se ha mencionado en puntos subsiguientes. Normalmente se realiza la excavación del terreno conformando una cava, la cual debe ser impermeabilizada mediante capas minerales y una membrana de Polietileno. Se construyen caminos aptos para el ingreso de camiones, y un sistema para coleccionar los líquidos lixiviados. También se debe construir un sistema de gestión de gases basado en venteo pasivo o activo según lo requiera cada situación particular. En líneas generales, las dos principales salidas observables en un relleno sanitario son los líquidos lixiviados y los gases producto de la descomposición de la materia orgánica presente en los RSU.

Se debe enviar a disposición final el rechazo de la planta de separación, el rechazo del proceso de compostaje y los camiones que realicen descarga directa. Una vez consumada la descarga en la celda operativa, los RSU deben ser compactados utilizando maquinaria adecuada. Normalmente se utiliza una topadora sobre orugas para la compactación y una retro excavadora o pala mecánica para la remoción de tierra, aunque según la magnitud del trabajo se pueden reemplazar estas máquinas con una minicargadora y sus respectivos accesorios. La cobertura periódica es de gran importancia dado que:

- Disminuye el riesgo de incendio.

- Disminuye la emanación de olores y la dispersión de sustancias contaminantes de la atmósfera.
- Reduce la proliferación de vectores y presencia de aves.

Una vez completada la carga máxima que el relleno sanitario puede tolerar (dadas las condiciones físicas del lugar, del terreno y de las obras realizadas) se procede al cierre del sitio. Este implica que en el mismo se dejan de tirar residuos (para lo cual se comienza a operar un sitio nuevo) y se comienzan a realizar las tareas de movimiento, ordenamiento y monitoreo, para garantizar que el mismo no dañe el medio ambiente durante el tiempo en que los residuos que se encuentran en su interior, se terminen de degradar. Este es un largo proceso que dura alrededor de 20 años. Normalmente abarca tareas de alambrado, movimiento de residuos y tierras, forestación, cubrimiento vegetal, control de lixiviados y venteo o quema controlada de gases.

5.2.3.1.10 Disposición final: el relleno sanitario manual, cálculo y desarrollo

Con la generación per cápita establecida, se deben entonces calcular las proyecciones poblacionales, la proyección de residuos, la producción diaria y la producción anual, en pos de estimar el tamaño del relleno sanitario, y cuánto espacio requerirá el mismo más las obras complementarias.

Para obtener una proyección moderada de los residuos, se empleó el estudio de la población realizado por el método aritmético para la ciudad de Herrera, en vez de emplear el método seleccionado en el relevamiento, ya que permite obtener un resultado del crecimiento en forma lineal, siendo éste un parámetro medio entre los otros tipos de proyección.

Hay que anotar que en la producción de estos residuos se debe discriminar entre la producción rural y la urbana. La primera presentará menos exigencias por ser más bien reducida, si bien la recolección resulta más difícil.

En cambio, la producción urbana es más notoria por razones de concentración, aumento de población y desarrollo tecnológico y urbanístico, de ahí que merezca especial atención. Para evitar confusiones por lo tedioso que puede volverse el cálculo por el tamaño del ejido, se conserva que las tareas de relleno sean ejecutadas en el municipio.

El proceso de cálculo y dimensionamiento del relleno se incluye en el **Anexo A.4.7**.

Según los resultados presentados en el anexo, **se precisarán 1,25 hectáreas de relleno por el método de zanjas, y 1,5 hectáreas totales para todo el sistema.**

Luego de ello, se deben determinar las dimensiones de las zanjas, los taludes, y otros elementos necesarios para el cálculo del relleno sanitario.

Los rellenos sanitarios para residuos urbanos son obras de ingeniería construidas en el suelo y muchas de sus estructuras o partes son ejecutadas con tierra.

Entre las principales obras de un relleno figuran: construcción de terraplenes o diques de contención, construcción de bermas de equilibrio, excavación de trincheras, excavación de canales de drenaje, construcción de accesos en tierra y de capas de tierra compactada para impermeabilización o protección.

En las etapas de construcción y operación, uno de los principales aspectos que se debe tener en cuenta para los rellenos sanitarios manuales es la estabilidad de los taludes de tierra y de los terraplenes de basura.

El método constructivo y la seguridad de operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, las características del suelo, del material de cobertura que se utilizará y de la profundidad del nivel freático.

El sitio escogido en su mayor parte se adapta a la construcción de un relleno sanitario utilizando el método de trinchera o zanja pues las condiciones topográficas del terreno son de acuerdo a los requerimientos de este tipo de método, además las inspecciones en campo demuestran que en promedio el nivel freático alcanza los 15 metros y el material de cobertura se obtendrá de la excavación de las mismas celdas, por lo tanto, este se encuentra disponible en el sitio.

Los taludes recomendados en corte son los siguientes:

Tabla 49| Taludes recomendados en corte de acuerdo a los distintos tipos de materiales. Fuente: (Jaramillo, 2002)

Cuadro 5.4
Taludes recomendados en corte

Tipo de material	Talud recomendable S altura del corte H (m) hasta 5 m	Observaciones
1. Arenas limosas y limos compactos	$\frac{1}{2}$	$k = 10^{-7}$ cm/s. Descopetar 1:1 la parte superior más intemperizada. Si son materiales fácilmente erosionables, deberá proyectarse talud 1:1
2. Arenas limosas, limo poco compacto	$\frac{1}{4}$	$k = 10^{-7}$ cm/s contracuneta impermeable. Descopetar 1,5:1 la parte más intemperizada
3. Arenas limosas y limos muy compactos	$\frac{1}{4}$	$k = 10^{-7}$ cm/s. Descopetar la parte superior suelta
4. Arcillas poco arenosas, firmes y homogéneas	$\frac{1}{2}$	$k = 10^{-8}$ cm/s. Descopetar 1:1 la parte intemperizada. Si existe flujo de agua, construir subdrenaje
5. Arcillas blandas expansivas	1	$k = 10^{-8}$ cm/s

Dado que con frecuencia estas pequeñas poblaciones no cuentan con un tractor de oruga o una retroexcavadora, se recomienda su arriendo o préstamo para la excavación periódica de las zanjas, que deberán tener una vida útil de 60 a 90 días. De esta forma, se evitará el empleo constante de la maquinaria. Por ello se deberá planificar la excavación de las zanjas para todo el año, dependiendo de la disponibilidad del equipo, cuyos costos de renta deben ser incluidos en el presupuesto general.

Antes de que se complete el periodo de vida útil de la zanja, se debe contar con el equipo para proceder a la excavación de una nueva zanja, con el objeto de poder realizar la disposición sanitaria final de los RSM y proteger el ambiente. De lo contrario, el servicio se vería interrumpido y el lugar podría convertirse en un botadero a cielo abierto.

Los estudios de campo para poblaciones con menos de 5.000 habitantes pueden consistir solo en simples pruebas de percolación y análisis del suelo. A continuación, se hará una breve descripción de los principales parámetros que se deben tener en cuenta en el análisis y la evaluación cualquier terreno:

- ❖ Tipo de suelo: un relleno sanitario debe estar localizado de preferencia sobre un terreno cuya base sean suelos areno-limo-arcillosos (arena gruesa gredosa, greda franco-arcillosa); también son adecuados los limo-arcillosos (franco-limoso pesado, franco-limo-arcilloso, arcillo-limoso liviano) y los arcillo-limosos (arcillo-limoso pesado y arcilloso). Es mejor evitar los terrenos areno-limosos (francoarenosos) porque son muy permeables.

- ❖ **Permeabilidad del suelo:** es la mayor o menor facilidad con que la percolación del agua ocurre a través de un suelo. El coeficiente de permeabilidad (k) es un indicador de la mayor o menor dificultad con que un suelo resiste a la percolación del agua a través de sus poros. En otras palabras, es la velocidad con la que el agua atraviesa los diferentes tipos de suelo.

Tabla 50| Coeficientes de permeabilidad recomendados para rellenos sanitarios manuales. Fuente: (Jaramillo, 2002)

k (cm/s)	10^2	10^1	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaje	Bueno						Malo		Prácticamente impermeable			
Relleno sanitario	Pésimo								Bueno			
Tipo de suelo	Grava gruesa (cascajo)	Arena limpia, arena mezclada con grava			Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla			Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización				
					Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización							

- ❖ **Profundidad del nivel freático:** tiene que ver con la altura de la tabla de aguas o la altura dominante del nivel freático. Se deberán preferir los terrenos bien drenados y con la tabla de aguas a más de un metro de profundidad durante todo el año. Los terrenos pobremente drenados (o sea, aquellos que en la tabla de aguas se mantienen la mayor parte del año por debajo de un metro), se deben drenar de manera artificial. En estos casos es mejor descartarlos, sobre todo los que permanecen inundados durante largos periodos.
- ❖ **Disponibilidad del material de cobertura:** los terrenos planos, que cuentan con un suelo limo-arcilloso y el nivel freático a una profundidad tal que no haya posibilidad de contaminar las aguas subterráneas por la disposición de residuos, pueden ofrecer una buena cantidad de material de cobertura, en especial si se decide usar el relleno en zanjas. Por el contrario, si el terreno tiene un suelo arenoso o si el nivel freático está a poca profundidad (a menos de un metro), primero se tendrá que impermeabilizar el terreno y, luego, acarrear el material de cobertura desde otro sitio, lo que elevará enormemente los costos, de ahí que sería preferible descartar.

Se debe tratar que las zanjas sigan las curvas de nivel. De esta manera, se logra un mejor manejo de la tierra excavada, tanto para su almacenamiento a un lado de la zanja como para su utilización posterior como material de cobertura.

Por lo tanto, se recomienda realizar la apertura de las zanjas con excavaciones en la parte inferior del terreno para luego ir ascendiendo a medida que se van llenando.

Los resultados obtenidos de cálculo puestos en el **Anexo A.4.7.2**, desembocan en que:

- **Las zanjas tendrán una dimensión de 7,50 m de ancho y 90 m de largo en la cara superior, serán trapezoidales de ángulos de talud frontal y trasero 1V:3H, mientras que los laterales serán 1H:2V, dejando un ancho de la base de 3,50 m y un largo de la base de 72 metros**
- **La profundidad de excavación de las trincheras es de 3 metros de profundidad**
- **Las celdas a disponer los residuos tendrán un ancho de 3 metros, una altura de 1 metro, y un frente de avance de 3,74 metros, con un talud frontal y trasero de 1V:3H, formando un prisma trapezoidal**
- **La cobertura de cada celda es de 12 cm de suelo natural extraído del lugar**
- **En cada trinchera entrarán aproximadamente 119 celdas**
- **Debido al incremento en la generación de residuos año a año, para los 15 años de diseño se necesitarán 19 trincheras**
- **El avance será cuatrimestral, dividiendo cada trinchera en 3, por lo que cada zanja parcial contiene 39 celdas aproximadamente**

Con todos los valores propuestos, el llenado de celdas se hace en forma de fajas, primero llenando la parte inferior y luego subiendo el nivel hasta la cobertura.

La cobertura final compactada de 0,80 metros de espesor, como mínimo, y los drenajes de aguas de escorrentía y gases son esenciales para la vida vegetal sobre el relleno, la que se restringe a especies de raíces cortas mientras el relleno se estabiliza.

A su vez, la cumbrera debe elevarse para lograr una pendiente del 10 al 15% en cada caso, que se completa con tierra negra mezclada con el compost producido. Para ello, se levanta la cumbrera transversalmente 0,50m por sobre el nivel del terreno, logrando una caída de las aguas pluviales hacia los laterales en el sentido del camino con una pendiente del 13,33%.

La misma se debe armar a partir de ciertos lineamientos, al igual que el suelo de base, de forma tal de lograr un recinto estanco que evite la percolación de lixiviados en el terreno, y

a su vez, que tenga un cierto peso que permita suficiente asiento para que el relleno quede estabilizado con una altura igual a la topografía inicial.

La recomendación más importante sería la disminución de las aguas lixiviadas y del volumen de basura rellena. **Si se composta la basura biodegradable (como se verá más adelante), se reduce considerablemente la cantidad de materiales que se van al relleno,** y también se reduce la cantidad de lixiviados que escurren del resto de basura rellena.

Si el volumen del relleno ya está reducido a casi la mitad, puede ser más fácil para el municipio hacer un suelo impermeable según el estándar técnico.

5.2.3.1.11 Recolección de aguas pluviales de acuerdo a la topografía y la lluvia de diseño

Es importante estudiar la precipitación pluvial del lugar, con el fin de establecer las características de los drenajes perimetrales y las obras necesarias. Así se minimizará la producción del líquido lixiviado o percolado y se evitará la contaminación de las aguas.

Las aguas de lluvia que caen sobre las áreas vecinas al relleno sanitario suelen escurrir hasta él, lo que dificulta la operación del relleno. Interceptar y desviar el escurrimiento de aguas de lluvia por medio de un canal perimetral fuera del relleno sanitario es, pues, un elemento fundamental de su infraestructura, que contribuirá a reducir el volumen del líquido percolado y mejorar las condiciones de operación.

Es necesario construir un canal en tierra o suelo-cemento de forma trapezoidal u otra y dimensionarlo teniendo en cuenta las condiciones de precipitación local, el área tributaria, las características del suelo, la vegetación y la pendiente del terreno.

La precipitación, la evaporación, la temperatura y la dirección del viento son los principales datos climatológicos que se deben recopilar para establecer las especificaciones de diseño de la infraestructura del relleno sanitario y tener un mejor conocimiento de las condiciones a las que estará sometida la obra en general.

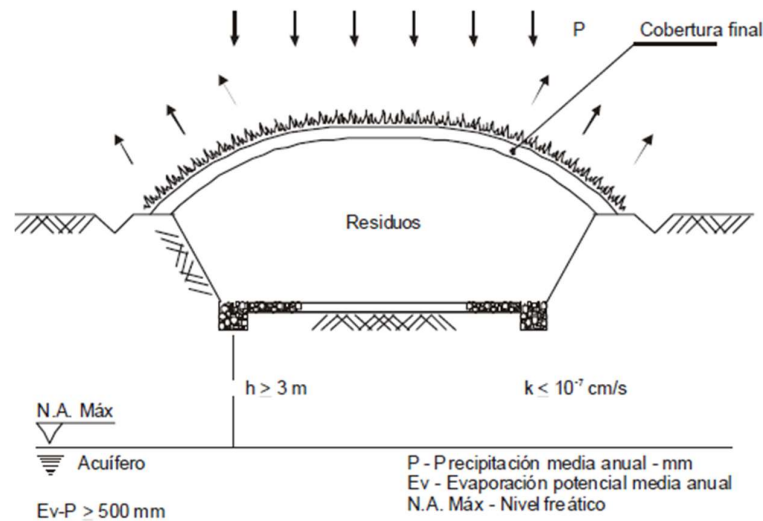


Figura 125| Variables intervinientes en la recolección de lixiviados, pluviales y el balance hídrico.
 Fuente: (Jaramillo, 2002)

Entonces, se trabajará con la topografía local de los campos vecinos más la del predio, delimitado por las líneas de eje de cunetas del tren y a su vez por las líneas de los demás aportes de campos y desagües de aguas hacia arroyos cercanos o escurrimiento natural del terreno.

Una imagen con escala de colores estilo “gradiente térmico” se encuentra en el apartado P del proyecto.

Para el desarrollo completo de las ecuaciones de las precipitaciones, la lluvia de diseño, y los demás valores que se necesitan como las curvas I-D-f (intensidad, duración frecuencia), el tiempo de concentración de la cuenca y el proceso iterativo hasta llegar a la lluvia de diseño, se deben ver los apartados del anexo A.5.

Sin embargo, para ello, deben conocerse algunos datos que ayudarán en la obtención del resultado de la lluvia de diseño, para luego así obtener la ecuación de la intensidad de precipitación y el tiempo de concentración de la cuenca por métodos iterativos.

1. Cota más alta de 49,75 m y la más baja de 42,75 m.
2. Pendiente media de la cuenca estudiada: en este caso, la pendiente, mencionada en m/m, naturalmente anda en el promedio de 0,2 m/km (o bien, 0,0002 m/m a los bordes del cauce del río Gualeguaychú), aunque, por el relevamiento, la pendiente media es igual al cociente entre la altura entre cotas y la longitud del cauce, que representaría una bajada recta, no variable, conteniendo las curvas de nivel, en ese caso:

$$S = 7\text{m} \div 815\text{m} = 0,0086 \text{ m/m}, \text{ con escurrimiento hacia la línea ferroviaria.}$$

3. Longitud de la cuenca: es la línea recta más larga que se puede trazar desde el inicio de la cuenca de estudio a su desembocadura, en este caso, es de: 815 m
4. Área de la cuenca de estudio, coincidente con los límites del terreno, en vez de considerar sólo el área utilizable, de 56.950 m² aproximadamente.
5. Tipo de suelo: en este caso es de cobertura natural herbácea o de pradera, con pocos o nulos árboles, principalmente de suelo como se ha visto, semi impermeable absorbente. Las capas de residuos hacen que este sea impermeable en ciertas zonas, ocupando un área supuesta de un 20% del terreno.
6. Los tiempos de recurrencia.

Con todos los valores presentados anteriormente, se calcula la lluvia de diseño, y las curvas correspondientes marcadas en el Anexo. Lo más importante es el resultado del caudal de la lluvia por el método racional, que es de **0,621 m³/s**

El mismo será repartido entre 2 cunetas perimetrales que serán calculadas con el software HCanales, por lo que el caudal receptor de cada cuneta perimetral es de:

$$Q_{\text{Cun}} = 0,621 \text{ m}^3/\text{s} \div 2 = 0,3105 \text{ m}^3/\text{s}$$

Y se elige entonces que la forma del canal sea tipo trapezoidal, es decir, de una forma sencilla que sea fácil de ejecutar por la retroexcavadora, o utilizando una minicargadora BobCat, para ello se elige que el valor del n de Manning de la sección sea de 0,016 (es decir, un canal dragado en tierra, que luego es revestido de mortero de cemento).

Las aguas lluvias deben encauzarse con el fin de desviar la escorrentía dentro del mismo terreno y no a los terrenos aledaños, esto se pretende realizar a través de un sistema superficial de canaletas perimetrales forjadas en tierra, disminuyendo en gran medida el riesgo de un aumento significativo de líquidos lixiviados y por supuesto para mejorar las condiciones de operación del relleno sanitario.

Al obtener las dimensiones de la canaleta, es necesario calcular el tamaño del desagüe, utilizando la fórmula de Manning, que queda expresada dentro del software HCanales. En ella, los datos son la pendiente, del talud, el caudal y el n de Manning propuesto.

La sección de máxima eficiencia, para obtener el ancho de fondo y de superficie con esos datos es:

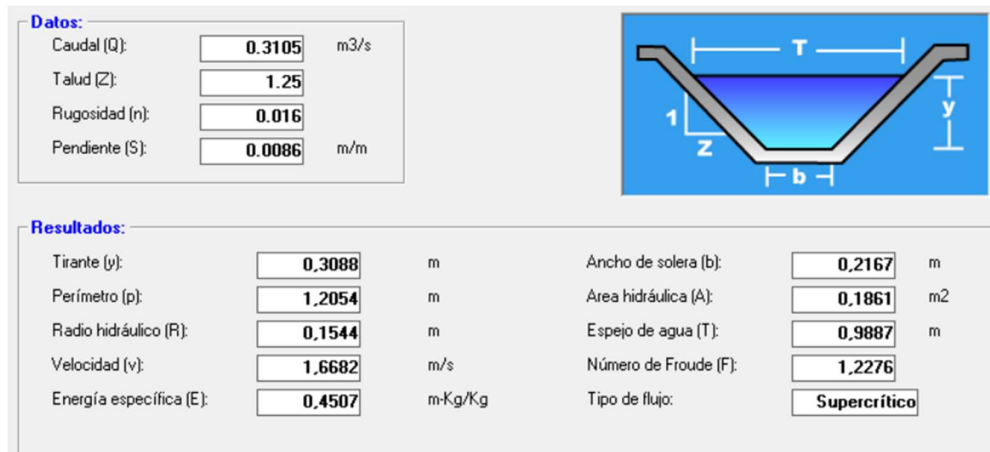


Figura 126| Canal de cálculo de los desagües pluviales. Elaboración propia.

La sección pide un ancho de fondo de aproximadamente 20cm de ancho, y un ancho del espejo de agua T de 1 metro aproximadamente, recubierto de mortero de cemento 1:3 y alisado 1:1, de fácil ejecución, con un tirante de 31 cm aproximadamente. A ese canal no se le practicará una revancha de tierra, y se considera una sección ideal ya que la velocidad por la que circula el agua en régimen supercrítico es de 1,67 m/s, lejos de la máxima admisible de 4,50 m/s, y por encima de la mínima de entre 0,60 y 0,90 m/s para evitar la deposición de limo.

La altura de revestimiento libre por sobre el tirante es de 0,60 pies (es decir, 20 cm de revestimiento quedan libres por encima del tirante), sacado por ábaco, el cual es el siguiente (sin tener en cuenta f' ya que el caudal se obtuvo para una recurrencia de 25 años):

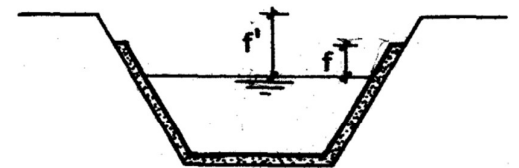
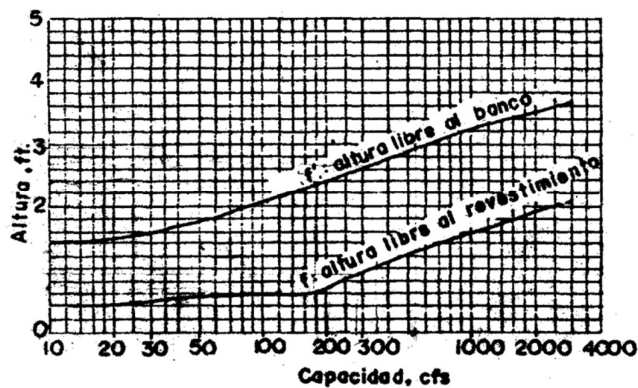


Gráfico 15| Gráfico para calcular la revancha de revestimiento sobre el tirante normal de agua. Fuente: https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/41245/mecanica_fluidos_cap02.pdf?sequence=8&isAllowed=y

Conociendo que el caudal es de 11 pie³/s (o cfs, cubic feet per second), y se trata de interceptar la línea de f, medida en pie. Con estas premisas, se inscribe en la memoria técnica la metodología de ejecución.

Alrededor de cada camino deberán hacerse dichas cunetas que desaguan en la sección más baja del terreno.

Es necesario generar una alcantarilla, evitando que las aguas pluviales provenientes de las canaletas desagüen en la laguna de acopio de lixiviados directamente, evitando que la misma rebalse. Con este fin se plantea la utilización de conductos cerrados de hormigón donde se sortea la laguna y desagua más adentro dentro del monte. Los mismos serán cubiertos con 10 cm de broza sobre los mismos, según detalle en plano correspondiente. La verificación hidráulica del tirante se presenta a continuación, proponiendo un diámetro de 600mm (60cm):

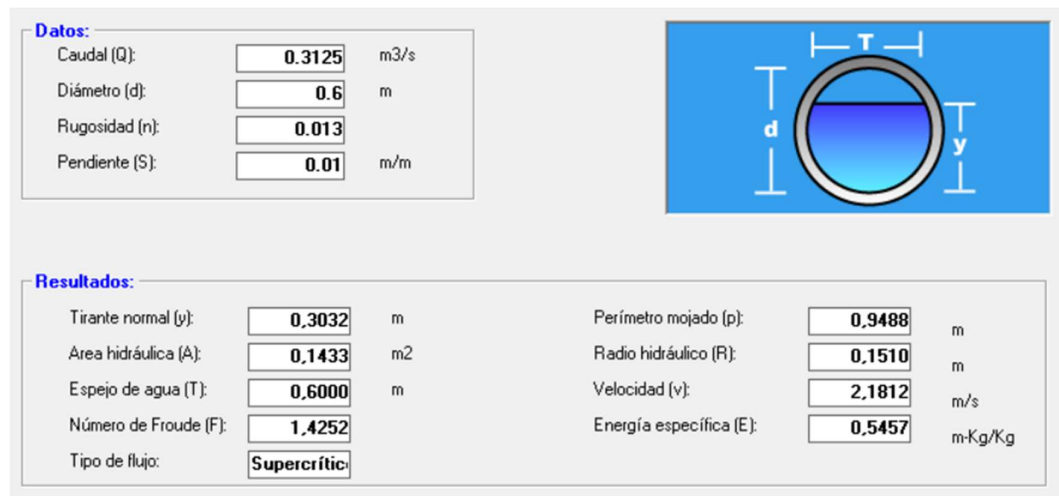


Figura 127| Elaboración de la alcantarilla de conducción de líquidos. Elaboración propia

Como la velocidad de circulación del líquido para una pendiente máxima del 1% verifica, se lo clasifica como correcto, y el tubo de hormigón sólo debe de asomar su nariz en un punto más bajo dentro del área no explotada del vertedero, y con ello se desaguan directamente las aguas pluviales, posterior empalme con el canal perimetral.

5.2.3.1.12 Recolección de lixiviados y biogás, más tratamiento ulterior

Para el sistema de recolección de lixiviados se deberá implementar un sistema de cañerías que sean en forma de colector único de manera tal de recolectar los líquidos percolados del sitio.

El volumen de lixiviado o líquido percolado en un relleno sanitario depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno.
- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.

- Humedad natural de los RSM.
- Grado de compactación.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSM para retener humedad).

El volumen de lixiviado está fundamentalmente en función de la precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno hacen que su cantidad generada aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas en el terreno.

Debido a las diferentes condiciones de operación y localización de cada relleno, las tasas esperadas pueden variar; de ahí que deban ser calculadas para cada caso en particular.

Al conjunto pozo/tubería de drenaje, filtro, sumidero y extracción se le denomina *sistema primario de recolección y eliminación de lixiviados*, o (PLCRS). Cuando se trata de sistemas de revestimiento de residuos sólidos que tienen doble revestimiento, se le debe incluir un *sistema de recolección de lixiviado secundario* (SLCS) entre los dos revestimientos; a esta capa también se le llama capa de detección de fugas o desagüe testigo el cual consiste en grava esto si el revestimiento primario es una geomembrana en sí mismo. Cuando el revestimiento primario es un forro compuesto (geomembrana con arcilla debajo) el material de drenaje de detección de fugas debe estar protegido por un filtro separador que consiste en arena (para grava) o un geotextil. Se extiende la misma al fin de evitar que se congestione la capa de drenaje con partículas sólidas escurridas en las aguas lixiviadas.

El lixiviado pasa a través del revestimiento primario fluyendo gravitacionalmente hacia abajo a su propia área de sumidero donde se recoge y se elimina. La eliminación generalmente se realiza mediante tuberías de pequeño diámetro, ya que, con suerte, las cantidades involucradas son muy bajas, o incluso inexistentes. Al conjunto, tubería de drenaje, filtro, sumidero y extracción se le denomina *sistema secundario de recolección y eliminación de lixiviados*, o SLCRS. Por encima de los desechos en el sistema de cierre, la preocupación debe enfocarse en un *sistema de recolección de agua superficial* (SWCS) por encima de la geomembrana de la tapa.

Por último, se ha dejado intencionalmente para comentar en esta última parte los Rellenos Sanitarios (Landfills), puesto que son un tratamiento anaeróbico diferente o cámara de digestión especialmente construida para tal fin, sino que sólo se hacen excavaciones las cuales serán rellenas generalmente con residuos urbanos, en su mayoría sólidos, y de los cuales no se obtendrá ningún efluente tratado, sólo quedará la porción de sólidos que no se pudo degradar y el lixiviado.

El biogás puede o no recolectarse, para hacerlo será menester instalar cañerías agujereadas en lechos de piedras. generalmente tramos horizontales dispuestos en diferentes niveles que convergen a uno vertical, que llega a la superficie exterior.

Para ello, se debe considerar los gases de vertedero que pueden subir dentro de los desechos al lado inferior del sistema de cobertura y requerirá una capa de drenaje de gas y un sistema de ventilación. Esta capa de drenaje generalmente es arena, pero también puede ser un geotextil grueso.

Los gases en esta capa de drenaje fluyen hacia arriba por debajo de la barrera de arcilla / geomembrana y deben ser eliminados mediante una penetración a través del sistema de protección de la tapa en forma de un sistema de tuberías de ventilación, llamada o recolección y utilización de gases. El cálculo del sistema de lixiviados se encuentra en el anexo **A.4.7.3, donde también se encuentran los resultados de cálculo de lixiviados y gases y los valores de diseño.**

De acuerdo con lo dado en el anexo de cálculo, y con el fin de disminuir el paso de los lixiviados hacia las demás capas del suelo que no se ven directamente afectadas por el relleno, se recomienda que este se construya sobre un suelo arcilloso, y poco permeable. Dado que el suelo del relleno cumple con esas características, y cómo se mantiene hasta altas profundidades, se decide no tratar el suelo al ser arcillas argilodólicas prácticamente impermeables.

Luego, se le continúa una capa de plástico, o geomembrana de polietileno con un espesor mayor o igual a 2 mm, se recomienda, debido a que:

- Poseen muy baja permeabilidad.
- Tienen alta durabilidad.
- Son resistentes a la mayoría de líquidos peligrosos y de alta resistencia química.
- Son resistentes a la radiación ultravioleta.
- Son sistemas muy económicos, comparados con las soluciones tradicionales de impermeabilización.
- Protegen el medio ambiente, como barreras para el control de infiltraciones de contaminantes en el subsuelo y en las fuentes de agua subterránea.

Sobre ambas, se coloca una capa de grava, que se encarga de transportar los líquidos lixiviados a las tuberías de drenaje correspondientes, por lo que se recomienda que ésta se componga de piedras redondeadas y de tamaño homogéneo, sin presencia de materiales finos, para facilitar el paso de los líquidos a través de esta capa. Esta capa será tal de tapar totalmente

a la tubería, darle un espacio de asiento de 10 cm de arena, y cubrirla 30 cm por encima, y el diámetro de las piedras será en un rango de 20 a 40mm de forma redondeada.

La tubería a utilizar para la recolección de lixiviados es una tubería única principal, ya que las trincheras son lo suficientemente angostas para que, sin necesidad de contar con cañerías secundarias en forma de espina de pescado, se pueda dar la suficiente pendiente interna para encauzar el líquido a la cañería.

Para conocer su diámetro, se usarán las ecuaciones de Manning, a saber:

$$V = 1/n * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Se decide darle a la tubería una pendiente del 1%, en toda su longitud, ubicada en el punto medio de la trinchera, y que esta sea de PVC (es decir, con un n de Manning de 0,007 a 0,01), a su vez, se calcula el área y el caudal como:

$$A = (\pi * d^2) \div 8$$

$$R_h = d/4$$

Entonces, sabiendo que el caudal es área por velocidad, se tiene para la sección de máxima eficiencia:

$$Q = A * V$$

$$0,000066 \text{ m}^3/\text{s} = [(\pi * d^2) \div 8] * [1/0,01 * (d/4)^{2/3} * 0,01^{1/2}]$$

Y despejando, el diámetro debería ser de 0,024m = 2,4 cm

Por lo que una tubería de PVC (o PEAD) de 160mm de diámetro es más que suficiente para soportar la carga hidráulica. Si se tomase el caudal de residuos más el de las precipitaciones, sin las otras condicionantes, el diámetro sería de 2,8 cm, por lo que es suficiente el mismo para el caudal de lixiviados generados.

También podría haberse estimado el diámetro con la fórmula de Bresse, que es:

$$D = 1,50 * Q^{1/2} = 1,50 * 0,000066^{1/2} = 0,012\text{m}$$

Por lo que la tubería estimada es menor que la de cálculo, y por ende, usar una sección de 100mm de diámetro es conveniente.

Para conocer la velocidad de escurrimiento de flujo, en vez de utilizar la Ley de Darcy para flujo en medios porosos, se utiliza la Ley de Wilkins, que es una modificación dinámica de la anterior, que describen el flujo no Darciano en un medio poroso sin tomar en cuenta el efecto de la viscosidad del fluido.

$$V = 52,45P * R_h^{0,5} * S^{0,25}$$

Donde:

- P es la porosidad del medio granular, según el tipo de suelo, donde en suelos granulares, la porosidad varía entre 36% y 48%.
- V = Velocidad media de flujo, en cm/s
- R_h es el radio hidráulico en el medio granular, que depende del diámetro en el medio granular promedio, de 3 cm, y de la porosidad (asumase de un 45%), que se calcula como: $R_h = [P \cdot D_s] \div [6 \cdot (1 - P)] = [0,45 \cdot 3 \text{ cm}] \div [6 \cdot (1 - 0,45)] = 0,41 \text{ cm}$
- S es la pendiente media del dren calculado

Entonces, con las premisas, se tiene:

$$V = 52,45 \cdot 0,45 \cdot 0,41^{0,5} \cdot 0,01^{0,25} = 4,779 \text{ cm/s}$$

Y con el caudal dado, el área necesaria, es:

$$A = Q/V = 0,000066 \text{ m}^3/\text{s} \div 0,04779 \text{ m/s} = 0,00138 \text{ m}^2 = 13,81 \text{ cm}^2$$

Si el área del tubo de 100mm es de 78,54 cm², entonces, verifica para los requisitos dados, finalizando el drenaje. El tamaño mínimo de ancho de la zanja de drenaje es de 60cm de ancho.

En los planos se incluyen cortes esquemáticos de las trincheras, planos de detalles de los drenes y esquemas de construcción.

5.2.3.1.12.a) *Conformación del sistema y recirculación de lixiviado*

Un método efectivo para el tratamiento de lixiviados consiste en recogerlos y recircularlos a través del relleno. Durante las primeras etapas del funcionamiento del relleno, el lixiviado contendrá cantidades importantes de sólidos totales disueltos (TDS), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), nutrientes y metales pesados.

Cuando se recircula el lixiviado, se diluyen y atenúan los compuestos producidos por la actividad biológica, y por otras reacciones químicas y físicas que se producen dentro del relleno. Por ejemplo, los ácidos orgánicos sencillos presentes en el lixiviado se convertirán en metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Por la subida del potencial de hidrógeno (pH) dentro del relleno cuando se produce CH₄, los metales se precipitan y serán retenidos dentro del relleno. Un beneficio extra del reciclaje de los lixiviados es la recuperación del gas de relleno que contiene CH₄.

Normalmente la tasa de producción de gas es mayor en el sistema para la recirculación del lixiviado. Para evitar la emisión incontrolada de gases de relleno cuando se recicla el

lixiviado para su tratamiento, se debería equipar el vertedero con un sistema para la recuperación del gas. Finalmente será necesario recoger, tratar y evacuar el lixiviado residual

Dentro de las ventajas se pueden enumerar las siguientes:

1. Reduce los costos de tratamiento final de lixiviado.
2. Aumenta las tasas de descomposición de residuos orgánicos, creando más capacidad de relleno sanitario.
3. Mejora la calidad de los lixiviados previo al tratamiento: la masa de residuos actúa como un reactor biológico por lo tanto reduce la DBO y DQO. Una vez que ha reducido la DBO, el lixiviado es entonces más fácil de tratar y se reducen los costos de tratamiento.
4. Amortigua picos y valles de carga orgánica y asegura la calidad consistente para el tratamiento de lixiviados: en las plantas de tratamiento biológico se necesita un suministro razonablemente coherente de lixiviados con el fin de funcionar de manera fiable. Los “choques de carga” de lixiviados afectan la calidad del tratamiento.
5. Hay una menor necesidad de almacenar grandes volúmenes de lixiviados en los períodos de alta precipitación mediante la utilización de la capacidad de absorción de los residuos.
6. Mejora la producción de gas tanto en términos de calidad y el volumen.
7. El sistema de recirculación está diseñado para ser totalmente integrado a los sistemas de extracción de lixiviados.
8. La tubería de recirculación es de bajo costo.
9. Fácil acceso en profundidad a celdas rellenas (completadas).
10. Aplicable en celdas con coberturas intermedias de baja permeabilidad.
11. Operación menos afectada por asentamientos o deformaciones.
12. Posible utilización de los mismos conductos para inyección de líquido y extracción de gas.

Aunque también posee ciertas desventajas, a saber:

1. Contaminación del aire al momento de la exposición por la provocación de malos olores en la zona de riego.
2. Riesgo de contaminación del suelo en caso de tener una red de tuberías en mal estado, ya que el proceso las utiliza de manera continua durante la fase de operación del relleno e incluso sigue funcionando después de dicha etapa.

3. Caudales limitados.
4. Área de influencia reducida (menor que 10 m²).
5. Escasa efectividad en altura (reparto fundamentalmente en el fondo).

La manera propuesta de enviar los lixiviados hacia el relleno para realizar la recirculación es a través de tubos verticales que se conectan a los drenes de fondo donde se les introduce una bomba que permite quitar los lixiviados desde el fondo, y enviarlos a una laguna de acopio, o bien, reconectarse con los tubos de reciclaje de lixiviados.

El lixiviado extraído desde los sumideros de captación y bombeo, será bombeado hacia una laguna de acopio temporal, a la espera de su posterior rebombeo a los puntos de recirculación, o por rebombeo directo en caso que el agua disponible no sea suficiente.

Esta laguna es diseñada como elemento de transición entre la extracción del líquido y su reinyección en el relleno. La misma tendrá una capacidad de retención de 20 días de acopio de líquido, tomado con relación al valor teórico máximo calculado (es decir para el año de mayor producción de lixiviados), siendo este contando en vez del promedio de lluvias, contando el último año, es decir, 9.012 m³/año, y realizando los cálculos como se ha hecho en el caudal para resultar en 5,74 m³/día, desemboca en **10,58 m³/día**.

La retención debe ser tal que pueda almacenar **212 m³** de líquido lixiviado aproximadamente (para 20 días de almacenamiento).

- Profundidad de la laguna de acopio de $h = 1,30$ m
- Lados superior e inferior L1a y L2a para los lados menores del prisma, y L1b y L2b para los lados mayores.
- **Talud lateral y frontal 2H:1V**, entonces, la relación de lados entre el superior y el inferior es de $L2a = L2b = L1a + 2 \cdot h \cdot \tan(26,56^\circ) = L1a + 4m$

La ecuación para encontrar el volumen de un prisma de esa clase es:

$$V = [A_m + A_M + \sqrt{(A_m A_M)}] \cdot h / 3$$

Sabiendo que cada uno de los subíndices representa mayor y menor, respectivamente.

Despejando entonces, para obtener la longitud de la cara menor, y así, conocer la longitud de la cara mayor, se calcula que:

$$212 \text{ m}^3 = [L^2 + (L+4m)^2 + \sqrt{(L^2 \cdot (L+4m)^2)}] \cdot 1,30m / 3$$

Si se despejan los valores respecto de L1, $L1 = 10,71$ m, que se toman aproximadamente 11,00 m. Cabe resaltar que el volumen propuesto es para la situación de estado último del relleno cuando todas las trincheras se hayan cerrado. Entonces, la laguna es

de 121m² en su base menor, y su base mayor es de 225m². **Se incluirán planos de la laguna en los anexos de planos**

Para ello, el enviar el líquido a la laguna, requiere de un sistema de mangueras o pequeños tubos que puedan volcar sobre un tacho o sobre la laguna directamente a partir de un sitio de captación y bombeo de líquidos lixiviados. La laguna será totalmente impermeabilizada en su fondo y recibirá un tratamiento similar a las trincheras en su base de asiento, siempre controlando que la misma no presente rajaduras o roturas.

Para ello se colocan tubos de 600mm de diámetro de PEAD o PVC microrranurados que sean protegidos por malla SIMA de 4,2mm en sistema de cuadrícula, con asiento sobre una loseta de hormigón premoldeado de 60cm de área cuadrada, y enlazados con los drenes de lixiviados por vuelco e impermeabilización con mortero para permitir el ingreso de los líquidos infiltrados.

Cada uno de estos puntos estará ubicado en el tercio más alto y el tercio más bajo de cada trinchera, de forma tal que se forme una cuadrícula de 38 torres de captación.

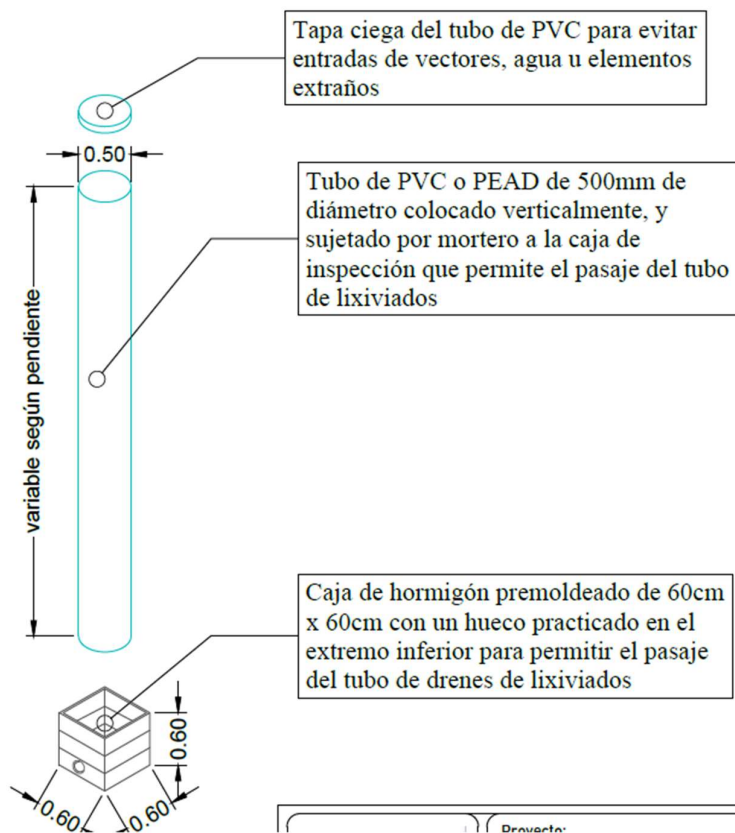


Figura 128| Despiece del sistema de sumideros de lixiviados s/plano. Elaboración propia

El transporte de líquido lixiviado podrá ser realizado por bombeo, con bomba sumergible de las mismas características que las descriptas para el sistema de captación y distribución por medio de mangueras hasta cada uno de los puntos de recirculación del líquido lixiviado.

Los puntos de recirculación, por otro lado, se construirán de una profundidad de 1,75 metros desde el nivel de terreno natural terminado, siendo afirmados por la capa de cierre y cubrición. Estas estarán ubicadas a 15 metros en cada trinchera a lo largo, conformando tres chimeneas que puedan repartir los líquidos.

Para garantizar la distribución uniforme, y su pasaje por el seno de los residuos dispuestos, las columnas tendrán las siguientes características:

- Diámetro interior de aproximadamente de 40 cm.
 - a. Se intercalarán para su construcción neumáticos usados de automóvil, rellenos con piedra partida, con capas de piedra partida (diámetro menor a 25 mm), del mismo espesor que el ancho de los neumáticos dispuestos (aproximadamente 0,25 m).
 - b. Para mantener la integridad estructural del conjunto en su construcción, las columnas estarán contenidas con malla de acero electrosoldada (tipo SIMA) de 4,2 mm de separación entre alambres de 10 cm de lado, en caso de no contar con los neumáticos.
 - c. Una tercera alternativa incluye hincar a presión por golpes o por ejecución con máquinas caños tipo camisa, que son vaciados en su interior y rellenos
- El conjunto tendrá una tapa en su parte superior para impedir la entrada de aguas pluviales.

Estos dispositivos podrán ser construidos en conjunto con la disposición de los residuos, o a posteriori por medio de una perforación vertical y posterior relleno con los materiales que fueron indicados.

5.2.3.1.12.b) *Tratamiento de gases y venteo*

En el caso de los gases, con el resultado del caudal generado hasta el año 30 (15 años después del cierre del vertedero), se considera que no es suficiente ni siquiera el pico obtenido como máximo en el año 14 como para volverlo útil, ya que se generarían **826 m³/año**, es decir,

es suficiente gas como para 65 garrafas de 10kg en un año, por lo que se ejecutaría el control pasivo de gases, dejándolo airear para evitar presiones en el interior del vertedero

Un relleno sanitario no es otra cosa que un digestor anaeróbico en el que, debido a la descomposición natural o putrefacción de los desechos sólidos, no sólo se producen líquidos, sino también gases y otros compuestos.

Este control se puede lograr, construyendo un sistema de drenaje vertical en piedra, colocado en diferentes puntos del relleno sanitario, para que éstos sean evacuados a la atmósfera. El drenaje de gases estará constituido por un sistema de ventilación, que funcionará a manera de chimeneas o ventilas, las cuales atraviesan en sentido vertical todo el relleno desde el fondo hasta la superficie.

Para este tipo de recolección de gases, se deben construir las chimeneas de drenaje durante la operación del relleno sanitario. Aquí se aprovecha de la difusión horizontal del gas del relleno. El gas se difunde hacia la próxima chimenea y por ella de manera controlada hacia la atmósfera.

Las chimeneas tienen una alta permeabilidad para el gas y por consecuencia es muy baja la cantidad de gas que no se difunde por ellas. Las chimeneas de drenaje pueden ser construidas de dos maneras: Jaula de malla con 4 puntales de madera, llenada con piedra bola o grava o bien un tubo perforado llenado con piedra bola o grava.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando siempre una buena compactación a su alrededor, se recomienda instalarlas colocadas directamente sobre el sistema de drenaje de líquidos lixiviados.

En el drenaje pasivo con chimeneas, es muy importante que se queme el gas de relleno que sale de éstas, debido a que los gases del relleno salen casi sin dilución y presentan un peligro importante para los trabajadores del relleno sanitario.

Se decide ventilar a los 4 vientos, colocando un sistema que tenga un adaptador para 100mm para volverlo un tubo de PVC que suba a 2,00m del ras del suelo, y termine en una T con otra conexión en T, con rejilla inferior y tapa de PVC superior, son caños de 60mm para éstos últimos.

Un esquema de este sistema se incluye **en el anexo P del proyecto en la sección de planos**

5.2.3.1.12.c) *Vertederos como biorreactores y la problemática planteada*

Diversos autores han definido de forma concreta el concepto de vertedero biorreactor, destacando:

“Un vertedero biorreactor está diseñado para acelerar la estabilización biológica de los residuos, mediante el aumento de la humedad y otras técnicas de gestión que mejoren la descomposición microbiana de la materia orgánica, de forma que la descomposición y la estabilización de la fracción biodegradable se produce durante los diez primeros años tras del sellado de la instalación, mejorando los procesos biológicos. En el vertedero biorreactor se aumenta significativamente el grado de descomposición de los residuos, la tasa de generación de biogás y la efectividad de los procesos en relación con lo que ocurre en un vertedero convencional”

Esto supone una evolución del relleno sanitario hacia el vertedero sostenible, para que no solamente sea un sitio de disposición final donde se controlan los impactos ambientales, sino que opere aprovechando los recursos materiales, humanos y económicos de forma armónica a lo largo del tiempo y del espacio

La recirculación supone el uso del relleno sanitario como un filtro anaerobio para el tratamiento del lixiviado. Además del contenido de agua, es necesario el control del pH para la estabilización de los residuos sólidos en condiciones anaerobias, parámetro que debe mantenerse próximo a la neutralidad, ya que una variación de este originaría una caída de la actividad microbiana y, por lo tanto, una disminución del tiempo para la estabilización biológica.

Otro factor que debe tenerse en cuenta es la hidrología del relleno sanitario, debiéndose realizar medidas para asegurar una distribución uniforme del lixiviado recirculado y evitar la formación de canales preferenciales a través de los residuos.

Para el correcto funcionamiento, *debe de mantenerse la humedad óptima lo más cercana a la capacidad de campo que permiten los residuos (entre un 35% y 70% de humedad), y sólo se añaden los líquidos cuando la humedad de los residuos decrece.*

El contenido de humedad, combinada con la acción biológica aerobia o anaerobia de los microbios presentes en la naturaleza descomponen los residuos. Un efecto secundario del biorrelleno es que produce biogás. La descomposición y estabilización biológica de los residuos requiere de un período de tiempo mucho más corto que un relleno sanitario tradicional

y proporciona la disminución de los riesgos ambientales a largo plazo y los costos de posclausura.

Algunos estudios indican que el biorreactor aumenta la factibilidad para la recuperación rentable de biogás, que a su vez reduce las emisiones fugitivas. Esto presenta una oportunidad para su reutilización lucrativa de biogás en los proyectos de recuperación de energía.

De entre todas las técnicas que tratan de acelerar y mejorar el proceso de estabilización de vertederos, la recirculación de lixiviados formulados ha sido la más investigada e implementada. Hoy en día, al hablar de vertedero biorreactor se entiende que se gestiona de forma controlada mediante la recirculación de lixiviados. Las principales ventajas de la recirculación de lixiviados son las siguientes:

- Proporciona una humedad óptima en el interior de la masa de residuos, que favorece la degradación de la materia orgánica
- Induce un flujo de humedad, promoviendo una transferencia de microorganismos, sustratos y nutrientes a través de la masa de residuos
- Mejora la tasa de generación de biogás y el rendimiento total
- Reduce la toxicidad del lixiviado
- Promueve el asentamiento progresivo de la masa de residuos al biodegradarse, disponiendo de espacio adicional para el vertido
- Permite el tratamiento in situ de los lixiviados, reduciendo los costes de tratamiento externo en estaciones depuradoras de aguas residuales
- Reduce el tiempo de mantenimiento y control post-clausura, así como los costes asociados a dicho control.
- Reduce los impactos medioambientales

5.2.3.1.12.d) Funcionamiento del vertedero controlado como biorreactor: características y diseño

Llegados a este punto, conviene aclarar la diferencia entre un vertedero biorreactor y un vertedero en el cual se recirculan los lixiviados. En general, si la recirculación de lixiviados es parte del proceso de control para mejorar la estabilización de los residuos y la maximización de la producción de biogás, el vertedero está siendo operado como biorreactor.

Si la práctica de recircular lixiviados sólo obedece a una forma de gestionar los lixiviados, buscando ahorrar en el coste del tratamiento externo de los mismos, no se puede considerar la instalación como un vertedero biorreactor.

Cuando se recircula el lixiviado se atenúan y diluyen los compuestos producidos por la actividad biológica y por otras reacciones químicas, físicas y bioquímicas que se producen dentro del relleno sanitario. Por ejemplo, los ácidos orgánicos sencillos presentes en el lixiviado se convertirán en metano y bióxido de carbono. Por el incremento del valor del pH cuando se produce el metano, los metales se precipitan y son retenidos dentro del sitio.

Las razones para suponer el funcionamiento como biorreactor son las siguientes:

1. La humedad dentro del biorreactor de vertedero depende de las características de los desechos, partículas que se encuentren en suspensión en el lixiviado, la compactación de los residuos y el método usado de infiltración. **La humedad de los lixiviados debe estar en un rango de 40-70%, y un exceso de la misma puede provocar una saturación en la masa de los residuos y daños en las tuberías**
2. La temperatura dentro del biorreactor **deberá ser mesófila de 20 a 45°C**
3. La recirculación de lixiviados acelera la biodegradación de los desechos, sin embargo, es un factor para tomar en cuenta **debido a que una tasa más alta de recirculación podría filtrar grandes cantidades de materia orgánica, reduciendo el potencial biológico de metano y a su vez el tiempo de estabilización**. Se recomienda que el lixiviado inicialmente se introduzca lentamente, ya que a una mayor tasa de flujo puede agotar la capacidad amortiguadora y eliminar los metanógenos.

En cualquier caso, se deben alternar fases de recirculación con períodos de descanso, para evitar la saturación y la formación de caminos preferenciales en los RM, y permitir la salida del gas que se va acumulando.

Lo más habitual es recircular semanal o hasta mensualmente en cada zona.

El principal parámetro de operación del sistema es el caudal de inyección, que debe permitir una distribución lo más homogénea posible.

Vendrá dado por la capacidad del sistema de distribución: permeabilidad de los materiales, pérdidas de carga y presión en las conducciones. Para un mismo volumen de inyección, se consigue mejor distribución horizontal con caudales mayores y menores frecuencias de inyección. La estrategia de inyección debe contrastarse in situ, por ensayo y error de los planes iniciales.

4. **El factor más importante es la adición de líquidos no tóxicos ya que el lixiviado en ocasiones no está disponible en una cantidad adecuada para el**

funcionamiento del biorreactor por lo que estos líquidos o semilíquidos son adecuados para complementar al lixiviado, como el agua, por ejemplo, tanto la proveniente de la laguna como de las lluvias, o de las excretas de los sanitarios de las instalaciones.

En cualquier caso, se debe minimizar la altura de líquido sobre el fondo, la cual por normativa se suele limitar a un máximo de 30 cm, evitando así el riesgo de filtraciones al exterior. En bio rellenos, esto puede obligar a aumentar las dimensiones de los conductos, que preferiblemente serán de polietileno de alta densidad (PEAD) (por resistencia y durabilidad).

Tanto en el diseño como en la operación se debe tener en cuenta un mayor riesgo de atascamiento de los conductos por precipitación química y/o crecimiento biológico a partir de los compuestos arrastrados por el lixiviado, al aumentar el paso de agua por el sistema. **Un dimensionamiento holgado y el lavado frecuente de los tubos ayudarán a prevenirlo**. Esto fue visto en el apartado 5.2.3.1.12.a) del capítulo.

Para ello, se decide aumentar un 60% el diámetro de los tubos del relleno, llevándolos de 100 mm de diámetro, a **160 mm de diámetro**. **El cálculo de la humedad deseable a recircular se encuentra en el Anexo A.4.7**

De los resultados del **Anexo A.4.7.4**, suponiendo que se recircula por semana, del total a recircular (que supone casi un 100% del lixiviado producido sin tratar), se deberían recircular **2.309 l por trinchera/semana**

El caudal a emitir en cada pozo para recircular en las tres bocas debe ser lo suficientemente lento para poder realizar la recirculación de lixiviados, por lo que un motor sumergible de 1HP o 1,5HP lo satisface, con una capacidad de expulsión de entre 110 a 150 l/min.

La generación de biogás durante los primeros años es significativamente mayor que en el relleno convencional, y luego la generación decrece más pronunciadamente. Por eso, para control de olores y emisiones, el sistema de captación de gas debe instalarse y ponerse en funcionamiento durante la operación del vertedero, o inmediatamente después de completada cada celda, según la configuración de la instalación.

El incremento en la generación depende de la humedad original de los RM, donde la diferencia será mayor para aquellos inicialmente más secos. Se han llegado a observar aumentos en la tasa de generación de biogás durante los primeros años de hasta el 260 %. Lo habitual es diseñar el sistema de extracción previendo un aumento entre el 50 y el 100 % en las puntas de generación, que en otro caso se convertirían en emisiones incontroladas.

Suponiendo un promedio, es decir, un aumento de la tasa de generación punta de **826m³/año**, se volverían **1.446 m³/año**.

Esto se puede ver en el proceso emulado de aumento en un 75% de la tasa máxima de generación, que impacta linealmente en la producción de biogás, de forma comparativa, de la siguiente manera:

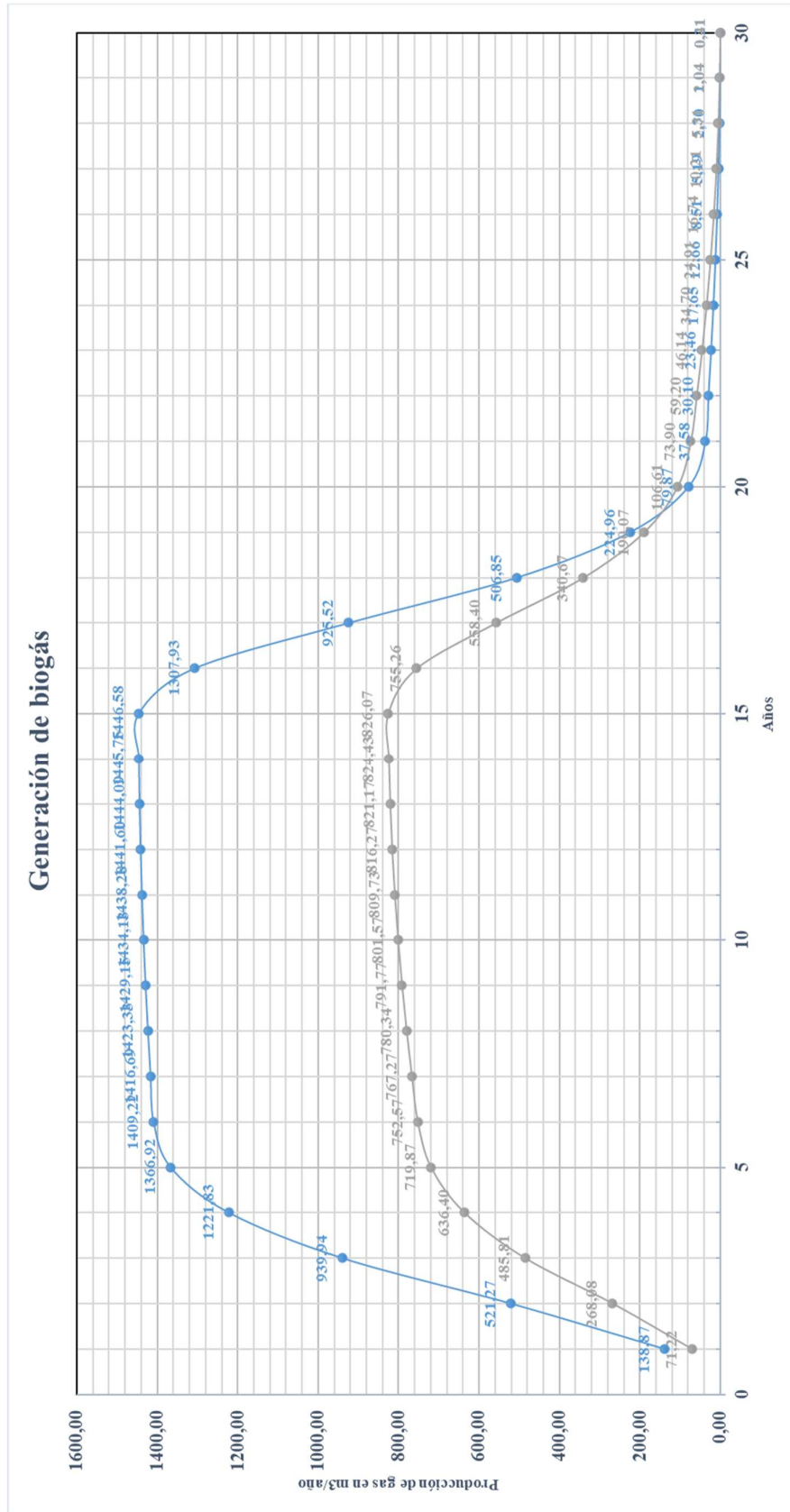


Gráfico 16| Efecto de la aparición de biogás comparado a la generación anterior por la recirculación de lixiviados.

Para ello en los nuevos vertederos se emplean cada vez más conducciones horizontales instaladas en zanjas, aunque los típicos pozos verticales también se utilizan en otros casos. El espaciado horizontal entre pozos en distintos lugares varía entre 10 y 60 m, **tomándose en casos como éste una separación de acuerdo al plan de operación.**

El área de influencia de cada tubo se controla con la depresión del sistema de extracción. Las operaciones de extracción (juegos de apertura de válvulas, depresión en el sistema) deben ajustarse en combinación con las de recirculación, pues las dinámicas de generación y movimiento del biogás están totalmente condicionadas por el líquido introducido. Hay que prestar atención al riesgo de inundación de los conductos por lixiviados y a una mayor generación de condensados. En todo caso el potencial de aprovechamiento del biogás, al producirse muy rápidamente, depende de los sistemas de cobertura superficial de los RM.

La eficiencia en la captura puede variar entre el 35% típico para áreas en operación y el 90%, cuando el residuo está cubierto con láminas impermeables. Teniendo esto en cuenta, los sistemas de aprovechamiento (motores, turbinas) deben diseñarse con flexibilidad, en vista de la gran variación en el potencial introducida al recircular

5.2.3.1.13 Tratamiento alternativo para residuos peligrosos

Debido a la baja incidencia porcentual de residuos peligrosos, no será necesario contar con una trinchera exclusivamente para residuos peligrosos o biopatogénicos. Sin embargo, y si su volumen empieza a crecer con el tiempo de sobremanera, se podría pensar en una forma de acopiar y utilizar los residuos voluminosos de la construcción, los residuos electrónicos, y los de electrodomésticos sin usar.

5.2.3.1.14 Compostaje de la fracción orgánica remanente y la “vía orgánica” de los residuos

5.2.3.1.14.a) *Proceso de compostaje: definición y fases*

Los tratamientos biológicos son operaciones de tratamiento por biodegradación de materia orgánica tanto recogida de forma separada (o fracción orgánica de los residuos sólidos, conocida como FORS), como de las presentes en la fracción resto donde no hay dicha recogida separada, combinándolos en este último caso con tratamientos mecánicos complementarios.

El compostaje es un proceso biológico aerobio (con presencia de oxígeno) que, bajo condiciones de ventilación, humedad y temperatura controladas, transforma los residuos

orgánicos degradables en un material estable e higienizado llamado compost, que se puede utilizar como enmienda orgánica.

El proceso de compostaje imita la transformación de la materia orgánica en la naturaleza, y permite homogeneizar los materiales, reducir su masa y el volumen e higienizarlos. Este tratamiento favorece el retorno de la materia orgánica al suelo y su re inserción en los ciclos naturales.

El proceso de descomposición se basa en la actividad de microorganismos como los hongos y las bacterias y su duración puede oscilar, dependiendo de distintos factores (sistema, tecnología, disponibilidad de espacio, etc.), entre 10 y 16 semanas.

El proceso de compostaje se desarrolla en dos fases: descomposición y maduración. En la primera fase, desaparecen las moléculas más fácilmente degradables liberando energía (se alcanzan temperaturas de 60-70°C), agua, anhídrido carbónico y amoníaco; biopolímeros como la celulosa y la lignina quedan parcialmente alterados y pasan a ser, en la posterior fase de maduración, las estructuras básicas de las macromoléculas que incluirán parte del nitrógeno contenido en los materiales iniciales dando lugar a materia orgánica parecida a las sustancias húmicas del suelo.

La misma se divide en 3 etapas que se detallan mejor a continuación:

1. **Fase mesófila:** comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4,0 o 4,5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).
2. **Fase termófila o de higienización:** el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta

fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*

3. **Fase mesófila II o de enfriamiento:** agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

La duración de esta primera fase suele ser de 4-6 semanas, aunque si se lleva a cabo de forma intensiva (recintos cerrados y aireación forzada) puede reducirse a 2-4 semanas.

Después se pasa a la **etapa de maduración**, donde el residuo se estabiliza y madura, para ello se requiere de 6-10 semanas, y finalmente se obtiene un producto, el compost, con distinta estabilidad, según la duración de esta fase. La misma demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

Figura 5 Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje

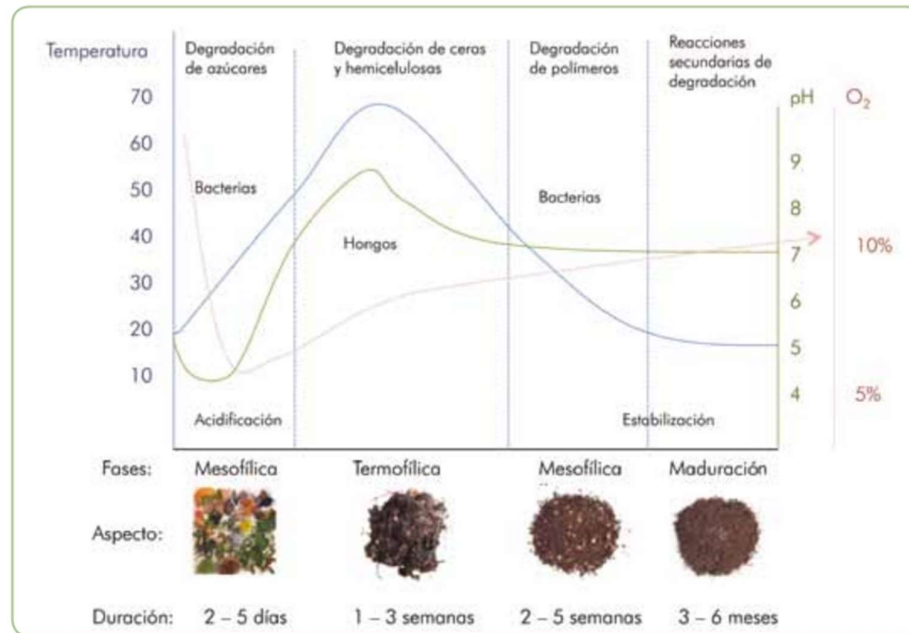


Gráfico 17| Temperaturas, pH y aireación de las distintas fases del compostaje. Fuente: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

Si se tratan cantidades importantes de residuos y dependiendo de las características de los materiales, se necesitan etapas de pre y post tratamiento, las primeras para adecuar los materiales a la transformación biológica, y las segundas para ajustar el producto a sus destinos.

En el pretratamiento, la fracción orgánica, por su elevado contenido en humedad, materia orgánica fermentable y nitrógeno, necesita ser mezclada con otro tipo de residuos, como restos vegetales (poda), que incrementan la porosidad, equilibran los contenidos aire/agua, y permiten adecuar la proporción en biopolímeros y la relación C/N.

Las mezclas acostumbran a realizarse con una proporción en volumen de restos vegetales que puede estar entre el 25 y el 60%, dependiendo del tipo de residuos y el sistema de compostaje utilizado en las distintas instalaciones.

Las etapas de postratamiento pueden tener distintas finalidades: fraccionar según granulometría, separar según posibles usos, mezclar con otros productos para mejorar alguna de sus características, obteniendo así un abono bien utilizable para poder mezclar con el humus que se encuentra en el terreno, producto de los movimientos de suelo.

5.2.3.1.14.b) *Ventajas y cálculo de las pilas de compostaje aireadas*

Una vez alcanza el máximo grado de descomposición, todas estas sustancias que quedan en el suelo, inician la formación de complejos de carbono, altamente estables y de lenta degradación. Este nuevo material es el humus. Es entonces el material más estabilizado, como ácidos húmicos y fúlvicos que ha sufrido un proceso de mineralización, con participación de microorganismos y luego un proceso de humificación.

El proceso en sí cuenta con numerosas ventajas:

1. Mejora las propiedades físicas:
 - a. Facilitando el manejo del suelo para las labores de arado o siembra.
 - b. Aumentando la capacidad de retención de la humedad del suelo.
 - c. Reduciendo el riesgo de erosión.
 - d. Ayudando a regular la temperatura del suelo (temperatura edáfica).
 - e. Reduciendo la evaporación del agua y regulando la humedad.
2. Mejora las propiedades químicas:
 - a. Aportando macronutrientes, como N, P, K y micronutrientes.
 - b. Mejorando la capacidad de intercambio de cationes.
3. Mejora la actividad biológica:
 - a. Aportando organismos (como bacterias y hongos) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes para las plantas y degradar sustancias nocivas.
 - b. Mejorando las condiciones del suelo y aportando carbono para mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna (lombrices).
4. Otros beneficios complementarios del proceso de compostaje están en la reducción de malos olores producto de la pudrición y en la eliminación de vectores como insectos y ratas. También tiene una función muy importante en la eliminación de patógenos humanos, bacterias contaminantes de alimentos, de las semillas de malezas y otras plantas no deseadas:
 - a. Se crea un producto (compost) de valor a partir de un residuo, el cual se vende para usarse como sustrato para el crecimiento de plantas.
 - b. Reemplazo de fertilizantes artificiales por un producto más económico y natural.

- c. Se evita el uso masivo de vertederos (la cantidad de basura destinada a vertederos se puede reducir hasta un 50%).
- d. Se puede almacenar pues no atrae insectos.

Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos (sobre 1m³ o superior), se puede llevar a cabo el compostaje abierto o en pilas.

En el caso del compostaje en pilas, el tamaño de la pila, en especial la altura, afecta directamente al contenido de humedad, de oxígeno y la temperatura. Pilas de baja altura y de base ancha, a pesar de tener buena humedad inicial y buena relación C/N, hacen que el calor generado por los microorganismos se pierda fácilmente, de tal forma que los pocos grados de temperatura que se logran, no se conservan. El tamaño de una pila viene definido por la cantidad de material a compostar y el área disponible para realizar el proceso. Normalmente, se hacen pilas de entre 1,5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1,5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manejo.

En el momento de estimar las dimensiones de la pila de compostaje, se debe tener en cuenta que, durante el proceso de compostaje, la pila disminuye de tamaño (hasta un 50% en volumen) debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO₂. **El proceso de cálculo y dimensionamiento de las pilas de compostaje se encuentran en el Anexo A.4.7.5.**

Cada pila semanal debe tener una longitud de **8,75 metros, una altura de 1,50 metros y un ancho de 2,00 metros aproximadamente** para cubrir el volumen de orgánicos supuesto.

Cada semana se aconseja hacer una pila nueva, o una continuación del largo de una misma pila. Esto es así para evitar añadir material fresco a material que ya está en la fase termófila/higienización e interrumpir el proceso.

En el momento de estimar las dimensiones de la pila de compostaje, se debe tener en cuenta que, durante el proceso de compostaje, la pila disminuye de tamaño (hasta un 50% en volumen) debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO₂.

El volteo se realizará mecánicamente utilizando un tractor de volteo de compost utilizando la maquinaria que entró en desuso debido al reemplazo del carro Grosspal por el nuevo camión. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado. La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días.

Normalmente, se hace un volteo semanal durante las 3 a 4 primeras semanas, y luego pasa a ser un volteo quincenal. Esto depende de las condiciones climáticas y de la humedad y aspecto del material que se está utilizando. Se debe hacer un control de aspecto visual, olor y temperatura para decidir cuándo hacer el volteo.

La forma más sencilla de realizar esos controles, es la siguiente:

1. Temperatura: si no se dispone de un termómetro, se puede utilizar una barra de metal. La barra se introduce en distintos puntos de la pila y manualmente se comprueba un aproximado de la temperatura según la fase de compostaje y observando las temperaturas recomendadas en cada fase (de acuerdo a la tabla del apartado siguiente de parámetros de temperatura óptimos).
2. Humedad: se puede hacer la llamada “técnica del puño cerrado”, que consiste en introducir la mano en la pila, sacar un puñado de material y abrir la mano. El material debe quedar apelmazado, pero sin escurrir agua. Si corre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja). Si el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped).
3. Acidez o pH: Hay dos modalidades de medida, una directamente en la pila y otra en un extracto de compost.
 - Medida del pH en la pila: Si el compost está húmedo, pero no encharcado, se puede insertar una tira indicadora de pH en el compost. Se deja reposar durante unos minutos para absorber el agua, y se lee el pH mediante la comparación del color.
 - Medida del pH en solución acuosa: Se toman varias muestras del compost y se colocan en recipientes con agua (volumen/volumen 1:5). Se agita y se toma la lectura, preferiblemente con pH-metro, si no se tiene pH-metro, entonces con tira indicadora.

Para comprobar que el compost ha **entrado en fase de maduración**, el material, aún húmedo no aumenta de temperatura nuevamente a pesar de que se realice el volteo. Sin embargo, existen también otras pruebas que se realizan para comprobar esta fase:

- Si se tiene acceso a un laboratorio se puede realizar una prueba de respiración o de autocalentamiento, que puede pedirse en institutos como el INTA.
- Si no hay esa posibilidad, se deben tomar varias muestras (mínimo 3 muestras) representativas del tamaño de la pila para analizar el aspecto y olor del material

compostado. Debe estar oscuro, con olor a suelo húmedo, y cuando se realiza la prueba del puño, no debe mostrar exceso de humedad.

- Se puede, además, hacer un cuarteo (división de la pila en 4 partes iguales) y tomar de cada cuarto 3 muestras de 100 gramos de material compostado, introducirlas en bolsas plásticas y dejarlas por dos días en un lugar fresco y seco. Si al cabo de este tiempo, la bolsa aparece hinchada (llena de aire) y con condensación de humedad puede ser indicativo de que el proceso aún no ha finalizado (el compost está inmaduro).
- Otra técnica es la de introducir un machete o instrumento metálico de 50 cm hacia el centro de la pila. Si al cabo de 10 minutos al retirar el machete se siente caliente (no se puede tocar porque quema), quiere decir que el material aún está en proceso de descomposición. En estos casos, se debe dejar la pila para que continúe el proceso de compostaje.

Figura 19 Planilla de control del proceso





	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Temperatura												
Ref temperatura	15°-40°		40°-65°			15°-40°			~Tambiente			
pH												
Ref pH	4-6		8-9			7-8			6-8			
Humedad												
Ref humedad	variable, dependiendo de la humedad de entrada, entre 30% - 60%.											
Aspecto												
Ref aspecto visual												

Figura 129| Control del proceso de elaboración de compost hasta la maduración. Fuente: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

Una vez se ha comprobado que el compost está maduro, se realiza un **tamizado** del material con el fin de eliminar los elementos gruesos y otros contaminantes (metales, vidrios, cerámicas, piedras). El tamaño del tamiz depende de la normativa del país, pero comúnmente es de 1,6 cm (o bien, tamiz ASTM 5/8")

El material grueso que no pasa a través de la malla del tamiz, en su mayoría es material lignocelulósico (maderas) y volverá a una nueva pila de compostaje para cumplir una doble función, seguir descomponiéndose y servir como inoculante de bacterias compostadoras.

Existen numerosas alternativas artesanales a la malla metálica, como utilizar una media sombra, o los frentes metálicos de ventiladores viejos. Un control en tiempo de las tareas es el siguiente:

Figura 22 Planilla de seguimiento de labores de compostaje

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Elección del lugar y nivelación												
Picado y amontonamiento del material												
Control de la temperatura y humedad												
Tamizado												

Figura 130| Planilla de seguimiento de una pila de compost. Fuente: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

Para hacer el montón de materia orgánica se tiene que ir capa por capa, paso por paso. La primera capa de desechos tendrá 20 cm de altura. Es importante que esos desechos sean principalmente secos, tales como ramas leñosas de restos vegetales, paja, cartón húmedo, etc. La siguiente capa se aporta con materiales frescos como restos de podas frescas, desechos de cocina, etc. con la altura igual, dejando una capa para hacer de amortiguación de los microorganismos y de la temperatura de 2 cm.

Es importante guardar una estructura que se formaría de la siguiente manera. Capa de materiales secos, capa de materiales frescos, y así sucesivamente, hasta llegar al metro y medio de altura. En cada capa conviene ir regando para iniciar el proceso de descomposición del compost.

Ahora bien, el número de pilas a acomodar es el siguiente. Como cada pila se realiza semanalmente, y se deben cubrir longitudes para todo un mes, es decir, 4 semanas, o un total de 35 m de largo, se disponen las pilas de forma semestral. Ya que, al terminarse la pila del 4to mes, la primera puede acopiarse para utilizarla en la cubrición final, por lo que se disponen de acuerdo a lo enunciado en el manual de compost de la FAO de la siguiente manera:

Si hay tres pilas o más, entonces se hace avanzado, disponiendo las pilas nuevas en el espacio dejado por la pila volteada.



Figura 131| Forma de disposición de las pilas para volteo mecánico. Fuente: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

Sin embargo, la disposición de la FAO es para comunidades de volteo manual. En el caso de este volteo mecánico, se disponen 3 hileras de pilas, donde cada hilera tiene un largo acumulado de 1 mes, y que las tareas de volteo se hacen en el mismo lugar. Caso contrario, la pala mecánica puede hacer el mismo movimiento en el lugar, por lo que el área necesaria es:

$$A_{\text{pilas}} = 6 \cdot (2\text{m} \cdot 35\text{m}) = 420 \text{ m}^2$$

La cancha de compostaje será de suelo cemento estabilizado para permitir un asiento lo suficientemente firme, pero a su vez absorbente para poder disipar los lixiviados si se forman por lluvias, pero en caso contrario, que permitan la humedad por debajo de las camas de compost.

El área total necesaria para las pilas, deberá contemplar a su vez, un espacio de circulación y para permitir el volteo, por lo que las mismas deben tener entre sí, un espacio de 3,30 metros de separación, y de aproximadamente un metro hacia los bordes.

Ese aumento de área es de aproximadamente el 60% del área anterior, por lo que:

$A_{\text{cancha de compostaje}} = 420 \text{ m}^2 \cdot 1,6 = 672 \text{ m}^2 \cong 700 \text{ m}^2$, cuyas medidas son 20 metros de ancho, y 35 metros de largo

Las pilas para ser protegidas de la lluvia y de las inclemencias climáticas serán recubiertas con una lona de plástico, posiblemente tipo silobolsa cortada, que a su vez servirá para evitar el efecto directo de las lluvias o los climas fríos.

Las pilas que ya sean terminadas se almacenarán en un borde, protegidas del sol, y abiertas al aire libre para poder usarlas en la capa de cubrición final o como uso general para el municipio o futuras explotaciones. El análisis de problemas propios de las pilas más comunes se encuentra en el Anexo A.4.7.6

5.2.3.1.14.c) *Venta y registro de compost para comercializar*

La venta y el registro del compost con todas sus características está regulada por la Resolución Conjunta N°1/2019, que en sus artículos y anexos establece las características, disposiciones, y controles que hay que hacerle a un compost para que este pueda ser comercializado.

La misma se elaboró para definir las posibles aplicaciones y establecer los requisitos necesarios que debe cumplir el compost elaborado a partir de residuos orgánicos separados en origen y recolectados de manera diferenciada, a efectos de su registro, asegurando una gestión sustentable y promoviendo su producción, uso y aplicación en las distintas jurisdicciones provinciales.

Si el compost cumple con todos los lineamientos dados en el Anexo A.4.7.7, puede ser comercializado sin problemas.

Estrictamente hablando, se trataría de una inversión en el suelo municipal. Para tomar la decisión sobre la construcción de una PdC en función del mercado deben considerarse las siguientes opciones:

- Mercado agrícola de la composta
- Mercado de la jardinería privada
- Parques y jardines municipales
- Donación de composta a ciudadanos con conciencia ambiental
- Restauración de suelos municipales.

5.2.3.1.15 **Plan forestal del relleno sanitario**

Se debe comenzar con este trabajo durante la construcción del relleno y continuar durante todo el periodo operativo. Después del cierre final, se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre la colina artificial entera. La arborización del relleno sanitario ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales; además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de emisiones.

El Plan de Forestación del Centro Ambiental, forma parte de las obras comprendidas en el proyecto de las instalaciones diseñadas para la gestión integral de los RSU de la ciudad de Herrera.

Este Plan tiene como función colaborar en la mitigación y amortiguación de los efectos que las acciones a desarrollar en el sitio de implantación puedan provocar sobre el entorno inmediato.

Las cortinas pueden estar formadas por varias líneas de plantas o por una sola. Una sola fila se puede usar donde el espacio es limitado. Consiste en una hilera con árboles o arbustos de hoja perenne para protección durante todo el año, o una hilera de árboles de hoja caduca densamente ramificada; aunque los árboles caducifolios pierden sus hojas en invierno, pueden proporcionar una buena protección de los cultivos durante la temporada de crecimiento y proporcionan algo de protección contra el viento.

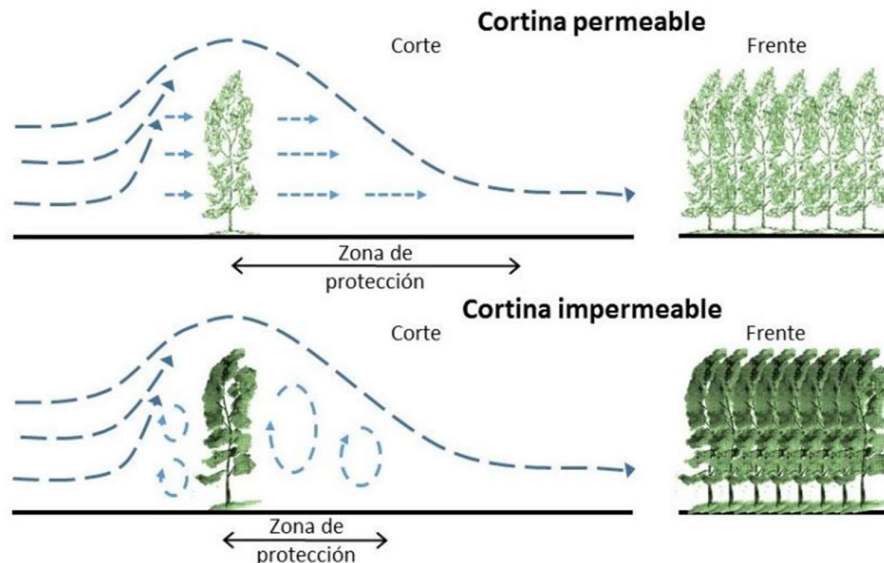


Figura 132| Efectos del follaje de árboles en las cortinas. Fuente:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf

La separación y el mantenimiento adecuado de los árboles es muy importante en las cortinas de una hilera: no se puede permitir huecos ya que no hay árboles en las filas adyacentes para complementarlos y el efecto del paso del viento por estos huecos resulta contraproducente.

La plantación en más de una línea es conveniente realizarla en tresbolillo (un árbol en una línea complementa un espacio en la línea siguiente). Este diseño se completa y hace efectivo en poco tiempo y ocupa poco espacio. Los espaciamientos mínimos y máximos recomendados de los árboles dentro de la o las hileras, dependen de la arquitectura de la planta, las características de crecimiento y su función dentro de la cortina; en líneas generales se puede decir que, en una sola hilera será de 2 a 4,5 m y en hileras múltiples de 2 a 6 m.

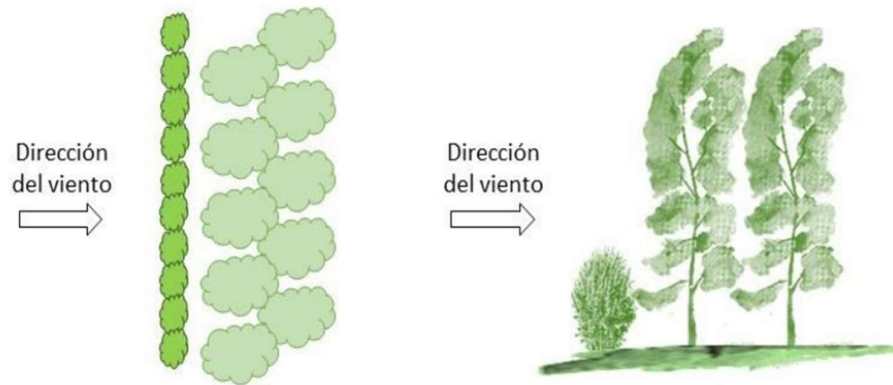


Figura 133| Cortinas forestales ubicadas a tresbolillo con especies que cubren las zonas no ocupadas por el tronco. Fuente: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf

En función de los objetivos planteados y las distintas tareas que se realizarán en el emprendimiento, se diseñaron distintos tipos de formaciones vegetales:

- Pantalla forestal perimetral.
- Barrera forestal alrededor de la Planta de Separación.
- Barrera forestal alrededor del sitio para compostaje.
- Cobertura vegetal de los módulos terminados.
- Forestación y parqueización del sector de Edificios Complementarios.

La **Pantalla forestal perimetral** es una barrera viva perimetral, que debe cumplir la función de mitigación del material particulado y ruido, mitigación de olores y control de visuales. Por este motivo debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Se debe diseñar la pantalla con preponderancia de forestales de hoja perenne, para asegurar que se cumpla la función durante todo el año.
2. Las especies elegidas deben tener un follaje denso y abundante para cumplir correctamente con la función de retención de partículas.
3. Los árboles seleccionados deberán tener una copa amplia, lo que permitirá la suspensión y sedimentación de las partículas en el interior de la copa.
4. Es importante contar con ejemplares de ramificaciones bajas, que permitirán garantizar una mayor intercepción de las voladuras de material liviano. En caso contrario se deberá agregar un segundo estrato de menor magnitud (estrato arbustivo).
5. La barrera deberá contar con un único sustrato, con árboles de gran porte y de follaje perenne

6. En el mismo se plantarán árboles con una altura mínima de 15 metros, y con una densidad de siembra de entre 2 a 4,5 metros entre individuos, ya que es apto para espacios reducidos

La distancia máxima de protección de una cortina varía entre 15 y 20 veces la altura de los árboles. Es decir, si una cortina tiene 10 m de altura, protegerá hasta una distancia de 150 – 200 m desde la misma.

Por el obstáculo que presenta la cortina al flujo de viento, la reducción de la velocidad del viento es máxima en la zona inmediata a la cortina y aumenta a medida que se aleja de esta protección. Los porcentajes de reducción de la velocidad del viento son de 60 a 80% en la parte más cercana a ésta, y de 20% a distancias de 20 veces la altura de la misma.

El área de mayor protección, donde más se reduce la velocidad del viento, fluctúa alrededor de 4 veces la altura de la cortina. En esta área la reducción de la velocidad del viento es cercana al 80 %. Las cortinas también ejercen protección en el área ubicada delante de ellas. En esta zona, la protección equivale a 3 – 5 veces la altura de los árboles. Es decir, para el ejemplo mencionado anteriormente, con árboles de 10 m de altura la cortina protegerá una zona equivalente a 30 – 50 m anterior a la misma.

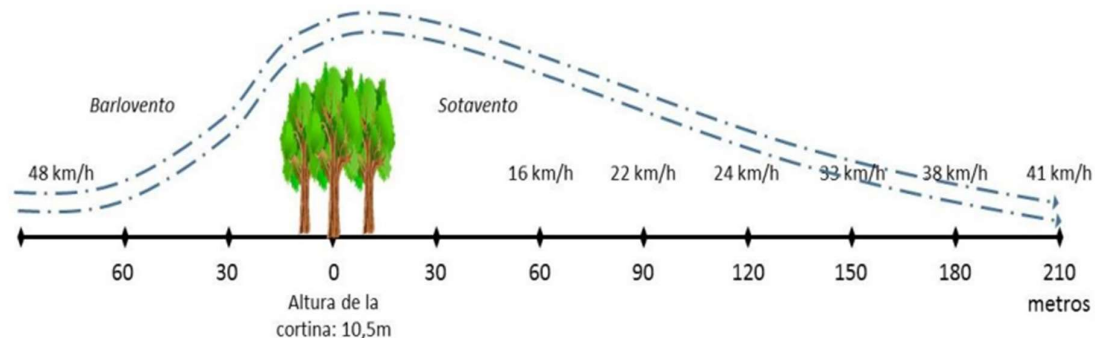


Figura 134| Zona de influencia de la cortina forestal. Fuente: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_cortinas_forestales.pdf

La altura de los árboles va a depender de la especie utilizada, el manejo realizado, la edad de la cortina y las características del sitio (sobre todo clima y suelo).

Una cortina será más eficaz, mientras más perpendicular se establezca la dirección de los vientos predominantes.

En la región, las cortinas forestales más difundidas son las de álamos. Existen distintas variedades de álamos y por eso es importante saber con anticipación las más aconsejables para el sitio. También pueden usarse otras especies, entre ellas: sauces, varias especies de pinos, cipreses, saucos, olmos, olivos de bohemia, crataegus y tamariscos.

En función de las especies propuestas, se desarrollará el proyecto definitivo de la Pantalla Perimetral, donde se podrán realizar distintas combinaciones de las especies propuestas, las cuales se priorizarán las especies que resulten autóctonas o que mejor se mezclen con la vegetación actual presente en el predio.

Los árboles necesitan de recursos para sustentar su crecimiento, una adecuada disponibilidad de agua, nutrientes y luz solar va a garantizar su establecimiento y desarrollo. Para garantizar estos recursos desde el inicio, es clave una buena preparación del suelo. Esta puede realizarse mecánicamente en líneas (tractor con rastra de discos, cincel o subsolador en casos extremos), o manualmente, con pala al momento de la plantación.

Asimismo, un adecuado control de malezas (mecánico o químico) evita la competencia por estos recursos. Resulta fundamental un adecuado control de hormigas cortadoras previo y posterior a la plantación, para evitar la pérdida de plantas. El riego se hace necesario generalmente solo en la plantación (riego de asiento), siendo necesario riegos extras en las primeras etapas de desarrollo si hubiese déficit hídrico.

Es recomendable plantar durante el otoño e invierno, entre los meses de mayo y septiembre. También, debe tenerse en cuenta que existe una zona angosta, adyacente a las cortinas, en que el rendimiento del cultivo, queda reducido debido a la competencia radicular y la sombra.

Se debe evitar implantar árboles cercanos a las instalaciones edilicias para evitar los riesgos asociados a la rotura de pisos, obturaciones de caños y desagües por raíces y hojas. Igualmente, la descarga de rayos, caída de ramas y de árboles puede ser un riesgo en casos de tormentas, por esto se debe respetar una distancia a los edificios y lugares habitados equivalente a 1,5 a 2 veces la altura de los árboles. Las cortinas también pueden producir efectos negativos sobre los cultivos agrícolas u hortícolas aledaños a estas, al ser afectados por la sombra y la competencia por otros recursos, principalmente por el agua, o los árboles pueden ejercer efectos alelopáticos sobre el cultivo

Para evitar competencia se debe establecer la cortina a una distancia adecuada del cultivo. Es necesario dejar una franja de 2 m de ancho desde las cortinas en las exposiciones soleadas y 4,5 a 5 m para las exposiciones sombreadas. Una forma de minimizar los efectos de la competencia radicular de las cortinas es proporcionar a la hilera de árboles un adecuado riego y fertilización.

Con todas estas premisas, las especies arbóreas a plantar serán:

-
- A. **Álamo Blanco** (*Populus alba*): es un árbol caducifolio corpulento de forma redondeada y rápido crecimiento, de hasta 30 m de altura y 1 m de diámetro, de forma ancha y columnar, de grueso tronco y sistema radical fuerte, con numerosas raíces secundarias largas que emiten multitud de renuevos. Es un árbol de hoja caduca.
 - B. **Álamo Negro** (*Populus nigra*): es un árbol de hoja caduca que alcanza de 20 a 30 m, aunque en ocasiones puede superar esta altura. Sistema radicular formado por un eje principal fuerte y profundo y una mayoría de raíces superficiales y extendidas.
 - C. **Sauce Criollo** (*Salix humboldtiana*): es un árbol caducifolio dioico, alcanzando hasta 25 metros de altura. Su follaje caduco es verde claro, con ramillas colgantes. En la totalidad de la zona pampeana de Uruguay y Argentina está presente en las zonas húmedas, cerca de ríos y arroyos.
 - D. **Aguaribay** (*Schinus molle*): son árboles de tamaño pequeño a mediano, habitualmente de 6 a 8 m de altura, con registros de individuos de 25 metros de alto. El diámetro del tronco puede llegar hasta 50 cm, ramas colgantes, corteza exterior café o gris. Su hoja es perenne y de crecimiento rápido.

La **barrera forestal alrededor de la Planta de Separación**, tendrá como función principal retener la voladura de materiales livianos y generar una separación visual del sector de oficinas, por tal motivo se deberán tener presentes las siguientes premisas:

1. Utilizar una combinación de forestales de follaje perenne y caduco, de porte medio, y a una distancia promedio de entre 2 a 5 metros.
2. Los forestales a elegir deberán tener ramaje bajo.
3. Se deberá reforzar el ramaje inferior con arbustos ubicados en una línea anterior a la colocación de la línea de forestales, en caso de no tener ramas bajas.
4. Su localización se determinará en función del sentido de circulación de los vientos dominantes.

Dentro de las especies propuestas se incluyen el sauce criollo y los álamos, aunque pueden complementarse con las siguientes especies:

- A. **Ceibo** (*Erythrina crista-galli*): es un árbol de porte mediano que puede alcanzar entre 5 a 8 m de altura, llegando raramente hasta los 20 m y con un diámetro de tronco de más de 50 cm. Su crecimiento es rápido, el tronco es tortuoso e

irregular, con ramas espinosas que crecen de forma desordenada y mueren tras la floración. Las hojas son caducas.

- B. **Ombú** (*Phytolacca dioica*): en la región pampeana de Argentina es una especie ampliamente conocida por su particularidad de dar sombra y de actuar como marca para señalar territorios en el paisaje pampeano. Ambas características también son de gran importancia para poblaciones de otras regiones cubiertas de grandes extensiones de pastizales. Desde el punto de vista morfológico es un árbol, donde su altura ronda los 8 a 15 m, y su hoja es caduca.
- C. **Pino Elliotti** (*Pinus elliottii*): este árbol alcanza alturas de 18-30 m con un diámetro de tronco de 60-80 cm. Este árbol se planta mucho, y se usa también en horticultura. Resulta ser una conífera perenne que necesita desramado y poda para su mantenimiento.
- D. **Pino Taeda** (*Pinus Taeda*): es una conífera de hoja perenne de rápido crecimiento, alcanzando 20-30 metros de altura a edad adulta. Tienen tendencia útil a autopodarse por desrame, de manera que queda el tronco despejado y largo

La **barrera forestal a localizar alrededor del Sector para Compostaje**, tendrá como función principal amortiguar olores y visuales, por lo cual en su diseño se deberá tener en cuenta lo siguiente:

1. Combinar especies de follaje caduco y perenne.
2. Preferir árboles espinosos, para evitar la nidificación.
3. Seleccionar especies con floración en distintas épocas que aporten aromas por su floración

En estos casos, se prefieren especies bajas que produzcan sombra, las cuáles tengan flores y aromas, y se combinen en estos casos especies arbustivas, usando el ceibo y el ombú, combinándolos con arbustos cómo:

- A. **Sarandí Colorado** (*Cephalanthus glabratus*): es un arbusto bajo, de cerca de 2 m de altura, extendido. Posee un follaje caducifolio verdoso oscuro. Las hojas son simples, y de crecimiento rápido.
- B. **Barba de chivo** (*Caesalpinia gillesii*): es un arbusto silvestre endémico de Argentina y Uruguay. Desde hace tiempo se lo cultiva de manera ornamental como planta de jardín. Alcanza unos 2 m de altura. Es una planta de crecimiento rápido, que florece en verano.

Los módulos terminados serán plantas con pasto o con pastizal autóctono, sin necesidad de árboles, mientras que los edificios complementarios recibirán plantaciones de combinaciones de todas las especies mencionadas.

Como recomendaciones generales relacionadas con la siembra y mantenimiento de los forestales se puede indicar:

- En todos los tipos, los forestales se deberán plantar combinando las especies
- Todos los ejemplares plantados que no se hayan adaptado correctamente, serán reemplazados, asegurando de esta forma, la salud de los espacios verdes.
- Los forestales colocados en las barreras, no se deben podar, ya que perderían superficie receptora de partículas.
- El inicio de la época de lluvias es la más adecuada para la siembra y plantación, de esta forma se disminuirá al máximo el porcentaje de mortalidad.
- Se deberá realizar un control de malezas, combinando desmalezamiento manual y agregado de herbicidas selectivos.
- Se deberá controlar la verticalidad y verificar las ataduras de los tutores.

A su vez se seguirán las leyes Ley Nacional N°13.273 - Riqueza Forestal, sancionada el 25 de septiembre de 1948, la Ley Nacional N°25.080 - Ley de Inversiones para Bosques Cultivados, en defensa de la riqueza forestal y las cortinas forestales, y la Ley Provincial N°23.443 del 25 de marzo de 2019.

5.2.3.1.16 Plan de Monitoreo del relleno

En este apartado se presentarán los distintos puntos a analizar para el monitoreo de la calidad ambiental del relleno, considerando causantes importantes de control tanto de las obras durante la operación y post clausura, como del medio circundante para obtener un panorama que permita saber si el relleno funciona correctamente o si deben hacerse tareas modificatorias a su gestión para que actúe adecuadamente de acuerdo al fin que se le ha impuesto de sanear el ambiente dentro del éjido de Herrera.

Este plan de monitoreo consiste en inspecciones y tomas de muestras para analizar el comportamiento y evolución de los distintos agentes, de modo que ellos no representen riesgos a la salud humana o del medio ambiente, a la vez que no constituyan riesgos de operación para el normal funcionamiento del relleno sanitario.

Uno de los requerimientos más exigentes para la construcción de un relleno sanitario es una constante supervisión y control de todas las áreas y actividades que se realizarán en el

relleno sanitario, lo cual implica que la municipalidad debe atender oportunamente algunos gastos, que deben incluirse en el presupuesto anual del municipio; evitando que el relleno a lo largo de su vida útil cuente con una mala supervisión junto a un inadecuado mantenimiento técnico y económico, descartando por lo tanto la posibilidad de fácilmente convertirse en un botadero a cielo abierto, por lo tanto un relleno sanitario exige una constante supervisión y control para poder evitar fallas futuras

5.2.3.1.16.a) Monitoreo de aguas subterráneas y pluviales

Se deberá diseñar, construir y mantener un sistema de manejo de las aguas pluviales para evitar el flujo de las mismas hacia la porción activa del relleno sanitario, para controlar la escorrentía desde el relleno sanitario y proveer una estabilidad de erosión efectiva del mismo. Los sistemas de aguas pluviales deberán ser diseñados en caso de un evento de diseño local estándar de tormentas, como por ejemplo en casos de tormentas de 24 horas, durante 25 años, como ya se ha presentado.

El sistema de manejo de las aguas pluviales incluirá canales de drenaje alrededor del perímetro, estanques de detención de aguas pluviales, terrazas de drenaje con cubiertas finales, y canales que corren el agua hacia abajo, protección contra la erosión y otros conductos y drenajes para las aguas pluviales. El relleno deberá estar protegido de posibles inundaciones y esto podría ser manteniendo el relleno fuera de las áreas propensas a inundaciones o construyendo diques.

El sistema de manejo de las aguas pluviales deberá ser inspeccionado siempre después de eventos significativos de tormentas por si hay evidencia de que esté ocurriendo erosión o sedimento. En el caso de existir evidencias de erosión se deberán hacer reparaciones en las instalaciones sobre su diseño de corte transversal.

Tierras cohesivas deberán ser compactadas y formadas para lograr el diseño de corte transversal de los canales. Se eliminará la acumulación de sedimento en los canales y estanques de retención para alcanzar el corte transversal del diseño.

Para un programa de monitoreo se recomiendan cinco pasos:

- Caracterización inicial de monitoreo de agua subterránea y agua superficial
- Rutina de monitoreo de agua subterránea y agua superficial
- Monitoreo y caracterización del lixiviado
- Evaluación del monitoreo (incluyendo los niveles de control y de intervención para las aguas subterráneas)

- Conclusión del monitoreo

Para especificaciones y frecuencia de monitoreo es recomendable:

1. Generar una serie de datos para cada plan de manejo donde se defina la frecuencia de los parámetros y mediciones de control a realizar.
2. Al finalizar el periodo de monitoreo para cualquier sitio, se deberá, realizar un comparativo entre el número de puntos de monitoreo y la frecuencia para obtener la información suficiente para garantizar el cumplimiento.
3. Esto sólo puede ser evaluado en relación con los requisitos mínimos de la reglamentación sobre rellenos sanitarios, las condiciones específicas del sitio y la condición del relleno.

Es importante establecer un sistema de monitoreo rutinario que permita detectar anticipadamente un eventual paso de líquidos percolados a través de terreno y subsecuentemente adoptar las medidas preventivas y correctivas que corresponda para evitar riesgos a la población por consumo de aguas de calidad inadecuada.

La localización y número de pozos requeridos para monitorear el agua subterránea, depende de las condiciones geohidrológicas específicas del sitio. Una red de monitoreo de agua subterránea consta de un número suficiente de pozos instalados en lugares apropiados y con la profundidad requerida, de tal forma que su instalación permite tomar muestras del agua subterránea para su posterior análisis y con ello determinar los lixiviados que han pasado debajo o a través de un área del sitio de disposición del relleno.

Para tales efectos los proyectos deben contener un programa de muestreo en forma sistemática en pozos ubicados aguas arriba y aguas abajo del relleno, de manera de poder determinar claramente cualquier variación de calidad química o bacteriológica de ésta. A lo menos uno de éstos debe estar inmediatamente aguas debajo de relleno con el fin de detectar lo más anticipadamente posible cualquier infiltración de lixiviado.

Factores importantes a considerar, entre otros, para dar inicio y determinar la frecuencia del muestreo son la profundidad y tamaño del acuífero, permeabilidad del terreno, precipitaciones en la zona, tamaño del relleno, etc.

Adicionalmente, se debe de considerar un pozo de monitoreo ubicado en el sitio del relleno, el cual estará ubicado a nivel de la base del relleno, pueden estar construido de asbesto-cemento o plástico, de un diámetro de aproximadamente 40 cm.

Un esquema es el siguiente:

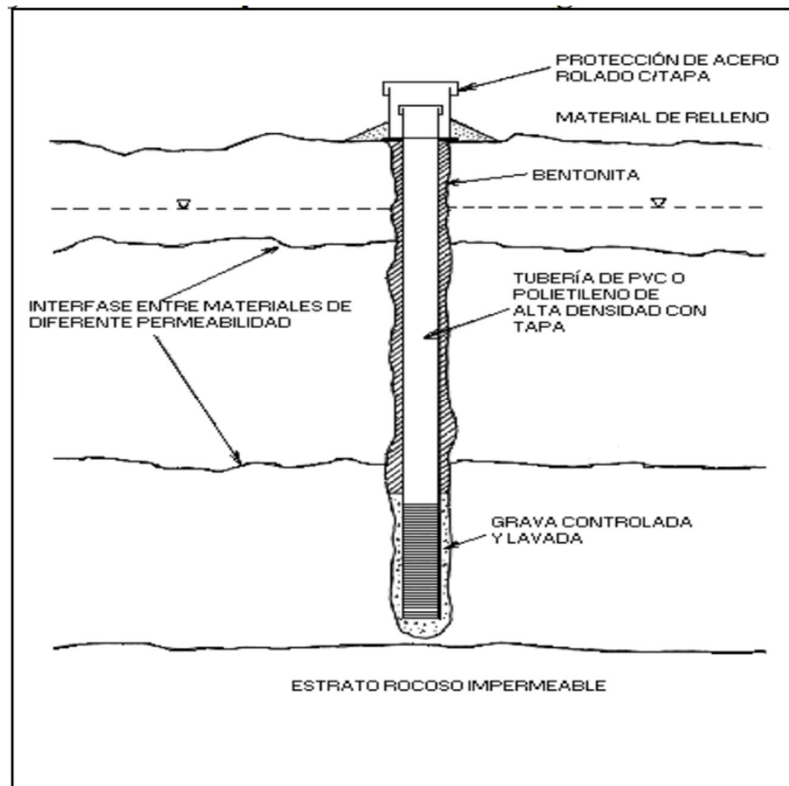


Figura 135| Pozo de monitoreo de aguas subterráneas. Fuente: file:///C:/Users/marti/Downloads/silo.tips_monitoreo-ambiental-10-1.pdf

El pozo de monitoreo de aguas arriba está ubicado al poniente de la entrada y áreas administrativas del relleno sanitario y el pozo de aguas abajo se localiza en el extremo sureste del predio. La construcción de los pozos se deberá realizar con un esquema similar al presentado.

Al inicio de operaciones se tendrán dos pozos para efectuar las actividades de monitoreo, mismos que servirán para toda la vida útil del relleno sanitario e inclusive para después de clausura. Para la realización de dichos monitoreos, se tendrá que hacer por medio de la contratación de un Laboratorio, mismo que realizará el muestreo y análisis correspondiente tomando en cuenta las normas vigentes para dichos análisis.

Los parámetros a controlar son:

1. Conductividad,
2. Color,
3. pH,
4. Cloruros,
5. Turbidez,

-
6. Demanda Química de Oxígeno (DQO),
 7. Nitrógeno amoniacal,
 8. Nitrógeno total,
 9. Sulfatos,
 10. Alcalinidad total (expresada como HCO_3 y CO_3),
 11. Dureza total (expresada como CaCO_3),
 12. Calcio,
 13. Magnesio,
 14. Sodio,
 15. Potasio,
 16. Fosfatos,
 17. Hierro total (soluble),
 18. Cobre,
 19. Cadmio,
 20. Zinc,
 21. Cromo total,
 22. Manganeseo,
 23. Níquel,
 24. Plomo,
 25. Arsénico,
 26. Cianuro,
 27. Mercurio

Los elementos básicos tendrán una frecuencia de evaluación **Semestral**, aguas abajo y aguas arriba, excepto pos clausura, que su frecuencia se vuelve **Anual**. Los componentes especiales como los metales y demás, son controlados **Anualmente**, independientemente de la etapa de operación, y **Mensualmente o Bimestralmente** se evaluarán los parámetros bacteriológicos.

Cada toma de muestra se registrará incluyendo los siguientes datos: fecha y hora, freaímetro muestreado, responsable de la toma de muestra, cantidad de muestras, tipo de envase utilizado, parámetros a determinar, laboratorio encargado del análisis, condiciones de envío, entre otros datos.

Tabla 51| Análisis a realizar a las aguas subterráneas. Elaboración propia

Item	Parámetro a analizar	Frecuencia	Técnica a emplear
1	<i>Color</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
2	<i>DQO</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
3	<i>pH</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
4	<i>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
5	<i>Nitrógeno total</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
6	<i>Nitrógeno amoniacal</i>	Anual	Análisis de laboratorio
7	<i>Cloruros</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
8	<i>Conductividad</i>	Anual	Análisis de laboratorio
9	<i>Fósforos y Fosfatos Totales</i>	Anual	Análisis de laboratorio
10	<i>Cromo total</i>	Anual	Análisis de laboratorio
11	<i>Calcio</i>	Anual	Análisis de laboratorio
12	<i>Magnesio</i>	Anual	Análisis de laboratorio
13	<i>Sodio</i>	Anual	Análisis de laboratorio
14	<i>Potasio</i>	Anual	Análisis de laboratorio
15	<i>Hierro soluble</i>	Anual	Análisis de laboratorio
16	<i>Plomo</i>	Anual	Análisis de laboratorio
17	<i>Cadmio</i>	Anual	Análisis de laboratorio
18	<i>Cobre</i>	Anual	Análisis de laboratorio
19	<i>Manganeso</i>	Anual	Análisis de laboratorio
20	<i>Arsénico</i>	Anual	Análisis de laboratorio
21	<i>Níquel</i>	Anual	Análisis de laboratorio
22	<i>Cianuro</i>	Anual	Análisis de laboratorio
23	<i>Mercurio</i>	Anual	Análisis de laboratorio
24	<i>Alcalinidad total</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
25	<i>Dureza total</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
26	<i>Zinc</i>	Anual	Análisis de laboratorio
27	<i>Turbidez</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
28	<i>Otros</i>	Mensual o Bimestralmente	Análisis de laboratorio

5.2.3.1.16.b) Monitoreo de lixiviados

El objetivo del monitoreo en instalaciones que poseen recirculación de lixiviados es proveer información para el control operacional y evaluar los sistemas y su efectividad global. También es importante recolectar los datos para que éstos sean comparables con otras instalaciones y sus objetivos de funcionamiento.

Por estas razones, los requerimientos de monitoreo deben estar estandarizados considerando que diferentes proyectos presentan distintos objetivos. Generalmente los mismos se organizan en parámetros físicos, control de lixiviados y de gases.

Para evaluar la calidad del lixiviado producido en el relleno y su afectación potencial a las aguas subterráneas, se deberá efectuar el monitoreo para ambos factores, por lo tanto los pozos y ubicación serán los mismos para aguas subterráneas y lixiviados. El monitoreo consiste en una serie de programas que incluyen las siguientes actividades:

-
1. Ubicación de pozos
 2. Diseño de pozos
 3. Selección de métodos y programas de muestreo
 4. Selección de parámetros a monitorear y técnicas de laboratorio.
 5. Toma de muestras
 6. **Análisis de laboratorio (físicos, químicos y bacteriológicos):** Para controlar la eficacia del tratamiento de las aguas lixiviadas, se realizarán **cada 6 meses análisis** de:
 - a. DBO₅,
 - b. DQO,
 - c. pH,
 - d. Sólidos suspendidos totales (SST),
 - e. Nitrógeno total (NT),
 - f. Nitrógeno amoniacal $\text{NH}_3^+ \text{H}^+$,
 - g. Nitrógeno de nitrato, $\text{NO}_3 - \text{N}$,
 - h. Conductividad,
 - i. Fósforos y fosfatos totales $\text{PO}_4\text{-P}$,
 - j. Cromo total,
 - k. Plomo,
 - l. Cadmio,
 - m. Hierro,
 - n. Cobre,
 - o. Aluminio,
 - p. Arsénico,
 - q. Bario,
 - r. Boro,
 - s. Cobalto,
 - t. Selenio,
 - u. Coliformes fecales (NMP),
 - v. Coliformes totales (NMP),
 - w. Aceites, grasas e hidrocarburos,
 - x. Zinc.
-

Las muestras serán tomadas por personal capacitado y enviadas a laboratorios habilitados para su correspondiente análisis.

La frecuencia de la toma de muestras podría adaptarse en función de la morfología de los residuos del vertedero (en túmulo, enterrado, etcétera). Los parámetros sobre que medirse y las sustancias que deban analizarse variarán conforme a la composición de los residuos depositados; deberán indicarse en el documento de autorización y reflejar las características del lixiviado de los residuos.

Si la evaluación de los datos indica que mayores intervalos son igualmente efectivos, los mismos podrán adaptarse. Para los lixiviados, siempre se deberá medir la conductividad como mínimo una vez al año.

7. Evaluación de resultados.

Es importante tener en el relleno sanitario los elementos necesarios para mantener un control total de los lixiviados, éstos pueden ir desde el almacenamiento en lagunas para luego recircularlos con equipos de bombeo, hasta sistemas de drenaje al interior del relleno, depósitos de almacenamiento y tratamiento químico y/o biológicos.

La probabilidad de ocurrencia de una infiltración de lixiviados es baja, debido a la impermeabilización del fondo de la trinchera, el sistema de captación de lixiviados, así como el adecuado manejo y disposición de los residuos que han sido considerados en las medidas de mitigación en los diseños de ingeniería, lo que minimiza la ocurrencia de este riesgo.

En el caso de ocurrencia de una infiltración ésta será detectada por medio de los análisis de calidad de aguas establecidos en el plan de monitoreo desarrollado para el proyecto. Con la información obtenida de los análisis de las aguas subterráneas se evaluará la magnitud de la infiltración, y con ello el tipo y nivel de solución requerido.

Las acciones y medidas a seguir en el caso de detectarse contaminación de aguas subterráneas, se detallan a continuación:

- A. Se verificará la calidad de la cobertura (establecer periodicidad), revisando si existen grietas o disminución del espesor del material de recubrimiento. Si se constata su deterioro, se procederá a su reparación;
- B. Se verificará permanentemente el buen estado de los drenes pluviales. Sin perjuicio de ello, se cumplirá con un programa de mantenimiento del sistema de interceptación de aguas lluvias;

-
- C. En el caso de detectarse contaminación para uno o más parámetros de rutina, en el punto de monitoreo se realizarán análisis de los parámetros de base en forma inmediata

Los lixiviados o condensado del biogás derivados de cada unidad del relleno sanitario pueden ser recirculados en las mismas instalaciones de las cuales proceden el lixiviado o condensado de gases. Los lixiviados o condensado de gases solamente pueden ser recirculados en las unidades de relleno sanitario que están diseñadas y construidas con un sistema de recolección de lixiviado y contengan un revestimiento compuesto.

Las aguas pluviales y otras aguas que se recolectan o fluyen desde el área de trabajo y/o áreas solamente con material de cobertura diaria o material de cobertura alternativa deben ser manejadas como agua contaminada (lixiviados).

La recirculación debe llevarse a cabo de una manera que impida la acumulación o estancamiento significativo de los lixiviados en un área determinada. *El agua contaminada y el agua subterránea no deben ser recirculadas.*

No es necesario caracterizar los lixiviados y condensado de gases para la recirculación en un relleno sanitario. **El relleno sanitario no debe descargar el agua contaminada sin la autorización expresa por escrito del Ministerio o Entidad Reguladora de Ambiente correspondiente.**

Los indicadores seleccionados son los descritos en ley provincial N°6260 de Prevención de la Contaminación Industrial y la incorporación de otros básicos para determinar la eficiencia del tratamiento:

Tabla 52| Análisis a realizar a las aguas lixiviadas. Elaboración propia

Item	Parámetro a analizar	Frecuencia	Técnica a emplear
1	<i>DBO5</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
2	<i>DQO</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
3	<i>pH</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
4	<i>Sólidos Suspendidos Totales (SST)</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
5	<i>Nitrógeno total</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
6	<i>Nitrógeno amoniacal</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
7	<i>Nitrógeno de nitrato</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
8	<i>Conductividad</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
9	<i>Fósforos y Fosfatos Totales</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
10	<i>Cromo total</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
11	<i>Hierro soluble</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
12	<i>Plomo</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
13	<i>Cadmio</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
14	<i>Cobre</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
15	<i>Aluminio</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
16	<i>Arsénico</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
17	<i>Bario</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
18	<i>Boro</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
19	<i>Cobalto</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
20	<i>Selenio</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
21	<i>Coliformes Fecales</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
22	<i>Coliformes Totales</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
23	<i>Zinc</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
24	<i>Aceites, grasas e hidrocarburos</i>	Semestral	Análisis de laboratorio
25	<i>Volumen de lixiviados</i>	Mensual o por inspección de la recirculación	In situ
26	<i>Cantidad de líquido recirculado</i>	Por tarea	In situ
27	<i>Otros</i>	Semestral	Análisis de laboratorio

5.2.3.1.16.c) Monitoreo de biogás

Las principales razones para el control de biogás son:

- La alta contaminación atmosférica que provoca y su importante contribución al efecto invernadero
- La posible existencia de unidades habitacionales en las áreas circundantes al relleno,
- Al alto contenido de materia orgánica contenidos en los RSU, lo que aumenta su producción,
- La posible planeación de uso futuro del sitio, que considere el acceso al público (parques, jardines),

- La prevención de emisiones que pongan en peligro la salud de la población por sus características fisicoquímicas,
- El control de la producción de olores desagradables para la población circundante,
- Evitar que la presión del biogás sea tal que ocasione una fuerte migración lateral y /o afecte a la vegetación que rodea al sitio.

Regularmente, se deberá conducir un monitoreo para observar si hay presencia de biogás, cuyo principal componente es el gas metano. En particular, se deberán monitorear los límites del relleno sanitario para identificar si existe la posibilidad de migración extra-situ o si existen concentraciones de metano en el perímetro, que exceda el *nivel inferior de explosión* (LEL por sus siglas en inglés).

Adicionalmente, se deberán verificar las estructuras que se encuentran en el relleno sanitario para confirmar si las concentraciones de metano no exceden el 25 por ciento del LEL.

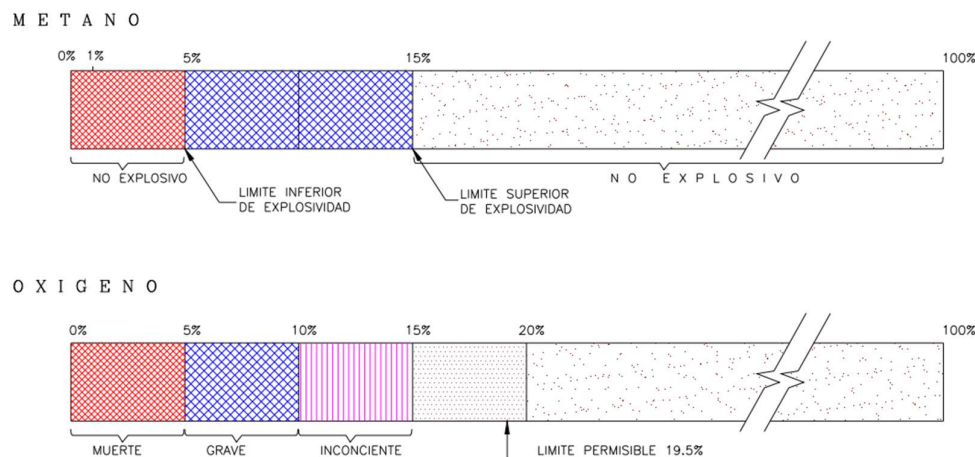


Gráfico 18| Concentraciones normales y nocivas de gases. Fuente: file:///C:/Users/marta/Downloads/silo.tips_monitoreo-ambiental-10-1.pdf

Anualmente, se hará un monitoreo de concentraciones de biogás dentro de todas las estructuras cerradas del relleno, así como en los alrededores del perímetro de la porción del relleno. Todos los reportes requeridos y otros envíos deberán ser incluidos dentro de los registros operativos de las instalaciones. Se deberán usar sondas permanentes para monitorear el perímetro. Como suplemento, se pueden usar las sondas de agujero de varilla.

Otros puntos importantes relacionados con la presencia del biogás en un relleno son los siguientes: el dióxido de carbono en solución con el agua subterránea puede producir condiciones ácidas que inciden en la movilidad de los metales en el agua subterránea, cuando

se combinan el dióxido de carbono del biogás con los lixiviados, al acumularse el gas en la parte inferior del relleno, dándole características ácidas a los líquidos propiciando la formación de ácido carbónico, que es muy corrosivo. Puede también generar “combustiones sordas”, ocasionando asentamientos que pueden provocar accidentes.

En el caso de detectar que los niveles de metano exceden los límites inferiores permisibles dentro de las estructuras o en los límites de la propiedad, se deberán implementar algunos pasos para asegurar que se proteja la salud humana.

En los registros operativos del relleno sanitario deberá aparecer la documentación de las mediciones de gas, así como de los pasos que se tomaron para proteger las vidas humanas. Se implementará un plan de remediación por cualquier vertido de gas metano como lo describe el plan de manejo de biogás, que deberá ser elaborado y actualizado por el gerente del relleno sanitario.

La tabla siguiente resume las características a evaluar, las cuáles se destacan los primeros dos puntos:

Tabla 53| Monitoreo de características de biogás. Elaboración propia

Item	Parámetro a inspeccionar	Elementos de control	Frecuencia
1	<i>Contenido de biogás</i>	Componentes como Xileno, Benceno, Tricloroetileno, Etilbenceno, Tolueno, Mercaptanos, Sulfuro de Hidrógeno	Anualmente
2	<i>Contenido de biogás</i>	Metano y dióxido de carbono	Mensualmente o Bimestralmente
3	<i>Temperatura</i>	-	Anualmente
4	<i>Presión de gas</i>	-	Anualmente
5	<i>Toxicidad</i>	-	Anualmente
6	<i>Nivel de explosividad</i>	-	Anualmente

5.2.3.1.16.d) Monitoreo de asentamientos

Dentro de los primeros parámetros a vigilar, se encuentran los *asentamientos y la estética y paisajismo del lugar*.

En vista de la heterogeneidad de los residuos, se pueden producir diferentes magnitudes de asentamientos en distintas áreas del relleno, generando desniveles o hundimientos en los que se puede acumular agua que luego podría entrar al relleno y sumar volumen al líquido lixiviado. Se debe controlar y corregir la producción de estos asentamientos diferenciales.

Asimismo, se pueden producir horadaciones por efecto de la erosión hídrica que deteriorarían la cobertura y por lo tanto deben ser rápidamente corregidas. De la misma manera, en caso de producirse pérdidas de líquido lixiviado deben ser rápidamente corregidas y no permitir que el líquido salga fuera de los límites del módulo. Sobre el módulo también se debe controlar y corregir la cobertura vegetal, cortando el pasto regularmente y resembrando cuando sea necesario, a fin de mantener la estética del relleno y evitar la erosión hídrica. También continúa la extracción y tratamiento de gases y líquidos lixiviados.

La capacidad de retención y transmisión de líquidos por el residuo disminuye con su grado de compactación. Por eso en los biorellenos no es conveniente compactar en exceso los residuos. De todas maneras, la degradación conlleva una pérdida de masa que, unida a la “lubricación” de las partículas con el líquido recirculado, provoca una compactación acelerada. Esto se traduce en un asentamiento significativo de la superficie en los primeros 2 a 4 años y en consecuencia, en un aumento de la capacidad inicial de vertido.

La ventaja en estos casos es el adelanto en el tiempo de estos efectos. Acelerar la degradación favorece el asentamiento durante la operación del biorrelleno, y por tanto, permite aprovechar el espacio que queda libre. El asentamiento global depende de la compactación inicial y el alcance de la degradación.

Pueden esperarse asentamientos entre el 20 y el 40 % de la altura del biorrelleno, según las condiciones de explotación, lo que implica grandes ahorros de espacio, pero también riesgo de afectar las instalaciones del vertedero: caminos, conducciones de biogás y lixiviados, y coberturas. Debe de saberse que el funcionamiento como biorrelleno depende **sí y sólo sí el proceso de compostaje de Residuos Orgánicos no se lleva a cabo ya sea por condicionantes ajenas a la técnica del proyecto o por los usos y costumbres de la localidad de Herrera.**

Debido a que se usa un relleno en depresión, no es preciso, pero sí importante vigilar los asentamientos que pueden producirse por las presiones en los bordes. Los parámetros a observar y su periodicidad se muestran en la tabla siguiente, respecto de los asentamientos y otros parámetros a vigilar:

Tabla 54| Monitoreo de características de asentamientos y movimientos de tierras. Elaboración propia

Item	Parámetro a inspeccionar	Frecuencia de inspección	Problemas que ocasiona	Acciones de remedio
1	<i>Asentamientos diferenciales</i>	Antes y después de la temporada de lluvias (por ocurrencia)	Acumulación de aguas y filtración de agua en capas de residuos	Reposición del material de cubierta
2	<i>Grietas</i>	Dos veces al año y principalmente antes de la temporada de lluvias (por ocurrencia)	Filtración de aguas de lluvia e ingreso de insectos y vectores	Reposición y compactación del material de cubierta
3	<i>Erosión de celdas</i>	Después de la temporada de lluvias	Exposición de los residuos al ambiente	Escarificar la zona de relleno y reponer la cubierta hasta la altura deseada
4	<i>Cubierta vegetal</i>	Cuatro veces al año (sin periodicidad)	Erosión del material de cubierta	Reposición del material de cubierta
5	<i>Pendientes de la cubierta</i>	Dos veces al año y principalmente antes de la temporada de lluvias (por ocurrencia)	Estancamiento de aguas de lluvia	Reposición del material de cubierta

5.2.3.1.16.e) *Monitoreo de incendios y otros parámetros*

Uno de los aspectos importantes a controlar es la *calidad del aire y la presencia de elementos particulados tóxicos*

El relleno sanitario podría estar sujeto a las normas reguladoras del Ministerio o entidad de Ambiente aplicables al control de quema y contaminación del aire.

Las operaciones de los desechos sólidos municipales en el relleno sanitario tienen el potencial de producir emisiones olorosas. El manejo de los olores en un relleno sanitario es una combinación de la identificación de la fuente de los olores y de los métodos que se usan para minimizar o eliminarlos. Un plan de manejo de olores abordará el tema de la identificación de la fuente potencial de los mismos e incluirá métodos para minimizarlos o sus fuentes, así como los procedimientos a seguir.

Los indicadores seleccionados para medir la calidad del aire son:

- Partículas en suspensión.
- Polvo sedimentable.

Los parámetros para dichos ítems se encuentran reglamentados en la ley provincial N° 6260 de Prevención de la Contaminación Industrial.

Deben de controlarse también el riesgo de *incendios*. Los riesgos de incendio se tienen tanto en tiraderos a cielo abierto como en los rellenos sanitarios. Los incendios pueden ser clasificados en superficiales y subterráneos. Los incendios superficiales ocurren en los residuos que se encuentran en profundidades menores a los cinco metros, mientras que los subterráneos ocurren por debajo.

Entre las causas que pueden generar un incendio superficial se tienen la disposición de residuos inflamables (plásticos, neumáticos, papel), sustancias reactivas, la emisión de biogás, el calentamiento del sol y la persistencia de altas temperaturas debido a la biodegradación aeróbica.

En un Relleno Sanitario con buen manejo la presencia de fuego abierto es muy poco probable. Si el fuego se inicia, este debe de ser extinguido lo más pronto posible para prevenir una extensión del fuego en todo el cuerpo del relleno sanitario. La técnica más común, en zonas donde se practica la minimización de lixiviado, es excavar una trinchera alrededor del área en fuego, con el fin de aislarla del resto del relleno sanitario.

Luego los residuos con fuego son cubiertos con arena o tierra. Solo en circunstancias excepcionales se debe de usar agua. Las fuentes apropiadas de agua deben de ser ríos cercanos, lagos, agua de lluvia retenida, o también puede ser usado los lixiviados retenidos. En circunstancias extremas se debe de recurrir a los bomberos de la ciudad.

Una técnica alternativa para extinguir fuegos someros, es cavar un agujero para exponer los residuos en llamas, para ser expuestos al viento, y lograr una combustión más rápida o para que sea cubierta con arena.

5.2.3.1.16.f) Monitoreo de vectores y plagas

Recientemente, el control de insectos y roedores en los rellenos sanitarios es considerado de importancia en el manejo y operación, las sugerencias son las siguientes:

Las plagas pueden ser grandes incomodidades y causa de problemas de salud para los operadores de los rellenos sanitarios. Las moscas y los mosquitos son dos tipos de insectos de principal preocupación por la transmisión de enfermedades.

El control de estos incluye la compactación y la cobertura de los desechos, donde el agua de lluvia tiende a acumularse para cubrir esas depresiones para eliminar los lugares de reproducción de mosquitos.

Las ratas y otros roedores transfieren enfermedades como la rabia, fiebre de mordedura de rata, leptospirosis, tífus y la plaga bubónica. Una cobertura diaria, apropiada compactación, y una cubierta de zonas de depresión y posible almacenamiento de agua, se eliminan tres necesidades que los roedores necesitan para sobrevivir.

Si una infestación de roedores es persistente, el uso de venenos es efectiva en la eliminación de la población de roedores. Si el envenenamiento o la captura de los roedores

es requerida el operador debería de colocar señales que informen a los trabajadores del relleno sanitario, los visitantes y a los recolectores de residuos sólidos.

Se recomienda para el control de roedores y de insectos una frecuencia quincenal (dos veces por mes), y para el caso de los insectos se recomienda intensificar la acción durante el verano con una frecuencia semanal (durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo). Se debe realizar el control en todo el predio (sectores de operación y áreas clausuradas).

Se deberá documentar y llevar un registro detallado de las actividades asociadas al control de vectores con el respaldo de documentación entregada por la empresa habilitada que realice el servicio.

Los trabajos de desinfección, desinsectación y desratización se llevarán a cabo a través de las siguientes técnicas de aplicación o cualquiera otra metodología aprobada elaborándose previamente un programa de control.

- Desinsectación
 - Termo nebulización terrestre.
 - Pulverización terrestre.
- Desratización
 - Sembrado de cebos rodenticidas.
 - Eliminación de ectoparásitos

Los productos que se empleen, contarán con una hoja de seguridad, indicando lo siguiente:

1. Composición del producto y su principio activo.
2. N° de inscripción y aprobación en el organismo oficial contralor.
3. Medidas de 1° auxilios.
4. Medidas preventivas de aplicación.
5. Direcciones y teléfonos de centros asistenciales de 1° auxilios.

5.2.3.1.16.g) Monitoreo de tareas y operacional

Si bien este apartado se describe en el punto 5.2.4.1 a lo largo de sus distintos ítems, para lograr cumplir con todas las labores en el relleno sanitario, se deben organizar y supervisar estrictamente todas las actividades al interior de este, desarrollando un programa de control y ordenamiento como el que se plantea a continuación:

- Registro del ingreso de los vehículos.
- Control del flujo de los vehículos desde la portería.

- La orientación del tráfico y las zonas de descarga.
- Supervisar la descarga en el frente de trabajo.
- Supervisar la conformación de las celdas.
- El buen mantenimiento de las herramientas y dotación de implementos de protección de los trabajadores.
- Mantener una vigilancia para impedir el ingreso de animales y personas extrañas y evitar la excavación de los residuos sólidos en las celdas ya conformadas.

La restauración del sitio se llevará a cabo después de la suspensión definitiva del confinamiento de residuos sólidos, debido al agotamiento de su vida útil y contempla actividades encaminadas a la supervisión de las condiciones propias de clausura del relleno sanitario, las cuales se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 55|Monitoreo de parámetros operacionales pos-clausura. Elaboración propia

Item	Punto de inspección	Frecuencia de monitoreo	Problemática a tratar
1	<i>Cubierta final</i>	Antes y después de la temporada de lluvias	Erosión que expone el recubrimiento de residuos y asentamientos
2	<i>Vegetación del predio</i>	Cuatro veces al año	Plantas muertas y erosión del terreno
3	<i>Pendientes y taludes</i>	Dos veces al año	Estancamiento de aguas
4	<i>Drenaje superficial</i>	Cuatro veces al año	Encharcamientos y filtración de aguas en las celdas
5	<i>Pozos de biogás</i>	Continua	Malos olores y peligros de toxicidad y explosividad
6	<i>Pozos de lixiviados</i>	Continua	Contaminación del agua subterránea
7	<i>Pozos de aguas subterráneas</i>	Continua	Contaminación del agua subterránea

5.2.3.1.17 Plan de Cierre y alternativas económicas sustentables

Una vez finalizada la recepción de residuos se ejecutarán todas las tareas inherentes a la clausura de la obra. Estas tareas comenzarán con la compactación y adecuada distribución de los residuos que se han terminado de recepcionar en la última celda que estuviera en operación, dándole posteriormente la cobertura con suelo de acuerdo con la metodología establecida.

Simultáneamente, comenzará una minuciosa limpieza de toda la obra, siendo retirados en forma mecánica y/o manual todo resto de residuo, papel, trapo, etc., que hubiera quedado

desparramado o aflorado bajo la cobertura superior; en este último caso se reforzará la misma a fin de lograr su completitud y continuidad.

La limpieza abarca la zona rellena, zonas aledañas al ingreso-egreso y zona de obrador. La totalidad de las oficinas y básculas deben ser limpiadas prolijamente y reconstruida la parquización que pudiera ser afectada, incluyendo la del área rellena en este caso.

Un tratamiento idéntico recibirá la zona de mantenimiento de equipos y área de acopios, realizándose durante este período el retiro de todos los elementos, equipos, etc., que no fueran necesarios.

Otro aspecto a tener en cuenta es el desmalezamiento de toda la zona y el resembrado posterior a la limpieza y corrección de asentamientos y erosiones de aquellas zonas del predio, en que sea necesario.

Las instalaciones existentes y las construidas durante la obra que se incorporarán al posterior uso del área como ser: Oficinas Administrativas y Pesaje, operador y Vigilancia, cercos, instalaciones de iluminación, portón de ingreso y egreso, etc., serán reparadas si fuera necesario y posteriormente pintadas.

Por último, se construirá una cuneta de coronación definitiva para cada una de las cavas correspondientes, además de la colocación de señalización que indique que el relleno actualmente **NO** está operando como tal, y los controles de biogás y lixiviados se mantendrán por un número de años igual al planeado pos clausura.

Una vez clausuradas las celdas de un relleno sanitario se debe saber cuál será la situación final de este relleno. Es decir, cuál será el uso que se le pueda dar al término de su vida útil.

Se entiende por cierre a la operación que da por finalizada la utilización del relleno. Se debe clausurar y realizar trabajos de desmantelamiento de instalaciones y colocación de cobertura superficial, preferentemente de tierra. **Esta etapa debe ir acompañada de otra importante de monitoreo.**

Una vez que finalmente cierren las operaciones en el interior del sitio del relleno, y haya ocurrido su clausura por cese de actividades, se debe disponer un nuevo plan para el sitio mismo, destinado a lograr la recuperación ambiental del predio, la incorporación del mismo al interior del plano urbano, o la remediación a sus condiciones originales, libres de contaminantes.

Para los proyectos de relleno sanitario, el proponente debe presentar un Plan de Clausura y Postclausura, para la fase de desactivación o fin de vida útil.

El diseño del cierre deberá incluir el aprovechamiento que se le dará al sitio una vez concluida su vida útil, el cual estará acorde con el uso del suelo permitido prohibiendo instalar edificaciones en general.

Las emisiones del relleno sanitario siguen produciéndose hasta 15 años después de su cierre, dependiendo de la cantidad de material orgánico relleno, de la compactación y de las condiciones climáticas. Generalmente, se puede decir que se terminan las emisiones más rápidamente en este tipo de rellenos pequeños por el método y tratamiento de sus residuos.

Durante el cierre, deben de seguirse haciendo controles, a saber:

- I. El estado de las plantas es un buen indicador si hay fugas de gas. Como el metano tiene un impacto asfíxiante sobre muchas plantas, tanto en la atmósfera como en el suelo, un sitio con considerable menor densidad de vegetación indica una fuga de gas.
- II. Posterior al cierre del relleno se debe realizar un mantenimiento de las vías principales, de forma de poder acceder al recinto y verificar que no existan agrietamientos; así mismo poder acceder a la infraestructura que funcionara durante los años de vida útil posterior al cierre, canales pluviales, drenajes de captación y conducción de lixiviados, planta de tratamientos de lixiviados, chimeneas en las plataformas de residuos sólidos. Este mantenimiento se deberá realizar mínimamente 1 vez al año, en preferencia antes de las épocas de lluvia para mitigar cualquier contingencia en el Relleno Sanitario ya cerrado.
- III. También se debe elaborar un programa de mantenimiento de la cubierta final, para reparar hundimientos provocados por la degradación de los residuos, así como los daños por erosión de escurrimientos pluviales y eólicos.
- IV. Se deben controlar los gases y los lixiviados, al igual que las aguas subterráneas, con frecuencia menor a la estipulada, pero manteniéndose siempre bajo ciertos lineamientos

En este periodo, existe también el peligro de asentamientos, derrumbes y explosiones causadas por el gas metano. Por esta razón, el área de relleno no se debe utilizar para urbanizaciones o para agricultura durante este periodo.

El uso como terreno recreacional constituye una de las posibilidades más extendidas a nivel global, debido a que su costo no es alto y, al igual que en el uso agrícola, no se requiere mayores cambios en la topografía del terreno. El uso recreacional se refiere a parques, losas o áreas deportivas, etc. La recuperación ambiental se da por la siembra de árboles y áreas verdes.

El mejor uso para el terreno de un relleno cerrado es:

1. Área de protección natural (bosque protector, vivero, o área verde sin interferencia humana)
2. Uso del terreno para otras actividades de manejo de los desechos sólidos, que no implican la construcción de grandes edificios o máquinas pesadas, como por ejemplo la lombricultura
3. Parque, área de deportes (con prohibición de fumar o de hacer parrilladas)

De las 3 alternativas, se optará por la producción frutihortícola de especies cultivables en las zonas de caminos entre las cavas del predio, donde:

01. Al ser estos caminos de tierra, de entre 3 y 4 metros de ancho, por debajo de ellos no se encuentran residuos o elementos peligrosos que puedan contaminar las plantas, por lo que se pueden cultivar especies de horticultura y frutas para su posterior comercialización.
02. La explotación de esas áreas libres, que primero deben escarificarse para remover el humus de la tierra, permitirá el aprovechamiento de las fracciones de compost, además de aumentar la oferta de frutas y verduras para abastecer a las despensas y negocios de la ciudad.
03. Se considera que la alternativa de explotación puede darles un trabajo nuevo a los productores locales, o bien, a los trabajadores de la planta, y contribuye al alimento de las familias.
04. Las prácticas pueden llevarse a cabo normalmente sin restricciones ya que se estaría trabajando sobre suelos limpios, generando una economía completa a la vez que se controlará y supervisará ambientalmente el predio, evitando el abandono total de las instalaciones.

5.2.4 Memoria Técnica y operativa del relleno de RSU

El relleno sanitario manual, aunque es una pequeña obra, no deja de ser un proyecto de ingeniería, en el que gran parte de los problemas potenciales se previenen por medio de una buena planeación desde las etapas iniciales, ya que de esta manera resulta más sencillo y económico que si se efectúan correcciones en el transcurso o al final de las operaciones.

La planeación inicial desarrollará las bases para las diferentes actividades a cumplir, tales como: selección del sitio; diseño; construcción; operación y mantenimiento; y teniendo en

cuenta que se debe contar con la información básica sobre la población a servir, la procedencia, calidad y cantidad de desechos sólidos a disponer, los posibles sitios disponibles, el uso futuro del terreno una vez terminado el relleno, los recursos para su financiación y la asesoría de un profesional competente, sobre todo en las etapas iniciales del proyecto.

Se deberá incluir un programa de información pública que explique cuáles son los pro y los contra de la implantación del relleno. El apoyo del público es una de las metas que debe procurar cualquier administración local que esté interesada en construir esta obra de saneamiento básico puesto que, sin este apoyo, es muy probable que la misma no pueda llevarse a la práctica. Además, toda comunidad debe tener presente que un relleno sanitario manual, como cualquier obra, requiere de recursos para su financiación, tanto como para los estudios y diseños, como para su construcción, operación y mantenimiento.

5.2.4.1 Operación del relleno sanitario

En este último ítem, se hablará sólo de las tareas realizadas en el predio del vertedero controlado para así tener un esquema operativo ordenado de ejecución, teniendo en cuenta todas las tareas necesarias preparatorias y ejecutivas para elaborar desde el sistema de drenaje y evacuación de líquidos hasta cómo se debe hacer la capa de cierre de cada trinchera por año de operación.

5.2.4.1.1 Preparación, limpieza y tratamiento del predio

La preparación del terreno tiene como objetivo permitir la construcción de la infraestructura básica del relleno para recibir y disponer los RSM en una forma ordenada y con el menor impacto posible, así como facilitar las obras complementarias y las relativas al paisaje.

Los siguientes trabajos son de vital importancia para la preparación del terreno; se trata de obras sencillas y de bajo costo que pueden ser ejecutadas con rapidez por los trabajadores del municipio, cumpliendo con los requisitos sanitarios.

Para la **limpieza y desmonte**, en el terreno se debe preparar un área que sirva de base o suelo de soporte a los terraplenes que conformarán el relleno; algunas veces será necesaria la tala de árboles y arbustos para que no sean un obstáculo durante la operación. Esta limpieza se hará por etapas y de acuerdo con el avance de la obra. De este modo, se evitará la erosión del terreno

El trabajo continúa con la remoción de las primeras capas de suelo, dependiendo de la cantidad de material de cobertura disponible. A veces es ventajoso dejar el terreno intacto, con el fin de usar su capacidad de absorción y filtración para remover contaminantes del lixiviado.

Se recomienda que la superficie de la base de las plataformas de residuos tenga una pendiente negativa de 2 o 3% con respecto a los taludes del fondo y laterales, con el objetivo de garantizar el escurrimiento rápido de los líquidos percolados y su almacenamiento en las zanjas de drenaje. Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, se recomienda que el movimiento de tierra se haga por etapas, dependiendo de la vida útil del sitio; así la lluvia no erosiona el terreno ni se perderá la tierra, que podría emplearse como cobertura, por ello se proyecta que la apertura de las trincheras sea por cuatrimestre, de forma tal de lograr esa preservación de suelo necesario y de la tierra negra utilizada. Hay que conservar y almacenar la cubierta vegetal de las áreas iniciales, ya que servirá para la siembra de pasto a medida que se vayan terminando algunas áreas del relleno.

En la nivelación del suelo de soporte o base de los terraplenes y en la apertura de las trincheras o zanjas se debe emplear equipo pesado (tractor de orugas y/o retroexcavadora), puesto que la excavación manual es demasiado ineficiente. El mismo equipo servirá para la construcción y reforma del camino de acceso y las vías internas o la extracción y el almacenamiento de material de cobertura.

Por lo general, el movimiento de tierras no durará más de una semana, puesto que la preparación del terreno para un relleno sanitario manual se concibe por etapas.

5.2.4.1.2 Tareas de remediación de residuos en el predio de estudio

Precedentemente de cualquier acción correctiva en el basural a cielo abierto se recomienda realizar una serie de acciones preliminares tales como:

1. Informar a la comunidad por diferentes medios de comunicación masiva el objetivo de las obras, su iniciación, el final de las mismas y la participación que pueden tener los beneficiarios de este nuevo plan de acción. Se recomienda la colocación de un cartel o valla publicitaria ya que es indispensable a fin de que sea identificado el lugar por la comunidad, así como señales relacionadas con la temática ambiental (a pesar de ser ubicado en el mismo predio del relleno sanitario).
2. Cercado perimetral con su correspondiente puerta de acceso. Es necesario construir un cerramiento del sitio que establezca los límites y controles para la

entrada de personas ajenas, de vehículos y de animales que pueden entorpecer los trabajos que se realizan. El cercado puede ser construido con un cierre perimetral con alambrados de 7 hilos y con cierre tipo olímpico, el cual conviene que se mantenga hasta que la mineralización de los residuos, producto de la descomposición bacteriana, sea realizada completamente (aproximadamente 20 años).

Los volúmenes estimados de residuos dispuestos en el basural, como ya se ha dicho, se calculó de acuerdo a la superficie y la altura promedio de las pilas de residuos, también se tuvo en cuenta, el tiempo que se lleva disponiendo residuos en cada sitio.

Teniendo en cuenta, que se trata de un basural que lleva más de 30 años en operación, y que ya se han realizado tareas de soterramiento, se encuentra la imposibilidad de realizar una propuesta de traslado y disposición en otro lugar que no sea el predio a construir.

Por este motivo, se optó por la opción de, primero, clausurar los predios y llevar a cabo procedimientos de ingeniería para su remediación, en un todo de acuerdo con las normas vigentes actualmente.

Se plantea como la mejor solución, una distribución homogénea y compactación de los residuos dispuestos en el sitio y la colocación de una cobertura de suelo de un espesor de 0,40 m para la cobertura final. Una vez realizada la cobertura, se realizará un plan de parqueización para favorecer las tareas de cierre. La vegetación a utilizar en el plan de parqueización, deberá ser autóctona, con el fin de facilitar la adaptabilidad de las especies a las condiciones climáticas y ambientales de la zona.

Las instalaciones complementarias a construir en conjunto con la remediación consistirán en:

1. **Construcción de cerco perimetral y cabina de vigilancia en la entrada de cada predio remediado (incluido con la planta actual y dentro del predio actual):** se deberá construir un cerco perimetral en el sitio remediado, para impedir el ingreso de personas y animales. Asimismo, esta es una medida preventiva para desalentar la disposición clandestina de residuos en el terreno. A su vez, a una distancia prudencial, y antes de la aparición de las trincheras, se debe colocar un cartel a una cierta distancia por ley de la línea ferroviaria que impida arrojar residuos a ese lugar
2. **Construcción de pozos de monitoreo de aguas subterráneas:** al igual que con los nuevos módulos a emplazar en el terreno, se construirán pozos de monitoreo

de aguas subterráneas, en el contorno de las instalaciones, para poder realizar una medición periódica de la posible contaminación de los acuíferos. Los pozos deberán construirse aguas abajo y aguas arriba del sitio contaminado, según el sentido del flujo de las aguas subterráneas.

Una vez determinados los puntos en el terreno donde deberán realizarse los pozos, se deberá realizar en éste tantos pozos de monitoreo como acuíferos existentes en el lugar que sean susceptibles a la contaminación. El nivel freático también debe ser monitoreado, puesto que es considerado como primera alerta a la contaminación de aguas subterráneas. Se tomará además una muestra de suelo compensada por cada metro de perforación de los pozos de monitoreo. El esquema de los pozos a construir será el siguiente:

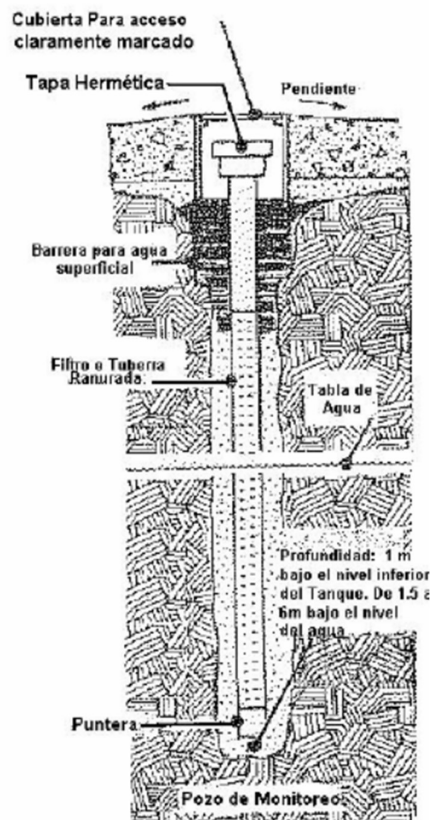


Figura 136| Pozo de monitoreo de aguas modelo.

3. **Construcción de canales perimetrales de guardia:** la cobertura efectuada sobre la capa de residuos dispuestos deberá ser construida con pendiente hacia el perímetro del predio, en estos lugares se construirán canales de guardia que permitan la rápida restitución de las aguas provenientes de las precipitaciones

pluviales hacia sus cauces naturales, rodeando en este caso la batea de cierre de los residuos del basural a cielo abierto. Además, el tipo de diseño de la cobertura impide el encharcamiento del área, que produciría la infiltración de estas aguas hacia el seno de los residuos. Asimismo, deberán efectuarse tareas de mantenimiento que compensen los posibles asentamientos diferenciales, que se puedan producir debido a la descomposición de los residuos dispuestos, depositando más suelo de ser necesario de manera de mantener la pendiente hacia el lateral, suponiendo que tenga la forma igual a la de las cunetas de los laterales del camino, y que descargue abiertamente hacia los pluviales de la línea ferroviaria por ser el punto más bajo.

4. **Parquización:** La finalidad de efectuar una parquización del predio, es poder propiciar el uso futuro de éste como lugar de esparcimiento y recreación para la comunidad, o simplemente recomponer el paisaje natural. Se aplicaría principalmente sobre el pozo de cierre, y a partir de allí, como plan de cierre para el resto del predio.
5. **Pozos de venteo de gases:** en caso de ser necesario, se estudiará la posibilidad de construir pozos para la captación, extracción y venteo de los gases del relleno, para de esta forma evitar el daño de la cobertura final, y minimizar el riesgo de explosiones. Este procedimiento se realizará mediante el sistema de perforación in situ, continuando con una metodología similar a la de venteo de gases en el resto de las trincheras.

5.2.4.1.3 Apertura de trincheras y colocación de la capa base

Continuando con los movimientos de suelos, los taludes del terreno se dejan de tal manera que no causen erosión y puedan darle buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser desde verticales hasta del tipo 3:1 (horizontal: vertical), dependiendo del tipo de suelo o las comodidades de operación.

La superficie de las terrazas o terraplenes deberán tener una pendiente del 2% con respecto a los taludes interiores, a fin de conducir las aguas de lixiviado a las zanjas de drenaje y evitar encharcamientos cuando se usen como vías temporales de acceso; lo anterior contribuye también a brindar estabilidad a la obra.

La capa base desarrollada fue calculada y ampliada en su descripción en el apartado 5.2.3.1.12, dónde se habló sobre la materialidad de los recursos necesarios para colocar los drenes de lixiviados, pero se vuelven a enumerar en esta etapa:

1. Primero, se realiza la excavación y construcción de taludes de baja profundidad, hasta nivel necesario de profundización de soterramiento de residuos (3 metros debajo del nivel del terreno natural pre-cierre).
2. Seguido, se le da una pendiente al fondo de relleno de suelo, hasta lograr que se acumule en teoría líquidos en una esquina, cuya pendiente sea del 1% o superior, para canalizar la conducción de lixiviados que lleguen al fondo desde los laterales y desde los niveles superiores
3. Se traza en el terreno la línea por donde se ubicará el drenaje, en este caso, es un caño único de recolección de líquidos con pendiente del 1% que permite el escurrido de líquidos al caño colector, que recibe los mismos con esa pendiente desde los laterales
4. Luego de ello se elaboran los surcos necesarios para la colocación de los drenes, de sección transversal cuadrada de 60 cm de lado
5. El suelo soporte debido a las características geotécnicas del mismo, será nivelado y se compactarán el fondo y paredes de la trinchera, dejándolo listo para recibir su impermeabilización. El proceso de compactación es el siguiente: Sobre el terreno emparejado se colocarán 0,60 m de material arcilloso, homogéneo, sin contenido orgánico, con no menos de 40% de su peso seco que pase la malla A.S.T.M. N° 200. Este material se colocará en capas de 0,20 o 0,30 m, con una humedad algo mayor que la óptima determinada por el ensayo Proctor Modificado compactando cada capa con rodillo, pata de cabra o similar hasta obtener una densidad seca no inferior al 90% de la densidad seca máxima establecida por el ensayo citado. El coeficiente de permeabilidad en el laboratorio para el material arcilloso no será superior a $K = 10^{-6}$ cm/seg. Si bien el suelo soporte es de esas características, la compactación y nivelado darán más firmeza y estabilidad al relleno.
6. Por último, toda la trinchera se procede a revestir con geomembrana de polietileno de 200 micrones o superior, que evita que el líquido pase al terreno. La geomembrana se soldará por termosellado de doble costura.

7. Por encima del sistema de lixiviados, la calidad de la instalación de la geomembrana se puede ver afectada por el posterior uso y tráfico de maquinaria pesada en las tareas de operación. Es por eso que, para evitar este tipo de deterioro, se instala un geotextil generalmente de tipo NT, que servirá para minimizar el riesgo de punzonamiento sobre la geomembrana, con características suficientes para resistir cargas puntuales no punzocortantes generadas por partículas angulares sobrepuestas de material térreo/granular o de residuos
8. Las geomembranas y geotextiles son empotradas en sus extremos al terreno de fundación en la parte superior de las trincheras mediante dados de anclaje (50 x 50 cm aprox.); rellenos con material propio de la zona, retirado del borde un metro cuando menos.
9. La apertura total de la trinchera se realiza en el último cuatrimestre del año, así que el proceso de apertura de trincheras es **cuatrimestral**, debiendo siempre operarse hasta el llenado del primer tercio, colocando una pantalla con la geomembrana para evitar la contaminación del suelo sin descubrir aún.
10. Por último, para el siguiente tercio, es decir, cada 4 meses durante los primeros 8 meses de operación, se realiza la apertura de la siguiente sección y la geomembrana usada se retira para usarla en la sección inmediata siguiente, o en caso de roturas, será reemplazada, **y se repetirá el proceso**

Al ser una tarea secuencial de apertura, excavación y perfilado, se presume que todas serán ordenadas, y gracias a que las excavaciones son para un volumen de suelo de un tercio del total y un largo de 30 metros, se decide que estas tareas comiencen una semana o dos antes del cierre de esa primera parte y de verter los residuos en la siguiente porción de trinchera.

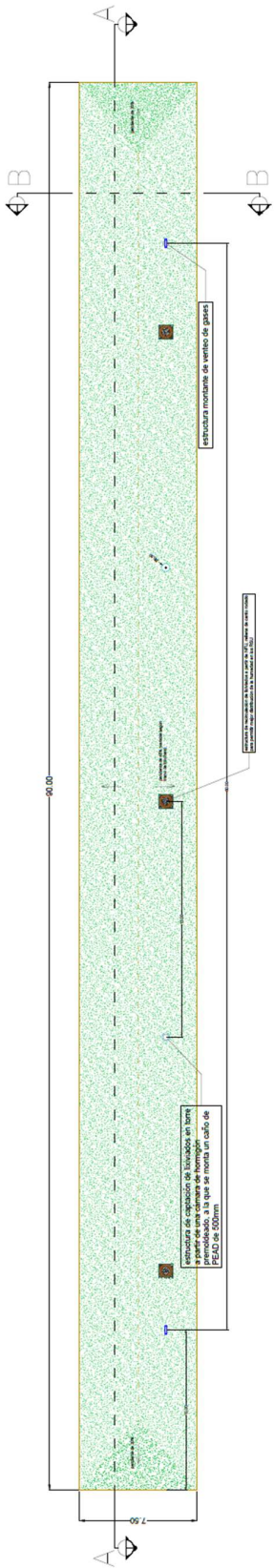


Figura 137| Planta de la trinchera tipo terminada. Elaboración propia

Figura 138| Corte de la trinchera tipo terminada. Elaboración propia

5.2.4.1.4 Colocación de estructuras para gases, pozos para lixiviados, y conducciones

Es de vital importancia construir un sistema de drenaje que servirá de base al relleno sanitario antes de depositar la basura; este sistema deberá retener el lixiviado en el interior del relleno para su almacenamiento indefinido. Con ello se logra disminuir en buena parte su salida y evitar su tratamiento, lo que por su elevado costo es sumamente complejo y poco factible en los pequeños municipios.

El sistema de drenaje y almacenamiento de lixiviado consiste en una red horizontal de zanjas de piedra, interrumpidas con pantallas del mismo terreno o de tapia y madera.

Lo más importante del sistema es que haya conectividad de los filtros y ductos de fondo e intermedios con el sistema de chimeneas, para que el drenaje tanto de lixiviados como de gases sea altamente eficiente y redundante.

Una manera de construir los drenes es la siguiente, que es una ampliación de lo descrito en el capítulo 5.2.3.1.12.b):

- A. Por encima del piso revestido, se vuelca primero un piso de arena de 5 cm de espesor, preferiblemente fina de río (como se la halla en la zona), que sirva de asiento al caño colector de lixiviados.
- B. Encima de ella se colocan los caños de PEAD ranurados para permitir el pasaje de lixiviados, con cortes a 180° (es decir, ranurados a la mitad del diámetro del tubo, siendo las ranuras apuntando hacia arriba), y se sujetan hasta la altura donde comienzan las ranuras con arena.
- C. También, se puede colocar tela de filtro sobre la capa de drenaje para evitar obstrucciones. Generalmente, la primera capa de residuos sólidos (cerca de 1m de espesor) colocada sobre la capa de drenaje no se compacta. La base de relleno sanitario se inclina entre 1% y 2% para promover el flujo del lixiviado hacia los puntos de recolección. Las tuberías para la recogida de lixiviado deben estar instaladas de manera tal que sean drenadas por gravedad hasta los puntos de recolección.
- D. En los puntos donde se coloquen los caños de recirculación de lixiviados, se colocará directamente una loseta de hormigón cuadrada de 60cm de lado, que interrumpirá la línea del drenaje interno, para colocar la estructura colectora de lixiviados. En estos puntos se trata de construir una “caja impermeable” de

cemento como si se tratase de una cámara de inspección domiciliaria, y de allí se sube un caño de PVC o PEAD de 500 mm de diámetro, protegido, por estructura que evite roturas a medida que avancen las celdas

- E. Una vez tenidos los lugares de interrupción de drenajes, y los puntos de recirculación, se tapa el caño con tapa para que quede ciego, o se elabora una caja con tapa, para protegerlo de intrusiones de vectores y de agua hasta el nivel de ocupar la línea del terreno natural.

Por otro lado, los tubos de inyección son elaborados de acuerdo a la sección 5.2.3.1.12.b), ejecutados con barreno posterior cierre de la trinchera o levantados entremedio del segundo nivel y el tercer nivel de las trincheras, espaciados cada 15 metros por trinchera.

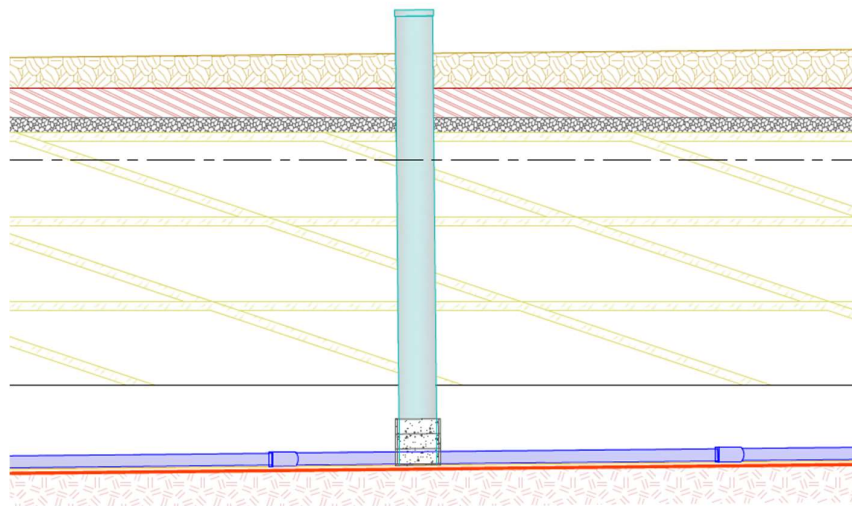


Figura 139| Vista en corte del sumidero de lixiviados en trinchera tipo terminada. Elaboración propia.

Para las instalaciones de biogás se procede a realizar un proceso similar al de captación para la recirculación de lixiviados, con la siguiente variante:

- A. Se coloca la misma loseta de hormigón premoldeado que se utiliza para los caños de biogás, pero con la diferencia que los drenes esta vez no son cortados, sino que van apoyados sobre la loseta.
- B. En segundo lugar, sobre la misma se construirá un sistema para la captación de gases, consistente en una malla SIMA cuadrada con interior de piedra partida, de fracción mayor a la de canto rodado, de forma tal que no se vuelquen las rocas de su interior, sostenida por 4 perfiles L a modo de columna o listones de madera, teniendo una altura de 3,00 m.

C. Sobre el borde superior, se colocará enterrado caño de 200 mm de PVC, sin ranurar, que subirá 2 metros por encima del nivel superior de la tapada, teniendo una reducción de 200mm a 110mm, rematando en una conexión en T, con salida en ambos lados con una T, que esté tapada en su parte superior, y en la parte inferior tenga una rejilla que evite la entrada de partículas u otros elementos peligrosos al interior del caño.

D. Se decidirá montar la estructura completa ni bien empezadas las tareas del relleno, incluido el montaje del caño de PVC, de manera de poder evacuar los gases post clausura anual de la trinchera, y debido a la escasa profundidad, resulta impráctico realizarlo por etapas.

De esta manera, se pueden evacuar todos los gases producidos a lo largo de la vida útil del relleno. Las chimeneas se ubicarán en las intersecciones de los filtros de fondo que estarán distanciadas a 10 metros de cada extremo de cada trinchera, teniendo entonces dos chimeneas por cava y se procurará mantener esta configuración en todo el espacio del relleno.

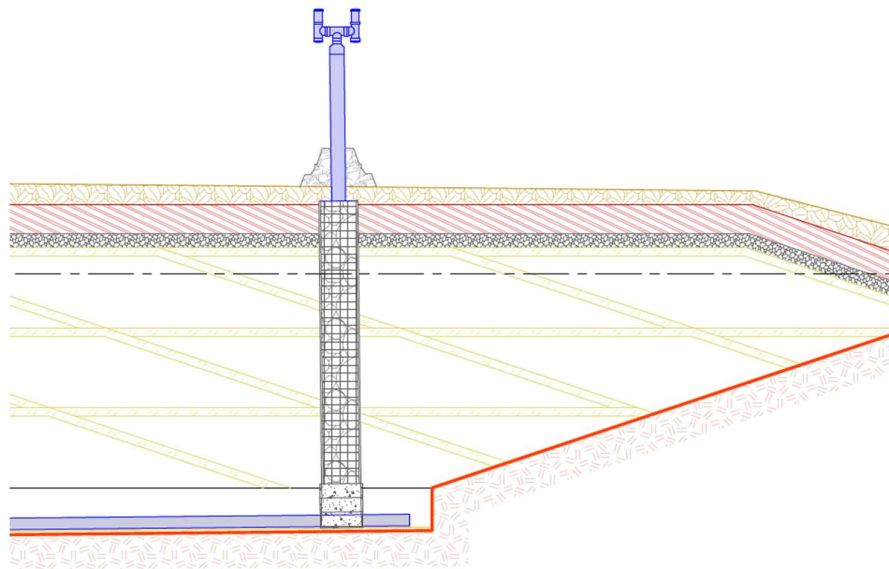


Figura 140| Vista en corte del montante de gas terminado en trinchera tipo terminada. Elaboración propia

Es importante resaltar que la captación del gas lo que crea es una vía porosa para que esta suba y luego se encauza rápidamente por los tubos para ventilarlas, en el interior del relleno.

El manejo de los gases previsto para el Relleno Sanitario se da desde la etapa de operación por medio de las chimeneas. Tal como ya se mencionó, conforme se va levantando

el nivel de residuos se van conformando los módulos de piedra que dan cuerpo a cada chimenea, hasta que se llegue a la cota final del relleno.

La decisión con respecto a la quema del gas captado solamente por razones ambientales está en función de varias consideraciones, incluyendo, pero no limitada a la disponibilidad de recursos para adquirir y operar el sistema de quema, la capacidad de sitio de disposición final, la existencia de estructuras que podrían confinar el gas, en énfasis puesto en el control de gases que contribuyen al efecto global invernadero, etc.

A su vez podría considerarse la creación de un sistema de captación de biogás para aprovechamiento interno de la planta, de ser necesario, por los volúmenes producidos.

5.2.4.1.5 Depósito de residuos, compactación, y colocación de tierra: avance de celdas

Las dimensiones de la celda de trabajo diario han quedado previamente establecidas durante la etapa de diseño; considerándose entre los principales elementos de la celda los siguientes: altura, largo, ancho del frente de trabajo, pendiente de los taludes laterales y espesores del material de cubierta diario y del último nivel de celdas.

Para llegar a las plataformas del relleno desde la vía principal de acceso, se debe prever la construcción de vías temporales de acceso a los diferentes frentes de trabajo dentro del relleno como, plataforma de descargue, área de descargue, chimeneas, etc. Estas vías deben permanecer en buen estado independientemente de la época y condiciones de tiempo que se atravesase. Luego recibir las instrucciones en la plataforma de descargue, un operario del relleno indica al vehículo el sector definido por el ingeniero

La basura se descarga lo más cerca posible al sitio donde se rellenará; para eso es importante que se indique al chofer del vehículo recolector.

Se recomienda que las celdas tengan un talud máximo de 1 a 3, es decir, que por cada metro de altura se avance 3 metros de forma horizontal, lo cual proporciona un mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra y mejor contención y estabilidad del relleno.

Para la construcción de las celdas de trabajo se deberá apoyar cada celda en el talud del terreno natural o en las paredes de la trinchera y durante el avance sobre la celda ya terminada, esto con la finalidad de brindar más estabilidad al relleno

Luego de vertidos los residuos provenientes de los rechazos de la planta más los días de recolección totales, se procede a compactarlos con pasadas de la máquina destinada a

presionar las celdas entre sí y a avanzar hacia el terreno (preferentemente una minicargadora tipo BobCat por el reducido espacio con ruedas de oruga).

Este procedimiento reduce la cantidad de aire remanente en los depósitos de residuos sólidos (el cual puede acelerar la descomposición, incrementar el olor, la propagación de superficie inflamable y la contaminación de agua), y, también se previene los espacios vacíos los cuales reducen la estabilidad de los residuos pudiendo provocar un colapso.

Las capas se deben construir diariamente, compactar después de la terminación de la jornada y cubrir con tierra. Para la protección del relleno sanitario contra roedores, insectos y otros animales (gallinazos, perros callejeros etc.), y para impedir la dispersión de materiales volátiles, polvo y olores es muy importante que no quede expuesto ningún desecho.

Logrando una buena compactación se reduce la probabilidad de problemas futuros. La técnica recomendada es diseñada para la compactación efectiva de residuos sólidos manteniendo pequeñas áreas de trabajo.

El procedimiento inicia con la llegada del vehículo de transporte y la descarga de los residuos sólidos hacia la zona de trabajo. Luego la minicargadora de ruedas de oruga, extiende los residuos formando una capa delgada (no más de 200 mm de profundidad), que es compactada por el peso del tractor.

Se recomienda que la máquina pase por encima de los residuos sólidos entre 3 a 6 veces para maximizar la compactación. Las capas delgadas son construidas hasta que la capa global de residuos alcanza el espesor deseado de 1m, luego es cubierta al cierre del día de trabajo con una capa de arcilla (de 12 centímetros de acuerdo a especificaciones técnicas y al cálculo del modelo de las celdas presentado en el apartado 5.2.3.1.10).

Cada celda diaria se ejecuta sobre la anterior, llegando a completar cada una de las necesarias por cuatrimestre y hasta completar el año de vertido de residuos correspondiente. En sí, el orden secuencial de tareas es el siguiente:

- 1. Distribuir los residuos en un frente de aproximadamente un ancho igual al ancho de la placa de empuje y colocarlas en una capa de no más de 20 a 30 cm de espesor.*
- 2. Crear un frente de trabajo con una contra pendiente de aproximadamente 1 m de altura por 3 m de base, a la vez que se trabaja el material de abajo hacia arriba, rompiendo, acomodando y compactando los residuos.*

3. *El operador repite esta operación (3 a 6 pasadas) hasta eliminar los huecos y hasta que los desechos hayan sido acomodados y su superficie ya no se deforme después del paso del equipo de compactación.*
4. *El ciclo comienza nuevamente*

La tierra necesaria para poder ejecutar la cubrición diaria es usada de la excavación producida para hacer cada una de las trincheras, y se deben de poder acarrear esos suelos la menor distancia posible, por lo que es necesario que la tierra almacenada sea colocada donde va a estar la trinchera del año siguiente, de forma tal que el avance secuencial y los movimientos de suelos sean los menores posibles.

A su vez hay que tener en cuenta ciertas características:

1. Si se aprovechan los desechos biodegradables produciendo humus, la fracción gruesa del compost se puede utilizar para cubrir los desechos.
2. Si el relleno se construye en un terreno inclinado, se puede nivelar el talud y utilizar la tierra sobrante
3. Se puede acoger en el relleno sanitario la tierra sobrante de excavaciones dentro de la ciudad, anunciando que se recibe la tierra en el relleno.

Con este procedimiento de cobertura con arcilla, se minimiza en gran medida no solo el ingreso de agua, sino que el aspecto por el impacto visual es mucho menor y la posibilidad de dispersión de residuos por viento y vectores también se disminuye. Adicionalmente permite mayor control de emisión de olores y su reducción, y el establecimiento de cobertura vegetal en zonas terminadas o de cierre por más de seis meses.

En caso de presentarse épocas con mucha precipitación, la excavación o el transporte diario del material de cobertura puede ser problemático, como la tierra se satura de humedad, pesa más y es más pegajosa que en la época seca. Aquí se recomienda almacenar una cantidad suficiente de material de cobertura en el mismo relleno. Si es posible, se almacena esta tierra sobre una celda ya terminada. Con esto, la distancia de transporte hacia la celda actualmente operada sería mínima, y el peso de la tierra acumulada ayudaría a compactar más la celda terminada y disminuye la generación de aguas lixiviadas.

Los residuos dispuestos y sus finalidades han sido tratados en puntos anteriores.

Al presentarse el relleno junto a una planta de reciclaje, es importante que los recolectores vayan directamente a estas plantas. Solamente los desechos que no se pueden valorar se mandan al relleno sanitario, además los residuos que sobran del procesamiento de los desechos recuperables

No se permite a los usuarios del servicio de disposición final actividad alguna de remoción, excavación, separación o extracción de residuos dispuestos en el relleno sanitario para su aprovechamiento o venta.

De igual manera, el personal propio del relleno sanitario se abstendrá de dichas actividades, salvo que haya una autorización específica por parte del ingeniero residente, con fines de uso para obras internas. En el caso de que se presente, cualquier persona que sea testigo de este evento podrá dirigirse al ingeniero residente para informar lo que esté sucediendo y este a su vez tomará las medidas necesarias, desde un llamado de atención verbal hasta la prohibición de ingreso en caso de reincidencias sucesivas, previos informes que evidencien la situación ante el usuario/operador correspondiente.

5.2.4.1.6 Capa de cierre de una trinchera al final de su vida útil

La capa de cierre del vertedero debe de cumplir ciertos requisitos para mantener la estanqueidad de los desechos, no sufrir elevados asentamientos a lo largo de la vida útil del relleno, y evitar que gran cantidad de las aguas de lluvia pueden percolar, a su vez de permitir la circulación de gases en sentido horizontal hasta los pozos de venteo de los mismos, ubicados cada uno a 30 metros entre sí.

Por el método constructivo llevado a cabo para la apertura de celdas, y de las trincheras en general, y cómo están dispuestos los trabajos de avance, lo que se procede una vez que se ha alcanzado la última capa de relleno final, inmediatamente después de haberla terminado al cumplirse el teórico cuatrimestre de llenado, que equivaldría a $\frac{1}{3}$ del volumen de la trinchera, se procede a aplicar la cobertura final en cuya superficie se sembrará pasto o grama, disminuyendo así la capacidad del agua de percolar en el interior del relleno.

La recomendación es que este deberá tener un espesor de 60 centímetros, compactada en capas de 20 centímetros, del mismo tipo de tierra utilizada para las demás coberturas y 20 centímetros, adicionales de humus (tierra negra), con el fin de que se facilite el crecimiento de vegetación.

Dicho esto, la cubierta tiene la siguiente conformación:

1. Espesor mínimo de la cubierta de 20 cm de tierra negra que puede ser cultivable y que permita plantaciones por encima, a la que se le debe dar una pendiente del 1% para permitir que el agua escurra a los lados, tomando la dimensión más corta y la más larga, dando una vista de “domo” en el perfil. En caso de

producirse asentamientos, se sigue completando con tierra negra para evitar pozos o depresiones que acumulen agua de lluvia

2. La subbase 40 cm de suelo nativo compactado para tener una permeabilidad menor a 1×10^{-5} cm/s, en capas de 15 cm, para llegar a humedad y compactación PROCTOR adecuada
3. Por debajo, una capa de 20cm de arena y canto rodado con un diámetro mínimo de entre 20 y 40 mm para permitir el flujo de gases

La capa de cierre será ejecutada sobre cada estructura montada, y sobre la última capa de protección de residuos de 12 cm de espesor de cobertura diaria.

A veces, se recomienda construir una capa final de entre 40 y 60 cm en dos etapas, cada una de entre 20 y 30 cm de espesor, con un intervalo de aproximadamente un mes para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la primera capa.

Si la celda terminada será utilizada posteriormente para otros fines (almacenaje de material de cobertura, compostaje etc.), es muy importante que se compacte bien la capa impermeable de cobertura.

Si se pudiese recortar 1m^2 de la trinchera, se vería de la siguiente manera:

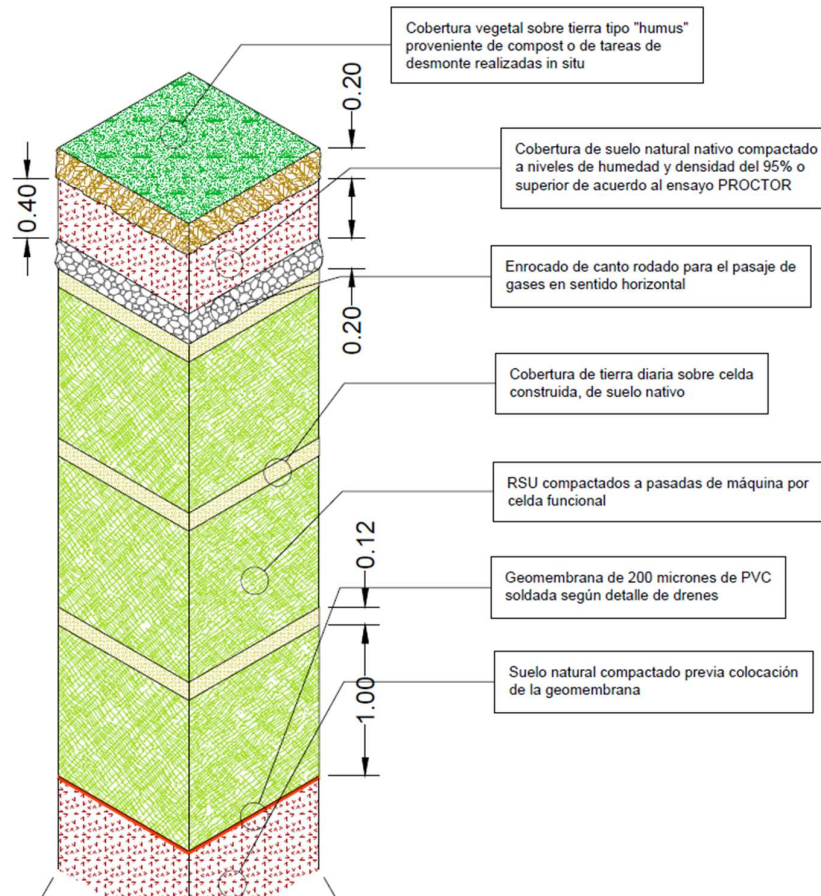


Figura 141| Corte de 1m² que incluye capa de cierre. Elaboración propia

Si no se va a construir otra celda superpuesta a la celda recientemente terminada o no se utilizará esta área para otros fines, es muy importante que se arborice y/o se restaure el terreno. Especialmente en terrenos arcillosos la compactación impide que las plantas echen raíces. No se debe compactar la capa de humus, y tampoco deben entrar vehículos pesados sobre la celda cerrada (recolectores, tractores, rodillos etc.).

Si está disponible, se recomienda hacer esta capa con un espesor de al menos 1 m. Sería ideal utilizar el compost producido en una planta de compostaje adyacente, mezclado con el suelo natural del terreno.

5.2.4.1.7 Instalaciones extra y permanencia de estructuras de control ambiental

Una de ellas es el área de amortiguación, que se ubica sobre el lado este del relleno, que consta de un cerco natural de árboles producido por no avanzar sobre el resto del monte que rodea al predio de las trincheras.

El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 15 y 30 m. Esta franja deberá estar forestada con especies vegetales que reduzcan la salida de polvo, ruido, y materiales ligeros durante la operación, además impedirán que los transeúntes vean los residuos sólidos y la operación en sí del relleno.

Entre las especies arbóreas que se recomiendan son el pino, eucalipto, laurel, bambú, etc. Otras disposiciones al respecto se encuentran en el punto 5.2.3.1.15 - Plan forestal, y en el resto del cuerpo de trabajo

5.2.4.1.8 Construcción de las vías de acceso a cada trinchera

El relleno sanitario manual debe estar cerca de una vía pública principal y de uso permanente. Es necesario reiterar que el tiempo empleado en el acarreo de basura desde el área poblada hasta el sitio del relleno sanitario y viceversa, es más importante que la distancia.

El camino de acceso interno también debe reunir las condiciones mínimas que garanticen el ingreso fácil y seguro al vehículo o vehículos de recolección de residuos en todas las épocas del año.

Para los casos en que el tráfico vehicular es mínimo, la vía de acceso puede ser una pequeña carretera afirmada de 4 metros de ancho (40 cm más ancho que un carril de tránsito en ruta), con un buen mantenimiento durante todo el año. La pendiente máxima de esta vía puede ser de 7 % si el vehículo o los vehículos tienen que remontar la pendiente cargada, y de 10% si la vía está por encima del relleno, lo que sugiere que descenderán cargados al frente de trabajo.

Para evitar grandes movimientos de suelo, se mantendrá el trazado de las vías originales, y las modificaciones serán respecto de su ancho (para mantenerlo uniforme de 4 metros), y que su trazado se verá afectado sólo por un borde lateral, siendo este ejecutado con ripio arcilloso sobre subbase de broza compactada.

Los caminos de ida y vuelta seguirán esta metodología de ejecución, y será regada y mantenida durante todo el año, necesitando de mantenimiento de las pendientes de coronamiento hacia los laterales, y de mantenimiento de la humedad para evitar pozos y problemas de encharcamiento y pérdida de estabilidad puntuales.

En el anexo se incluirá la implantación de caminos y el detalle de los mismos.

Entre las distintas trincheras, los caminos serán de una mezcla de suelo compactado de tierra, pero no mucho más, para poder realizar el plan de cierre mencionado en el apartado 5.2.3.1.17, reduciendo así el consumo de broza y otros elementos necesarios para el volumen

de acarreo de la entrada y de salida, donde se supone que habrá más tráfico, con un ancho de 3 metros entre sí.

A medida que progresan las actividades de disposición, es necesario construir nuevos caminos internos que permitan a los vehículos recolectores descargar los residuos directamente en el frente de trabajo.

El tránsito no debe exceder una velocidad de 20 Km/h, debe conducir con las luces bajas encendidas durante todo el tiempo que se encuentre dentro de las instalaciones del relleno sanitario; debe usar el cinturón de seguridad; no se debe manipular el celular mientras se conduce y se debe conducir siempre por su derecha. Estas recomendaciones aplican tanto para la movilización hacia el punto de descarga de residuos como para su retorno hacia la puerta de salida del Relleno Sanitario.

Dentro de las tareas de mantenimiento para ambos tipos de vías se incluye:

1. Riego periódico de los caminos con agua tratada, preferentemente en las horas pico de operación, para evitar la generación de polvo.
2. Rellenar los baches y después compactar con pisón de mano.
3. Las cunetas de los caminos deberán estar siempre libres de rocas, arena o residuos para evitar su azolvamiento.
4. Mantenimiento de las condiciones de rodamiento de los caminos, preferentemente en horas inhábiles, para aprovechar el equipo pesado con el que dispone.

Dada la importancia de los mismos se requiere óptimas condiciones de transitabilidad. Por tal motivo, además del mantenimiento constante y permanente que se le efectuará a los mismos, se prevendrán reparaciones anuales programadas. Treinta (30) días antes de cada reparación anual programada, el operador deberá informar al personal municipal encargado del relleno los trabajos a realizar y los materiales y equipos a utilizar, como así también el tiempo que demandará dicha reparación.

5.2.4.1.9 Cunetas y recogidas de líquidos

Apenas se pueda, las fuentes o pequeñas venas de agua existentes en el área del relleno deben ser desviadas y canalizadas antes del inicio de la operación. Además de interferir negativamente en la operación, su paso por la masa de residuos contribuirá al aumento del volumen del líquido percolado.

La interceptación y el desvío del escurrimiento superficial de las aguas pluviales fuera del relleno contribuyen significativamente a la reducción del volumen de lixiviado y al mejoramiento de las condiciones de operación. El canal siempre deberá ser construido en la curva de nivel que garantice una velocidad máxima que no provoque una excesiva erosión

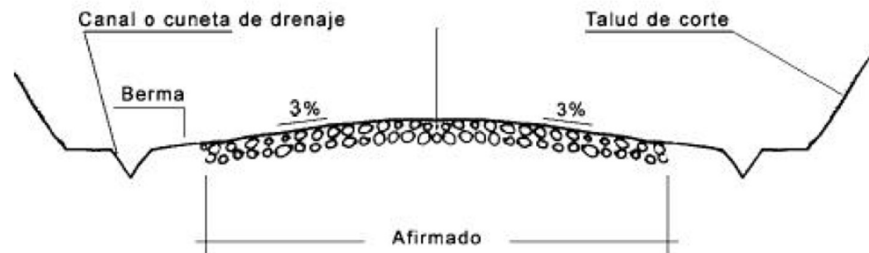


Figura 142| Diseño del camino de acceso y de las cunetas que van acompañadas al relleno. Fuente: (Tchobanoglous, 1994, Vol. 1)

Las mismas ya fueron calculadas en la memoria descriptiva del cuerpo del trabajo, y deben de ejecutarse en conjunto con las vías de acceso al predio y de cada una de las trincheras, no siguiendo los bordes de la curva de nivel.

5.2.4.1.10 Construcción de la laguna de lixiviados y del sistema de recirculación de líquidos

En el caso de la laguna para la recolección de lixiviados, se crea el pozo volumétrico con las medidas provistas por cálculo, y se reviste completamente con geomembrana. El suelo por debajo, para lograr un asiento firme, debe de ser compactado de manera tal que llegue hasta la medida PROCTOR correspondiente de densidad y humedad al 95%.

El estanque almacena agua durante los períodos de lluvia, y se alimenta del agua proveniente de recircular el lixiviado, y la proveniente del proceso de compostaje.

Al ser una laguna abierta, se supone que no sólo puede retener líquidos, sino que también puede evaporarse. La tasa de evaporación puede aumentarse al rociar el lixiviado sobre la superficie del relleno sanitario en funcionamiento y sobre las áreas terminadas, dejando la laguna casi vacía para su funcionamiento.

En cuanto al sistema de recirculación en sí, cuando el relleno sanitario empieza a funcionar, es común que el lixiviado contenga concentraciones relativamente altas de DBO, DQO, sólidos disueltos totales, metales pesados y nutrientes. La recirculación y el reciclaje del lixiviado atenúa estos constituyentes debido a la actividad biológica y a las reacciones físicas y químicas que se producen dentro del relleno sanitario. Por ejemplo, considerando que el pH en

el relleno sanitario se torna neutral o ligeramente básico a medida que se produce metano, algunos de los metales se precipitarán y serán retenidos dentro del relleno sanitario.

El diseño y la operación de un sistema de recirculación de lixiviado debe considerar que, si es que la percolación hacia el interior del relleno sanitario es mayor que la evaporación del lixiviado recolectado, la recirculación resulta en un constante aumento del reservorio del lixiviado, *que deberá ser bombeado a la laguna en caso de excedentes*.

En caso que la rápida estabilización de la sustancia orgánica, así como la recolección y el uso beneficioso del gas del relleno sanitario sean los objetivos principales de la operación, la recirculación del lixiviado puede ocasionar un aumento en la producción de gas debido al incremento del contenido de humedad en el relleno sanitario.

Un aumento en la tasa de estabilización conduciría a una mayor tasa de asentamiento del relleno sanitario. Se puede obtener una reducción considerable de DQO y DBO a través de la recirculación, en particular, durante un período corto.

Sin embargo, debe constatar que la recirculación, se hará pos clausura de la trinchera, ejecutando un hueco in situ con un barreno, que sea de un diámetro de entre 40 y 50 cm, el cual se rellenará con los neumáticos fuera de uso (NFU), sobrantes del cierre del basural a cielo abierto, o que hayan sido colectados durante el período de funcionamiento del vertedero.

La profundidad de enterramiento es de la mitad de la altura de la trinchera (es decir, 1,50m), dónde mismos se apilarán, y serán rellenos con canto rodado de río sin residuos, y con agregado de arena de ser necesario, de esa manera, el agua puede infiltrarse en el interior de las trincheras, con una distancia de separación de cada pozo de recirculación entre 30 a 50 metros.

El proceso seguido por el sistema de recirculación es el siguiente:

1. Una vez que se recolecta el agua de los sumideros de lixiviados, se trata de bombear con bomba sumergible tipo sapo hacia los pozos de recirculación, con un sistema de mangueras y caños livianos. Preferiblemente, cada sumidero debe estar en un radio menor a 60 metros, también, para evitar grandes cañerías o el traslado de grandes cantidades de agua.
2. El lixiviado, una vez colectado, se vuelca sobre el pozo ejecutado, y se formará un encharcamiento que rápidamente descenderá por los residuos, incorporando humedad a la masa.
3. Este proceso se repite cada vez que los sumideros se encuentren llenos

5.2.4.1.11 Operación de la planta de compostaje

La operación, control, mantenimiento y áreas de la planta quedaron cubiertas en el punto 5.2.3.1.14.

5.2.4.1.12 Control y monitoreo de la calidad ambiental de los recursos disponibles

El control y monitoreo de la calidad ambiental de los recursos disponibles fue elaborado en el punto 5.2.3.1.16.

5.2.4.1.13 Régimen de visitas

Uno de los aspectos a considerar cuando llegan visitas al sitio, es dar a conocer a los visitantes la manera como se opera el Relleno Sanitario, con sus diversos equipos y las acciones apropiadas que se le da al tratamiento de los residuos sólidos.

Como medidas de atención a los visitantes es muy importantes tener cortesía hacia ellos, ya que la primera impresión es lo que cuenta, si se atiende de una manera agradable se está contribuyendo a que ellos divulguen a otras personas o instituciones que quieran visitar el relleno sanitario la buena atención que se les da.

Entre algunos aspectos de cortesía que se deben de manejar a la hora de visitas al relleno sanitarios están:

1. El encargado de atención del relleno sanitario debe de estar siempre listo para las visitas inesperadas y esperadas, y debe de tomar en cuenta lo siguiente:
 - a. Esperar a los visitantes con una sonrisa y saludar con entusiasmo.
 - b. No se debe mantener en espera por mucho tiempo a los visitantes.
 - c. El tiempo y el contenido de las explicaciones de la operación del relleno sanitario tiene que ser claro y sencillo.
 - d. Para las preguntas que no se puedan contestar en el instante, se tiene que dar respuesta para al siguiente día, ya sea vía telefónica o correo electrónico.
2. Todo relleno sanitario tiene zonas peligrosas de trabajo, donde sólo puede estar personal asignado o autorizado por el responsable del sitio. Algunas recomendaciones que se le deben de dar a las visitas son:
 - a. No entrar en las zonas peligrosas, como lo son: laguna de lixiviados, zona de descarga de residuos, zona de trabajo de la maquinaria pesada, etc.
 - b. Obedecer las indicaciones del responsable del sitio de disposición final.

c. No fumar o utilizar sustancias inflamables

5.2.5 Anteproyecto ingeniería de albergue - Planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos

Para la realización de la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos, y reciclaje de los mismos mediante enfardado o trituración de material proveniente de los residuos desechados por la población, se deben seguir ciertas pautas de ingeniería industrial y de empresas, combinadas con ingeniería civil para lograr la mejor disposición o layout funcional. Para ello, este anteproyecto resulta una guía no sólo de elaboración y cálculo de una nave a tal fin, sino también un manual con pautas y recomendaciones para poder realizar una estructura acorde a las necesidades planteadas.

5.2.5.1 Cálculo de áreas - Programa de necesidades

Para el cálculo de las áreas necesarias de trabajo de las máquinas, las áreas necesarias por operario y las áreas de oficina, baños, vestuario y comedor para permitir una residencia de personas de 5 días a la semana durante 6 horas al día, se debe confeccionar un conjunto que contemple precisamente todas las necesidades conjuntas.

El área de disposición actual es un galpón de 240m² de área, al cuál se lo quiere trasladar, pero a su vez se deben agregar dos máquinas, más un sistema de oficinas necesario para poder tener supervisión administrativa. Al día de hoy, la planta de operarios (en permanencia, sin contar los recolectores en camión), es de 4 personas más un administrativo. La idea es lograr al menos 2 a 3 puestos de trabajo (es decir, una planta de permanencia de 6 personas), y colocar 3 administrativos (el secretario de ambiente a cargo del predio, más el supervisor, y un supervisor más).

También, debe considerarse a la entrada una reforma del acceso al predio que incluya un sereno, que puede ser un operario de planta o una persona nueva.

Así surge el siguiente plan de necesidades, con las áreas calculadas de acuerdo a lo detallado en el anexo A.5.2, donde se describe cada área particular, con su respectiva función y los comentarios al respecto.

Tabla 56|Plan de necesidades de áreas propuesto. Elaboración propia a partir de anexo

PLAN DE NECESIDADES						
Área de trabajo	Ambiente	Capacidad (pers.)	Área por persona (m2/pers.)	Área necesaria (m2)	Cantidad (habitaciones)	Área total (m2)
Planta de Tratamiento	Oficinas de trabajo de empl. Adm. + Atención al público	4	8	32	1	32
	Baños operarios	3	3	9	2	18
	Vestuarios	3	2	6	2	12
	Cocina (paso mínimo 80cm)	1	4	4	1	4
	Baño administrativo	1	4	4	1	4
	Sala de reuniones	6	2	12	1	12
	Circulaciones					16
Área funcional	Superficie ocupada por maquinaria s/cálculo	-	-	-	-	98
	Superficie de piso para personas y máquinas	6	16	96	1	96
	Superficie de carga y descarga	-	-	-	-	41
	Superficie de almacenamiento s/cálculo	-	-	-	-	110
	Circulaciones					72
TOTAL					432	
Playa de maniobra y Estacionamiento	Playa de maniobra de camiones y otros vehículos	-	-	240	2	480
	Estacionamiento de autos, motocicletas y bicicletas	-	-	175,3	2	351
Ingreso	TOTAL					831
	Garita de control y pesaje	1	10	10	-	10
Almacenamiento vehículos y máquinas	TOTAL					10
	Guardado de máquinas móviles y vehículos livianos	-	-	40	-	40
	Guardado vehículos pesados	-	-	60	-	60
TOTAL						100
Observaciones 1- El número de operarios necesarios en planta se supone de ser 3 más de los actuales, es decir, un total de 6 personas 2- El número de administrativos por parte del municipio se supone de 3 (aunque actualmente solo 1 se considera administrativo presente en total), involucrando la secretaría de ambiente y el encargado de ambiente 3- Colocar distintos edificios para almacenamiento de vehículos y garita de acceso es imprescindible ya que la nave de trabajo se encuentra alejada de la entrada como para contemplar todos los elementos en un lugar						

5.2.5.2 Implantación de la planta de tratamientos de RSU y obras complementarias

La planta de tratamientos de RSU y sus obras complementarias se realizarán en el terreno donde actualmente se lleva a cabo la disposición final de los RSU en la localidad de Herrera. La planta se ubicará dentro del terreno alejada del acceso aproximadamente 215 metros debido a que en esa extensión del terreno se encuentran las antiguas cavas con residuos enterrados.

Se toma la decisión de dejar ese espacio lo máximo posible sin utilizar, por lo menos en un principio (quedando abierta la posibilidad de su utilización para un futuro si se realizan estudios más completos), a fin de evitar correr riesgos a futuro en los cimientos de las construcciones o problemas de contaminación.

Sin embargo, la planta y las demás obras complementarias quedarán fundadas en una extensión del terreno donde también es posible hallar cavas de residuos enterradas en ciertas zonas, por lo que se deberán tomar recaudos para la fundación de las edificaciones en caso de encontrarse con una de estas cavas a la hora de realizar las excavaciones. Dichos recaudos serán remover el suelo con los residuos enterrados y reemplazarlo con suelo calcáreo, para que las fundaciones se realicen sobre suelo firme.

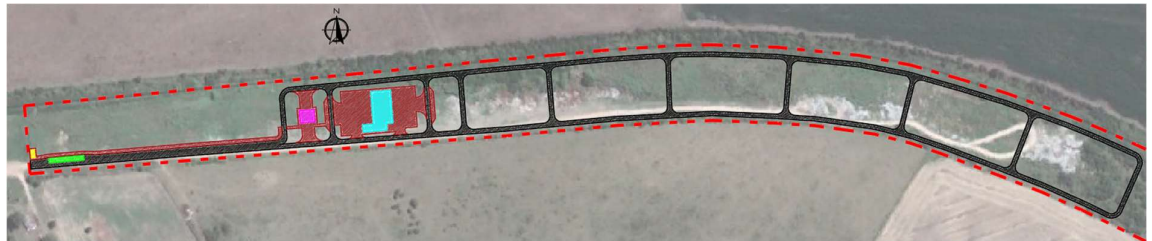


Figura 143| Implantación de las obras civiles del vertedero controlado dentro del predio delimitado por la línea punteada de color rojo, en color cian se representa la planta de tratamiento, en color magenta el almacenamiento de maquinaria y vehículos pesados, en color amarillo la garita de acceso y control de balanza, en color verde la balanza para el pesaje de camiones, en color negro las vías de circulación vehicular dentro del predio, y en color marrón las obras complementarias (veredas, estacionamientos, playa de maniobras, entradas, tanques de agua, carriles de apoyo para las maniobras de los camiones). Elaboración propia

5.2.5.3 Pautas de diseño y volumetrías

Para llevar adelante el proceso de diseño preliminar del proyecto, se desarrollarán las pautas en cuanto a la distribución de espacios y el diseño arquitectónico. Se construirán espacios nuevos desde cero, para los cuales se deberán seguir las bases primordiales de generar espacios seguros, amplios, que permitan la labor y estancia de cada empleado y usuario que concurra al predio, incorporando a su vez las tecnologías constructivas que mejor se adapten para cada necesidad en particular.

Además, se deberán proyectar estratégicamente las diferentes áreas, caminos, estacionamientos y espacios para las maniobras de los camiones. Todo esto deberá proyectarse teniendo en cuenta una cierta flexibilidad que permita adaptarse a la posible evolución de las actividades con el tiempo.

5.2.5.3.1 Organización del predio en general

Para el predio se adoptará una organización lineal debido a las características del terreno, ya que el mismo cuenta con una forma alargada siendo el ancho muy menor en relación al largo. Además, otra característica que se tendrá en cuenta para el orden en que se ubicarán las diferentes obras será la pendiente del terreno, siendo esta un aspecto primordial sobre todo para el relleno sanitario por el drenaje de las aguas pluviales que concurren hacia el fondo del mismo, donde se encuentra actualmente una zona que aún no ha sido talada, tipo monte.

Por último, otro aspecto que determinará la organización del predio será el orden en que se necesita que se realicen los trabajos, es decir, hay trabajos que sí o sí se realizan antes de otros como, por ejemplo, los días en que se recolectan los residuos reciclables estos primero descargan en la planta de tratamiento para su clasificación y luego el rechazo se dispone en el relleno sanitario.

Respecto a las obras edilicias, el proyecto en general contará con dos volúmenes principales: la **Planta de tratamiento** y el **Almacenamiento de vehículos y maquinarias**.

Como obras complementarias para un eficiente funcionamiento del predio se realizará una **Garita de control de acceso** con un gabinete de electricidad al lado, se colocará una **Balanza para el pesaje de camiones** en la entrada, se destinarán áreas al estacionamiento de los vehículos personales tanto de los trabajadores del lugar como de los usuarios particulares que concurren al mismo y áreas para la playa de maniobras y estacionamiento de los camiones.

Además, se realizarán todos los caminos y veredas para la circulación en todo el predio. Con respecto a la circulación vehicular, existirá un solo acceso que conecta con la localidad, ubicado al Oeste, y se generará a partir de este la circulación dentro del predio en sentido antihorario. Existirá un camino principal que rodea todas las obras del predio y luego a partir de este se desprenden diversos caminos secundarios para circular entre las distintas obras.

La circulación peatonal se generará por veredas alrededor de la planta de tratamiento y conecta con el almacenamiento de vehículos. Se realizará una vereda que conecta el ingreso con la planta el cual será uso prioritario para el personal, siendo preferencia que los usuarios

particulares transiten en vehículos por el predio para evitar accidentes debido a la gran circulación de vehículos pesados trabajando.

El estacionamiento estará diseñado para vehículos particulares de bajo porte sean automóviles, camionetas, motocicletas y bicicletas. Los vehículos pesados tendrán un espacio suficiente para estacionar a los lados de las playas de maniobra.

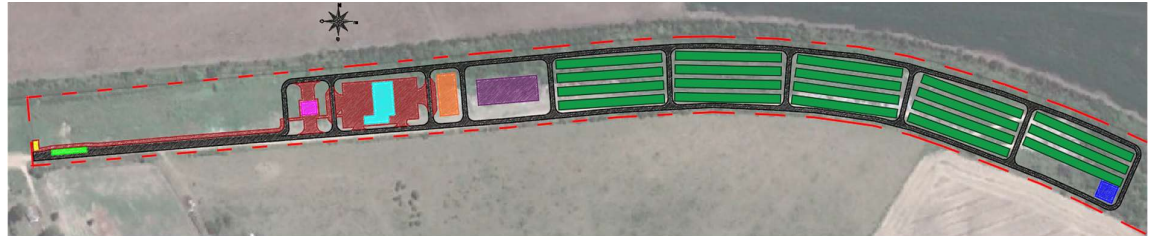


Figura 144| Implantación general y organización de todo el predio del vertedero controlado

1		GARITA DE ACCESO Y CONTROL DE BALANZA	5		OBRAS COMPLEMENTARIAS (veredas, estacionamientos, playa de maniobras, entradas, tanques de agua)	9		LAGUNA PARA DISPOSICIÓN DE LIXIVIADOS
2		BALANZA PARA CAMIONES	6		PILAS DE COMPOSTAJE			VÍAS PARA CIRCULACIÓN VEHICULAR EN EL PREDIO
3		ALMACENAMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS PESADOS	7		TRINCHERA DE CIERRE			SENTIDO DE CIRCULACIÓN
4		PLANTA DE TRATAMIENTO	8		TRINCHERAS DEL RELLENO SANITARIO			LÍMITE DEL PREDIO

Figura 145| Referencias de la implantación general y organización de todo el predio del vertedero controlado.

El plano anterior se encuentra en detalle en el anexo.

5.2.5.3.2 Volumetría y organización de la Planta de Tratamiento

La planta se conformará de dos volúmenes totalmente independientes entre sí, pero que se unen para funcionar como un conjunto complementándose. Esta clasificación se da tanto en sentido morfológico del edificio como en el sentido funcional. Es decir, el edificio completo de la planta se conforma por una zona donde se desarrollan las tareas administrativas y se encuentran los espacios comunes de los trabajadores la cual se realizará con el sistema de construcción en seco Steel Framing, y otra zona donde se desarrollan los trabajos técnicos propios de la clasificación, tratamiento y almacenamiento de los RSU, para la cual se optará por una nave de estructura metálica conformada por pórticos de celosía para su construcción.

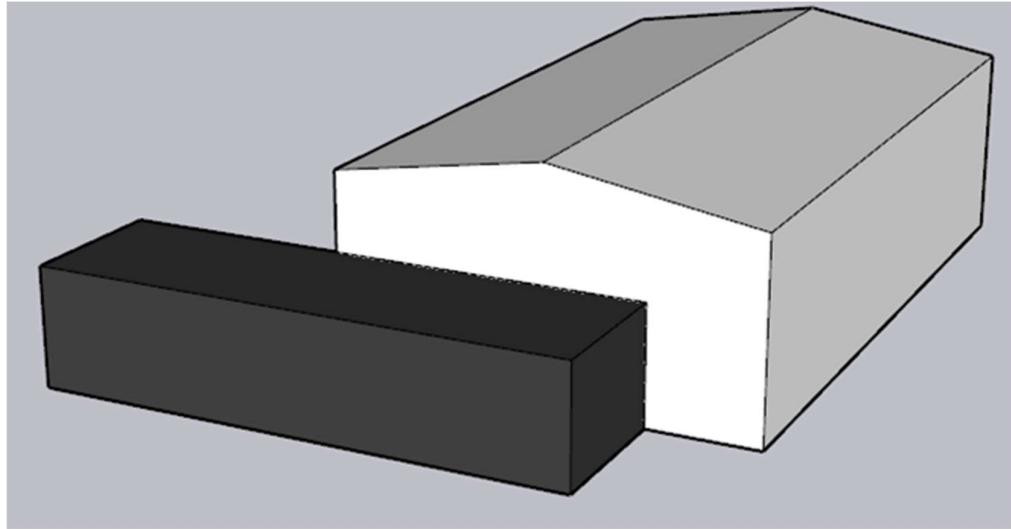


Figura 146| Volúmenes de la planta de tratamiento, en forma esquemática. Elaboración propia

La organización funcional del área administrativa será lineal, conectándose todas las áreas que lo componen por un pasillo central único en el cual se desarrollará la circulación horizontal. Esta área contará con un acceso en cada extremo del pasillo, de los cuales uno será de uso exclusivo para los empleados y operarios, mientras que el otro acceso será para usuarios. Cada acceso conectará directamente con un estacionamiento de vehículos particulares.

La zona administrativa incluirá los espacios para el desarrollo de las tareas administrativas compuesto por las oficinas, el área de atención al público y la sala de reuniones, y además incluirá los espacios comunes para los empleados, compuestos por un baño para los empleados administrativos, una cocina y vestuarios con baños incluidos diferenciados para cada género pensados especialmente para los operarios.

El acceso exclusivo de empleados les permitirá a los operarios entrar directamente a la zona de vestuarios y, además, la puerta que hace de conexión interna con la zona técnica de la planta se ubicará enfrente de los vestuarios, lo que permitirá una circulación directa y sin obstáculos. Cabe destacar, que en este acceso se colocará un controlador biométrico a partir de huella dactilar que les permitirá a los empleados registrar las horas de entrada y salida del trabajo.

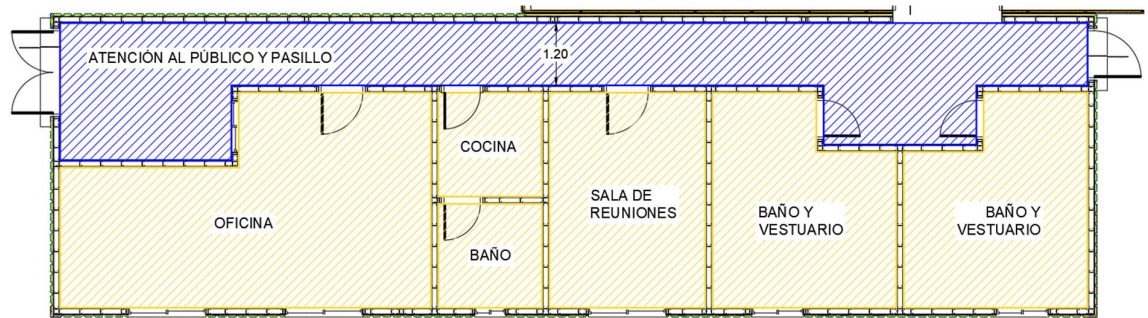


Figura 147| Planta de área administrativa donde se aprecian las circulaciones en azul, y los ambientes o espacios a utilizar en amarillo. Elaboración propia

El área técnica tiene una organización funcional que sigue el proceso productivo de tratamiento. Los portones para la descarga y carga están a los lados de la nave y se ubican uno enfrente del otro generando un gran espacio central libre en la nave el cual se utiliza para la circulación de la maquinaria móvil.

A un lado de esta área central se ubica la zona de clasificación y la zona de máquinas para el tratamiento de los RSU (enfardado, triturado y briqueteado) siguiendo el orden de producción, mientras que al otro lado del área central se encuentra únicamente el almacenamiento de los RSU ya tratados. El área de almacenamiento cuenta con un pasillo intermedio para la circulación de maquinaria móvil y, además, conecta con una salida de emergencia. Las zonas de carga y descarga conectan con playas de maniobras de camiones en el exterior.

El área técnica conecta con el área administrativa internamente a través de una puerta que se ubica en el lado donde se produce el proceso de tratamiento de los RSU, a fin de conectar directamente a los operarios con su zona de trabajo.

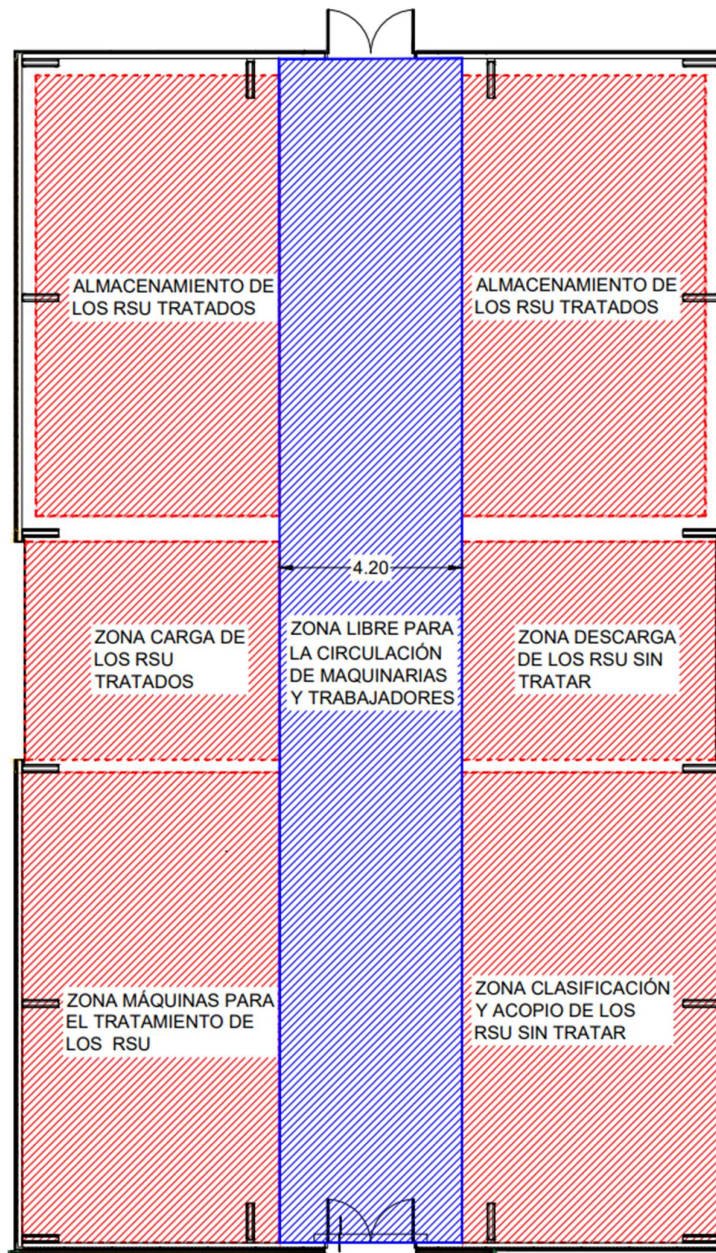


Figura 148| Planta del Área Técnica donde se aprecia la zona libre para la circulación en color azul, y en rojo las zonas donde se realizan las distintas etapas del proceso de tratamiento de los RSU. Elaboración propia

5.2.5.3.3 Volumetría y organización del almacenamiento de vehículos

Esta zona se compone por una cubierta sostenida por columnas en celosía metálicas sin cerramiento perimetral lo que permite el fácil acceso de los vehículos. En el interior de este espacio la ubicación de los vehículos y maquinaria se genera en forma ordenada para optimizar el uso del mismo. Cuenta más de un acceso que conecta con los caminos de circulación interna del predio, a fin de permitir el ingreso a esta zona de distintos puntos.

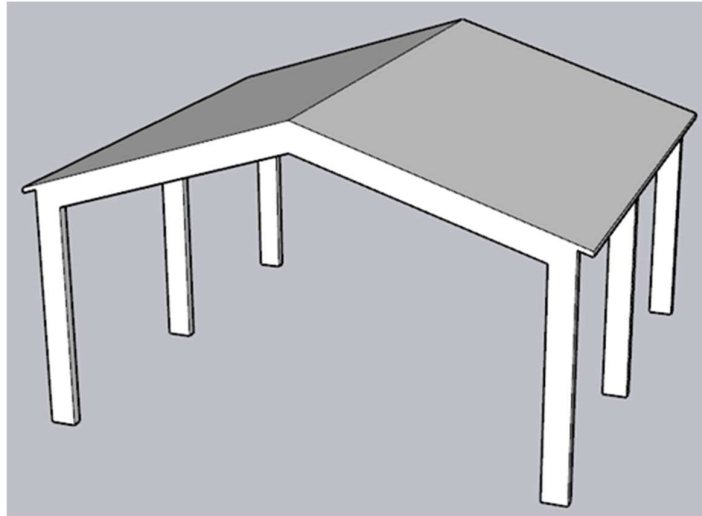


Figura 149| Volumetría de almacenamiento para vehículos pesados. Elaboración propia

5.2.5.4 Superficies

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las superficies reales construidas.

Tabla 57|Cuadro resumen de superficies construidas. Elaboración propia

	Nave industrial - Zona técnica	Construcción de zona administrativa	Almacenamiento de vehículos pesados
Superficie semicubierta (m ²)	0	0	123
Superficie cubierta (m ²)	452	168	0

Para el desarrollo de este apartado, se deberá verificar su cumplimiento con el proyecto de Código de Ordenamiento Urbano de Herrera. Debido a que el lugar en que se construye se encuentra en el “Área complementaria” adyacente al “Distrito residencial R3” según el mapa de ordenamiento urbano de la ciudad de Herrera que se encuentra descrito en el relevamiento general, se cumplen satisfactoriamente con los requerimientos límites de ocupación tanto de área superficial como de área total que establece el ordenamiento urbano de la ciudad de Herrera.

Tabla 58| Cuadro de usos del suelo de la ordenanza de ordenamiento urbano para Área complementaria y Zona residencial R3. Fuente: Elaboración propia.

Distrito	FOS	FOT	Tipología	Retiros mínimos			Alturas máximas	Parcelamiento mínimo	
				Frente (m)	Lateral	Fondo	h=	Frente (m)	Sup. (m)
R3	0,75	3	PLSM	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	4.00	6.00 y 20 % superf. lote	$tg\ \alpha = h/d = 1 \cdot 1$ EM = 12 m	20.00	1000
AC1	El del distrito que atraviesa		La del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa	El del distrito que atraviesa		

Siendo el FOT (Factor de Ocupación Total, que es la superficie máxima construible en cada parcela, sabiendo que el predio es una parcela única de gran extensión de aproximadamente 60.000 m²) permitido de 180.000 m² y se proyectaron **743 m²**. Mientras que el FOS (Factor de Ocupación del Suelo, que es un porcentaje de ocupación total del suelo más las proyecciones de voladizos o bien de servicios) permitido es de 45.000 m² aproximadamente y se proyectó una ocupación de **743 m²**.

5.2.5.5 Cerramiento, acceso y circulaciones del predio

En este apartado no sólo se hablará de la entrada a la planta, sino también de los caminos de circulación y el paisajismo del predio, de forma tal de que el relleno (y sus obras complementarias) logren unirse al paisaje como se lo ha descrito en el apartado 5.2.3.

5.2.5.5.1 Cerramiento perimetral y garita de control más portón de acceso

Se deberá construir un cerco perimetral y un portón de acceso que sirva para darle seguridad y disciplina a la obra, que será importante también para impedir el libre acceso del ganado al interior del relleno, dado que aquél no sólo entorpece la operación, sino también destruye las celdas, especialmente cuando se retiran los trabajadores al final de la jornada diaria.

Será también necesaria la conformación de un cerco vivo de árboles y arbustos como aislamiento visual, pues oculta de los vecinos y transeúntes la vista de los desechos sólidos; da buena apariencia estética al contorno del terreno y puede servir para retener papeles y plásticos levantados por el viento. Es recomendable plantar árboles de rápido crecimiento como pino, eucalipto, laurel, bambú, etc., aunque, de preferencia, deberían plantarse especies autóctonas

para darle una apariencia más “natural”, propia de la zona. Todo esto fue descrito en detalle en el apartado 5.2.3.1.15

El portón de acceso estará acompañado por una garita donde se ubicará el sereno encargado de controlar todos los ingresos y egresos al predio, además de controlar y manejar el uso de la balanza.

Esta garita de acceso contará con el área de trabajo y un pequeño espacio complementario donde se ubicará un baño a fin de que el empleado pueda llevar a cabo su trabajo con el confort adecuado. Además, en la misma construcción se realizará un gabinete donde irá ubicado el equipamiento eléctrico. Esta edificación se realizará con el sistema constructivo tradicional de mampostería. Contará con todas las instalaciones necesarias de manera independiente de la planta de tratamiento y conectada a las redes de la localidad.

El **cercos perimetral** se realizará por medio de un alambrado olímpico compuesto de postes de hormigón armado premoldeados que sostendrán el tejido de cierre de dibujo rómbico de alambre galvanizado, que será tensado con cintas en los extremos a la mitad de la altura útil que cubran, y deberán cubrir una altura máxima de 2,00 m. Los postes deben cubrir una altura de 2,45 m unidos por una viga de encadenado inferior de 0,20 m de ancho por 0,30 m de alto, y se colocará un poste con refuerzo cada 21 metros. Por último, sobre el tejido, se colocarán tres hilos de alambre galvanizado con púas de protección.

Este cerco perimetral será extendido por el frente del predio (que será debidamente adornado como se detallará a continuación para poder presentar la estética de la obra), sobre la línea que corre paralela al eje de cunetas de las vías férreas y sobre la línea que marca el límite del predio al Sur.

El **portón de acceso** estará conformado por una estructura metálica de acero galvanizado y un tejido de las mismas características que el del cerco.



Figura 150| Cerco perimetral delimitante del predio. Fuente:
https://www.facebook.com/252799862085809/posts/cerco-perimetral-con-postes-ol%C3%ADmpicos-y-tejido-de-180gracias-por-la-confianza-en/842580243107765/?locale=ms_MY

Para hacer un cartel de presentación, se colocarán letras corpóreas labradas en chapa doblada en frío estilo cajón, con huecos para permitir el paso del agua, y pintadas por fuera y dentro con pintura antioxidante, que serán montadas sobre marco de estructura metálica y sobre postes correctamente fundados.

Deberán contar con circuito interior de cableado LED para poder obtener una iluminación difusa, protegido ante las inclemencias del tiempo, y con frente y anverso de acrílico o algún otro material semi-transparente. Un ejemplo es para la empresa Deckar, aplicable para la ciudad de Herrera.



Figura 151| Letras corpóreas aéreas a modo de ejemplo con el sistema dado. Fuente:
<https://laserhouse.com.ar/wp-content/uploads/2022/01/deckar.jpg>

El cartel será iluminado desde 4 puntos con un ángulo de 60°, y adornado con piedras trituradas de color blanco tipo caliza sobre terreno absorbente para distinguirlo del paisaje, a 4 metros del borde del portón de distancia.

5.2.5.5.2 Balanza para pesaje de camiones

Es necesario tener un buen conocimiento de las cantidades gravimétricas y volumétricas de los residuos sólidos entregados al sitio de disposición final por ser esencial en el desarrollo y en la ejecución de la recolección de residuos sólidos y en las estrategias de relleno sanitario, así como en el reglamento y control de la operación del relleno sanitario.

Las estimaciones volumétricas de los residuos sólidos que ingresan a un relleno sanitario son subjetivas y, por lo tanto, pueden tener una inexactitud significativa; en consecuencia, hasta cierto punto, todos los residuos sólidos que ingresan al relleno sanitario deberían ser pesados.

La balanza debe ser capaz de pesar el vehículo más grande que usualmente llega al relleno sanitario; sería el límite adecuado en la mayoría de los casos. Idealmente, la plataforma debe ser lo suficientemente larga para acomodar todos los ejes del vehículo de manera simultánea. Una alternativa, en caso de que los recursos financieros sean limitados, es el uso de una balanza más corta donde se mida individualmente el peso en el eje frontal y luego en el eje trasero.

En este caso se instalará la balanza sobre el frente de la garita de acceso al predio. Las características principales que tendrá serán:

- Versión sobre piso con rampas, que tiene una contraflecha que evita deformaciones a largo plazo por peso propio o por creep.
- Dimensiones 18,00 m de largo x 3,00 m de ancho, compuesta por tres paneles de 6,00 m x 3,00 m, con una capacidad de soporte 80.000 kg (80 tn), y con caja de display de seguridad e interconexión de paneles de protección eléctrica IP68. Los módulos cada uno cuenta con 10 celdas de carga de peso.
- Conformada por módulos de hormigón armado y cabezales metálicos que le otorgan gran rigidez estructural y simple mantenimiento. Los módulos se construyen a partir de cabezales en perfiles de acero y parrillas de hierro. Estas parrillas se arman de manera transversal dentro de un encofrado recuperable. Luego el encofrado se rellena con hormigón H 30. El tendido de cañerías para los cables de celda se efectúa previamente, quedando incorporado a los módulos.



Figura 152| Hormigonado, encofrado y diseño de balanzas. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf

- La altura final de la plataforma de rodaje en la opción sobre piso, con rampas de acceso, es de 38 cm.
- Cuenta con celdas de carga digitales en los apoyos de la plataforma, generando señales digitales individuales para una mejor ecualización. Su tecnología permite emitir una digital desde la carcasa. Cada celda se puede comunicar en forma individual con el controlador facilitando la calibración y el mantenimiento al poseer un auto diagnóstico de posible falla o corrimiento. Son inmunes a interferencias electromagnéticas.



Figura 153| Cargador analógico con cableado conectado al sistema eléctrico. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf

- La señal emitida no sufre variación y/o degradación en el trayecto que las separa del indicador digital electrónico, siendo inmune a ruidos eléctricos y a perturbaciones de descargas atmosféricas
 - Los micro-errores de linealidad, histéresis y deriva son compensados con algoritmos contenidos en la propia celda de carga brindando mayor precisión

- Los ajustes de puntas de la balanza se hacen directamente desde el indicador digital, lo que facilita su puesta en marcha y mantenimiento
- Ante un eventual desperfecto, los errores son diagnosticados y compensados desde el indicador digital, que resulta en un fácil mantenimiento y posterior reparación, calibrándose la totalidad de la balanza rápida y sectorialmente.
- Estructura de hormigón armado, necesaria para transmitir el peso propio de la báscula más la carga a pesar; a un suelo con capacidad y estabilidad adecuada, promedio de soporte de 1 kg/cm^2 . Las dimensiones de los elementos de fundación son:
 - Vigas de fundación de hormigón armado, de dimensiones: ancho 1,00m - Largo 3,70m - Profundidad 0,40m. Con Armadura superior e inferior con estribos de doble rama.
 - Rampa de acceso a ambos lados: elaboradas en hormigón armado con dimensiones: ancho 3,16m, altura 0,35 m y espesor mínimo 0,18m. Armaduras metálicas de acero ADN-420 cortado y doblado y malla SIMA R84 150x250x4 superior
- El indicador es de pantalla LCD retroiluminado con gabinete de acero inoxidable



Figura 154| Display LCD con gabinete de chapa para mediciones de pesaje. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf

- En el exterior cuenta con Display de 7 segmentos LED de alto brillo de 4" para exterior.



Figura 155| Display exterior para visualización de operarios fuera de balanza. Fuente: https://www.sipel.com.ar/uploads/Balanza%20de%20Camiones/Folleto_camiones.pdf

- La báscula debe estar en un plano horizontal; cada 10 cm de desnivel longitudinal implica un largo de rampa adicional de 100 cm.
- Dentro de la gama de opciones, se pueden elegir marcas como GaMa, Sipel, entre otras.



Figura 156| Balanza de pesaje de camiones tipo con garita estilo ejemplo. Fuente: <https://www.sipel.com.ar/es/producto/balanza-de-camiones>

5.2.5.5.3 Caminos internos de circulación vehicular

Habiendo conocido las dimensiones de las cunetas de circulación, resulta conveniente la construcción de vías internas en el predio, pues estas permitirán el desplazamiento por todo el terreno, facilitando la entrega de los desechos en el frente de trabajo.

Serán construidas de forma rústica, pudiendo ser de tierra, piedra, restos de escombros de demolición o suelo calcáreo compactado, pero deberán de mantenerse en buen estado y sobre todo bien drenadas durante todo el año (principalmente y por preferencia, se construirán de ripio, con base de suelo cemento compactado de broza molida). El ancho de rodaje de estas vías debe ser de 3,60 m, con pendiente entre el 5 y el 10 % sobre su eje, con una pendiente del 2 % perpendicular a su eje y con cunetas de 1 m de ancho a cada lado, con el objetivo de obtener un buen drenaje de las aguas lluvias en las vías. Estas vías recorrerán todo el predio en un camino

principal que rodeará por completo todas las obras agrupadas y caminos secundarios entre las distintas obras.

Además, desde el acceso hasta la primera obra que contiene el predio, es decir, el almacenamiento de vehículos pesados, se unirán dos vías generando una calle de 7,2 m, diferenciando dos carriles con distinto sentido a fin de uno utilizarse para el ingreso y el restante para el egreso. Esta calle tendrá las mismas características de pendiente y materiales que las vías simples.

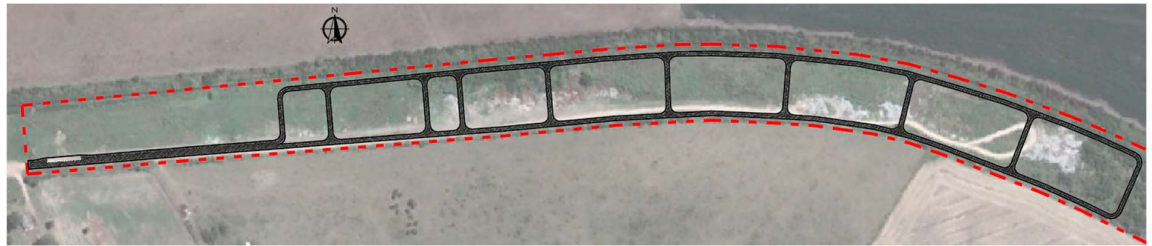


Figura 157| Caminos interiores del predio para la circulación de vehículos y maquinarias. Elaboración propia

5.2.5.5.4 Circulación peatonal

Con el fin de permitir una comunicación peatonal entre los diferentes edificios y entre el acceso y la planta de tratamiento, se propone una vereda de hormigón peinado. Se utilizará este tipo de vereda ya que constituye una solución económica, sencilla y estética, donde la superficie queda más rugosa y antideslizante. El hormigón peinado destaca por su reducido desgaste y gran resistencia y durabilidad, además el rayado facilita que el agua no se acumule y fluya.



Figura 158| Vereda peatonal utilizada para circular en el predio de la planta. Fuente: <https://www.becosan.com/es/hormigon-peinado/>

5.2.5.5.5 Accesibilidad

Se colocarán escalones y rampas para solventar las diferencias de nivel que se generan entre las distintas edificaciones, lugares de trabajo y circulaciones con el fin de garantizar seguridad para el acceso a los diferentes sectores del predio.

Se planean las rampas siguiendo las disposiciones del Código de Edificación de la ciudad de Concepción del Uruguay (a la que el municipio de Herrera hace referencia), de forma tal de permitir la circulación para gente con discapacidad, con la correspondiente demarcación del suelo a tal fin con pinturas para permitir y señalar el paso de dichas personas.

5.2.5.6 Estacionamientos y aparcamientos

5.2.5.6.1 Estacionamientos para vehículos livianos y pesados

La función principal de los aparcamientos (sobre todo para camiones), es la de absorber los picos de afluencia de vehículos estableciendo un punto seguro de espera previo a la descarga. Los camiones se derivan a este sector cuando deban esperar antes de realizar la descarga en alguno de los tres destinos posibles, o bien, realizar las operaciones de carga de los materiales vendidos.

Cuando el sitio de descarga esté nuevamente disponible, se indica al conductor del vehículo correspondiente que proceda con la descarga. Para organizar esta zona se debe respetar el orden de ingreso, o sea para un mismo destino debe descargar primero el que haya arribado primero al predio.

Los estacionamientos para vehículos pesados estarán ubicados a los lados de las playas de maniobras de los camiones, las cuales contarán con dimensiones suficientes para que los camiones realicen todos los movimientos necesarios manteniendo la seguridad. Además, tanto los estacionamientos como las playas de maniobras se materializarán en losas de hormigón peinado igual que las veredas. Contará con espesores necesarios para resistir el uso al que estarán destinados, apoyadas sobre bases compactadas, y contarán con las pendientes mínimas necesarias para evitar la acumulación de agua y permitir su correcto desagüe.

En cuanto a los estacionamientos para vehículos particulares se planificarán dos sectores: uno destinado específicamente para los vehículos de los empleados y otro pensado para uso mixto entre los empleados y usuarios que visiten la planta por diversos motivos. Los estacionamientos tendrán sectores para bicicletas, motocicletas y automóviles.

Se materializarán en losas de hormigón peinado igual que las veredas. Contará con espesor de 15 cm mínimo para resistir el uso al que estarán destinados, y contarán con las pendientes mínimas necesarias para evitar la acumulación de agua y permitir su correcto desagüe.

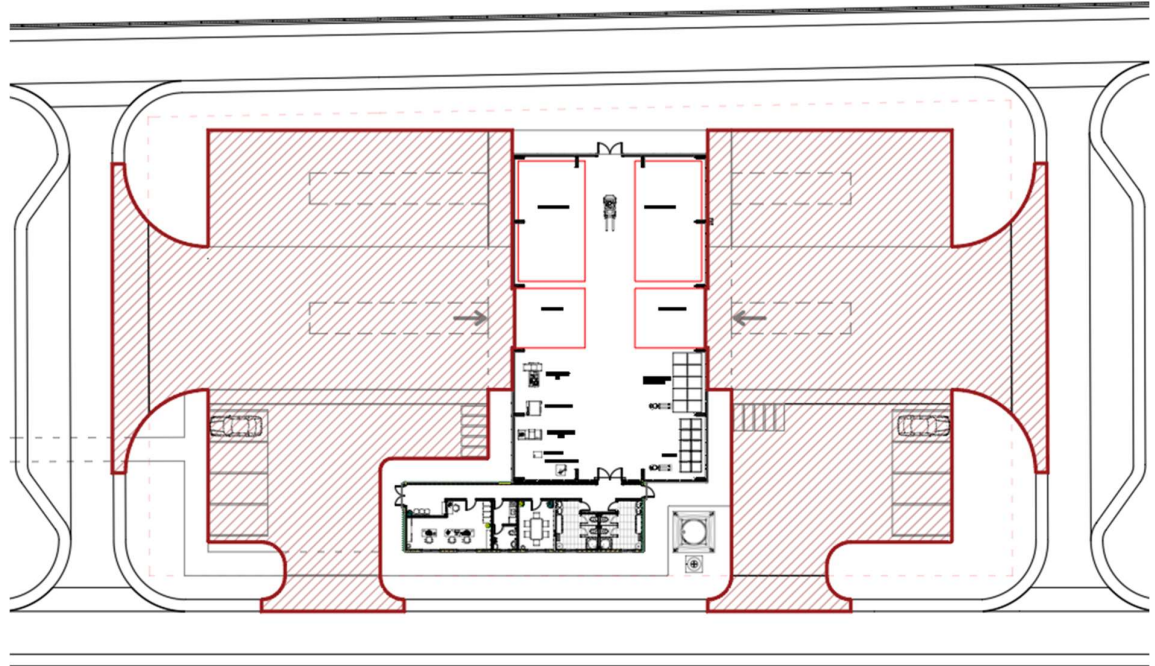


Figura 159| Marcados en marrón los estacionamientos y playas de maniobra de camiones, con sus respectivos accesos. Elaboración propia

5.2.5.6.2 Zona de lavado de vehículos y equipos

Las provisiones para el lavado de vehículos deben incluirse en el diseño de la instalación si existe adecuado abastecimiento de agua. El lavado de vehículos se refiere a la limpieza general del equipo empleado en el relleno sanitario y al lavado de las ruedas de los vehículos de recolección.

Los requisitos para el lavado de vehículos son:

- Fuente de agua confiable,
- Bomba u otros medios para esparcir el agua a presión,
- Área de lavado con control de la escorrentía.

El área de lavado debe tener una superficie pavimentada para evitar la formación de lodo y debe tener rebordes o bermas para desviar la escorrentía hacia un canal de recolección.

Como en el caso del diseño de los otros sistemas de drenaje en el relleno sanitario, los canales deben protegerse de la erosión. La escorrentía cargada de sedimentos debe desviarse hacia una trampa o laguna de sedimentación. A menudo, es posible dirigir esta escorrentía hacia el drenaje del relleno sanitario principal, concentrado en la laguna, o directamente por una alcantarilla hasta las cunetas de desagüe del sistema ferroviario.

Las rutas de acceso al relleno sanitario y las rutas públicas pavimentadas requieren el lavado de las ruedas de los vehículos que transportan residuos sólidos, a fin de mantener limpios los caminos. Las áreas de lavado de equipos y de las ruedas pueden ser las mismas o estar colindantes. La ubicación para el lavado de ruedas es a la salida del frente de trabajo y debe ubicarse en un área pavimentada, **por lo que se planificará en el estacionamiento de vehículos pesados junto a la playa de maniobras de camiones.**

5.2.5.7 Esquema de funcionamiento y operación y flujograma de tareas

Para definir la organización, trabajo y distribución de tareas en la planta, se procederá a describir cada una de las actividades que se realizan en cada punto del relleno, haciendo énfasis en las obras civiles complementarias a la planta, y que sirvan de ayuda y guía para la ejecución de trabajos como el descrito en el apartado 5.2.3.1.7. En esta descripción se incluyen imágenes, fichas técnicas y especificaciones que estarán ampliadas (dado el caso), en el **Anexo A.5.**

5.2.5.7.1 Control de ingreso al predio y pesaje de camiones

Para el control de ingreso al predio, se dispone de una garita de vigilancia de 18 m², donde cuenta con oficina y una computadora conectada a una balanza de camiones, que soporta un peso de 80 tn, distribuida 18 metros a un lado de la línea de traza del camino, que sirve no sólo para el control de vehículos entrantes (que por diferencia del peso en su salida se puede conocer el kilaje a disponer), sino también de camiones que entren a comprar material (ya sea compost o fardos de material reciclado), y por la diferencia en peso entre su entrada y salida se conoce la cantidad vendida y el precio de venta total (de manera de poder ajustar los mismos y a su vez de llevar un registro de todas las operaciones que se realizan en el predio).

Los procedimientos que deben de realizarse en la garita son los detallados en el apartado 5.2.3.1.7.a).

A su vez, la garita sirve para albergar los tableros seccionales y el general de cada uno de los componentes civiles del plan GIRSU (es decir, la planta, las naves de oficinas y almacenamiento, y los equipos que han de conectarse para el uso de las trincheras).

5.2.5.7.2 Zona de estacionamiento o espera

La zona de estacionamiento no sólo sirve para los empleados que se encontrarán trabajando en la planta y en la nave de oficinas, sino también para absorber tiempos de espera

para depositar los residuos de rechazo, o bien, para hacer tiempo para la preparación, carga y acondicionamiento de los materiales para su posterior venta.

5.2.5.7.3 Descarga de RSU en planta de separación

La descarga de los residuos, las medidas de seguridad y los consejos dados, están propuestos en el apartado 5.2.3.1.7.b)

5.2.5.7.4 Separación de residuos por tipo y su clasificación

Los lineamientos para la separación de residuos, su clasificación en elementos a bolsones o destinados a fardos están descritos en el apartado 5.2.3.1.7.c)

5.2.5.7.5 Residuos orgánicos que irán a las pilas de compostaje

Una mención especial requiere los residuos orgánicos que irán destinados a las pilas de compostaje. Idealmente, avanzado el plan GIRSU, se supone que tendrán días y horarios de recolección por separado, donde sea más fácil su clasificación (dado que genera ingresos y beneficios al municipio).

Como realmente debe lograrse una buena adhesión de parte de los trabajadores, y ser demostrado que el proceso de compostaje genera ingresos, la materia orgánica se obtendrá principalmente de la poda de árboles y arbustos, las hojas secas de estación, el desmalezamiento de predios, patios y jardines y el cortado de pasto (de la parte “marrón” o leñosa), y de la separación de orgánicos de frutas, verduras, cáscaras de huevo, té y café (con los elementos de protección correspondientes), servilletas, papeles higiénicos usados, y las pieles y elementos fácilmente putrescibles de animales del resto de los residuos (donde se obtiene la parte “verde” o descomponible del compost). Ambas deberán mezclarse con algo de tierra y arena para obtener la granulometría, humedad y consistencia deseada.

El proceso de extracción de los residuos orgánicos de la fracción húmeda o basura se hace con la apertura de bolsas (con elementos de protección como guantes anticorte, que eviten las heridas cortopunzantes y barbijos más lentes de seguridad), cuidando que la ropa cubra los brazos y piernas correctamente, sin dejar la piel al descubierto en caso de que se produzcan accidentes. Posteriormente, se revuelve con las manos, o con elementos que permitan barrer y mover la fracción orgánica del resto de húmedos.

Luego de ello, se deben agrupar en bolsas tipo arpillera, que puedan almacenar hasta 50 o 100 kg por bolsa, para luego trasladarlas a la cancha de compostaje a fuerza de hombre o con ayuda de un vehículo.

La mezcla de las fracciones de compost se hace de acuerdo al apartado 5.2.3.1.14, y posteriormente se debe hacer el volteo cada 1 o 2 semanas para permitir la mezcla, descomposición y biodegradación del material.

5.2.5.7.6 Rechazo de los RSU y disposición final

El rechazo de los RSU constituye, como se ha mencionado anteriormente, todos los elementos que no han de poder destinarse para reciclaje, tratamiento y empaquetado/enfardado/almacenado directo. A su vez, constituyen el rechazo de la fracción orgánica, por lo que la “basura” irá directamente al relleno sanitario. Si bien se busca disminuir lo más posible la cantidad de residuos al realizar las tareas de reciclaje y de compostaje, no puede evitarse que exista una fracción de residuos que constituyan lo que comúnmente se conoce como basura.

A su vez, existirán rechazos de la sección de plásticos, papel y cartón producto de que algunos podrían estar húmedos, se resquebrajan o desgranar, son difíciles de compactar, o no pertenecen a alguna de las categorías en los que suelen clasificarse, que deberán disponerse en el relleno. Lo mismo ocurre con los elementos de lata, hojalata, aluminio o chatarra que estén lo suficientemente oxidados o dañados de forma tal que hayan perdido su integridad y no puedan reciclarse.

Lo más óptimo es llevarlos en el antiguo camión de disposición de residuos (de forma tal de no quitarlo de servicio y dejarlo en desuso) hasta la trinchera activa en ese momento, y disponerse como cualquier otro residuo a compactar y tapar en los días activos.

Otros rechazos que también irán al relleno son los orgánicos que no puedan usarse en el compostaje por su alto nivel de descomposición, por su nivel de degradación completa, o por contener partes que no son aptas para compostar. Ellos serán tratados al igual que con el resto de los residuos que serán dispuestos que constituyen la fracción orgánica.

5.2.5.7.7 Compactación y enfardado de materiales como plásticos no derretibles, cartón y papeles

Si bien la compactación y enfardado de materiales fue descrito en el apartado 5.2.3.1.7.d), en cuánto a las tareas de operación y uso de la máquina se tratan, se procederá a

describir las características de las máquinas a utilizar, los recaudos de seguridad. Una de las máquinas de compactación es la prensa enfardadora vertical (que es la que se encuentra actualmente en la nave de la ciudad de Herrera, de la marca Abyper S.A.), cuyas características son:

- Fuerza compactadora de 15.000 kg. Pistón compactador de acero con guías reemplazables de material plástico antifricción y ranuras amplias para pasaje de alambres
- Potencia del motor: 5,50 HP (4 KW)
- Dimensiones del fardo: 750 mm x 550 mm x 750 mm
- Dimensiones de la máquina: ancho 1.100 mm, profundidad 800 mm, altura 2.700 mm
- Tiempo de prensado: 30 segundos.
- Peso de la máquina: 700 kg
- Ficha de conexión eléctrica: 3x380VAC + Neutro + Tierra (Ficha STECK macho 5 polos 16A)
- Eyección de fardos accionado por retroceso del pistón compactador, sin cadenas, con aplicaciones de fardos en papel, cartón, PET, polietileno, cartulinas, etc.
- Doble juego de uñas de retención fijas, para contener recuperación del material
- Etiquetas de señalización de instrucciones funcionales y precauciones de seguridad
- "Puerta-Tolva", para facilitar la carga de materiales a granel, como ser botellas, latas, refiles, etc. A su vez, cuenta con un sistema de apertura gradual controlada de puerta inferior, para mayor seguridad del operador
- Modelo EVA 7550: Operación automática por botoneras, enclavamientos eléctricos de seguridad y parada de emergencia.



Figura 160| Enfardadora vertical actual. Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_714314-MLA31652326669_082019-O.webp

Por otro lado, se cuenta con la prensa horizontal de fardos, que eyecta los mismos fardos, pero de forma horizontal, de manera que se logre una producción tipo by-pass (ambas pueden operar en simultáneo de manera de acelerar la producción, pero en caso de mantenimientos o arreglos, se puede continuar con una máquina mientras la otra se encuentra en tareas de reparaciones).

Entre las características técnicas principales se encuentran:

- Carga continua sin tiempo de espera como en Compactadoras Verticales
- Ciclo operativo automático, activándose cuando el nivel de material en la tolva llega al punto prefijado, y deteniéndose cuando no hay más material o se ha llegado al tamaño de fardo preestablecido
- Uñas de retención retráctiles para impedir el retroceso del material en proceso de compactación, con aplicaciones de fardos en papel, cartón, PET, polietileno, cartulinas, etc.
- Etiquetas de señalización de instrucciones funcionales y precauciones de seguridad
- Compuerta frontal con sistema de apertura gradual controlada para seguridad del operador
- El modelo a adquirir debería incluir una tolva de alta capacidad para carga manual
- Operación automática por botoneras, enclavamientos eléctricos de seguridad y parada de emergencia

- Modelo EHA-TH 7550: incluye traba hidráulica para evitar que el material salga hacia atrás de la cámara de presión.
- Fuerza compactadora de 15.000 kg de presión con pistones.
- Potencia del motor: 7,5 HP (5,5 KW)
- Dimensiones del fardo: 750 mm x 550 mm x 750 mm
- Tiempo de prensado: 45 segundos.
- Peso de la máquina: 8.000 kg
- Motor trifásico de alta velocidad.



Figura 161| Enfardadora horizontal propuesta. Fuente:
[https://www.nuevaferia.com.ar/company/products/images/abyper/16445/1_\(3\).jpg](https://www.nuevaferia.com.ar/company/products/images/abyper/16445/1_(3).jpg)

El proceso de trabajo para operar una máquina de este porte es el siguiente: siguiendo el ejemplo del cartón detallado en el apartado 5.2.3.1.7.d), primero, se debe acercar el bolsón con el material clasificado y posicionarlo frente al equipo que comprimirá. Luego se abren las cajas y se aplanan para una mejor compactación. Se vuelcan directamente sobre la boca de carga de material, sin necesidad de tener cuidados como los zunchos o grampas para sostenerlas. Como la carga es automática, se eliminan problemas de la operación manual de atado de fardos y las desventajas de poner las manos en una máquina en movimiento.

A continuación, la máquina procede a “tragar” los materiales que ingresan a ella, se cierra la puerta de la prensa y se acciona automáticamente para iniciar la compactación. Solamente cuando finaliza la compactación se puede volver a abrir la puerta para recibir el fardo completamente atado. El peso promedio de un fardo de cartón es 3 veces mayor al del fardo de plástico PET, al igual que en la enfardadora vertical.

Por último, el material prensado, ya está listo para ser acopiado hasta su comercialización.

Se prefiere que ambas máquinas sean de la misma marca ya que el municipio ha trabajado con esta empresa para la adquisición de la enfardadora vertical.

5.2.5.7.8 Trituración de plásticos utilizables y vidrio

Ahora bien, no todos los materiales son aptos para enfardarse y embalsarse, ya sea por su elevada fragilidad (como el caso del vidrio), o porque su trituración produce un producto que luego es fácilmente aprovechable por las empresas (como los plásticos tipo termoplásticos, puesto que pueden derretirse). A esos elementos en particular se los destinará a la trituradora.

En cuanto al proceso de trituración, deben llevarse a cabo los mismos recaudos que para el proceso de compactación y enfardado. Los operarios deberán contar con sus propios elementos personales de seguridad como calzado con puntera y guantes. También existe una posibilidad de atrapamiento, por lo que el volcado de material dentro de la tolva debe de hacerse a una distancia prudencial, guardando que ninguna extremidad quede en el interior del radio de acción de la tolva de trituración.

Luego de ello, la máquina se encarga de, con dos cuchillas, destruir todos los materiales, que salen en forma de tiras, o pequeños pellets de material, que deberán ser arrastrados mediante un carro metálico (tipo canasto con ruedas y abertura entre barras menor a 3 cm), hasta los big bags, o colocarse los big bags debajo para poder atrapar el triturado.

El material destinado a la trituradora para darle mayor valor agregado sería: Plásticos derretibles, Chatarras livianas, Maderas y Vidrio.

Estas escamas obtenidas son utilizadas por diferentes industrias ya que pueden convertirse en nuevos envases, fibras de alfombra, escobillones, baldes, ropa y muchos otros productos (para el caso del PET o textiles, por ejemplo). A través de este proceso la planta logra darle un valor agregado al material para poder comercializarlo en mejores condiciones.

Por las razones dadas en las compactadoras, se prefiere que la marca de la trituradora sea Abyper, de la línea de máquinas ABECOM, la trituradora TE-250/50-15, cuyas características son:

- Tamaño de la cámara de trituración: 500 mm x 500 mm
- Cantidad de ejes portacuchillas: 2
- Velocidad de rotación promedio: 20 rpm con mayor eficiencia energética que la trituradora de altas velocidades
- Potencia del motor: 7,5 HP (5,5 KW)
- Peso de la máquina: 1.500 kg

- Velocidad de procesamiento: 200 a 600 kg/h según el material (por ejemplo, para plásticos tipo PET sería de entre 200 a 500 kg/h, mientras que para metales tipo lata es entre 300 a 600 kg/h).
- Seguridad operativa: sistema de auto-reversa y limitador de torque, permitiendo una operación silenciosa, simple, higiénica y económica.
- Cuchillas construidas en aceros especiales, rectificadas y tratadas térmicamente para una larga vida útil
- La máquina está pintada con base anticorrosiva y terminación en esmalte sintético
- Panel de control de la máquina: Gabinete de chapa de acero que incluye PLC, controles de arranque y parada, y todos los dispositivos necesarios para la operación y seguridad
- Funciona a tensión trifásica de las mismas características que la prensa vertical, con cuchillas de entre 1 a 15 picos de 15 mm de espesor.



Figura 162| Trituradora propuesta. Fuente: <https://www.mytsac.net.pe/wp-content/uploads/2021/02/abyper-trituradoras.jpg>

5.2.5.7.9 Briqueteadora de materiales - alternativa para papeles de primera y otros elementos lignocelulósicos

También, al igual que la trituradora, permite darle valor agregado a elementos lignocelulósicos como maderas usadas, a reciclar, las que no irán a los chips de compost, papeles que no pueden enfardarse, virutas, aserrín de la chipeadora, etc.

La función esencial de la briquetadora es la de generar ganancias extra por los elementos procesados, que pueden utilizarse para otras industrias, y, por su gran nivel de procesamiento alcanzado por la máquina, su valor de venta es mayor al convencional por los brics o “ladrillos” de material.

A su vez, constituyen una forma de aprovechar los rezagos para poder convertirlos en la famosa “leña ecológica” para obtener calor o bien, para venderlo a otras industrias.

Tiene numerosas ventajas:

1. Permite transformar los desperdicios en una fuente de energía de bajo costo
2. Reducciones de volumen de hasta 30:1
3. Liberan espacio valioso ocupado por rezagos para usos rentables
4. Bajan los costos de manipuleo y transporte de materiales
5. Menor riesgo de incendios
6. Alto Poder calorífico de las briquetas (aproximadamente 4.000 / 5.000 Kcal /Kg)
7. Briquetas sin necesidad de materiales aglutinantes
8. Contribuyen a la conservación ecológica permitiendo ahorro energético
9. Eliminación de residuos según normativa ambiental

Para ello, las máquinas deben trabajar con los restos con una humedad inferior al 15% ya que su uso principal es el poder calorífico.

El proceso de elaboración de este sistema es el siguiente:

Los operarios deberán reunir y almacenar los materiales necesarios para llevar a la briquetadora, y tenerlos a mano para evitar grandes distancias de acarreo o faltantes de material para alimentación de la máquina. Si bien esta máquina es la menos peligrosa, se requiere que cuente con elementos de seguridad como parador de emergencia y otros dispositivos de seguridad electrónicos.

Luego de ello, la máquina se encarga de comprimir todas las fibras, controladas por sensores y ruedas dentadas, mediante el movimiento de cilindros internos que se accionan para mover el material hasta el tamaño deseado y, por una extrusora, sale el bric compactado que se deposita en una bandeja contigua, con el diámetro y longitud deseadas. Las briquetas que salgan serán almacenadas en big-bags, o colocadas en pilas de no más de medio metro de alto, en caso de no haber lugar.

Por las razones dadas en las compactadoras, se prefiere que la marca de la briquetadora sea Abyper, de la línea de máquinas ABECOM, la BRIQ 30, cuyas características son:

- Rendimiento de 30 kg/h a 50 kg/h

- Procesa una producción de 0,49 m³/h para humedades hasta el 15%
- Peso de la máquina: 700 kg
- Admite residuos de: serrín, papel, biomasa, alimentación, madera, plástico
- Dimensiones: altura 1.500 mm, ancho 1.680 mm y profundidad 1.100 mm
- Potencia de motor: 7,5 HP (5,5 KW)
- Diámetro tolva: 1.000 mm
- 10 ciclos por minuto
- 3 cilindros hidráulicos
- Diámetro de Briquetas: 50 mm
- Longitud de briquetas: mínimo de 50 mm hasta un máximo de 300 mm
- Conexión trifásica a 220VAC, con mismas fichas que compactadoras.



Figura 163| Briquetadora propuesta. Fuente:
<https://www.abyper.com.ar/assets/img/productos/abecom/Briqueteadoras-BRIQ/1.jpg>

5.2.5.7.10 Almacenamiento en sector

Ya tenidas las 3 ramas de producción, para su comercialización en el pueblo, a empresas y alrededores, queda definir a dónde se destinarán los productos. Si bien hay pautas detalladas en el artículo 5.2.3.1.7.e), de todas formas, se tratarán de especificar los métodos, formas y movimientos realizados para tratar de acopiar y almacenar todos los productos obtenidos.

5.2.5.7.10.a) *Almacenamiento de fardos*

Ya habiendo visto su producción, su almacenamiento descrito en el anexo para el cálculo, se determinarán las siguientes tareas a realizar para producir el correcto acopio hasta su venta. Las recomendaciones a seguir son:

- La estiba en altura no debe superar los 3 metros para evitar condiciones de inseguridad e inestabilidad ante la caída de pesos
- Los fardos deberán, para ello, acopiarse en estibas de 6 de altura, y 32 fardos de largo, ocupando 18 m² cada material seleccionado.
- Cada grupo de fardos (de hasta 3 o 4), será llevado por zorras hidráulicas, y serán ayudados a clasificarse con la minicargadora y sus implementos portapalets o la pala cargadora
- Serán separados por tipo de material, en áreas pintadas clasificadas como “papel y cartón”, “latas”, y “plásticos”, siendo rotuladas con cinta de papel o etiqueta cada uno de los materiales.

Todas las cargas serán transportadas usando las zorras hidráulicas, o bien, la minicargadora, evitando la carga a hombre, y siempre y cuando la misma (de ser necesario) sea en equipos de 2 personas al menos para repartir el peso (de forma tal de no superar los 34 kg por persona de acarreo).

La descarga será en la zona destinada a tal fin, con las características mencionadas para la clasificación de los mismos, y se computará los fardos por número, peso, material y precio total por la paca completa para el registro para luego controlar las ventas.

5.2.5.7.10.b) *Almacenamiento de elementos triturados*

Los elementos triturados, por ser más difíciles de manipular, serán colocados en barriles o bien en los big-bags, fuera de la clasificación, ya que pueden ser elementos corto punzantes o cortantes los que se pueden alojar en su interior (como trozos de vidrio, láminas de aluminio u hojalata, etc.), o simplemente son muy pequeños.

Ante estos casos, los big-bags pueden alojarse adentro o afuera, siendo de todas formas igual rotulados por fuera con el peso que contienen, el tipo de material que tienen en su interior, y el número de big-bag.

En los registros, deben de anotarse por número, peso, material y precio por el conjunto total por peso que tiene la bolsa (por ejemplo, si el big-bag aloja 100 kg de plástico PET, el

precio del mismo es por el peso que aloja la bolsa, más un pequeño precio extra que cubra los gastos de uso de la máquina trituradora)

Otra variante es que los scraps obtenidos del proceso se alojen en canastos o bandejas de metal sin desplegar, de manera tal que no se escape ninguno de los trozos hacia afuera, siendo llenado hasta el ras. Ante estos casos, la bandeja debe estar rotulada con el peso de material que aloja, el tipo de material, número, y el precio a granel de los elementos internos.

En cuanto a cuidados, debe de cuidarse que no haya pérdidas o caídas de material en el suelo, por ser peligrosos para quienes caminen en la zona de almacenamiento o para los vehículos en sí. Por otro lado, los big-bags o los recipientes que contengan los pequeños materiales deben estar en buenas condiciones, sin huecos en su interior, para evitar accidentes en la planta.

5.2.5.7.10.c) Almacenamiento de los brics

Las briquetas son un caso particular. Su venta está altamente condicionada por los beneficios (como el resto de los materiales), por el gasto generado en la máquina y por el peso de las mismas.

Las briquetas podrán disponerse sin más que por su forma, a un lado, ya que constituye en esencia un leño, compuesto de materiales comburentes, por lo que deben estar alejados de fuentes de fuego, evitar que se encuentren al sol mucho tiempo o que puedan caerles chispas u otros elementos que puedan ocasionar incendios, ya que se destacan por su alto poder calorífico como su capacidad de mantenerse prendidos por mucho rato.

También pueden alojarse en big-bags, pudiendo después empaquetarlas para su venta en bolsas de 5, 10 o hasta 20 kg. Cada bolsa debe estar rotulada con número, peso de las mismas, y precio final por el peso que alojan.

En cuanto a espacios, pueden alojarse cerca de los fardos no combustibles como los metálicos o los plásticos, ya que el volumen que ocupan es menor, y pueden ayudar a la estabilidad del conjunto, o bien, afuera en la nave de almacenamiento de vehículos para que queden resguardadas de las condiciones climáticas.

5.2.5.7.11 Comercialización y venta de materiales reciclados

En cuanto a la comercialización, si bien en el apartado 5.2.3.1.7.f) se comenta cómo son las condiciones de comercialización de los reciclables, más que se incluye en el apartado 5.2.3.1.14.c) los lineamientos que debe cumplir el compost para comercializarse, en el siguiente

párrafo se incluirán todos los registros a tener en cuenta, procesos, y descomposición de tareas y elementos que constituyen el precio de venta de los materiales.

Para la comercialización, deben de tenerse las siguientes pautas:

1. Todos los elementos a vender deben estar etiquetados, a mano o con etiquetadoras, con un código de serie o número que indique el peso, el precio total, el material a vender y las cantidades vendidas
2. El precio desglosado debe cubrir los costos, por lo que se adoptan tablas de relevamiento nacional para los precios por kg, a las que se les debe adicionar un 5% de beneficios y un 10% de gastos generales. En el caso de elementos terminados, como las briquetas o el compost, se les adherirá un 10,5% de IVA por ser ya elementos listos para utilizar.
3. También, la carga y descarga de los mismos debe hacerse con la minicargadora y las zorras hidráulicas, de manera tal de subir la carga a los camiones. Los camioneros deben firmar una planilla que indique las unidades, materiales, peso y precio total del conjunto para constatar las ventas
4. Toda empresa/individuo/ente que solicite comprar materiales a la planta, deberá comunicar previamente las unidades y/o cantidades necesarias y tipo de material. En caso de no haber en stock, se guardará en lista de espera y se venderá al precio del día en que se ha contactado
5. Toda persona puede aportar elementos reciclables fuera de los residuos, donde la municipalidad los comprará al valor mínimo estipulado por resolución hasta un total del 20% del precio de venta terminado de los materiales por kg.

5.2.5.9 Ergonomía de los trabajos, riesgos y funcionalidad

De acuerdo al Manual de Prevención de Riesgos Ocupacionales en el Reciclaje, y a los conocimientos adquiridos a lo largo de Ingeniería Legal sobre los riesgos del trabajo, y las consecuencias legales y funcionales de ocurridos estos, se puede decir que en la literatura internacional existen 6 tipos de factores de riesgo asociados al trabajo u ocupación y son:

1. **Físicos:** *asociados con alguna forma de energía y que en su mayoría causan enfermedad.* Por desarrollar sus tareas expuestos a variación en las condiciones climáticas como radiación solar, frío extremo, lluvia o cambios bruscos de temperatura, las personas ocupadas en reciclaje pueden desarrollar distintas

afectaciones a su salud, por lo que deben ser protegidos con equipo correspondiente a tal fin.

2. **Mecánicos:** *generados por las propias instalaciones, maquinaria, herramientas, actividades y tareas más comúnmente asociadas a la producción de accidentes.* La exposición a factores mecánicos como manejo de estiletes o cuchillos, clasificación y traslado metal, madera, botellas y objetos cortantes o corto punzantes además de la circulación en la calle, sorteo de tráfico, interacción con camiones carga, maquinaria pesada para movimiento de materiales en botaderos y rellenos, descarga del camión recolector (canter) y manejo de la compactadora tendrá en cuenta hacerlo cumpliendo con las normas de seguridad para evitar lesiones y accidentes, como:

- Se evitará armar cargas muy grandes con el material de reciclaje. Los objetos voluminosos se movilizarán entre al menos dos personas evitando obstruir la visibilidad, o con máquinas como los elevadores manuales o mecánicos.
- El almacenamiento temporal de cargas se realizará de manera ordenada y aprovechando espacios adecuadamente para evitar el deslizamiento o derrumbamiento de estos sobre las personas que transitan o realizan trabajo en el lugar.
- Se tendrá especial cuidado y atención al momento de ingreso o salida de vehículos para carga o descarga. Se exigirá a los proveedores o clientes de material de reciclaje que el vehículo cumpla con la reglamentación respecto a la colocación de alarmas de retroceso.
- La máquina compactadora únicamente será manipulada por personal entrenado y autorizado para ello. Se capacitará en su manejo, encendido y apagado correctos, utilización de las seguridades y botón de parada de emergencia. **No debe** de ser empujado con las manos el material cuando esté operando la máquina y descendiendo la placa compactadora
- Se respetarán los avisos sobre uso obligatorio de protección personal, como las prendas con bandas reflectivas. Además, se colocarán las señales de peligro y prohibición comunitarias

3. **Químicos:** *por exposición a humo, gas, vapores, aerosoles, nieblas y líquidos como parte de la ocupación.* En los materiales recolectados o acopiados podrán

encontrarse recipientes con restos de sustancias químicas peligrosas, corrosivas, inflamables, explosivas o de índole desconocida, por lo que no deben de destaparse si no tienen etiquetas en el recipiente, usando el tipo de guante recomendado para el manejo de contenedores con restos de material químico

4. **Biológicos:** *por contacto o exposición a material contaminado, presencia de vectores como roedores, moscas, cucarachas, animales venenosos, animales peligrosos, material en descomposición e insalubridad.* Los factores de riesgo con mayor exposición en la actividad del reciclaje son los factores biológicos provenientes del material orgánico como restos de comida, vegetales y carnes en proceso de descomposición que se mezclan entre todos los residuos que son recuperados y manipulados en la actividad de reciclaje, donde una de las medidas básicas es no manipular los objetos directamente sino con guantes reforzados, y la limpieza de las manos con agua y jabón cada vez que se para la manipulación de estos elementos
5. **Ergonómicos:** *por sobreesfuerzo físico, posición forzada y actividad repetitiva principalmente.* En la actividad del reciclaje se presentan los más variados factores de riesgo ergonómico por el levantamiento manual de carga, posición forzada o sostenida por largo tiempo en la jornada (encorvada, de pie y sentada) y actividad repetitiva, pudiendo desencadenar problemas de salud de manera frecuente como dolores de espalda, columna, hombros, codos, rodillas y muñecas. Para ello;
 - Las cargas a transportar no deben superar los 20 kg, para ser transportado por una sola persona.
 - Al levantar los objetos se buscará pararse con los dos pies al mismo nivel, de frente al objeto, levantarlo con las dos manos y sin encorvar la espalda, evitando hacer grandes recorridos. Se buscará facilitar el trabajo con la ayuda mecánica de un implemento con ruedas como la cargadora manual.
 - Para evitar daños a la salud se tendrá en cuenta hacer pausas de cinco minutos cada media hora para descansar articulaciones como hombros, muñecas, codos, rodillas y tobillos.

- Las mesas de trabajo y escritorios deberán permitir una posición cómoda de los codos, hombros y espalda para mantener a las personas erguidas y evitar posiciones encorvadas.

6. **Psicosociales:** *por exposición a condiciones propias de la ocupación como la jornada extendida, los turnos de trabajo, fallas en la comunicación, discriminación y maltrato al reciclador, pero también otros factores que sin ser ocasionados por la ocupación influyen en el estado de ánimo, actitud y motivación personal y grupal.* Para toda la población de recicladores habrá de poner especial énfasis en las actividades estimulantes y motivacionales para mantener autoestima en todos los asociados que enfrente la amenaza de discriminación y violencia por parte de terceros, y realizar charlas para mantener los espacios lo más cómodos posibles para las personas.

Se ha añadido un 7º. Grupo que incluye a factores de riesgo de la infraestructura, instalaciones, ubicación geográfica o la utilización y manejo de productos que pudieran ocasionar accidentes mayores como: incendio, explosión, escape o derrame de sustancias afectando a la comunidad y al ambiente.

5.2.5.10 Elementos de seguridad y mantenimiento

En el siguiente apartado, sólo se hablará de los elementos de seguridad, higiene y mantenimiento de las personas y equipos dentro de la fábrica, teniendo en cuenta que se encuentran en contacto con elementos contaminantes, peligrosos, y tóxicos o venenosos para la gente como para las máquinas involucradas en el proceso productivo.

El detalle de la seguridad de las personas y equipos, la higiene y salubridad, el mantenimiento de máquinas y las demarcaciones se encuentran en el anexo A.5.2.

5.2.5.11 Instalaciones para la detección de incendios y contra incendios

Desde un principio cabe destacar la importancia de este apartado, puesto que estadísticamente hablando las plantas de reciclaje sí que suelen tener riesgo de incendios. Y aunque el término planta de reciclaje abarca muchos materiales (no es lo mismo una planta de reciclaje de plásticos que lo que puede ser una planta de reciclaje de cartón y papel o de residuos industriales y disolventes) en este proyecto básico sí que se da importancia a un buen sistema contra incendios.

Para la correcta elección del sistema de antiincendios se realiza el cálculo de la carga de fuego de la nave y se conoce el Nivel de Riesgo Intrínseco (NRI).

En todo momento se cumplirá con la normativa vigente intentando incluso tener mayor protección que la exigida. Sobre todo, la que se encuentra en el código técnico de la edificación (CTE) que se calcula a partir del Código de Edificación.

Por ello la planta dispondrá de los siguientes elementos en el sistema contra incendios:

1. Elementos de detección de incendios tanto manuales como automáticos.
2. Elementos de aviso o alarma de incendios tanto manuales como automáticos.
3. Elementos de extinción de incendios tanto manuales (extintores y bocas de agua) como automáticos (columnas secas, sprinklers...).
4. Elementos de iluminación en caso de emergencia (luces y pegatinas reflectantes).
5. Formación periódica a los trabajadores sobre los casos de incendios, así como simulacros periódicos.

Se utilizó el artículo 3.10 “De las Prevenciones contra Incendio” del Código de Edificación de Concepción del Uruguay para definir los componentes y las medidas de precaución que conforman la instalación contra incendios de la planta de tratamiento en su conjunto.

Se siguieron todas las siguientes recomendaciones principalmente:

- *Los sectores de incendio, cuyas salidas no sean directamente a la vía pública o a patio abierto en comunicación con la vía pública, lo harán a través de pasillos y/o escaleras que reúnan las características constructivas de resistencia al fuego de acuerdo al riesgo de mayor importancia que en cada plano sirvan o limiten; sus accesos internos serán cerrados por puertas de doble contacto con cierre automático aprobado, con resistencia al fuego de un rango no inferior al que corresponda (Mínimo F30).*
- *Los conductores de energía eléctrica en las instalaciones permanentes serán protegidos con blindaje de acuerdo con las normas de vigencia.*
- *La ubicación de los elementos contra incendio (bocas, mangueras, baldes, matafuegos, válvulas) se indicará con una señal bien visible de color amarillo, y con señales de color rojo para llegar a ellas.*

Además, se definieron las prevenciones contra incendio en situación, construcción o extinción siguiendo el cuadro anexo de “Prevenciones contra Incendio” para cada área que se incluirá en el proyecto (en el caso de no estar definida específicamente se utilizaron similares):

Tabla 59| Modelos preventivos contra incendios y tipos de protecciones a realizar. Fuente: Código de Edificación de Concepción del Uruguay

PREVENCIONES CONTRA INCENDIOS													HOJA 1														
USOS	SITUACION - "S"				CONSTRUCCION - "C"									EXTINCION - "E"													
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8		
GOBIERNO:																											
Edificios administrativos del Estado	1								5	6				10		12	1								6	7	
FABRICA O TALLER QUE ELABORE MATERIAS O PRODUCTOS:																											
-Muy combustibles	1		3		1	2	3	4	5	6				10	11	12					4				6		
-Poco combustibles	1				1			4	5	6						12			2								
DEPOSITO DE MERCADERIAS:																											
-Muy combustibles	1	2	3		1	2	3	4	5	6				10		12					4				6		
-Poco combustibles	1				1			4	5	6						12			2								
-En tránsito	1	2	3		1	2	3	4	5	6				10		12					4				6		
-De materiales muy combustibles al aire libre	1		3																						5		
-De mercaderías "en general"	1	2	3		1	2	3	4	5	6				10		12					4				6		

Las prevenciones a destacar son:

- **PREVENCIÓN C1:** las puertas, ventanas, pisos, enlistonados de cielorrasos y techos, deben ser incombustibles. Los revestimientos pueden ser de combustión lenta siempre que se apliquen a partes incombustibles.
- **PREVENCIÓN E1:** habrá un servicio de agua contra incendio:
 1. El número de bocas en cada piso, será el cociente de la longitud de los muros perimetrales de cada cuerpo de edificio expresado en metros dividido por 45; se consideran enteras las fracciones mayores de 0,5. En ningún caso la distancia entre bocas será mayor a 40,00 m.
 2. Cuando la presión de la red general de la ciudad no sea suficiente, el agua provendrá de tanque elevado de reserva, cuyo fondo estará situado con respecto al solado del último piso, a una altura tal que asegure la suficiente presión hidráulica para el chorro de agua de una manguera de la instalación de incendio en esa planta, pueda batir el techo de la misma y cuya capacidad sea de 10 l por metro cuadrado de superficie de piso, con un mínimo de 10 m³ y un máximo de 40 m³ por cada 10.000 m² de superficie.
- **PREVENCIÓN E2:** se colocarán en cada piso, en lugares accesibles y prácticos que se indicarán en el proyecto respectivo, matafuegos distribuidos a razón de

uno cada 200 m² o fracción de superficie de piso. Los matafuegos cumplirán lo establecido en “Matafuegos”.

- *PREVENCIÓN E4: Cada local o conjunto de locales que constituya una unidad de uso independiente de superficie de piso no mayor de 600 m², cumplirá con la prevención E2. Si excede esa superficie cumplirá además con la prevención E1.*
- *Cañerías y bocas de incendio: Las cañerías y bocas de incendio exigidas en “Prevenciones para favorecer la extinción”, reunirán las siguientes características:*

a) Cañerías verticales de bajada: el diámetro interno no será inferior a 76 mm con ramales de diámetro no menor de 50 mm. La presión de prueba será de 5 Kg/cm² sobre la presión estática.

b) Bocas de incendio: serán válvulas con rosca macho, de paso capaz para conectar la manguera en uso de Bomberos; las bocas se situarán a 1,20 m. del solado, vueltas abajo en un ángulo de 45° y pintadas de rojo.

c) Mangueras: cada boca de incendio estará provista de una manguera de tela, con sus uniones de bronce a rosca ajustables a mandril, capaz de soportar sin pérdida la presión máxima existente en la cañería.

La manguera tendrá la longitud y el diámetro que en cada caso determine la Dirección de Bomberos; el diámetro puede ser de 63 mm o de 45 mm según la necesidad de instalación. Cada manguera se complementará con una lanza de expulsión, con boquilla cuyo diámetro de descarga se fijará en cada caso, teniendo además la lanza un sistema de cierre lento, o a rosca a espejo (mariposa). La manguera se colocará en un soporte fijo colocado en la pared de modo que no moleste el paso.

- *Matafuegos: Un matafuego exigido en “Prevenciones para favorecer la extinción”, será manuable, apropiado a cada finalidad. Se fijarán mediante grapas a una altura entre 1,20 m y 1,50 m sobre el solado, en lugares determinados por el Profesional interviniente.*

Con toda esta reglamentación se definió el sistema contra incendio para la planta de tratamiento compuesto por:

- Bocas de incendio equipadas que se abastecerán por medio de los tanques que conforman el sistema de provisión de agua de la planta. Las mismas estarán compuestas por: hidrante, manga, lanza, soporte para manga, gabinete y

accesorios. Se instalarán tres bocas de incendio, dos en la zona técnica y una en la zona administrativa, y estarán ubicadas a una altura de 1,5 m entre el suelo y la boca.

- Una boca de impulsión de diámetro 63 mm en un nicho exterior con tapa de hierro con la leyenda “BOMBEROS” grabada, al frente de la edificación, a nivel de la acera, con llave de paso o válvula de retención, de modo que pueda conectarse a una línea desde un vehículo de Bomberos.
- Extintores que se instalarán a razón de uno cada 200 m² de superficie. El tipo de extintor se definió según el elemento que da origen al fuego. En este caso, se define el uso de extintores a base de polvo químico seco triclase ABC y extintores de anhídrido carbónico CO₂. Los extintores serán portátiles con válvula a palanca de autocontrol manual, manómetro de control visual de carga, manguera y boquilla de descarga. Junto a los extintores, se colocará un balde metálico de arena.
- Dos campanas de incendios con pulsador manual y detector de humo.



Figura 164| Bocas de incendio con mangueras para interiores. Fuente:
<https://prevencionar.com/2015/08/25/prevenconsejo-utilizacion-de-bocas-de-incendio-equipadas-bie/>

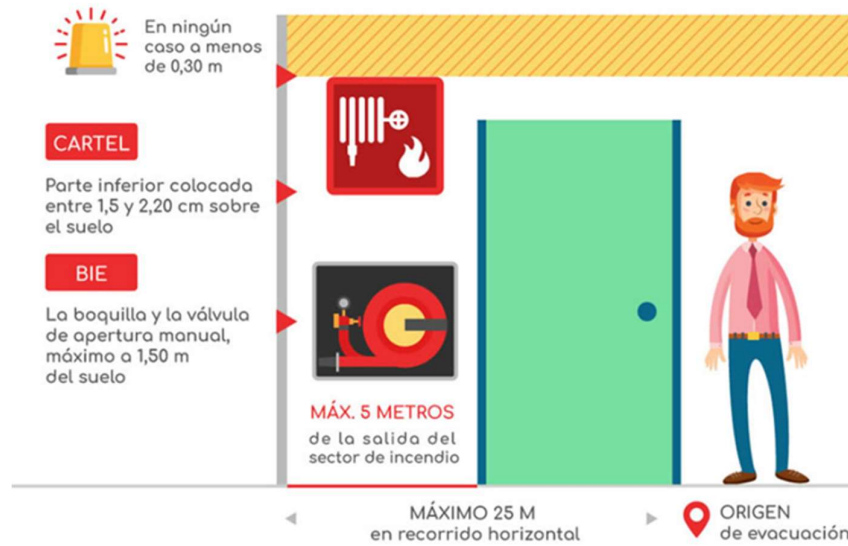


Figura 165| Distancias de seguridad a tener en cuenta para la colocación de elementos de protección contra incendios. Fuente: <https://blog.prodeincendio.com/instalar-puesto-fijo-segun-rd513/>



Figura 166| Extintores para interiores tipo ABC. Fuente: <https://candiotidistribuciones.com/blog/matafuego-de-polvo-quimico-seco-abc/>



Figura 167| Extintores a base de dióxido de carbono CO₂. Fuente: <https://www.firesafex.com/product/product-9/>

La ubicación de extintores cumplirá con iguales exigencias que las de bocas de incendio en cuanto a distancia de medios de salida. Además, se colocarán por encima de cada artefacto mencionado carteles de señalización con el fin de indicar su posición con claridad.

El rojo debe ser el color básico para la identificación de equipo y aparatos para protección contra incendios, contenedores de líquidos inflamables, botones de paro e interruptores eléctricos usados para detención de emergencia de equipo.

Por último, los medios de escape y sus caminos de dirección se señalarán con luces de emergencias y cartelera.

En los planos anexos se puede ver con detalle las disposiciones de la instalación contra incendios.

5.2.5.12 Ruido, Iluminación y Ventilación

5.2.5.12.1 Disposiciones respecto al ruido de la nave

Tener un ambiente de trabajo cómodo y saludable es algo actualmente muy necesario porque mejora el clima laboral y sobre todo porque aumenta la productividad de manera exponencial. Los problemas de ruido en instalaciones industriales pueden ser el origen oculto de una baja productividad de la empresa.

Uno de los aspectos que más puede perjudicar el ambiente en una empresa es el ruido ambiental. La maquinaria y los procesos industriales generan a menudo problemas acústicos que deterioran las condiciones, empeorando la productividad y generando incomodidad para las personas.

Hacer frente al ruido industrial y a sus efectos dañinos sobre la salud, es por tanto una cuestión de primer orden y se han de adoptar una serie de medidas preventivas ante este riesgo laboral.

Además, existen normativas al respecto que obligan a tomar medidas concretas y tangibles en las empresas, con el objetivo de solucionar los problemas de ruido en instalaciones industriales que puedan ocasionar consecuencias para los trabajadores o para el entorno.

Los recintos industriales suelen tener volúmenes muy elevados y están compuestos por superficies acústicamente reflectantes. Al ruido emitido por la maquinaria se le añadirá el generado por las múltiples reflexiones del sonido en estas superficies. Las soluciones fonoabsorbentes consisten en incorporar materiales en las superficies del recinto que, por sus propiedades físicas (porosidad y elasticidad), absorben parte del sonido que en ellas incide produciendo la consiguiente reducción de la reverberación. Esta reducción de reverberación significa un aumento de la inteligibilidad del mensaje oral (*parámetro STI*), factor que reduce

los riesgos que de ello se puedan derivar para el trabajador, como la percepción de señales de alarma o el correcto entendimiento entre operarios.

1. La ubicación de la máquina compactadora será fuera de oficina, zona de trabajo o sitios cerrados para evitar la contaminación por ruido. Contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo adecuado y recomendado por el fabricante para disminuir la generación de ruido. La máquina tendrá el anclaje necesario para evitar en la medida de lo posible las vibraciones.
2. Esto aplica para ambas enfardadoras y sobre todo para la trituradora y la briquetadora, ya que poseen elementos que, a diferencia de las otras dos, son oscilantes. Debe controlarse bien la presión sonora de ruido, y que, ante eventuales descargas de ruido producida por las máquinas o sus accesorios a elevados niveles, conviene la instalación de silenciadores a las salidas de todas las máquinas ya que eso evitaría que el ruido ambiental se superponga a una cierta frecuencia dañina.
3. Por otro lado, el espaciamiento de las máquinas, a pesar de estar controlado todo en un área de producción, evita tal superposición de sonidos, ya que las instalaciones no se encuentran a una cercanía relativa que genere un efecto amplificador.
4. Como los revestimientos son aislantes de calor y de sonido, el efecto de reverberación y eco producido por la presión sonora puede reducirse significativamente, ya que no se propagará por reflexión en la planta.

Es muy importante remarcar que además de suponer una solución colectiva de reducción de ruido, las soluciones fonoabsorbentes no afectan en absoluto la capacidad productiva de la empresa, puesto que son soluciones que se suelen ubicar en techos y paredes, y en ningún caso afectan al puesto de trabajo.

Además de provocar la citada reducción de ruido, las soluciones fonoabsorbentes resultan especialmente efectivas porque, una vez instaladas en su totalidad, dejan al descubierto los focos cercanos que aportan la mayor parte de energía sonora. Este fenómeno sucede porque, para los focos cercanos al trabajador, la energía se transmite sin reflejarse en ninguna superficie, mientras que los focos lejanos se ven atenuados por las múltiples reflexiones con los materiales fonoabsorbentes que suceden en el camino entre el foco y el receptor. Una vez afloran los focos cercanos, se pueden diseñar cerramientos específicos para cada uno de estos focos, ya que la influencia de los focos alejados ha sido atenuada. De no instalar previamente estas soluciones

fonoabsorbentes, el número de cerramientos a diseñar aumentaría exponencialmente, y por consiguiente el coste en la instalación y la dificultad productiva que éstos suponen, ya que, en la situación inicial, el trabajador está afectado por múltiples focos simultáneamente, tanto cercanos como alejados del trabajador.

Sin embargo, se conoce poco el efecto de ruidos en la nave, por lo que queda a cargo de los empleadores, de la planta en sí y del control del funcionamiento general que los niveles de ruido sean aceptables y no superen umbrales perjudiciales para la salud

5.2.5.12.2 Disposiciones respecto a la iluminación de los locales

Las luces inciden en la concentración, productividad y estado de ánimo de las personas. Una iluminación incorrecta puede provocar accidentes en el trabajo o en el gimnasio. Por ello, en principio, hay que tener en cuenta las dimensiones y funciones de la instalación.

Por ejemplo, para iluminar depósitos y galpones es fundamental elegir la temperatura correcta de la luz: las luces LED blancas y frías son ideales para incitar y fomentar la actividad.

Las luces de los reflectores LED para grandes espacios, como depósitos, galpones y gimnasios, deben ser homogéneas, uniformes y sin sombras. Hay que evitar los cambios bruscos de luz mientras se trabaja o se realiza una actividad física, ya que pueden ser peligrosos, pues ciegan momentáneamente, mientras los ojos se adaptan a la nueva iluminación.

Es importante verificar si los reflectores estarán protegidos contra la humedad, el polvo y los picos de tensión eléctrica. Es decir, se debe determinar el grado de estanqueidad del artefacto.

La iluminación de grandes espacios (depósitos, galpones, fábricas, gimnasios, centros deportivos y naves industriales) es un desafío, ya que las luces están encendidas durante muchas horas, incluso a lo largo de todo el día. Si tenemos en cuenta que la iluminación representa alrededor de un 20% del gasto de energía, resulta clave un sistema de iluminación que ahorre energía. **Iluminar grandes espacios con reflectores LED es el secreto para un consumo más eficiente y gastar menos.**

Aunque son más caros, los reflectores LED tienen un rendimiento 10 veces mayor y pueden ahorrar hasta un 80% en la factura de luz en comparación con los halógenos tradicionales.

Se mantendrán las ventanas y accesos de luz natural limpios al igual que las lámparas para iluminación de oficina, espacios cerrados y servicios básicos. En caso de avería de luminarias se hará su reposición inmediata. La razón de combinar luz natural con la luz LED es

para no sólo producir grandes ahorros de energía, sino también para evitar situaciones de oscuridad en la nave ante toda acción climática: si el día se presenta nuboso o soleado, la luz natural será suficiente para iluminar el recinto, mientras que, si se presenta totalmente nublado o en clima adverso de lluvia o tormenta, la luz será la suficiente para evitar la penumbra de la zona de trabajo, y por ende, la inseguridad laboral.

Siempre es conveniente maximizar la iluminación natural, esto permite menor esfuerzo en la visión por parte del personal y maximiza el ahorro de energía. Por otro lado, la iluminación artificial también es obligatoria y debe dimensionarse de acuerdo a las dimensiones de la planta.

En la mayoría de los grandes espacios se recomienda una iluminación uniforme. Pero en determinados lugares donde se realizan tareas que requieren mayor concentración visual lo mejor es instalar reflectores LED más potentes, a los que incluso se les pueda graduar la intensidad de la luz. En los apartados correspondientes, se calculará el número total de luminarias necesarias, su potencia, y el área de influencia.

Normalmente, las luminarias LED más utilizadas son las **luminarias LED high bay**. Las luminarias LED no funcionan como las luminarias de alta intensidad de descarga (HID) convencionales. La intensidad de cada chip led puede convertir al reflejo en un serio problema si los operarios de un depósito o nave industrial están obligados a mirar hacia arriba directo a la luminaria. Esto es un problema típico para los operarios que manejan elevadores de carga cuando necesitan apilar productos en estanterías ubicadas en niveles elevados, o bien, como en este caso, apilar los fardos de producción

En estos casos, es necesario realizar un intercambio entre la eficacia de la luminaria y el confort visual. Una luminaria LED high bay podría generar una eficacia lumínica excelente, pero a su vez transmitir un control óptico deficiente para lograr dicho efecto. Un buen sistema óptico considerará las necesidades de estos trabajadores que trabajan bajo la luminaria led pudiendo sacrificar, en algunos casos, niveles de eficiencia.

Una alternativa a la luminaria LED high bay que se está desempeñando muy bien en el mercado de iluminación LED y es incluso mucho más económica es la **luminaria LED galponera Long Neck, Bowling o Magnolia**. La ventaja de esta última sobre la high bay es que, si se debe reemplazar, se hace solo sobre la luminaria, mientras que para la high bay se debe reemplazar la campana completa. Las disposiciones de iluminación serán mostradas al final.

5.2.5.12.3 Disposiciones respecto de la ventilación de locales

El objetivo de cualquier sistema de ventilación para la industria está claro: conseguir una óptima calidad del aire interior. Para ello, es necesario renovar el aire un determinado número de veces a la hora, teniendo en cuenta:

- Las dimensiones de la nave.
- Los materiales usados en la edificación.
- Las sustancias presentes.
- El número de trabajadores.
- El tipo de actividad que realizan.

Todos estos factores son determinantes para hacer el cálculo de la ventilación y extracción que se necesita en cada nave. De este modo, se puede optar por la instalación del sistema de ventilación industrial más eficaz.

Pero, además, hay que tener en cuenta el modelo de ventiladores que se necesita en función del caudal de aire y, sobre todo, los puntos donde se instalarán la entrada o entradas de aire exterior. Este es un asunto esencial del diseño de un sistema de ventilación para la industria, porque hay que evitar la recirculación entre el circuito de aire de entrada y el de salida.

Si bien es cierto que no existe un reglamento claro respecto a las naves industriales, la calidad del aire es algo esencial y que debe respetar unos mínimos para que el trabajador respire un aire adecuado dentro de las posibilidades de la nave.

Existe una recomendación donde se detalla que en las naves industriales se debería aplicar una renovación de 30 m³/h por trabajador en caso de una nave en la que no existen humos de tabaco, mientras que se aplicarían 50 m³/h por trabajador en caso de encontrarse en una nave industrial con problemas de humos. Sin embargo, para el número reducido de trabajadores que hay en la planta, este número es insuficiente.

En consecuencia, se propone realizar un número de renovaciones/hora al volumen determinado a ventilar el recinto, sustituyendo la totalidad del aire interior un determinado número de veces cada hora. Dependiendo del volumen de la nave y de las condiciones de la misma, este número de renovaciones/hora podría variar entre 4-10 renovaciones/hora.

Por ejemplo, en naves de pequeño volumen donde haya un ambiente muy viciado se podrían aplicar directamente 10 renovaciones/hora, mientras que en naves industriales que tienen como actividad la de almacenar producto y que suelen ser de gran dimensión, suele ser suficiente aplicando 4 renovaciones/hora.

En el diseño de la ventilación de naves industriales es muy importante tener en cuenta la instalación del sistema de ventilación. Para que cualquier sistema de ventilación funcione correctamente, aparte de determinar el caudal necesario y el tipo de ventiladores, hay que prever un punto o puntos por donde ha de penetrar el aire exterior que ha de sustituir al extraído, pero situados de tal manera que la corriente de aire que se creará entre las entradas y los puntos de extracción “barra” la zona afectada, evitando posibles recirculaciones. **Por ello, se decide por la adopción de sistemas de ventilación eólica a partir de domos o ventiladores industriales, que permitan que la nave funcione de tal manera eliminando el aire viciado.**

En especial en tareas de recuperación de materiales, en caso de hacerlo en espacios cerrados como ductos o cuartos destinados a la disposición temporal de residuos, siempre se buscará el trabajo participativo, al menos entre dos personas que se turnarán y alternarán, entrando y saliendo del lugar.

Los sistemas de ventilación en naves industriales suelen componerse por uno o varios extractores, que pueden ser ventiladores helicoidales tipo mural, o bien ventiladores helicoidales para instalar en cubierta. Al componerse de una hélice helicoidal o axial, estos tipos de ventiladores trabajan con pérdidas de carga muy pequeñas por lo que su instalación suele recomendarse sin conductos, aspiración y descarga libres. El elemento de entrada de aire natural del exterior suelen ser diversas rejillas, instaladas normalmente en las puertas de la misma nave.

Está prohibido el ingresar a lugares donde se conozca o se intuya contaminación por productos químicos, cercanos a alcantarillas, tanques de almacenamiento de derivados del petróleo, contenedores o espacios confinados (cerrados con zona de acceso estrecha). Los gases desprendidos de alcantarillas y de derivados del petróleo son venenosos y mortales en altas dosis.

En lo que refiere a la ventilación se debe considerar seriamente, dado que se trabaja con sustancias insalubres y en algunos casos se pueden encontrar sustancias inflamables entre los residuos. Por esto al ser las plantas de clasificación instalaciones de dimensiones importantes, conviene establecer sistemas de ventilación inducidos.

Por otro lado, es importante destacar que si existen elementos particulares en la nave que producen humos o gases nocivos, deben de preverse sistemas de captación de humos para cada uno de estos procesos, que ya fue expresado en el sistema antiincendios.

5.2.5.13 Esquemas de obra

Luego de describir las características físicas del lugar y a partir de lo planteado en los apartados de diseño preliminar, se generó una propuesta que responde satisfactoriamente a las necesidades y requerimientos descritos. En los anexos se presentan los planos en forma de planta, cortes, vistas e imágenes los esquemas del proyecto. Se incluirán planos a escala con el fin de obtener un mejor nivel de detalle en ciertos aspectos.

5.2.6 Memoria técnica del programa de ingeniería de albergue

5.2.6.1 Nave industrial de la planta de tratamiento

5.2.6.1.1 Sistema constructivo y materiales resistentes utilizados

Existen distintos materiales estructurales que se emplean en la realización de naves industriales entre ellos el hormigón armado, el hormigón prefabricado y el acero estructural o una combinación entre los mismos. Cada uno de ellos ofrece diferentes ventajas y desventajas. Realizando un estudio de cada uno de ellos se optó por realizar la estructura de la nave mediante estructura metálica.

Las ventajas principales que presentan las estructuras de acero se resumen en su alta resistencia tanto a tracción como a compresión, su bajo peso propio en comparación al hormigón y la versatilidad que brinda al proyectista tanto en formas como en acabados. Dado a su bajo peso propio, optimizando los perfiles al máximo, pueden conseguirse secciones muy reducidas y resulta una opción adecuada para salvar grandes luces. Además, son estructuras que se ensamblan con uniones que permiten ser desmontadas en un futuro si fuese necesario, y por su modulación también permiten realizar extensiones fácilmente.

Pese a las ventajas mencionadas, cabe destacar que es un material sensible al fuego por lo que debe ser protegido con una capa de pintura intumescente que mejore sus propiedades.

Se realizará un breve análisis para tomar la decisión de si realizar las columnas y la estructura de soporte de la cubierta con cerchas o vigas en celosías combinadas con columnas de perfiles de alma llena, pórticos completos de perfiles de alma llena, o pórticos completos realizados en celosía. Mediante dicho estudio se obtiene que, el uso de celosías realizadas mediante perfiles conformados en frío o laminados en caliente reduce el peso que la estructura debe soportar y por lo tanto los costes en material, llegándose a reducir así el coste total del Proyecto.

Sin embargo, cabe destacar que aumenta el coste de mano de obra, debido a las horas de montaje que supone la instalación de una celosía y la construcción de los entramados, pero, de todas formas, el ahorro económico final sigue siendo significativo respecto de la utilización de pórticos con perfiles de alma llena. Además, se decide realizar todas las celosías de los pilares y las celosías de los dinteles de los pórticos principales utilizando las mismas dimensiones de perfiles para sus componentes, calculando las dimensiones de los perfiles para el elemento más solicitado e implementando las mismas en los demás elementos, de manera de reducir la complejidad para facilitar la provisión de materiales, además del armado y así reducir costes por horas de armado. Una de las características principales de este tipo de estructuras en celosía, es que las barras dispuestas trabajan predominantemente a compresión y tracción. Como se mencionó, esta clase de estructuras posee una serie de ventajas frente a las demás estructuras (de alma llena), siendo las más destacadas:

- Menor peso para luces grandes.
- Mejor aprovechamiento de las tensiones máximas por agotamiento.
- Más económicas.

Por lo que en concreto se decide resolver la estructura de la nave para la planta de tratamiento empleando pórticos en celosía formados por perfiles U conformados en frío en los cordones y perfiles ángulo L laminados en caliente en las diagonales y montantes.

Además, se opta por la solución aporticada con cubierta a dos aguas por su mayor sencillez de ejecución y su menor coste. Por último, se deberá tomar la decisión de si hacer los nudos rígidos con los apoyos empotrados o por el contrario hacerlos con apoyos articulados. Se opta por la segunda opción, ya que, en este caso en particular, gracias a que se trabaja con elementos en celosía, se tiene como consecuencia perfiles de menores espesores y por lo tanto menos pesados y más económicos que si se trabajaría con pórticos biempotrados.

Al realizar el pórtico biarticulado en celosía, se deberá ajustar el dimensionamiento de los pilares al diagrama de momentos de este tipo de pórtico (con momento nulo en la base y máximo en el nudo de esquina) optimizando con ello el coste de la estructura metálica.

El pórtico biarticulado al no presentar momento flector en la base del pilar, requiere menor volumen de cimentación y bases más simples. Sin embargo, el momento máximo aparece en el nudo de esquina y los desplazamientos tanto verticales como horizontales son mayores al de los pórticos biempotrados, por lo cual necesita un mayor cuidado a la hora del dimensionamiento de perfiles metálicos. Se trata de la alternativa más utilizada debido a su conveniencia en el diseño. No hay que olvidar, que siempre se debe tener en cuenta el terreno

donde se va a cimentar la estructura. Siempre que el terreno sea débil, es preferible la solución con bases de pilares articulados, ya que la cimentación exige menor gasto y es más flexible.

Para materializar el apoyo articulado a la placa de anclaje se le sueldan unas cartelas entre las que se engarza el pilar. Luego, la placa base se ancla en el hormigón a través de dos bulones ubicados paralelamente entre sí y perpendiculares a la columna, que permiten un cierto giro logrando así la condición necesaria para la articulación.

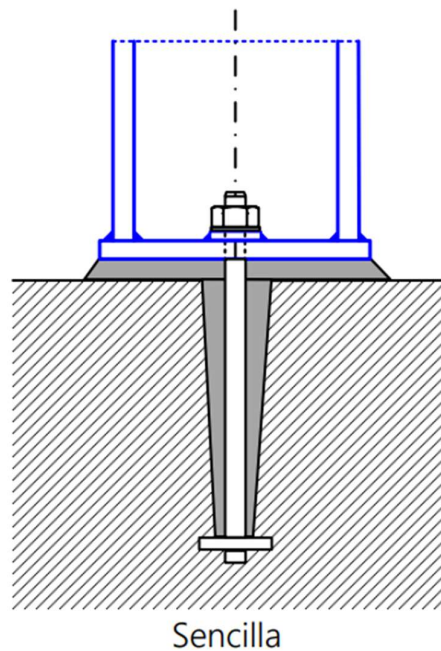


Figura 168| Vista en corte como ejemplo de cómo se materializan los apoyos articulados. Fuente: <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/57936/5/Dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20de%20acero%20-%20Uniones.pdf>

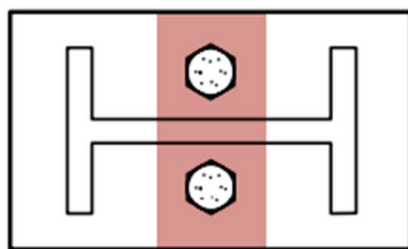


Figura 169| Vista en planta como ejemplo de cómo se materializan los apoyos articulados. Fuente: <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/57936/5/Dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20de%20acero%20-%20Uniones.pdf>

La estructura se tratará como pórticos intranslacionales en la dirección longitudinal de la nave gracias a los arriostramientos, pero para la dirección transversal se realizará un análisis

más profundo debido a que los desplazamientos que presentan los nudos en el plano transversal al edificio, bajo las solicitaciones de cálculo, no pueden ser despreciados.

Se plantearon pórticos con pilares diafragmas en los extremos para brindar elementos complementarios que ayuden a soportar las acciones del viento.

Para obtener reducciones en los costes se realizará un dimensionamiento óptimo de las secciones de los perfiles de acero utilizados para conformar los pilares y dinteles que componen los pórticos. El tiempo de construcción de la nave es otro factor que variará su coste, por lo que a la hora de realizar la planificación se intentará reducir dichos tiempos en la medida de lo posible.

En cuanto a las fundaciones serán del tipo superficiales, compuestas por zapatas aisladas fundadas todas a una misma profundidad y vigas de fundación de hormigón armado, cuyas mayores solicitaciones se darán con los esfuerzos cortantes. Se adoptarán zapatas cuadradas centradas. Para la elección del tipo de fundación, a fin de evitar sufrir problemas por asentamientos diferenciales o de otro tipo, se tuvo en cuenta que la nave industrial va a estar construida adosada a la edificación de la zona de administración construida con Steel Frame y que van a estar unidas por una vinculación flexible en un punto, además que sus fundaciones van a quedar combinadas en ciertos puntos específicos. Las vigas de fundación tendrán armaduras de enlace para unirse al piso técnico de la nave.

Para realizar el diseño de la nave en forma de predimensionamiento se utilizará el Software de Cálculo Estructural CYPE, específicamente utilizando los programas Generador de Pórticos, CYPE 3D y CYPECAD.

Los materiales utilizados fueron:

- Perfiles de acero laminado: F-24
- Perfiles de chapa de acero conformado en frío: F-24
- Barras de acero: ADN 420
- Hormigón: H-25

5.2.6.1.2 Elementos de la estructura metálica

5.2.6.1.2.a) Pórticos

Los pórticos empleados en la nave industrial serán a dos aguas, tendrán una luz total de 16m y serán construidos por celosías armadas de perfilería U conformada en frío (IRAM- IAS U 500-206-2) en los cordones y de perfiles ángulo L laminados en caliente (IRAM-IAS U

500-558) en los montantes y diagonales. Los perfiles ángulo L estarán colocados en unión doble U separados a una cierta distancia entre sí e irán unidos por dentro a las alas del perfil U de los cordones.

El ángulo de las diagonales variará según el elemento, pero en ningún caso será menor a 30° . Los pilares tendrán una separación constante entre cordones de 0,80 m, mientras que los dinteles tendrán una separación de cordones inicial de 0,80 m en el alero y una separación final de 0,70 m en cumbrera. La pendiente de los dinteles en su cordón superior, y por ende la pendiente de la cubierta, será de 16,25 %.

Los dinteles se empotran a los pilares de la estructura, mientras que los pilares se articulan a la cimentación. Por lo tanto, se tendrán pórticos biarticulados.

Los pórticos tendrán una separación homogénea de 5,40 m entre ellos, en los 27 m de largo de la nave, quedando así conformada la estructura completa por 6 pórticos.

En los encuentros pilar-dintel en los cordones inferiores se colocan perfiles U conformados en frío como cartelas uniendo ambos elementos, para darle más rigidez en esos puntos críticos y evitar la utilización perfiles de espesores más grandes en los cordones de los pilares y dinteles que conforman los pórticos, debido a los grandes esfuerzos de momento por ser pórticos biarticulados. La unión entre el pilar y dintel se realizará a través de dos perfiles U, cada uno soldado a los cordones del pilar y el dintel respectivamente, y unidos entre sí por bulones.

Para el cálculo y dimensionamiento de los pórticos se recurrirá al programa de cálculo de estructuras CYPE 2023, siguiendo lo explicado en el apartado 5.2.6.1.2.h).

Todos los pórticos tienen las mismas características estructurales, pero están sometidos a distintas cargas en función de su posición, dirección de soplado de viento, entre otros factores. Los perfiles en específico que conformarán cada pórtico, con su denominación según las normas IRAM, serán:

Tabla 60|Tipos de perfiles usados en cada elemento que conforman los pórticos. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Cordón superior e inferior de los pilares	PU 180 x 80 x 3,20
Diagonales y montantes de los pilares	2 x L 45 x 45 x 3,20 (U)
Cordón superior e inferior de los dinteles	PU 180 x 80 x 3,20
Diagonales y montantes de los dinteles	2 x L 45 x 45 x 3,20 (U)
Refuerzos esquinas encuentros pilar-dintel	PU 100 x 50 x 3,20
Unión encuentro pilar-dintel	2 x PU 180 x 80 x 3,20 (I)

5.2.6.1.2.b) *Correas de cubierta y de fachada*

Las correas metálicas son los elementos constructivos sobre los que apoya el cerramiento de la nave, que apoyan a su vez sobre los dinteles en la cubierta y sobre los pilares en los laterales, mediante ejiones o placas que impiden su vuelco. Además, las correas cumplen una función secundaria de rigidizadores de la estructura.

Las correas son vigas simplemente apoyadas. La separación máxima entre las correas y, por ende, la ubicación de los nodos en los dinteles sobre los cuales se apoyan, o las longitudes de arriostamiento lateral de los perfiles usados como vigas maestras, está determinada por las características de las láminas de cerramiento del techo.

En la cubierta se tendrá en cuenta además que los obreros se mueven apoyándose sobre las correas al momento de su colocación o luego cuando deben realizar tareas de mantenimiento, por esto la separación entre correas no debe ser mayor a 80 cm, para que puedan trabajar cómodamente y tengan lugares firmes en donde apoyarse.

En particular, al tratarse de pórticos de celosía, la ubicación de las correas coincidirá con los nudos de la unión entre cordones y diagonales, a fin de evitar excentricidades de cargas que produzcan estados complejos de solicitaciones y deformaciones. La luz de las correas es equivalente a la separación entre los pórticos de la estructura, en este caso se adoptaron 2 vanos de luz para aprovechar la longitud comercial del perfil.

Con cerramiento de paneles ligeros se emplean como correas perfiles laminados en caliente o conformados en frío. Entre estas dos opciones se elegirán los perfiles conformados en frío dado su buena relación resistencia-peso.

La elección del tipo de perfil se hace en función de la pendiente de la cubierta. Para una inclinación de cubierta menor del 20%, los perfiles conformados en C son la opción más

adecuada, ya que son los que mejor trabajan, mientras que para inclinaciones mayores se opta por el empleo de perfiles conformados en Z.

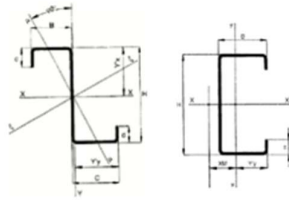


Figura 170| Perfiles conformados en frío Z y C para la elaboración de columnas. Fuente:
<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/19911/Documento%20Memoria.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

En el caso de las correas que soportan los cerramientos de las fachadas llamadas largueros, se colocarán de tal forma que dispongan su eje débil perpendicular al plano de la pared, lo que resultará muy favorable para resistir las cargas del viento, pero no las debidas a su propio peso y al del cerramiento. Por lo que, en numerosas ocasiones para reducir los momentos que se crean en el plano paralelo a la correa se deberá disponer tirantes de redondo o pletinas conocidos como tillas.

La separación entre largueros está condicionada por el tipo de cerramiento y la ubicación de los nudos de la celosía. La luz de los largueros corresponde a la separación de los pórticos o, como en este caso, se tomarán dos vanos para aprovechar el largo comercial del perfil. Cuando la luz entre pilares donde apoyan los largueros excede de los 6 m, resulta necesario apoyar los largueros en columnas auxiliares intermedias denominadas parantes.

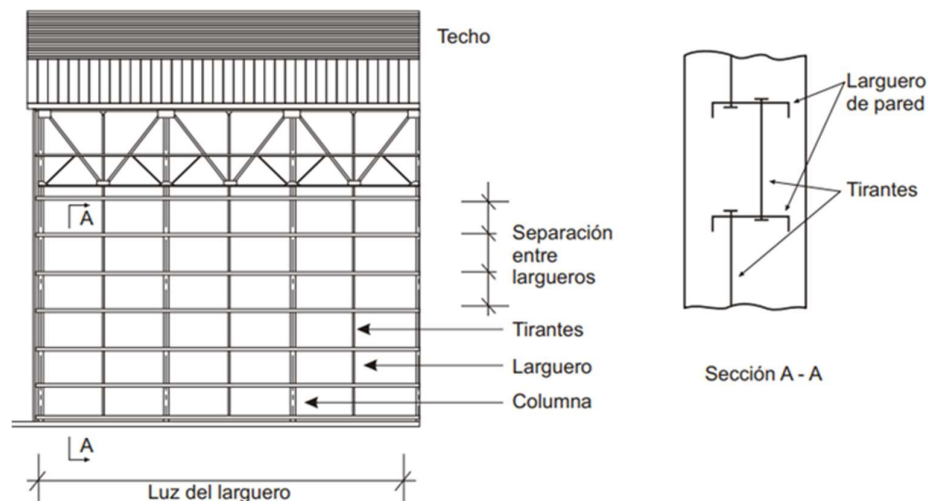


Figura 171| Forma y proyecto de galpones modulares. Fuente:
https://www.academia.edu/44013052/Proyecto_y_construccion_de_galpones_modulares

Como se ha expresado, para la fijación de los paneles de cubierta y fachada se han previsto correas de longitud igual a 2 vanos (10,80 m), con sus extremos apoyados directamente sobre el ala superior del dintel, en el caso de la cubierta, y apoyadas en los pilares en las correas de fachadas laterales.

Las correas se unirán a la estructura porticada mediante una electrosoldadura que permitirá su correcta fijación.

Como la pendiente de la cubierta es de 16,25 % se utilizarán perfiles C conformados en frío normalizados por la IRAM-IAS U 500-206-3 para las correas de cubierta colocadas con una separación de 0,73 m aproximadamente coincidentes con los nudos de la celosía de los dinteles, y se adoptarán los mismos perfiles para las correas de los laterales con una separación de 0,86 m aproximadamente coincidiendo con los nudos de la celosía de los pilares.

Para el cálculo y dimensionamiento de las correas tanto en cubierta como en los laterales se recurrirá al programa de cálculo de estructuras CYPE 2023, siguiendo lo explicado en el apartado 5.2.6.1.2.h). En específico los perfiles con sus dimensiones que se utilizan serán:

Tabla 61| Tipos de perfiles usados en correas de cubiertas y fachadas. Fuente. Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Correas cubiertas	PC 120 x 50 x 20 x 2,00
Correas fachadas	PC 120 x 50 x 20 x 2,00

5.2.6.1.2.c) Pilares diafragmas en pórticos extremos

Son los encargados de sustentar el cerramiento extremo frente a los empujes que genere el viento. Estos pilares se colocan a una distancia calculada a partir de la luz del pórtico y de los posibles huecos existentes en las fachadas, en este caso se tendrán las puertas en el medio de la luz por lo que no es posible colocar un pilar central. Para disponer la distancia de los mismos se seguirá la recomendación del manual de CYPE que desaconseja disponer estos elementos de forma que generen una luz mayor de 6,25 m, por lo que se dispondrán dos pilares con una separación de 4,43 m del pilar del pórtico más cercano respectivamente cada uno.

Los pilares diafragma se colocarán girados 90°, para aprovechar la máxima inercia del pilar, es decir para que el viento frontal sea favorable respecto de la mayor inercia de la pieza.

Se decide realizar los pilares mediante celosías con la misma configuración, perfiles y dimensiones que los pilares de los pórticos, con una separación constante entre cordones de

0,80 m y apoyando el cordón frontal en un nudo de la celosía de la viga dintel para que no existan cargas excéntricas.

Los pilares diafragma serán articulados en la base y empotrados a los dinteles en la parte superior, como el resto de los pilares de la estructura principal.

Para el cálculo y dimensionamiento de los pilares diafragma se recurrirá al programa de cálculo de estructuras CYPE 2023, siguiendo lo explicado en el apartado 5.2.6.1.2.h). Los perfiles en específico que conformarán cada pilar diafragma, con su denominación según las normas IRAM, serán:

Tabla 62| Tipos de perfiles usados en los pilares diafragmas. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto

Elemento	Perfil
Cordón superior inferior de los pilares diafragma	PU 180 x 80 x 3,20
Diagonales y montantes de los pilares diafragma	2 x L 45 x 45 x 3,20 (U)

5.2.6.1.2.d) Arriostramiento: tirantes en Cruz de San Andrés

La estructura conformada por los 6 pórticos soporta correctamente la acción del viento cuando éste sopla en dirección transversal, pero cuando lo hace en dirección longitudinal es necesario crear una serie de cerchas en la cubierta y en la fachada que estabilicen la estructura, cuya misión será absorber los empujes longitudinales provocados por el viento debido a la presión que ejerce sobre las paredes frontales del edificio.

Para la creación de estos arriostramientos se optará por colocar en el primer y último vano diagonales dobles (cruces de San Andrés) tanto en la cubierta como en las fachadas laterales, y en el vano central solo en cubierta. Dichas cerchas presentan un caso de falsa hiperestaticidad, ya que puede suponerse que las diagonales solo trabajan a tracción y en un solo sentido, además, de evitar cualquier problema que pudiera originarse por pandeo. Se prefiere el uso de tirantes para la formación de cruces dado que trabajan únicamente a tracción evitando cualquier problema que pudiera originarse por pandeo. En este proyecto se utilizarán hierros redondos.

En el caso del arriostramiento de cubierta, los cordones superiores e inferiores de la cercha están materializados por los dinteles de los pórticos, no siendo necesaria su comprobación debido a que las cargas son pequeñas en comparación con las propias del pórtico.

En el caso del arriostramiento de fachada lateral, los elementos verticales de la cercha están materializados por los pilares de los pórticos, no siendo necesaria su comprobación debido a que las cargas son pequeñas en comparación con las propias del pórtico.

Para el cálculo y dimensionamiento de los arriostramientos tanto en cubierta como en los laterales se recurrirá al programa de cálculo de estructuras CYPE 2023, siguiendo lo explicado en el apartado 5.2.6.1.2.h). Los hierros redondos en específico que conformarán cada tirante serán:

Tabla 63| Tipo de perfil usado en el arriostramiento cruz de San Andrés. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Arriostramiento cruz de San Andrés (hierro redondo)	Ø 5/8

5.2.6.1.2.e) Vigas rigidizadoras longitudinales

Estas vigas se utilizan como vigas de atado que se disponen entre pórtico y pórtico, cuya misión es unirlos en distintos puntos y realizar la transmisión de las fuerzas longitudinales a las que va a estar sometida la nave, hasta los elementos estabilizadores. Estas vigas se colocan específicamente uniando las cabezas de los pilares, y uniando los dinteles de los pórticos en la cumbrera y en los puntos donde irán los pilares diafragmas.

De esta forma los pórticos quedan arriostrados y rigidizados en su plano longitudinal. Estas vigas son importantes ya que los pilares deben mantener su horizontalidad lo mejor posible, pues cualquier desviación de la misma podría provocar un momento en la base de los mismos y por consecuencia, un levantamiento en la zapata.

Además, estas vigas se utilizan para conformar los cuadros arriostrados (las vigas de contraviento) junto a los tirantes de la cruz de San Andrés y los cordones superiores de los pilares y dinteles.

Estas vigas se materializarán con perfiles C conformados en frío (IRAM-IAS U 500-206-3) de las mismas dimensiones que las correas, unidos por medio de soldaduras discontinuas formando vigas cajón.

Para el cálculo y dimensionamiento de las vigas rigidizadoras longitudinales se recurrirá al programa de cálculo de estructuras CYPE 2023, siguiendo lo explicado en el apartado 5.2.6.1.2.h). Los perfiles en específico que conformarán cada viga rigidizadora, con su denominación según las normas IRAM, serán:

Tabla 64| Tipo de perfil usado en las vigas rigidizadoras longitudinales. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Viga rigidizadora longitudinal	2 x PC 120 x 50 x 20 x 2,00 (I)

5.2.6.1.2.f) *Vigas encadenado*

Se colocarán vigas para enlazar y rigidizar longitudinalmente aún más la estructura, conectando todos los pórticos en los puntos donde se encuentran los pilares. Estas vigas se colocan apoyadas sobre los cordones interiores en sus extremos superiores de los correspondientes pilares siendo su longitud igual a la separación entre pórticos. Las mismas se materializan como vigas de celosía utilizando para cordones, diagonales y montantes los mismos tipos de perfiles que en la estructura principal, pero utilizando distintas dimensiones, las cuales se calcularán para las secciones más solicitadas y las resultantes se adoptarán para todos los elementos de las vigas. Las vigas tendrán una separación entre cordones constante, igual a 0,86 m aproximadamente. Además, las vigas irán unidas a los pilares en los nudos, con el fin de evitar excentricidades de cargas que produzcan estados complejos de solicitaciones y deformaciones.

Para el cálculo y dimensionamiento de las vigas de encadenado se recurrirá al programa de cálculo de estructuras CYPE 2023, siguiendo lo explicado en el apartado 5.2.6.1.2.h). Los perfiles en específico que conformarán cada viga de encadenado, con su denominación según las normas IRAM, serán:

Tabla 65| Tipos de perfiles usados en las vigas de encadenado. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Cordón superior e inferior viga encadenado	PU 120 x 50 x 3,20
Diagonales y montantes viga encadenado	2 x L 32 x 32 x 3,20 (U)

5.2.6.1.2.g) *Vigas dinteles para portones y puertas*

En la nave industrial deberán dejarse huecos en los cerramientos laterales ya que se colocarán puertas y portones. Se colocarán vigas para amurar dichas aberturas. Como ya se ha explicado, las vigas se materializarán como vigas de celosía utilizando para todos los elementos los mismos perfiles que en toda la estructura, con las mismas dimensiones que los perfiles que conforman las vigas de encadenado. Las vigas tendrán una separación entre cordones constante

e irán unidas a los pilares en los nudos, con el fin de evitar excentricidades de cargas que produzcan estados complejos de sollicitaciones y deformaciones.

En ambos pórticos extremos, se colocarán vigas dintel entre los pilares diafragma, unidos a los cordones interiores de los mismos en la zona intermedia, específicamente el cordón inferior de la viga se ubicará a 2,58 m del nivel del suelo aproximadamente, a fin de que la viga pueda hacer de estructura soporte del marco de las puertas de emergencia de 2,20 m de altura que se planificaron colocar en ese sitio.

En ambos laterales de la nave, se colocarán vigas dintel en el vano central entre pórticos, unidos a los cordones interiores de los pilares en la zona superior, específicamente el cordón inferior de la viga se ubicará a 5,17 m del nivel del suelo, a fin de que la viga pueda hacer de estructura soporte para el mecanismo de los portones enrollables de 5 m de altura que se planifican colocar.

Tabla 66| Tipos de perfiles usados en las vigas dinteles. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Cordón superior e inferior viga dintel	PU 120 x 50 x 3,20
Diagonales y montantes viga dintel	2 x L 32 x 32 x 3,20 (U)

5.2.6.1.2.h) Cálculo para predimensionado de la estructura en CYPECAD

Para el cálculo de la estructura metálica se tuvieron las siguientes consideraciones:

Normas consideradas:

- Hormigón: CIRSOC 201-2005
- Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)
- Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
- Categoría de uso: General

El código CIRSOC 301 utiliza las combinaciones de acciones siguiendo las pautas del AISC-LRFD: Especificación del American Institute of Steel Construction (AISC) basada en el Load and Resistance Factor Design (Método del Factor de Carga y Resistencia (LRFD)).

Los pasos seguidos para el cálculo de la estructura en CYPE serán los siguientes:

1. Introducción de las dimensiones y características del pórtico tipo de la nave en el Generador de Pórticos de CYPE. En este programa, además, se aplicarán las distintas cargas a la que estará sometida la estructura.

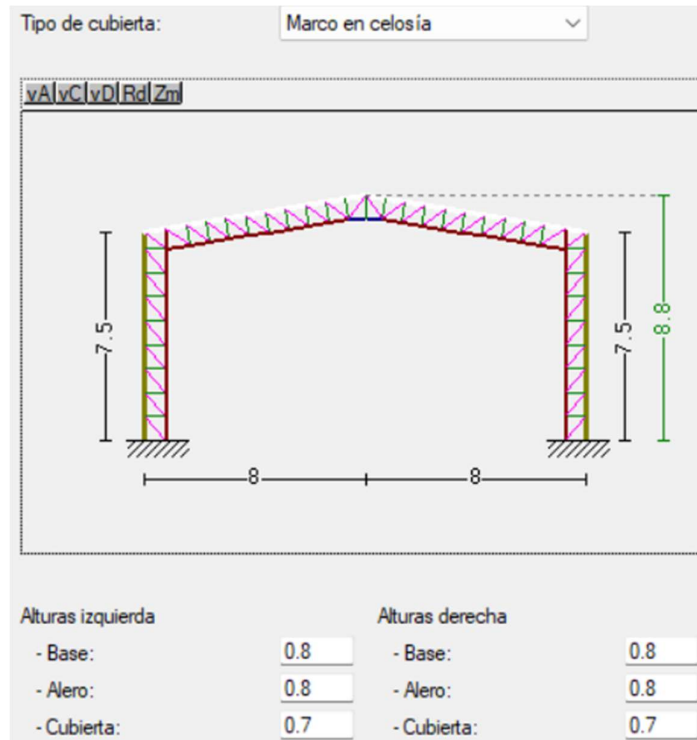


Figura 172| Dimensiones pórtico tipo. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.

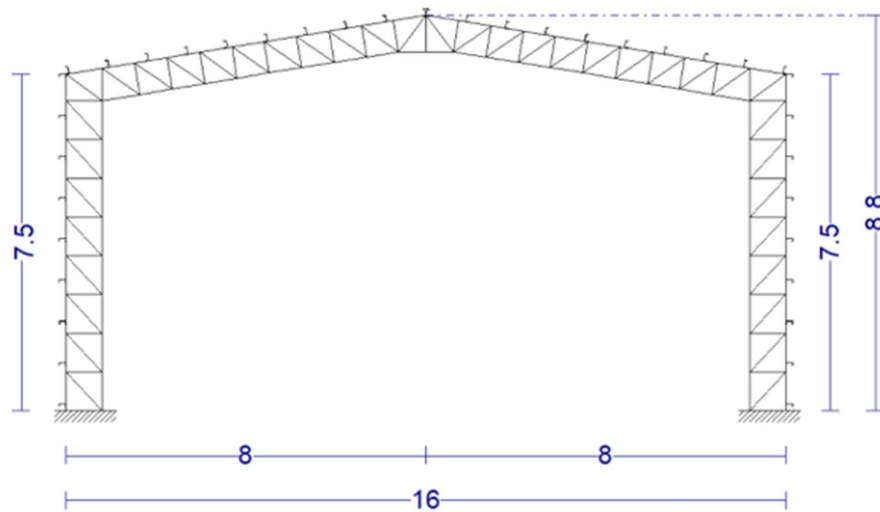


Figura 173| Dimensiones pórtico tipo. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.

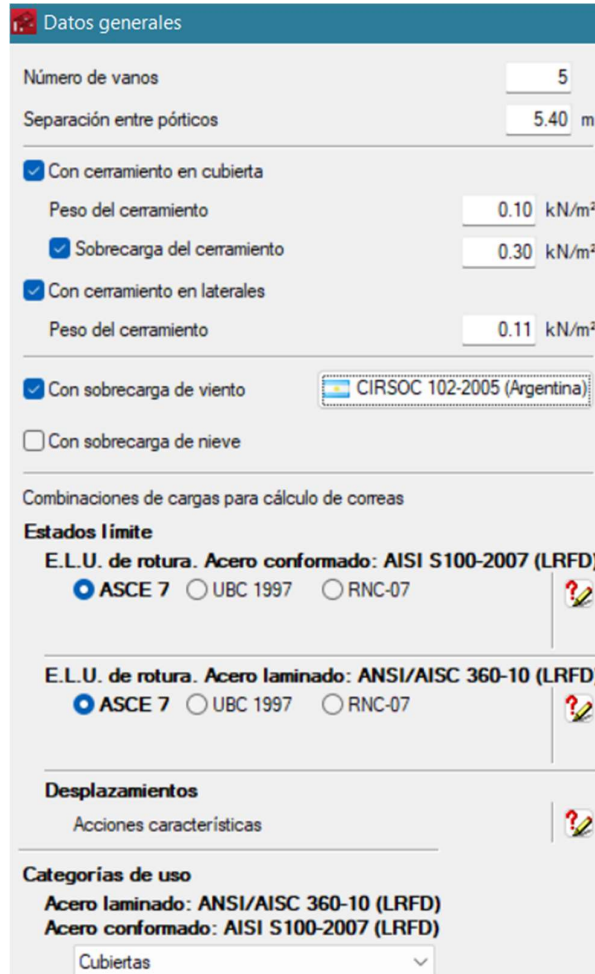


Figura 174| Datos de cargas ingresadas y reglamentos utilizados. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.

- a. Se adoptará que la estructura estará formada por 6 pórticos con una separación de 5,40 m (5 vanos).
- b. Se introducirán las cargas de peso propio de la cubierta y de los cerramientos laterales obtenidos de la ficha técnica de los paneles adoptados. Luego, el programa generará las cargas permanentes debidas al peso propio de los cerramientos que se exportarán al CYPE 3D.
- c. Se calcula la sobrecarga de mantenimiento y montaje sobre cubierta según CIRSOC 101:

El CIRSOC 101 establece para las cubiertas planas, horizontales o con pendiente y curvas que la sobrecarga será:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2 \text{ siendo } 0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

donde:

L_r sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m².

Los factores de reducción **R1** y **R2** se determinarán como sigue:

$$\mathbf{R1 = 1 \text{ para } At \leq 19 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{R1 = 1,2 - 0,01076 * At \text{ para } 19 \text{ m}^2 < At < 56 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{R1 = 0,6 \text{ para } At \geq 56 \text{ m}^2}$$

donde:

At área tributaria (ver comentarios artículo 4.8.1) en metros cuadrados soportada por cualquier elemento estructural y

$$\mathbf{R2 = 1 \text{ para } F \leq 4}$$

$$\mathbf{R2 = 1,2 - 0,05 * F \text{ para } 4 < F < 12}$$

$$\mathbf{R2 = 0,6 \text{ para } F \geq 12}$$

donde, para una cubierta con pendiente, **F = 0,12 * pendiente**, con la pendiente expresada en porcentaje.

Entonces:

$$\mathbf{At = 5,4 * 8 = 43,2 \text{ ----- } R1 = 1,2 - 0,01076 * 43,2 = 0,735}$$

$$\mathbf{F = 0,12 * 16,25 = 1,95 \text{ ----- } R2 = 1}$$

$$\mathbf{Lr = 0,96 * 0,735 * 1 = 0,7056 \text{ kN/m}^2}$$

Debido a que la sobrecarga obtenida tiene un valor demasiado grande para el verdadero uso que tendrá la cubierta de la nave en la realidad, el cual será solo de mantenimiento cuando se requiera, se ha optado por utilizar un valor de sobrecarga de **0,30 kN/m²**, de acuerdo a lo recomendado por el **CIRSOC 101-1982**, para que la estructura no quede sobredimensionada. Este reglamento define la sobrecarga de 0,30 kN/m² para cubiertas livianas (de acuerdo con los tipos definidos en la Recomendación CIRSOC 303-1991 “Estructuras livianas de acero”) y cubiertas no metálicas de hasta 0,5 kN/m² de peso total, con pendiente entre 3° y 10 ° (la pendiente de la cubierta de la nave es de 16,25% ≈ 9,23°).

- d. Se cargarán las condiciones del viento para nuestro lugar de emplazamiento para que el programa calcule las acciones de viento en base al CIRSOC 102-2005. En la nave el viento puede soplar por las cuatro direcciones 0°, 90°, 180° y 270°. Esto significa que como mínimo

existirán cuatro hipótesis de viento. Luego se agregan otras hipótesis gobernadas por distintas condiciones que se apliquen.

- La categoría de uso para el lugar de emplazamiento del proyecto será **Categoría II** “*Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.*”
- Con el mapa eólico presente en el reglamento se definió que la velocidad básica de viento [m/s] para Herrera es de **48 m/s**.
- La categoría del terreno, relacionada con el entorno urbano, es para todas las direcciones del viento la **Categoría C** “*Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.*”
- Existen huecos, pero debido a que no cumplen las condiciones para considerar la nave como parcialmente cerrada en ninguna de sus direcciones, esto hace que no se agreguen hipótesis de carga en los lados en los que se sitúan los huecos y la nave sea considerada como **cerrada** en todas sus direcciones.
- La zona geográfica donde está el terreno es **llano**.

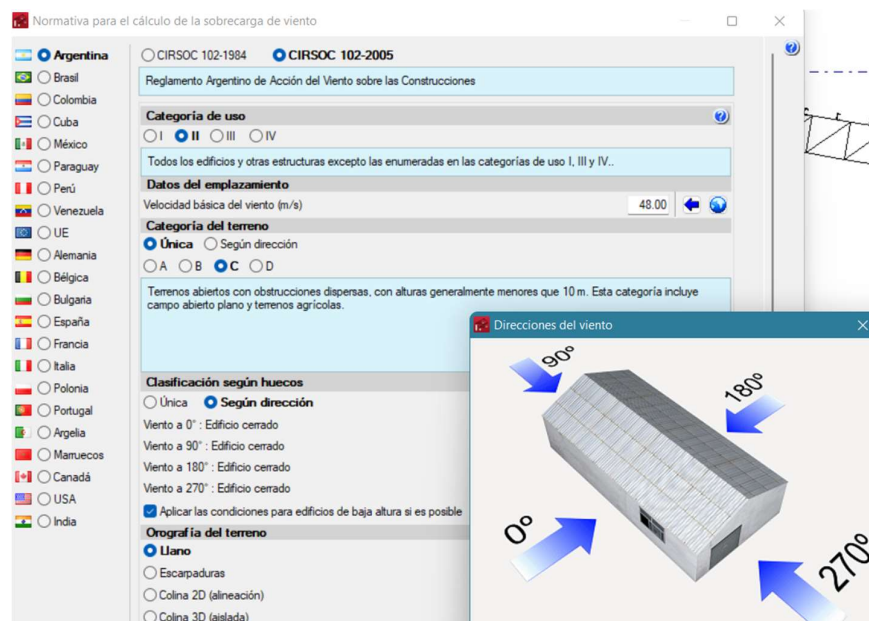


Figura 175| Consideraciones para el cálculo de las sobrecargas de viento. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE

Con los datos ingresados, el software generó distintas combinaciones que actúan en distintas direcciones. Finalmente, las sobrecargas actuantes son las siguientes:

- V (0°-45°) H1 Presión
- V (0°-45°) H2 Succión
- V (45°-90°) H1 Presión
- V (45°-90°) H2 Succión
- V (90°-135°) H1 Presión
- V (90°-135°) H2 Succión
- V (135°-180°) H1 Presión
- V (135°-180°) H2 Succión
- V (180°-225°) H1 Presión
- V (180°-225°) H2 Succión
- V (225°-270°) H1 Presión
- V (225°-270°) H2 Succión
- V (270°-315°) H1 Presión
- V (270°-315°) H2 Succión
- V (315°-0°) H1 Presión
- V (315°-0°) H2 Succión

Con todos los datos de cargas ingresados el programa calcula todas los esfuerzos y sus combinaciones a las que estará sometida la estructura, para luego exportarlas al CYPE 3D.

2. Introducción y cálculo de las dimensiones y separación recomendada de las correas laterales y correas de cubierta. Cabe aclarar que esto es una pre dimensión, luego en el CYPE 3D se dimensionarán bien los espesores y la separación de las correas a fin de obtener los perfiles más óptimos que verifiquen las comprobaciones y aporten menos peso a la estructura.

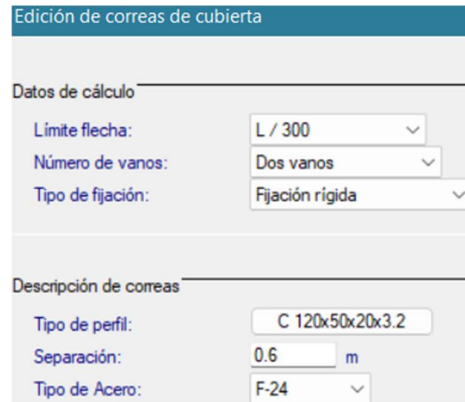


Figura 176| Correas de cubierta. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.

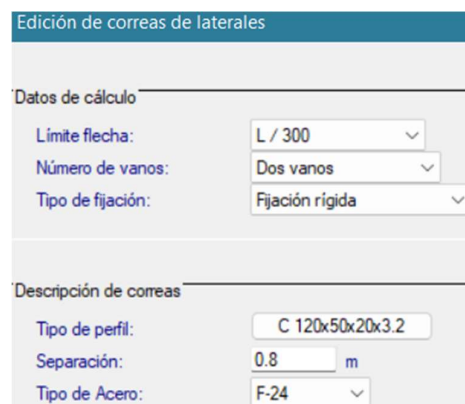


Figura 177| Correas laterales. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.

3. Exportación del conjunto a Metal 3D de CYPE. Pórticos biarticulados. Se elegirá no generar longitudes de pandeo, ya que luego se introducirán manualmente para cada elemento en particular. Las correas se exportarán como restricciones de arriostramiento, siendo necesario introducirlas manualmente luego en el CYPE 3D, para que coincidan con los nudos de la estructura.

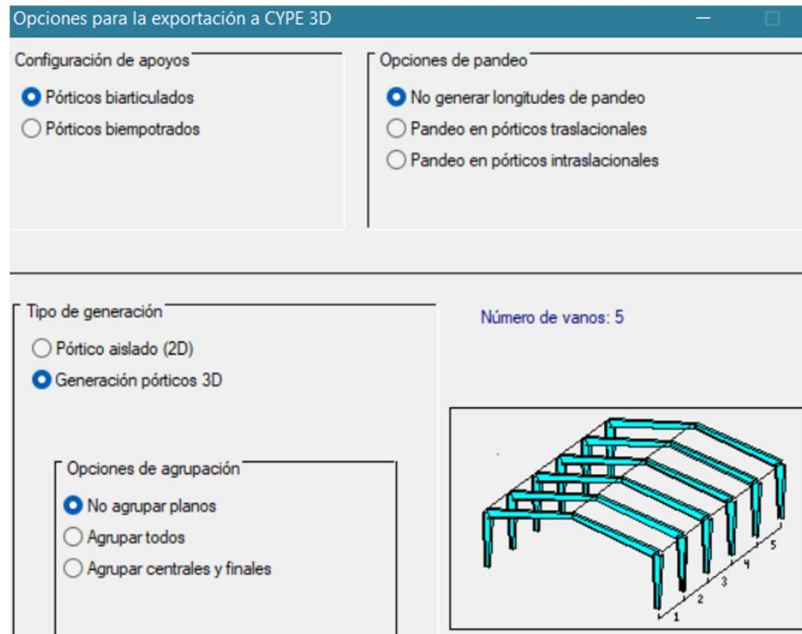


Figura 178| Correas laterales. Fuente: Elaboración propia – Generador de Pórticos CYPE.

Ya en el programa de CYPE 3D se realizará la introducción de los datos generales para la obra.

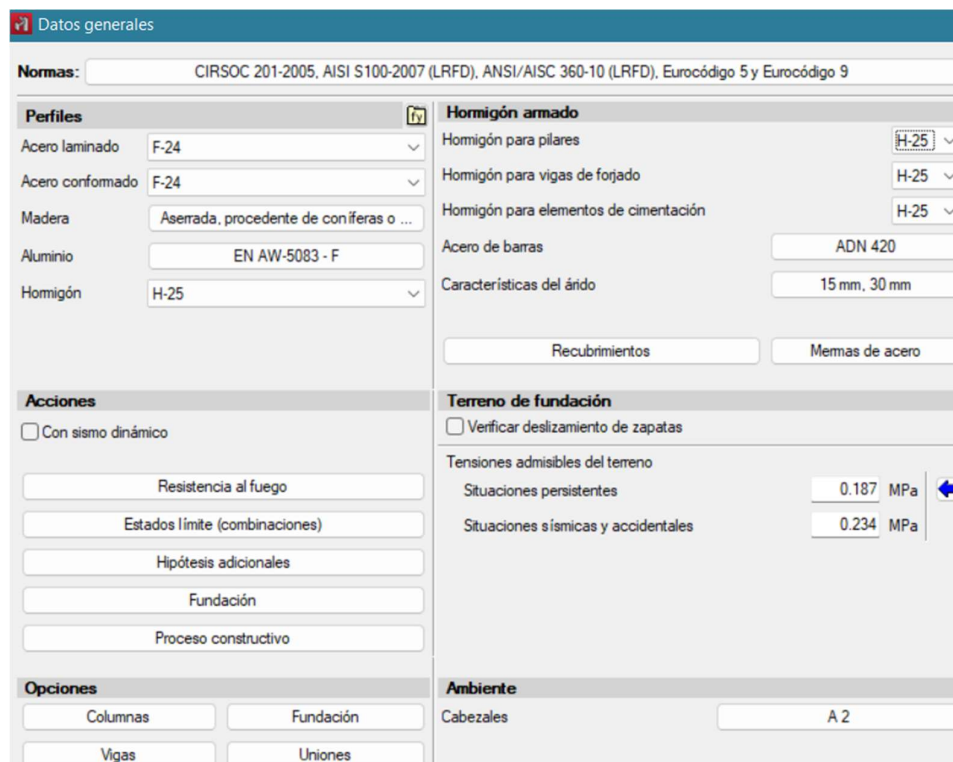


Figura 179| Datos generales de la obra en CYPE 3D. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.

En cuanto al cálculo de estructuras de H°A° el programa contiene el reglamento CIRSOC 201-2005 por lo que se utilizará esta normativa. Por otro lado, el software encargado de la parte metálica no posee la reglamentación argentina para acero conformado ni laminado, pero si la norma AISI S100-2007 (LRFD)(USA), que es la base de los CIRSOC 303, y la norma ANSI/AISC 360-10 (LRFD)(USA), que es la base del CIRSOC 301, por lo que se adoptará las mismas para el cálculo estructural.

Hormigón: CIRSOC 201-2005
Hormigón en cimentaciones: CIRSOC 201-2005
Configuración de la cubierta: General

E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD)
 ASCE 7 UBC 1997 RNC-07

E.L.U. de rotura. Acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)
 ASCE 7 UBC 1997 RNC-07

Figura 180| Reglamentación considerada. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.

- Una vez en CYPE 3D se realizará la descripción de los nudos y barras creados, y se completará la estructura con los elementos de arriostamiento y que dan estabilidad a la estructura.

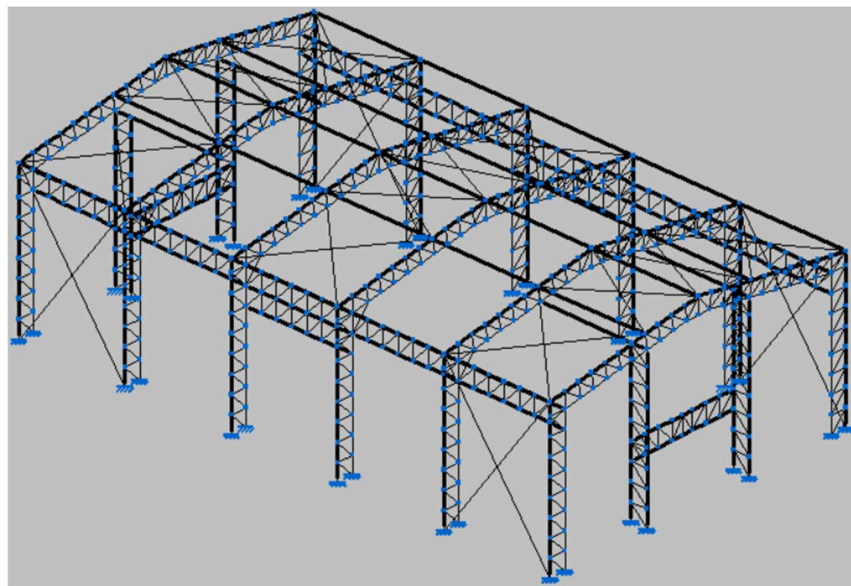


Figura 181| Estructura alámbrica sin correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.

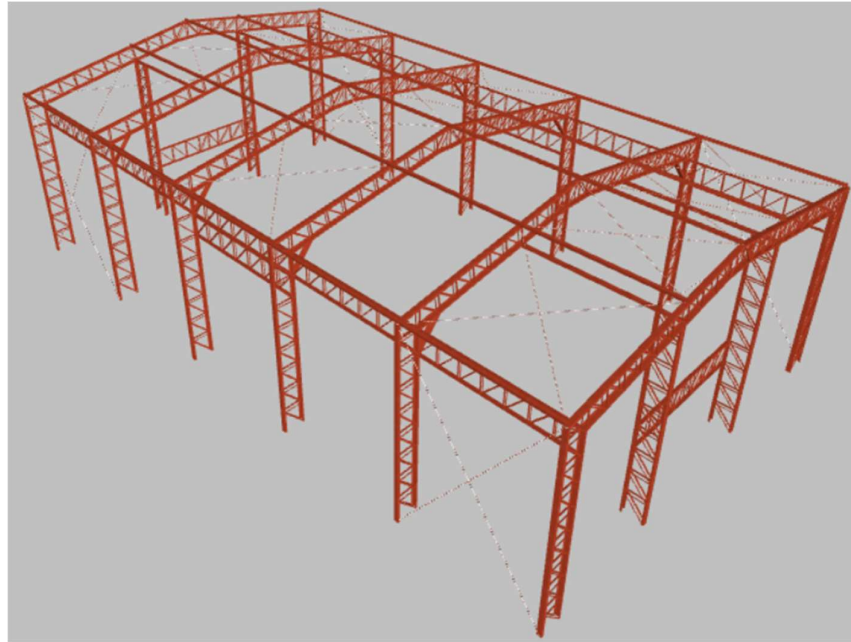


Figura 182| Estructura 3D sin correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.

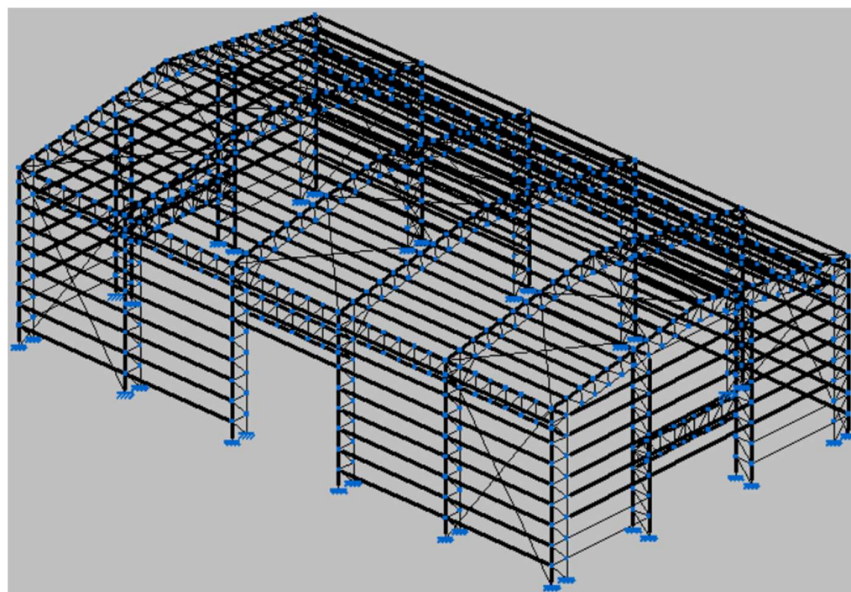


Figura 183| Estructura alámbrica con correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.

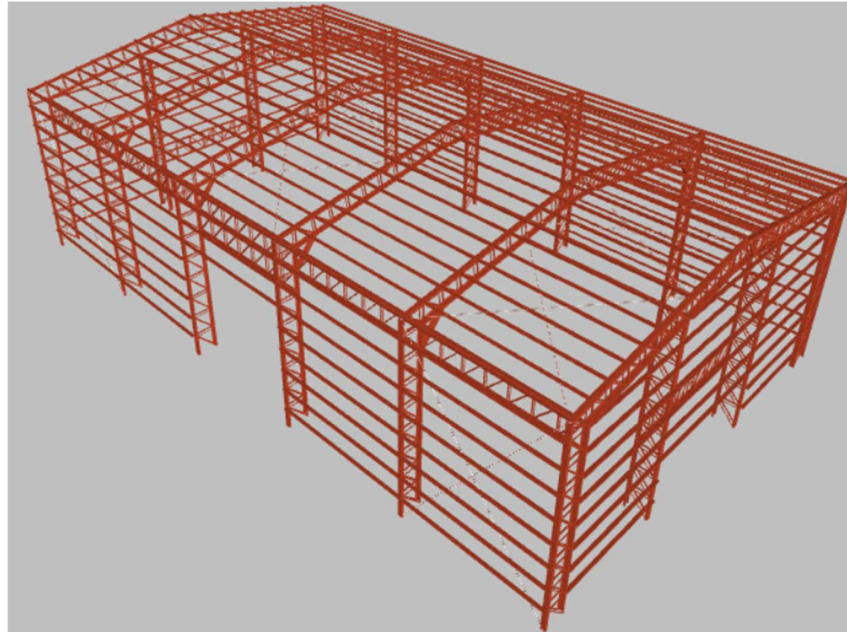


Figura 184| Estructura 3D con correas. Fuente: Elaboración propia – CYPE 3D.

5. Descripción de los perfiles para su primera pre dimensión denotando el tipo y dimensiones de perfil que se adoptarán, **basándose en obras de similares características.**
6. Descripción de los materiales de los perfiles. **Se elige acero F-24.**
7. Definición de los coeficientes de pandeo, pandeo lateral y flecha límite. Consideraciones de cómo se comporta la estructura en su conjunto y en particular cada uno de los elementos que la componen.
 - a. Pandeo: Una vez completados los estados de cargas de la nave, se pasará a definir los coeficientes de pandeo de las barras que ha introducido en el programa y a modificar los coeficientes de pandeo de los pórticos principales en los planos de los mismos, ya que el Generador de pórticos no ha proporcionado coeficientes de pandeo.

Para todos los elementos conformados de celosías se utilizará un coeficiente de pandeo igual a 1 en los cordones superiores e inferiores, y un coeficiente de pandeo igual a 0,85 en las diagonales y montantes.
 - b. Pandeo lateral: Para los pilares y dinteles de los pórticos se tomará como arriostrado el pandeo lateral en las alas donde apoyan las correas con una longitud libre de pandeo igual a la separación entre correas, es decir, para

los dinteles en el ala superior $L_b = 0,60$ m, y en los pilares en el ala que corresponda $L_b = 0,80$ m.

En los dinteles de los pórticos de la nave, debido a las hipótesis de succión de viento en la cubierta, puede llegar a producirse el pandeo lateral del ala inferior. Esto se evita disponiendo en el proyecto de tornapuntas que arriostren el ala inferior frente a este fenómeno; para realizarlo en el programa, se introdujeron coeficientes de pandeo lateral a las barras de los dinteles. En el ala inferior de éstas se colocará un tornapuntas cada correa con una longitud libre de pandeo de $L_b = 0,60$ m.

- c. Flecha: Se admite que una estructura es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus elementos, y ante cualquier combinación de cargas y considerando sólo las deformaciones producidas después de la puesta en obra del elemento, la flecha producida es menor que $L/300$ en todos los casos.

8. Cálculo de la estructura.

- a. Comprobación de barras.
- b. Redimensionamiento de los perfiles utilizados hasta optimizar el resultado.

9. Análisis de pórticos.

- a. Desplazamiento lateral más desfavorable.

De acuerdo al CIRSOC 301-2005 “*el valor máximo para los desplazamientos laterales bajo la combinación más desfavorable de acciones de servicio deberá ser menor o igual que los establecidos en la Tabla A-L.4.1. para los casos allí indicados*”.

Tabla 67| Tabla A-L.4.1. Valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales (a) (b). Fuente: CIRSOC 301-2005.

EDIFICIOS INDUSTRIALES				
	Elemento	Flecha total	Flecha por carga variable	
			Por	
Deformaciones verticales	Barras soportando cubiertas rígidas	L/200	Sobrecarga Útil	L/240
	Barras soportando cubiertas flexibles	L/150	Sobrecarga Útil	L/180
	Barras soportando pisos	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Vigas carril para grúas de capacidad ≥ 200 Kn		Rueda sin impacto	L/800 (c)
	Vigas carril para grúas de capacidad < 200 Kn		Rueda sin impacto	L/600 (c)
Desplazamiento lateral (d)	Vigas carril		Frenado transversal	L/600 (c)
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de viento	H/150	Viento	H/160
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de puente grúa.		Frenado puente Grúa	H/400 (c)
PARA OTROS EDIFICIOS				
Deformaciones verticales	Techos en general	L/200	Sobrecarga Útil	L/250
	Techos con carga frecuente de personas (no mantenimiento)	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Pisos en general	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Barras de pisos o techos que soporten elementos y revestimientos susceptibles de fisuración	L/300	Sobrecarga Útil	L/350
	Pisos que soporten columnas	L/400	Sobrecarga Útil	L/500
	Donde la deformación puede afectar el aspecto	L/250		
Desplazamiento lateral (d)	Desplazamiento total del edificio referido a su altura total		Viento	H _T /300
	Desplazamiento relativo de pisos cuando cerramientos y divisiones no tienen previsiones especiales para independizarse de las deformaciones de la estructura		Viento	H _p /400
	Desplazamiento relativo de pisos cuando cerramientos y divisiones tienen previsiones especiales para independizarse de las deformaciones de la estructura		Viento	H _p /300
OBSERVACIONES				
(a) La deformación vertical debida a acciones de servicio $f(\text{máx})$ a comparar con los valores límites de la tabla será: $f(\text{máx}) = f - f_0$ f = deformación total calculada con la combinación de acciones más desfavorable incluyendo eventuales deformaciones por efectos de larga duración (fluencia lenta). f_0 = contraflecha adoptada. (b) L = distancia entre apoyos. Para ménsulas L = 2 veces la longitud del voladizo. H = altura de la columna. H_T = altura total del edificio. H_p = altura del piso. (c) Los valores para grúas son orientativos. Para operación de grúa sensible a deformaciones verticales o desplazamientos laterales deberán fijarse límites más rigurosos. (d) Para combinaciones con acciones sísmicas ver el Reglamento INPRES-CIRSOC 103-2005				

El caso de estudio será en edificios industriales para desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de viento, para el cual la flecha total límite será H/150 según la tabla A-L.4.1, siendo H la altura de la columna.

$$H / 150 = 7500 \text{ mm} / 150 = 50 \text{ mm}$$

Del programa CYPE obtuvimos que la deformación lateral más desfavorable, luego de analizar todas las combinaciones de acciones posibles, es de **13,45 mm**, por lo que **verifica**.

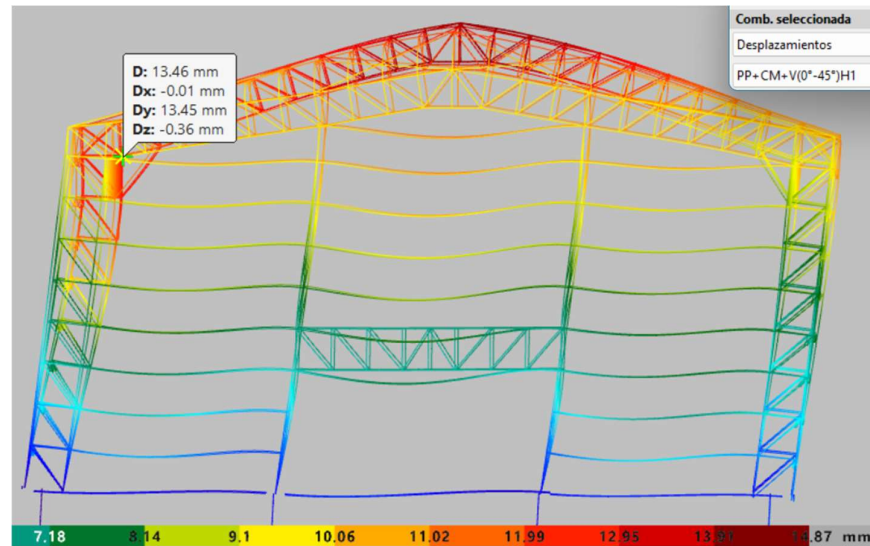


Figura 185| Deformación lateral máxima Dy. Fuente: CYPE 3D - Elaboración propia

b. Deformación más desfavorable en la cubierta.

De acuerdo al CIRSOC 301-2005 “*el valor máximo para las deformaciones bajo la combinación más desfavorable de acciones de servicio deberá ser menor o igual que los establecidos en la Tabla A-L.4.1. para los casos allí indicados*”.

El caso de estudio será en edificios industriales para barras soportando cubiertas rígidas, para el cual la flecha total límite será $L/200$ según la tabla A-L.4.1, siendo L la distancia entre apoyos.

$$L/200 = 16000 \text{ mm}/200 = 80 \text{ mm}$$

Del programa CYPE obtuvimos que la deformación vertical más desfavorable, luego de analizar todas las combinaciones de acciones posibles, es de **17,58 mm**, por lo que **verifica**.

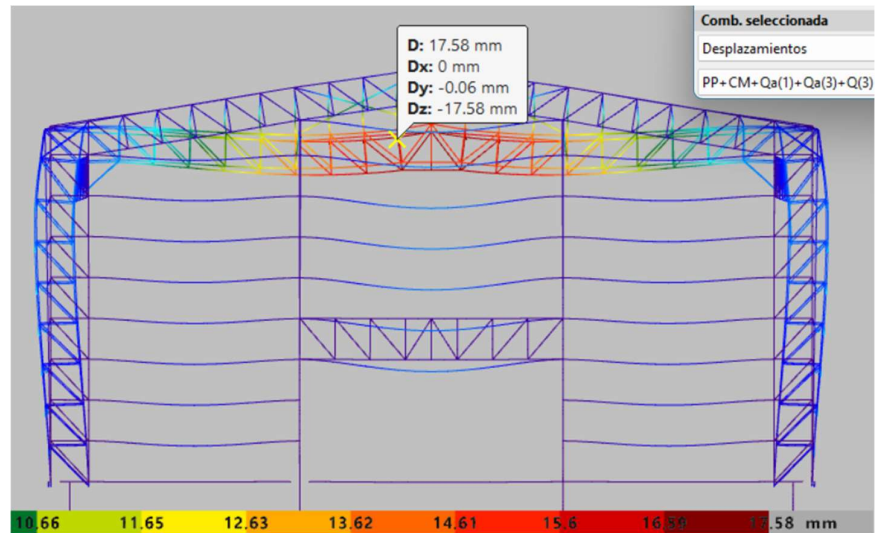


Figura 186| Deformación vertical máxima Dz. Fuente: CYPECAD - Elaboración propia.

c. Estudio del pórtico más solicitado.

Se estudia el pórtico cuyas barras están sometidas a mayores solicitaciones y forma parte de la mayor deformación global de la estructura.

El pórtico más solicitado pertenece a la zona central de la nave.

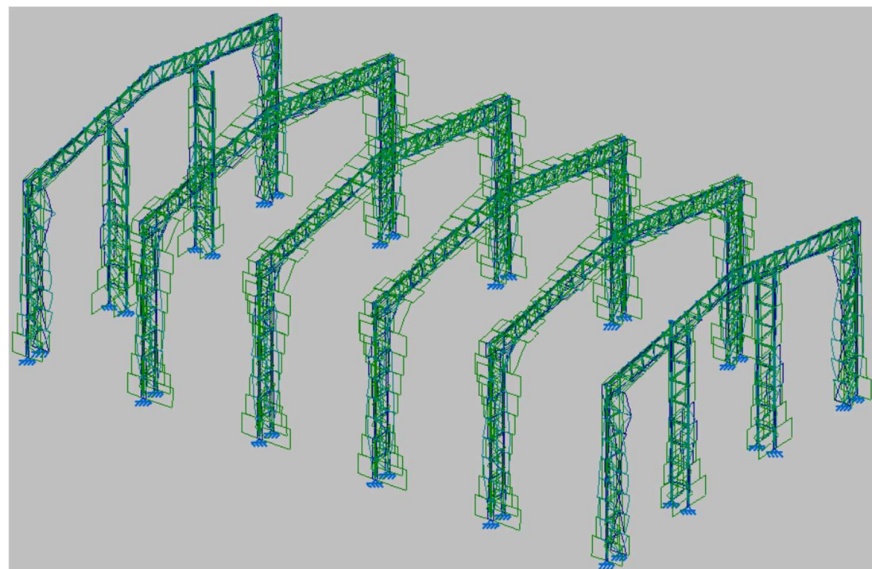


Figura 187| Pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración propia.

Se indica el pórtico más solicitado en color azul en la siguiente ilustración.

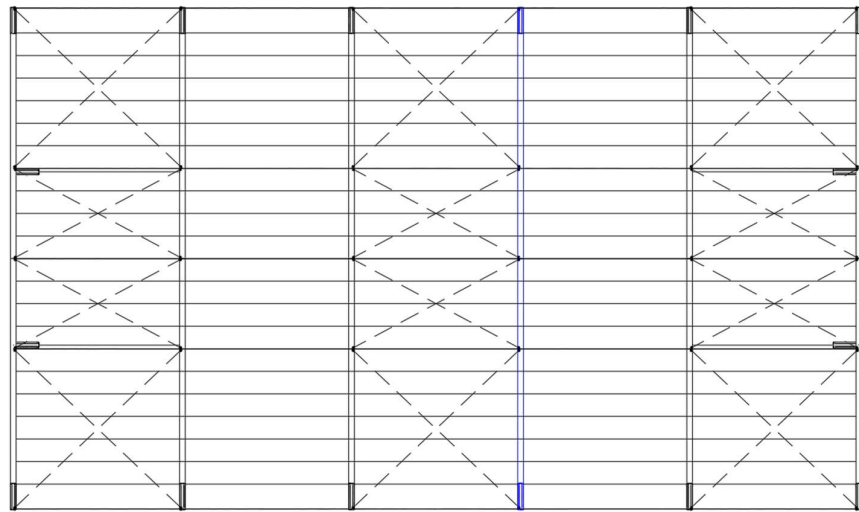


Figura 188| Ubicación pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

En las siguientes ilustraciones se presentan las envolventes de las barras para las combinaciones de cargas más desfavorables, las cuales no tienen por qué provenir de la misma hipótesis. De todas las combinaciones posibles, existe una que dará el mayor esfuerzo de corte, otra que dará el mayor esfuerzo axial, etc.

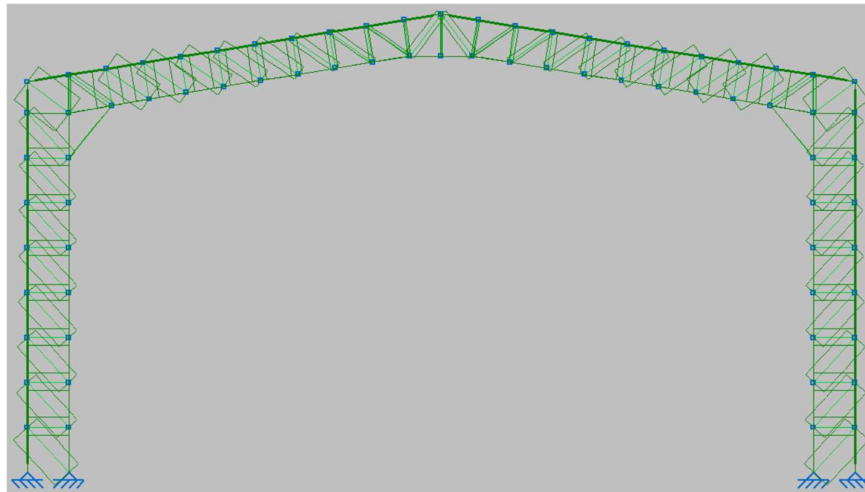


Figura 189| Envolvente de axiles en el pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

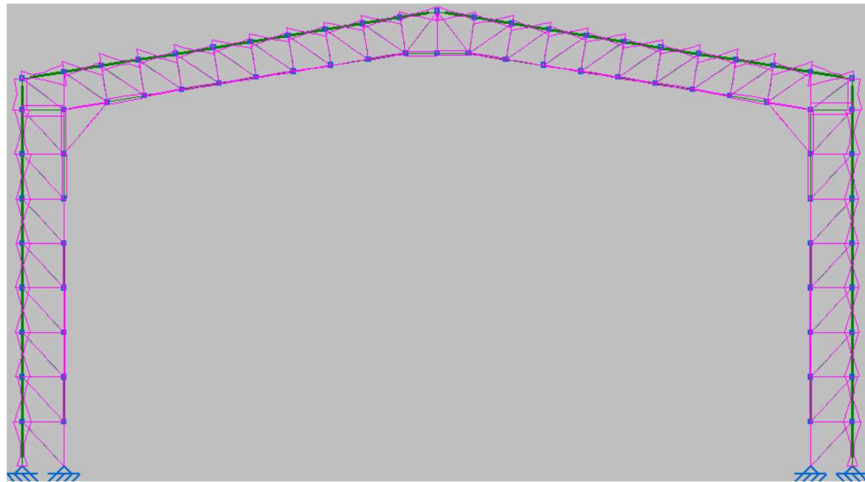


Figura 190| Envoltorio de cortes en el pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

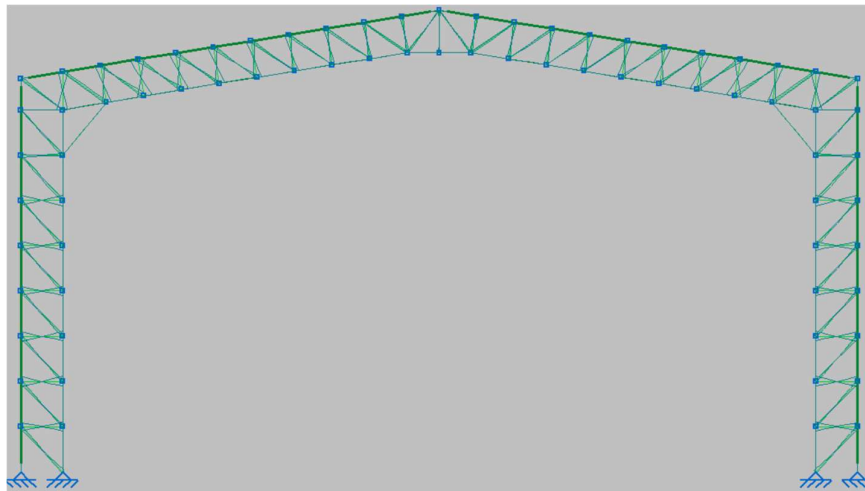


Figura 191| Envoltorio de momentos en el pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

En la memoria de cálculo del anexo se encuentran las comprobaciones de las barras de las columnas y vigas que forman parte del pórtico más solicitado, extraídas del cálculo en CYPE 3D. Se verificaron las resistencias a tracción, límites de esbeltez, resistencias a compresión, resistencias a flexión, resistencias a corte, resistencias a la combinación de dichos esfuerzos y a torsión. También se anexan las comprobaciones de la correa especial de techo más solicitada, correa especial lateral más solicitada, y tensor más solicitado.

10. Cálculo de fundaciones. Se exporta la obra al programa CYPECAD y se calculan y dimensionan las zapatas aisladas y las vigas de fundación. Se considera un

peso propio del terreno actuando sobre las zapatas de 2 kN/m^2 y una sobrecarga de uso del terreno de 20 kN/m^2 .

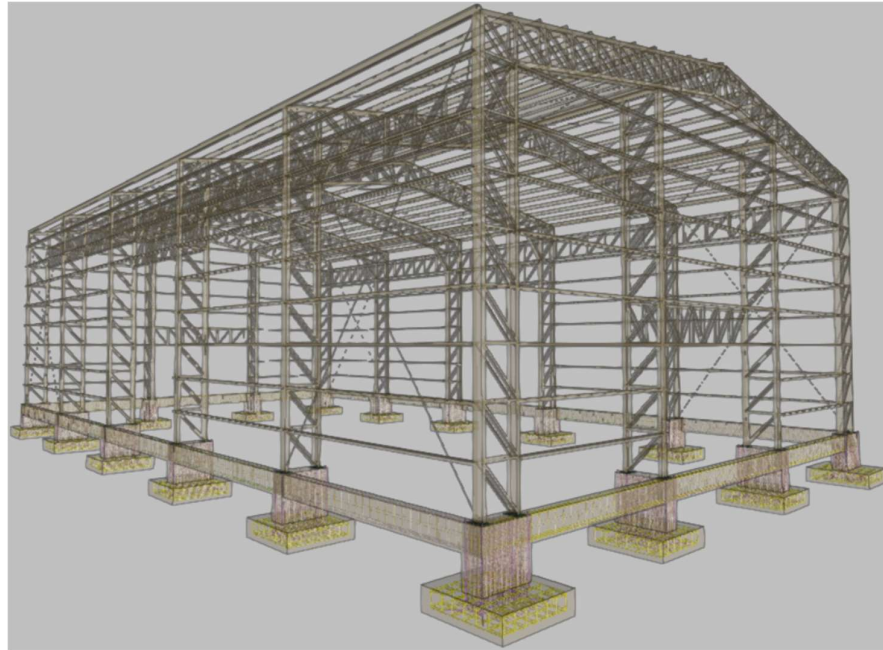


Figura 192| Fundaciones. Fuente: Elaboración propia - CYPECAD.

En el anexo se encuentran todas las verificaciones y cálculos realizados por el software.

5.2.6.1.3 Predimensionado de fundaciones

5.2.6.1.3.a) Valor del suelo soporte

Los suelos que predominan en las profundidades del terreno son limos de baja plasticidad (ML) y arcillas de baja plasticidad (CL), según clasificación SUCS. En la siguiente tabla se puede ver que el **ángulo** para arcillas firmes es de 16° , mientras que para limos firmes es de $24,5^\circ$. Se adoptará un ángulo intermedio de 20° para el cálculo.

Tabla 68| Ángulos de fricción de suelos. Fuente: Braja-Das.

Tipos de Suelos.		Angulo de Fricción Interna en grados.
Granulares o no Cohesivos	Arena suelta	30
	Arena de Compacidad media	32,5
	Arena densa	35
	Grava	35
	Grava arenosa heterogénea	35
	Bloques de piedra escolleras (sin presencia de arena)	35
Suelos Cohesivos	Arcilla semidura	15
	Arcillas firmes	16
	Arcillas Blandas	17
	Arcilla arenosa firme	22,5
	Arcilla arenosa blanda	23,5
	Limo firme	24,5
	Limo blando	25,5
	Arcilla orgánica, limo y cieno, no fibroso	10
	Turba	15

Se calcula la cohesión de distintas maneras, lo que permite realizar un análisis sobre los resultados y sacar conclusiones. Dichas maneras de cálculo fueron:

- A. Mediante la correlación de los números de golpe “N” obtenidos del ensayo de penetración SPT, con el empleo de la tabla de Terzaghi y Peck (1948), de un estudio de suelos similar al de estudio (como el Relleno de la Ciudad de Concepción del Uruguay).
- B. Mediante valores referenciales de la norma DIN 1054.
- C. Mediante la teoría de capacidad de carga de Terzaghi para zapatas cuadradas.

Los cálculos necesarios desarrollados realizados a continuación:

Para el primer punto se utilizarán los valores del informe geotécnico para obtener el valor promedio de “N” correspondiente a la Perforación N°3, ya que la misma se encuentra en las proximidades del talud en estudio.

Del estudio geotécnico, el primer metro tiene un número de golpes N de 8 golpes, mientras que los 2,00 metros de profundidad evolucionan a 34 golpes (producto de una transición entre el horizonte orgánico al horizonte arcilloso puro), y a partir de los 3,00 metros a los 12,00 metros de profundidad, el valor de N del ensayo SPT es de 50. Así, el valor de N promedio es de 45,17, y la resistencia del suelo debería ser para arcillas saturadas mayor a 2 kg/cm².

Tabla 69| Valores de la correlación entre el número de golpes N del ensayo SPT y el coeficiente de cohesión. Fuente: <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/spt-suelos-cohesivos/>

N_{SPT}	c_u Kg/cm ²
< 2	< 0.125
2 - 4	0.125 - 0.25
4 - 8	0.25 - 0.5
8 - 15	0.5 - 1
15 - 30	1 - 2
> 30	> 2

Por la norma DIN 1054, los valores que pudieron obtenerse fueron los siguientes:

Tabla 70| Valores del coeficiente de cohesión de la norma DIN 1054. Fuente: <https://es.scribd.com/document/423706307/Valores-Referenciales-Sobre-Diferentes-Propiedades-de-Los-Suelos#>

Valores referenciales de cohesión en Kg/cm² (DIN 1054)

Arcilla rígida	0.25
Arcilla semirígida	0.1
Arcilla blanda	0.01
Arcilla arenosa	0.05
Limo rígido o duro	0.02

Por lo que la cohesión de los suelos está entre 0,10 a 0,25 kg/cm², variando enormemente con la metodología de Terzaghi. Por último, calculando el suelo como una base cuadrada profunda de acuerdo a la metodología de Terzaghi para zapatas cuadradas, la ecuación gobernante es:

$$q_u = 1,30c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,40\gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Donde los valores de N se obtuvieron de la tabla del Braja Das, para una zapata supuesta de ancho $B = 2$ m a una profundidad de desplante $D_f = 2$ m, una densidad del suelo de 1540 kg/m³, y un ángulo de fricción de 20°, por lo que:

Tabla 71| Tabla de estudios de los coeficientes del Braja Das

ϕ' (grad)	N_c	N_q	N^a_γ	ϕ' (grad)	N_c	N_q	N^a_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Sabiendo que la carga última del suelo es igual al doble del coeficiente de cohesión, se genera la siguiente ecuación:

$$2c = 1,30c \cdot 17,69 + 1.540 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,00\text{m} \cdot 7,44 + 0,40 \cdot 1.540 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,00\text{m} \cdot 3,64$$

$$2c = 23c + 27.400 \text{ kg/m}^2$$

El resultado del despeje de esa ecuación es de $0,13 \text{ kg/cm}^2$.

Como el resultado se encuentra dentro de la norma DIN 1054, se lo toma como válido para calcular la resistencia del suelo soporte.

La comprobación del cálculo anterior puede hacerse, para una cohesión dada de esa magnitud, sobre una zapata de $2,00\text{m} \times 2,00\text{m}$ a una profundidad de desplante de $1,40\text{m}$ en la siguiente página: <https://geotecniafacil.com/formula-general-carga-hundimiento-cte/>

Debe tenerse en cuenta que esta verificación:

- Solo es válida para cimentaciones rectangulares.
- Los valores de γ , c y ϕ deben ser representativos del bulbo de tensiones de la cimentación.
- La tensión admisible no suele venir limitada por esta formulación y sí por la limitación de asentos que puede sufrir una cimentación. Usualmente se utiliza

el método del SPT para los suelos granulares y el cálculo de la tensión admisible en tensiones totales para los suelos cohesivos.

A su vez, incluye los siguientes parámetros:

1. Parámetros del terreno

- a. c = Cohesión del terreno representativa en el bulbo de tensiones de la cimentación (KPa).
- b. ϕ = Ángulo de rozamiento interno del terreno representativo en el bulbo de tensiones de la cimentación ($^{\circ}$).
- c. γ_k = Densidad del terreno representativa en el bulbo de tensiones de la cimentación (KN/m^3).
- d. γ_s = Densidad del terreno situado por encima de la cimentación (KN/m^3).

2. Geometría de la cimentación

- a. B = Anchura cimentación (m). B^* = Anchura cimentación equivalente (m).
- b. L = Longitud cimentación (m). L^* = Longitud cimentación equivalente (m).
- c. D = Profundidad de empotramiento de la cimentación (m). Para más información consultad el CTE-SEC.
- d. β = Inclinación del terreno junto a la cimentación respecto a la horizontal ($^{\circ}$).
- e. q_0 = Presión vertical alrededor de la cimentación (KN/m^2).

3. Cargas de cimentación

- a. V = Componente vertical de la carga (KN).
- b. H_B = Componente de la fuerza horizontal en la dirección B (KN)
- c. H_L = Componente de la fuerza horizontal en la dirección L (KN).
- d. M_B = Momento en la dirección B (KNm).
- e. M_L = Momento en la dirección L (KNm).
- f. e = Excentricidad (m)
- g. δ = Inclinación de la carga ($^{\circ}$).

4. Resultados

- a. q_h = Presión vertical de hundimiento (KN/m^2).
- b. FS = Factor de seguridad.
- c. q_{adm} = Presión vertical admisible (KN/m^2).

5. Factores de corrección

- a. N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga.
- b. d_c, d_q, d_γ : Coeficientes de corrección por considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la cimentación (Factores de profundidad).
- c. s_c, s_q, s_γ : Coeficientes de corrección por la geometría de la cimentación.
- d. i_c, i_q, i_γ : Coeficientes de corrección por inclinación de la resultante de las acciones.
- e. i_c, i_q, i_γ : Coeficientes de corrección por la proximidad de la cimentación a un talud.

La verificación no sigue el método del CypeCAD, sino más bien la fórmula de Brinch-Hansen, e indica si el suelo soporta las cargas o no aplicadas.

Por último, queda calcular el coeficiente de balasto para utilizar para los cálculos de fundación del CypeCAD. El módulo de balasto vertical es un parámetro utilizado para estimar las deformaciones en los suelos producto de las cargas que transmite una zapata o losa a los niveles geotécnicos sobre los que se apoya. Estas deformaciones son de tipo instantáneo, por lo que no se computan los asentos por consolidación de los terrenos cohesivos blandos y compresibles.

En definitiva, dicho coeficiente balasto representa la rigidez frente al asentamiento del terreno: un valor alto supone un suelo rígido sobre el que los asentos son menores y, un coeficiente bajo supone un suelo blando y supone grandes deformaciones.

Es decir, el coeficiente de balasto relaciona la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la penetración de la misma en el suelo.

Para su cálculo, se relaciona generalmente el módulo de balasto a la placa de carga que se usa en la evaluación del mismo en el ensayo, cuyo diámetro puede ser 30 cm, 60 cm o 76,2 cm. Así, el coeficiente generalmente es representado por una k y con un subíndice que identifica las dimensiones de la placa.

No obstante, es un ensayo costoso ya que requiere de grandes pesos para aportar la inercia suficiente, por lo que no es un ensayo tan habitual en proyectos de edificación, pero sí en obra civil. Por ello, normalmente en estudios geotécnicos de edificación, se recurre a tablas bibliográficas como la propuesta por el CTE-SEC y mostrada a continuación:

Tabla 72| Coeficientes de balasto para distintos tipos de suelo. Fuente: <https://geotecniafacil.com/modulo-balasto-horizontal/>

Tipo de suelo	Coefficiente de balasto K_{30} (MN/m ³)
Arcilla blanda	15 – 30
Arcilla media	30 – 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	15 – 45
Arena floja	10 – 30
Arena media	30 – 90
Arena compacta	90 – 200
Grava arenosa floja	70 – 120
Grava arenosa compacta	120 – 300
Margas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 5.000
Rocas sanas	>5.000

Una vez definido el valor de K_{30} , que para este caso se decide usar el promedio de valores para una arcilla media, es decir, 45 MN/m³, puede determinarse el módulo de balasto vertical según las siguientes expresiones (Rodríguez Ortiz,1973):

$$k = (K_{30} * 0,30) / B = (45.000 \text{ kN/m}^3 * 0,30) / 2,00\text{m} = 6.750 \text{ kN/m}^2$$

Suponiendo un ancho promedio de zapata de 2,00 metros, el resultado es válido para todos los cálculos que vayan a utilizarse.

5.2.6.1.3.b) Predimensionado de zapatas y vigas de fundación

Para la zona donde se emplazará el anteproyecto se obtuvieron los datos específicos para el tipo de suelo del lugar mencionados arriba, por lo que el suelo arcilloso se encontró hasta una profundidad de 2 m aproximadamente, con una cohesión de 0,13 kg/cm², y adoptando

el coeficiente de seguridad que normalmente se utiliza de $F = 3$ y se obtuvo que la tensión admisible del terreno es:

$$q_{adm} = qu/F = (23*c + 2,74 \text{ kg/cm}^2)/F = (23*0,13 \text{ kg/cm}^2 + 2,74 \text{ kg/cm}^2)/ 3 = 1,91 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 0,187 \text{ Mpa}$$

Con estos datos se establecerá que la subestructura encargada de recibir y transmitir al suelo las cargas de la superestructura será resuelta con zapatas aisladas de hormigón H-25 y barras de acero ADN 420 fundados a 1,4 metros de profundidad, los cuales se unirán por vigas de fundación que enlazan los fustes de las zapatas. Se dimensionarán las fundaciones con el programa CYPECAD. El programa considera una tensión admisible para situaciones accidentales por viento la cual es $1,25*q_{adm}$ para acciones persistentes, por lo que adoptamos una tensión admisible de **0,234 MPa** para situaciones accidentales.

La nave industrial compartirá tres zapatas con la estructura de Steel Framing en la zona donde se unen ambas construcciones, las cuales se dimensionan como zapatas combinadas, teniendo en cuenta el centro de gravedad de las columnas, y para facilitar la construcción y el encofrado además se combinarán los fustes de la zapata y la viga de fundación.

La ubicación en planta de cada una de las zapatas, así como sus dimensiones se observan en los planos correspondientes que se encuentran en los anexos.

Además, la unión entre la fundación y la estructura metálica se realiza a través de placas de anclaje con pernos.

5.2.6.1.4 Cerramientos laterales y fachadas

Los cerramientos tienen la función de separar de los ambientes externos al galpón, de protegerlo contra la lluvia y el viento, a la vez de mantener la temperatura y humedad en niveles adecuados.

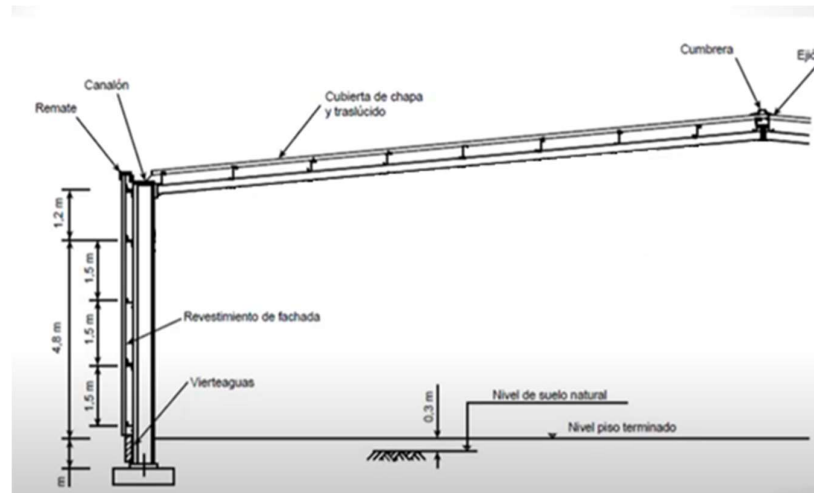


Figura 193| Cerramientos laterales y cubierta. Fuente: Google.

Como cerramiento de fachada se opta por el panel sándwich de chapa perfilada de la marca Hiansa de 40 mm de espesor. Se trata de un panel prefabricado con altas prestaciones térmicas y acústicas, que mejorará la habitabilidad del espacio interior de la nave.



Figura 194| Panel de fachada según fabricante. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf>

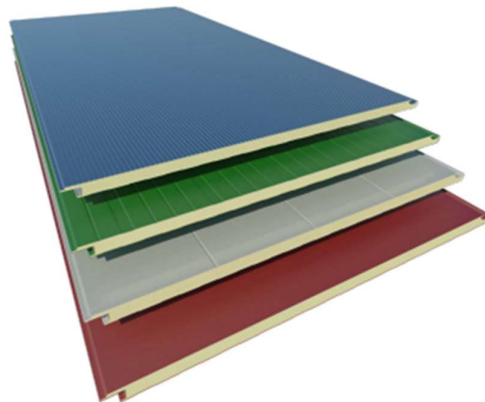


Figura 195| Forma comercial y colores del panel. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf>

Está compuesto por 2 chapas de acero prelacado de 0,5 mm cada una y núcleo aislante poliuretano (PUR) que garantiza las máximas prestaciones de aislamiento térmico.

Las características técnicas que pueden consultarse en su ficha técnica son:

Tabla 73| Características técnicas del panel elegido. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAS-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf>

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA PANEL	
Espesor nominal	40 mm (+- 3 mm)
Densidad media de la espuma	40 kg/m ³ (+-10%)
Peso	10.80 kg/m ²
Volumen	35 m ² /m ³
Ancho útil	1.100 mm (+- 3 mm)
Rectitud	0 mm (+- 5 mm)
Contracción - Combadó longitudinal	0 mm (+- 5 mm)
Resistencia a compresión	0,096 MPa
Resistencia a tracción	0,092 MPa
Reacción al fuego PUR-UNE 13501-1	hasta B-s2-d0 *
Reacción al fuego PIR-UNE 13501-1	hasta B-s1-d0 *
Comportamiento al fuego exterior	Broof (t1) para espesor chapa >0,4mm

La transmisión térmica (suficientes para mantener una temperatura adecuada en el interior de la construcción), el peso y el aislamiento acústico serán:

Tabla 74| Aislamiento acústico y térmico de los elementos. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAS-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf>

PANEL NERVADO	TRANSMISIÓN TÉRMICA		PESO (0.5/0.5)
Espesor nominal en mm	K en Kcal/m ² .h. °C	K en W/m ² .k	Kg/m ²
40	0.44	0.52	11.00

AISLAMIENTO ACÚSTICO

VALORES EXPERIMENTALES PARA PANEL 35mm						
Frecuencia Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Aislamiento acústico db	25	27,5	29	28,5	31	37,5

Además, el producto provee una tabla con los valores máximos de carga de presión y succión que soporta para cubrir luces de 1 o 2 vanos, de acuerdo a la separación de las correas. Da los valores de sobrecargas de servicio admisibles, uniformemente distribuidas en kg/m². Las tablas se han obtenido en función de los resultados experimentales determinados en laboratorio y de la metodología de cálculo establecida, de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-EN 14509. Estos resultados cumplen los Estados Límite Últimos prescritos en dicha normativa y con una limitación del Estado Límite de Servicio de deformaciones de L/200:

Tabla 75| Carga de presión que aportan los paneles según el espesor. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAPANELFACHADA-ficha-producto.pdf>

PANEL FACHADA VALORES MÁXIMOS DE CARGA DE PRESIÓN Y SUCCIÓN (m/n) en kp/m²		
Espesor Panel (mm)	d	40
Espesor Caras (mm)	e1/e2	0,5/0,5
LUZ (L) PARA 1 VANO	1,5	396/396
	2,0	239/239
	2,5	153/153
	3,0	102/102
	3,5	70/70
	4,0	49/49
LUZ (L) PARA 2 VANOS	1,5	227/437
	2,0	183/287
	2,5	154/200
	3,0	133/120
	3,5	107/74
	4,0	77/49
	4,5	57/35

El panel se montará en posición vertical mediante la junta machihembrada, asegurando la continuidad del paramento exterior, lo que garantiza unas óptimas prestaciones tanto térmicas como acústicas. Su acabado superficial será perfilado. Estas estructuras tienen un sistema de solape muy eficiente que garantiza estanqueidad.

Los paneles se atornillan a las correas de cubierta mediante tornillos autorroscantes. La unión se oculta mediante tapajuntas que tenían un acabado igual que el de los paneles con el fin de mantener una homogeneidad en toda la cubierta. Mediante los tapajuntas se garantiza la estanqueidad y protección de la unión.

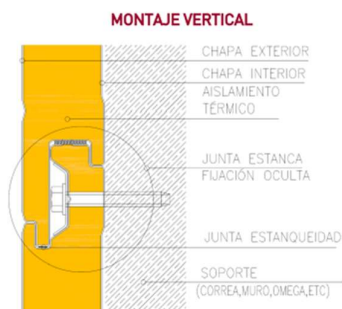


Figura 196| Anclaje en muros de los paneles. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAPANELFACHADA-ficha-producto.pdf>

Los cerramientos de las fachadas en sus cuatro lados se sustentarán por una estructura secundaria de perfiles livianos correctamente fijada a la estructura principal y conformada por las correas C en sentido horizontal denominándose largueros y, para cuando la separación entre columnas es muy grande o existen aberturas en el cerramiento, por unos miembros verticales

intermedios llamados parantes, normalmente resueltos con perfiles U de las mismas dimensiones que los perfiles de las correas, los cuales se colocarán con la separación necesaria para una obtener una buena fijación y estabilidad de los cerramientos. Los elementos de soporte contarán con un mínimo de 60 mm de canto para las fijaciones.

La modulación de la estructura de soporte se realiza teniendo en cuenta las dimensiones de las placas y la ubicación de las aberturas. Para este último punto se colocarán los marcos de las puertas fijados al piso técnico y cuidadosamente se impermeabilizarán y recubrirán los encuentros entre fachada y marco con los remates. Se colocarán aislantes de neopreno como protección contra la corrosión por acción galvánica entre metales diferentes.

Se colocarán todos los accesorios necesarios para la correcta fijación y aislación de los cerramientos laterales y de las fachadas, como los remates inferiores, superiores y de esquina contra la estructura de soporte, grapas para la colocación de tornillos, remates para solapes verticales con su correspondiente suplemento de bases de apoyos de correas, remates de huecos para aberturas y remates de coronación contra la cubierta.

5.2.6.1.5 Cubiertas

Como cerramiento de cubierta se opta por paneles sándwich Easy Cub 3 GR (tres grecas) de la marca Hiansa de 40 mm de espesor anclados a las correas de la cubierta. Este panel es apto para cubiertas con pendiente mínima de 7 %, siendo lo recomendado que sea mayor a 10 % y cumpliendo con los requerimientos de la cubierta de este proyecto. El diseño de esta pieza garantiza la absoluta estanqueidad de la cubierta del edificio.

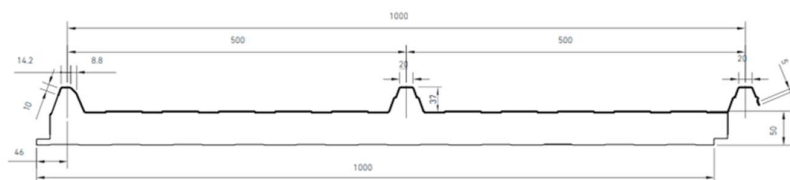


Figura 197| Panel de cubierta elegido. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

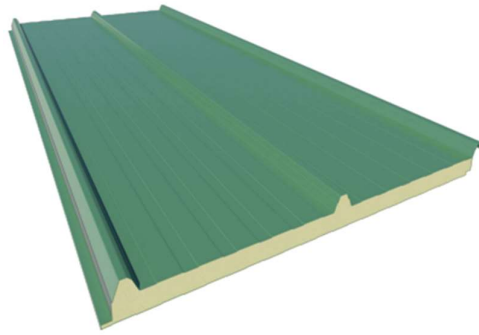


Figura 198| Cubierta tipo Easy 3GR de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

Está compuesto por 2 chapas de acero prelacado de 0,5mm cada una y núcleo aislante poliuretano (PUR) que garantiza las máximas prestaciones de aislamiento térmico.

Las características técnicas que pueden consultarse en su ficha técnica son:

Tabla 76| Características del panel de cubierta. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA PANEL	
Espesor nominal	40 mm (+- 3 mm)
Densidad media de la espuma	40 kg/m ³ (+-10%)
Peso	9,88 kg/m ²
Volumen	30 m ² /m ³
Ancho útil	1.000 mm (+- 3 mm)
Rectitud	0 mm (+- 5 mm)
Contracción - Combado longitudinal	0 mm (+- 5 mm)
Resistencia a compresión	0,096 MPa
Resistencia a tracción	0,092 MPa
Reacción al fuego PUR-UNE 13501-1	hasta B-s2-d0 *
Reacción al fuego PIR-UNE 13501-1	hasta B-s1-d0 *
Comportamiento al fuego exterior	Broof (t1) para espesor chapa >0,4mm

La transmisión térmica (suficientes para mantener una temperatura adecuada en el interior de la construcción) y el peso (el peso incluye la parte proporcional de los elementos accesorios) serán:

Tabla 77| Propiedades térmicas del cerramiento. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

AISLAMIENTO TÉRMICO Y PESO

PANEL NERVADO	TRANSMISIÓN TÉRMICA		PESO (0.5/0.5)
Espesor nominal en mm	K en Kcal/m ² ·h·°C	K en W/m ² ·k	Kg/m ²
40	0,45	0,53	10,26

Además, el producto provee una tabla con los valores de las sobrecargas de servicio admisibles, uniformemente distribuidas en kg/m². Las tablas se han obtenido en función de una

metodología de cálculo establecida de acuerdo a lo indicado en la norma EAE-2012 y al EC-3, considerando únicamente la chapa superior de acero como elemento estructural. Estos resultados cumplen los Estados Límite Últimos de tensiones normales y tangenciales prescritos en dicha normativa y con una limitación del Estado Límite de Servicio de deformaciones de $L/200$. Los valores máximos de carga de presión y succión dados son para cubrir luces de 2 vanos, de acuerdo a la separación de las correas:

Tabla 78| Pesos y dimensiones más presiones admisibles del panel seleccionado. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

40/0.5-0.5(kg/m ²)		
2 Vanos		
L	Presión	Succión
0.8	326	343
1.0	253	270
1.2	205	222
1.4	172	189
1.6	147	164
1.8	129	145
2.0	115	130
2.2	101	118
2.4	93	109
2.6	85	100
2.8	78	94
3.0	71	88
3.2	65	82
3.4	61	78
3.6	57	74
3.8	51	70
4.0	45	67

Estos paneles cuentan con un sistema de tornillería con fijación vista para las uniones a las correas, que se realiza en el solape en la greca de dos paneles contiguos mediante tornillo autotaladrante que se completa con un puente (o "capelloti") situado en la parte alta del nervio fabricado en acero con EPDM (caucho de etileno propileno dieno). Los paneles aislantes de cubierta cuentan con un eficiente sistema de solape (largo 200 mm mínimo), que asegura la aislación y la ausencia de filtraciones desde la cubierta.



Figura 199| Anclajes autoperforantes sobre la cresta del panel. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

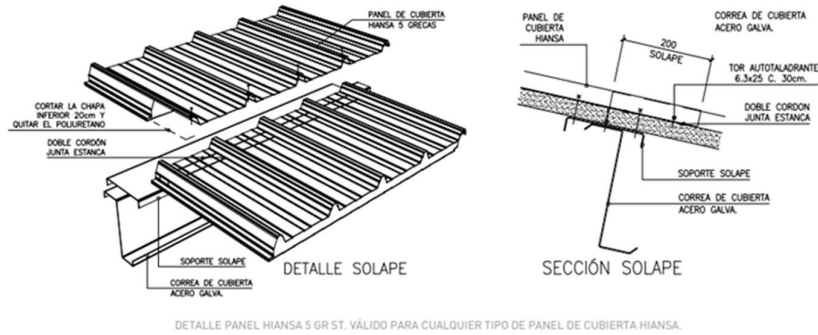


Figura 200| Colocación de paneles. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-EASY-CUB-3GR-ficha-producto.pdf>

Además, se colocan techos traslúcidos de cubierta con el fin de proveer de luz natural a la planta. Se utilizarán paneles de policarbonato de la línea Polimer de la empresa Hiansa con espesor de 10mm. Estos techos traslúcidos abarcarán un 20 % de la cubierta de la nave.

El panel está realizado de policarbonato alveolar y formado por 7 paredes de células rectangulares (cámaras de aire), dotando al producto de un buen aislamiento térmico.

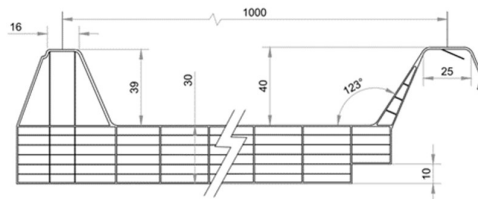


Figura 201| Panel de policarbonato Polimer. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-POLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf

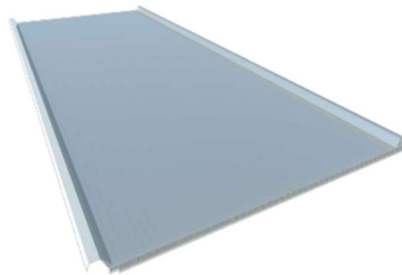


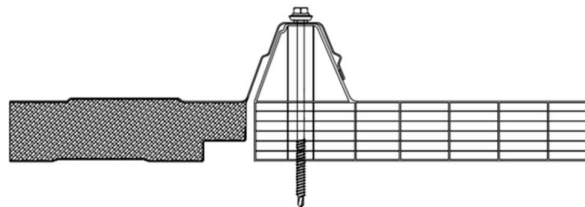
Figura 202| Vista del panel traslúcido. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSA-POLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf

Las características técnicas que pueden consultarse en su ficha técnica son:

Tabla 79| Características y valores principales de los paneles translúcidos. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSAPOLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES POLIMER	
Característica	Valor
Paso celdillas verticales	24 mm
Paredes horizontales	7
Ancho placa útil	1.000 mm
Tacón	no
Longitud (l) standard	13.500 mm
Longitud (l) a medida	a medida (a partir de 200m2)
Control solar (valor G)	Neutro: 60% - Opal: 54%
Transmisión de luz	Neutro: 59% - Opal: 32%
Aislamiento térmico	1,28 w/m2.K
Aislamiento acústico	23 dB
Dilatación	0,065 mm/m °C
UV protección	coextrusión cara exterior
Clasificación al fuego	B-s1-d0 (UNE-EN: 13501-1:2007)
Temperatura uso ordinario	-30 +120 °C

Debido a su coeficiente de dilatación, para su fijación es necesario hacer pretaladrados en la parte superior de las pestañas con un diámetro entre 5 y 7 mm mayor que el del tornillo.



DETALLE ENTREGA POLICARBONATO - PANEL DE CUBIERTA HIANSA 3GR/5GR ST

Figura 203| Colocación de los clavadores luego del proceso detallado anteriormente. Fuente: https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSAPOLICARBONATO-POLIMER-ficha-producto_low.pdf

Asimismo, la cubierta contará con la instalación de canalones de recogida de agua vistos de chapa galvanizada pintados con pintura epoxi (para mantener la armonía de la fachada) a ambos lados. Los canalones se fijarán al cerramiento mediante unas piezas expresamente diseñadas para ello.

Cabe destacar que se colocarán todos los accesorios necesarios para la correcta fijación y aislación de los cerramientos de cubierta, como las arandelas de estanqueidad, juntas de sellado de los solapes, siluetas de panel o remates continuos inferiores, poliuretano como

sellado de la junta superior de cumbrera, juntas estancas transversales, remate de cumbrera troquelado y remates laterales de pendiente.

Por último, se decide que de la cubierta de la nave industrial sobresalga un voladizo de 30 cm (lo máximo que se admite para que no haya problemas de que el panel se doble por el accionar del viento) en la dirección longitudinal de la nave, en sentido para donde se encuentra la zona de administración, apoyado en ménsulas del mismo largo que se materializaron por perfiles iguales a los de las correas del techo, con el fin de evitar que el agua caiga directamente sobre la unión entre la nave y la construcción que contiene la zona de administración. Además, en la dirección longitudinal pero en otro sentido, el voladizo solo será de 15 cm, mientras que en los laterales la cubierta no sobresaldrá si no que será construida a tope en el encuentro con los cerramientos laterales.

5.2.6.1.6 Carpinterías

El acceso de los camiones a la nave se realizará mediante dos puertas enrollables industriales, fabricadas por la empresa SH Cortinas inyectadas de dimensiones 5 m x 5 m, ubicadas una en cada lateral de la nave. Cada portón es de acero 95 mm inyectado con poliuretano expandido, confeccionado en chapa de acero laminada, que resuelve de una manera estética, térmica y segura el cerramiento de la nave. Además, es recomendable para grandes dimensiones expuestas al viento. El mecanismo de la puerta va fijado a la viga dintel de celosía que se colocará en la estructura de la nave.



Figura 204| Portón enrollable. Fuente: <https://shcortinasinyectadas.com.ar/porton-enrollable-inyectado-95mm/>



Figura 205| Portón enrollable desde adentro. Fuente: <https://shcortinasinyectadas.com.ar/porton-enrollable-inyectado-95mm/>

Se elige una puerta abatible doble hoja para conectar con el área de administración la cual será cortafuegos, tendrá dimensiones de 2,00 m x 2,20 m y será vaivén. Como esta abertura es la conexión entre la construcción de la nave industrial y la construcción de la zona administrativa, las cuales son independientes entre sí estructuralmente, pero se encuentran construidas adosadas, se colocará un remate en todo el perímetro del hueco de la abertura que abarca los muros de las dos construcciones uniéndolos. Este remate estará correctamente sellado con masilla de poliuretano para evitar las filtraciones de lluvia y viento del exterior, y a su vez se pintará con una pintura impermeabilizante sobre el sellado para reforzar aún más. Además, se colocarán aislantes de neopreno como protección contra la corrosión por acción galvánica entre metales diferentes en la periferia del hueco.

Además, se colocará otra puerta abatible cortafuegos de las mismas características que la anterior (a excepción de que no será vaivén y abrirá solo en un sentido) en el contrafrente de la nave como salida de emergencia.



Figura 206| Puerta cortafuegos con doble barral antipánico. Fuente: http://www.aberturasezeiza.com.ar/aberturas_detalle.php?aberturaId=29

5.2.6.1.7 Piso técnico y contrapiso

El piso técnico de la nave industrial está compuesto por diversas capas que se describen a continuación:

- Sobre el terreno natural compactado, se realizará una base de suelo cemento de 15 cm con una densidad mínima del 98% del T-180 (ensayo Proctor), según la recomendación del Instituto del Cemento Portland Argentino, la cual consistirá en mezclar suelo calcáreo con cemento y compactarlo por medios mecánicos.
- Para la siguiente capa se realizará un contrapiso de hormigón H-20 de 15 cm de espesor armado con una estructura de barras de acero ADN 420. Esta capa se enlazará a las vigas de fundación a través de la estructura de enlace que sobresale de las vigas. Así se obtendrá un piso muy rígido y firme, y eso a su vez aportará rigidez a toda la estructura.
- En cuanto al piso se utilizará un hormigón alisado de 5 cm de espesor, ya que es un material que tiene una resistencia adecuada para soportar las maquinarias estáticas y móviles que se utilizan para el funcionamiento de la planta. Además, cuenta con bajo mantenimiento, por lo que si es necesario se puede reparar fácilmente.

Con este tipo de solera, se consigue la resistencia suficiente para poder desempeñar las funciones para las que está diseñada la planta.

Cabe destacar que para el encuentro entre el piso de la nave industrial y el piso de la estructura de Steel Framing, en el hueco donde se coloca la puerta que los comunica, se realizará una pequeña extensión del piso técnico sobresaliendo de la nave industrial para materializar la unión.

Se dejará una junta de dilatación entre los pisos de ambas construcciones de 5 mm la cual luego será rellena con poliuretano expandido para aislar del terreno natural, y así se obtendrá una unión flexible de ambas construcciones.

Como ya se explicó el contrapiso de H^oA^o se une a las vigas de fundación a través de una estructura de enlace compuesta por hierros redondos que se colocan sobresaliendo de las vigas al momento de armar su estructura y previo al vertido del hormigón. El piso técnico se construye una vez que ya están realizadas las fundaciones y se enlaza a ellas a través de esos hierros. Así se obtiene una rigidez mayor en toda la construcción en su conjunto.

5.2.6.1.8 Iluminación y ventilación

5.2.6.1.8.a) Disposiciones generales de las iluminaciones y propuestas

Como se determinó en el apartado de cubiertas se colocarán techos traslúcidos en las cubiertas para la iluminación natural, a fin de cumplir con las regulaciones sanitarias que exigen un determinado número de Lux para los diferentes ambientes de trabajo. Se propone la colocación de 6 paneles de techo traslúcido en total, que abarca toda la luz de la cubierta, intercalando 1 panel traslúcido cada 3 paneles sándwich aproximadamente, para obtener una iluminación natural suficiente para el tamaño de la nave.

Para complementar la iluminación natural o incluso reemplazarla cuando ésta no sea óptima se implementará la iluminación artificial. La luminaria en los ambientes es un requerimiento esencial para obtener el mayor rendimiento y confort de los usuarios, debido a que un espacio oscuro o poco iluminado producirá molestias e inconvenientes a la hora de ejecutar sus actividades, por lo que la intensidad de la iluminación dependerá de la función del ambiente en la que estén ubicadas.

Mientras las lámparas fluorescentes representan un ahorro de entre 30 y 45 % de energía frente a los focos incandescentes, la tecnología led genera ahorros de 80 %. Además, la luz led, dura en promedio 40 veces más que un foco normal y 10 veces más que una lámpara fluorescente, y tiene menores costos de mantenimiento. Se elegirá este tipo de luminaria led para ahorrar la máxima energía posible, lo cual es algo que se busca en las instalaciones

eléctricas de todo el mundo. El decreto N°351/79 Reglamento de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo en el Anexo IV Tabla 2 (basada en la norma IRAM-AADL J 20-06) establece la intensidad mínima de iluminación para los distintos espacios que componen los edificios e industrias (se tomaron de referencia los valores de las diferentes industrias que incluye la tabla ya que no hay valores específicos para una planta de tratamiento de RSU, los cuáles serán verificados con el nuevo decreto y calculados bajo esas premisas):

Tabla 80| Niveles de iluminación apropiados para locales interiores. Fuente: Decreto N°351/79.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Iluminación general	200
Circulaciones	100
Salas de máquinas	150-200
Depósito de materiales	100
Depósito de productos terminados	100

Se elige el sistema de iluminación led tanto para interior como exterior, con sus diferentes apliques.

Para el interior, se propone la utilización de lámparas colgantes correctamente distribuidas para garantizar la iluminación de la nave y así se puedan llevar a cabo todos los trabajos de una manera correcta y bien iluminada en caso de días nublados donde la iluminación natural no exista.



Figura 207| Colocación de lámparas colgantes de la estructura. Fuente: <https://ledsindriver.es/blog/soluciones-de-alumbrado-led-para-naves-industriales/>

En cuanto a la iluminación misma, la iluminación mediante lámparas será desarrollada en el apartado eléctrico de la nave.

5.2.6.1.8.b) Disposiciones generales de ventilaciones

La ventilación natural tiene la finalidad de hacer circular aire fresco para el confort de los usuarios, regular el calor y la humedad, eliminar el polvo, los vapores y gases provenientes del funcionamiento de los equipos. Para la ventilación se proyecta la utilización de extractores eólicos industriales de chapa galvanizada con flejes de aluminio, que están diseñados para permitir la renovación del aire las 24 hs del día, sin producir costos energéticos ni ruido y con un muy bajo mantenimiento. Se determina colocar ocho extractores con un diámetro de boca de 24" (60 cm), que extraen un caudal de 4.250 m³ por hora, repartidos a tresbolillos en la parte central de la cubierta, en los espacios entre los paneles traslúcidos.



Figura 208| Domos de ventilación. Fuente: <https://www.extractoreseolicos.com/ventilacion-eolica/>

Para el cálculo de estos extractores, se debe hacer una cuenta que considera los siguientes términos:

- Número de renovaciones de aire
- Volumen total de la planta
- Caudal de renovación de aire producido por el domo

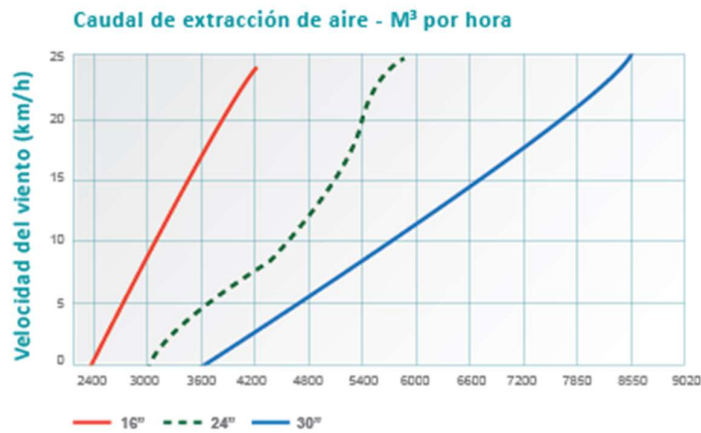
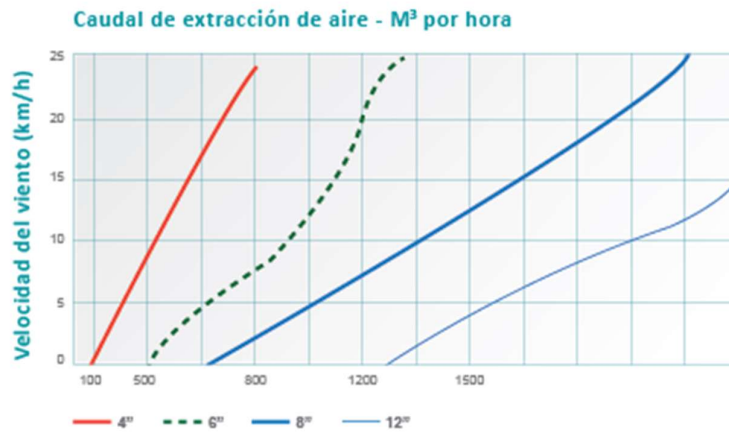
La fórmula es:

Número de extractores = Volumen de la nave × N° de renovaciones ÷ Caudal de renovación en m³/hora

Número de extractores = (16,00m × 27,00m × 8,00m) × 10 renovaciones/hora ÷ 4.250 m³/hora = 8,13 extrac. ≈ 8 extractores

La tabla que muestra el caudal de renovaciones de aire para una velocidad promedio de diseño de 10 km/h es:

CAUDAL DE EXTRACCIÓN



www.tecnologiaeolica.com.ar

Gráfico 19| Caudal de extracción de aire de los domos extractores para naves. Fuente: <https://tecnologiaeolica.com.ar/calculo.html>

Y la cantidad de renovaciones tomadas es el máximo de la siguiente tabla:

Tabla 81| Número de renovaciones de aire por destino de local. Fuente: <https://tecnologiaeolica.com.ar/calculo.html>

RENOVACIÓN DE AIRE

Negocios	10	Fábricas con trabajo activo	12-15
Depósitos	5-10	Garages	12-15
Aulas	5-10	Baños públicos	15-20
Auditorio sin fumadores	6-10	Discotecas, Criadero de pollos	15-25
Auditorio con fumadores	15-20	Sala Calderas	18-25
Oficinas mecánicas, talleres	8-10	Fundiciones industriales	18-60
Café - bares	8-10	Sala con Hornos	20-60
Restaurantes	12-15		

www.tecnologiaeolica.com.ar

Con estas premisas, se adopta la cantidad dada anteriormente.

5.2.6.1.9 Instalaciones eléctricas

Para conectar toda la instalación eléctrica en el predio la red de cableado general de la localidad se instalará un medidor sobre la calle de entrada, en la línea municipal, y se realizará una alimentación trifásica ya que las máquinas del proceso de tratamiento necesitan este tipo de alimentación.

El almacenamiento de vehículos, la caseta de acceso y la edificación de la zona administrativa se deberá alimentar por 220 voltios por lo que se realiza una conexión monofásica, es decir, se alimenta mediante una de las fases y neutro respectivamente.

El medidor derivará a una garita con un tablero principal general para todo el predio que se instalará al lado de la caseta de acceso y luego en cada edificación habrá tableros seccionales ubicados estratégicamente.

Se colocarán 5 tableros seccionales, uno para la garita y la balanza, el segundo tablero seccional será para el almacenamiento de vehículos, uno para la zona de administración y los dos restantes serán para la zona técnica en la nave industrial. A su vez, para el área industrial se necesitarán tableros de instalación trifásica para tener energía para cada máquina necesaria, más otras de 220V para mayor energía disponible.

Este apartado se diseñó teniendo en cuenta la normativa vigente de la Asociación Eléctrica Argentina y de la distribuidora ENERSA.

Los circuitos de iluminación y tomacorrientes serán de materiales aprobados por las normativas utilizadas. En la nave industrial, la instalación será metálica de chapa galvanizada a la vista colgada del techo en cables canales permitiendo un fácil mantenimiento y una fácil instalación. **En el anexo se encuentran todas las disposiciones eléctricas y de luz al respecto.**

5.2.6.1.10 Instalaciones pluviales

Para los desagües pluviales se utilizará cañería del tipo metálicas y canaletas rectangulares de materiales galvanizados pintados con epoxi para que queden en armonía con el exterior del edificio. En cuanto a los conductales se realizarán de polipropileno por sus buenas características frente al contacto con el suelo.

Los cálculos de canaletas y caños se realizaron en base a las Normas de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales del Manual de Obras Sanitarias de la Nación (OSN). Los componentes principales de la instalación pluvial que se representan a continuación:

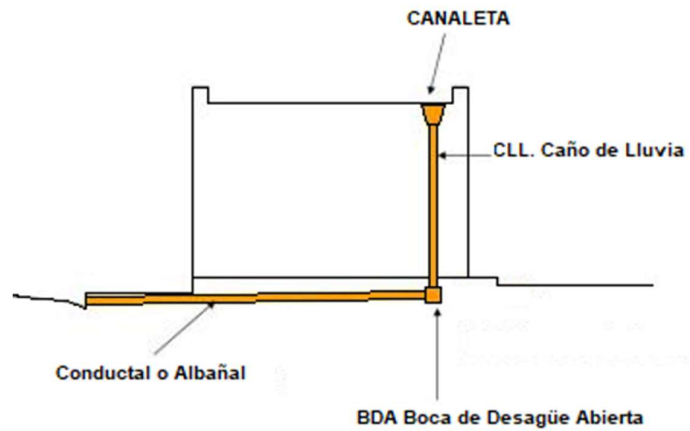


Figura 209| Componentes de instalación pluvial. Fuente: https://catedra-cereghetti1.idoneos.com/instalaciones_sanitarias/sistema_pluvial/

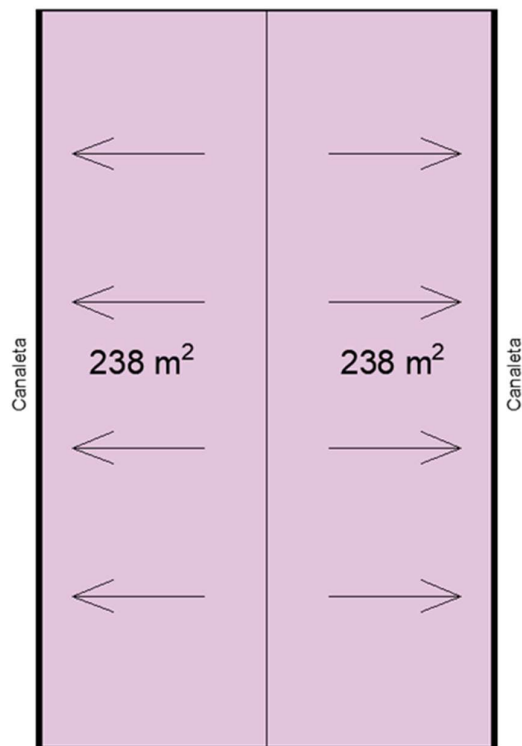


Figura 210| Área de aporte de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.

El área de aporte de cada alero es de 238 m^2 aproximadamente, por lo que de la siguiente tabla se determina que la sección necesaria para ambas canaletas de la nave industrial es de $0,1\text{m} \times 0,1\text{m}$, pero se adopta una canaleta de $0,15 \text{ m} \times 0,15 \text{ m}$ previendo una posible extensión:

Tabla 82| Tamaño de la canaleta según la norma OSN. Fuente: Manual O.S.N.

Canaleta	0,10 m. x 0,10 m.	300 m ²
..	0,15 m. x 0,15 m.	600 ..
..	0,15 m. x 0,25 m.	1.200 ..
..	0,15 m. x 0,30 m.	1.800 ..

Además, el diámetro de caño de bajada necesario para cada canaleta se predimensiona teniendo en cuenta la superficie de cada alero. Se determina que el diámetro necesario será de 0,125 m según los valores obtenidos de la tabla que se muestra a continuación, pero al igual que con las canaletas previendo una posible extensión de la nave se adopta un diámetro de 0,150 m, el cual se materializará en 2 caños de bajada de 100 mm para cada canaleta.

Tabla 83| Diámetro del caño de lluvia de acuerdo a la superficie necesaria a desaguar. Fuente: Manual O.S.N.

(*) **CAÑOS DE LLUVIA:** Superficie máxima de desagüe (medidas en proyección horizontal):

Diámetro del caño de lluvia	0,060 (**)	0,100 m	0,125 m	0,150 m	0,175 m	0,200 m	0,225 m	0,250 m
Techos planos (pendiente hasta 5%)	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
Techos inclinados	65	220	320	550	620	820	1.040	1.290
Caños de lluvia ventilados (caño de ventilación o reja de aspiración)	180	600	900	1.500	1.800	2.340	2.960	3.660

(*) Para alcanzar las superficies máximas de desagüe consignadas deberá cumplirse con lo establecido en el inciso: Embudos.

(**) El empleo de caño lluvia 0,060 m. tiene carácter restrictivo, no pudiendo en una misma planta recibir una superficie que exceda los 30 m² y no debiendo contar el caño lluvia con desviación alguna.

Los demás componentes de la instalación se dimensionarán de acuerdo a las características del predio.

Las secciones del canalón son previamente ensambladas sobre el terreno y colocadas en posición de instalación. Los canalones se conectarán a los bajantes de aguas que descargarán sobre el terreno y, a través de las pendientes, desembocará el agua en las en las cunetas de las vías de circulación del predio.

La configuración completa de la instalación se encuentra detallada en los planos en los anexos.

5.2.6.1.11 Instalaciones para detección de incendios y anti-incendios

La descripción de los mismos se encuentra en el apartado 5.2.5.11 “Instalaciones para la detección de incendios y contra incendios”. **En el anexo se encuentran los planos de detalle con las ubicaciones de los elementos que componen esta instalación.**

5.2.6.2 Área de oficinas anexa a la planta de tratamiento

5.2.6.2.1 Sistema constructivo y materiales resistentes utilizados

Para la construcción de la zona administrativa de la planta de tratamiento se opta por utilizar estructuras livianas de acero implementando el sistema constructivo “Steel Framing”, el cual es un sistema constructivo liviano y en seco, compuesto por un entramado de perfiles de acero galvanizado conformados en frío, vinculados mediante tornillos autoperforantes, más un sistema multicapa de aislaciones y revestimientos interiores y exteriores.

Este sistema se aplica a estructuras de acero para edificios destinados a vivienda y locales públicos con cargas predominantemente estáticas. Se opta por este sistema debido a que es un sistema de construcción de alta durabilidad, resistencia, rápido, flexible y eficiente que reemplaza las técnicas convencionales que utilizan mampostería, reduciendo el costo de materiales y mano de obra. La mayoría de los materiales utilizados en Steel Frame son materiales livianos, vienen en paneles y placas y, además, el acero galvanizado es más fino y ligero. Es decir, el sistema en sí puede tener hasta un 70 % menos de peso que la mampostería y esto se traduce en que la estructura total de la obra no necesita soportar grandes pesos, por lo que la cimentación y la propia estructura del edificio es mucho menor que la convencional.

Con este sistema se puede, además, lograr grandes aislaciones térmicas y acústicas debido a los materiales que se utilizan en los elementos que forman el muro (los revestimientos y las aislaciones que se colocan) no necesitan grandes espesores para tener altas propiedades aislantes y así se obtiene espesores de muro totales mucho más delgados que los que necesitaríamos para lograr los mismos niveles de aislación con un sistema convencional. En consecuencia, este sistema abarata toda la obra.

Otra ventaja es que como los productos que se utilizan en este sistema tienen medidas estándar, el proyecto se diseña teniendo en cuenta estas modulaciones, por lo que el desperdicio es mínimo. En algunos casos, se puede llegar a menos del 1 % de producto desperdiciado al finalizar la construcción.

La norma IRAM-IAS U 500-205 especifica el tipo de acero galvanizado conformado en frío que se utiliza en las construcciones de Steel, y en ella se establece que el mismo deberá cumplir con los requisitos de la norma IRAM-IAS U 500-214 (norma de acero galvanizado de tipo estructural), posibilitando así el uso de cualquiera de sus grados. Además, esta norma establece los tipos de perfiles y sus dimensiones que se utilizan en este sistema de construcción.

El reglamento utilizado para el cálculo de las estructuras en Steel Framing es el CIRSOC 303-2009 para el proyecto, cálculo y construcción de elementos estructurales resistentes. Sus cargas serán determinadas de acuerdo a los reglamentos argentinos CIRSOC correspondientes:

- CIRSOC N° 101 (2005) – de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño Para edificios- y sus comentarios.
- CIRSOC N° 102 (2005) – de Acción del Viento sobre las Construcciones y sus comentarios.
- Cálculo de la fundación de acuerdo a los Reglamentos Argentinos CIRSOC 201 (2005) de Estructuras de Hormigón y sus comentarios y/o CIRSOC 501 (2007) - de Estructuras de Mampostería y sus comentarios.

El sistema está compuesto por un conjunto de paneles modulares armados en taller o in situ, que luego se montan. El concepto principal de las estructuras resueltas con Steel Framing es dividir la estructura en una gran cantidad de elementos estructurales, de manera que cada uno resista una porción de la carga total. Con este criterio, es posible utilizar elementos más esbeltos, más livianos y fáciles de manipular.

Así, un panel está compuesto por una cantidad determinada de perfiles C denominados montantes, dispuestos en forma vertical y los cuales definen la altura del panel, que transmiten las cargas verticalmente, por contacto directo a través de sus almas, y están unidos en su extremos superior e inferior por soleras de perfil U de las mismas dimensiones que los montantes que definen el ancho del panel.

La separación o modulación adoptada entre montantes estará directamente relacionada con las solicitaciones a las que cada perfil se vea sometido. A mayor separación entre montantes, mayor será la carga que cada uno de ellos deberá resistir, y por lo tanto mayor resultará la sección del perfil. Estas separaciones vienen ya estandarizadas en 40 cm o 60 cm. *Para el proyecto se adoptará la separación de 40 cm.*

La conformación final del panel dependerá de cada situación específica dentro del proyecto, es decir, en el edificio habrá paneles de diversos largos y alturas, así como paneles portantes y no portantes, paneles ciegos o paneles con vanos, etc. El armado de un panel implica la unión de perfiles “simples” y piezas prearmadas que son necesarias para resolver uniones entre paneles. Estas piezas “especiales” se conforman a partir de la unión de montantes unidos entre sí por medio de tornillos y tienen distintas configuraciones según cuantos paneles se unen y en qué sentido (doble, triple, cuádruple, en ángulo). Además, en la conformación de los

paneles se utilizarán perfiles con orificios normalizados según la IRAM-IAS U 500-205 los cuales tienen la función de proveer un espacio por donde pasar todas las instalaciones complementarias necesarias en el edificio.

Por último, los paneles a la hora de construirse incluyen los vanos en donde irán colocadas las aberturas. Estos vanos están formados por elementos especiales (King formado por 1, 2 o 3 Jacks, cripple, dintel, solera de vano) y una modulación particular, debido a que deberán redireccionarse las cargas que eran transmitidas a través de los montantes y que ahora se verán interrumpidos por el vano.

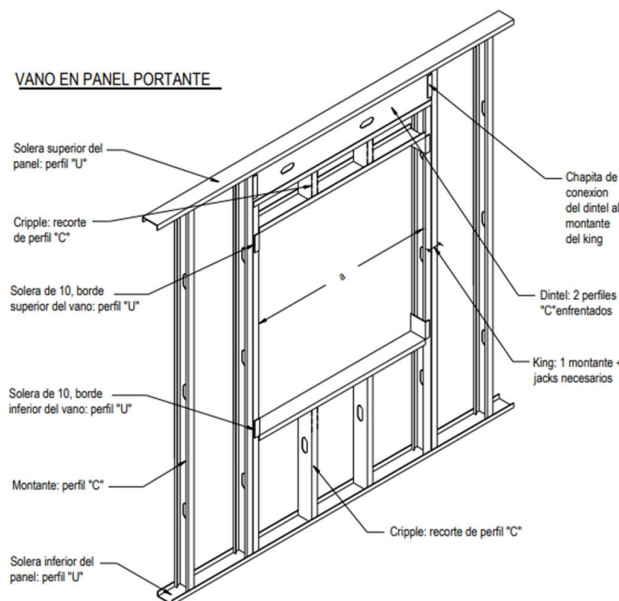


Figura 211| Vanos en paneles portantes. Fuente: Manual de Procedimiento – Consul Steel.

Es importante tener en cuenta que el buen diseño y ejecución de las fundaciones significa mayor eficiencia estructural. Para adoptar el tipo de fundación a realizar se tuvo en cuenta que esta construcción va a estar adosada a la nave industrial y que van a estar unidas por una vinculación flexible en un punto, entonces se debe tener especial cuidado en las fundaciones para no sufrir problemas de asentamientos diferenciales u otro problema. Además, en ciertos puntos las fundaciones de ambos sistemas se superpondrán, por lo que se deberán combinarlas.

Para la fundación se utilizará una estructura de H°A° conformada por zapatas unidas por vigas de fundación que se ubican debajo de los muros exteriores en todo su perímetro y tienen un ancho igual o mayor al de las soleras las cuales apoyan en ellas. Es una fundación parecida a la zapata corrida, con la diferencia que la base está compuesta por zapatas cuadradas de hormigón armado cuadrados ubicados cada cierta distancia bajo los muros exteriores, y luego

son unidas por la viga de fundación que es continua en todo el perímetro. Este tipo de fundación permite generar un entrepiso en la planta baja conformado por perfiles estructurales, aislando la construcción del terreno natural y logrando una mejora en propiedades térmicas e hidrófugas, ya que permite la circulación de un volumen de aire por debajo del edificio. De este modo el espacio ventilado que genera la zapata contribuye a una mejor aislación de la vivienda, a su vez separándola del contacto directo con el suelo. El espacio dejado por debajo de las vigas de entrepiso debe ser suficiente como para permitir el acceso a todas las áreas, utilizándose en general para el pasaje de las instalaciones.

El tema de la aislación térmica para una fundación de este tipo está más directamente relacionado con la resolución de un entrepiso en planta baja que con la propia fundación, dado que el material aislante se coloca entre las vigas de entrepiso, en este caso la lana de vidrio.

En las vigas de fundación, para permitir la ventilación del espacio entre entrepiso y suelo, se colocarán rejillas de ventilación, debiendo tenerse en cuenta esto antes de hormigonar. Las rejillas permitirán una circulación del aire por debajo del piso evitando la acumulación de humedad. Además, en este tipo de fundaciones, se recomienda en muchos casos además de una buena superficie de desagüe, un sistema de drenaje subterráneo. El objetivo de dichas superficies es alejar el agua de las fundaciones y se logra dándole pendiente al terreno y utilizando canaletas de desagüe pluvial.

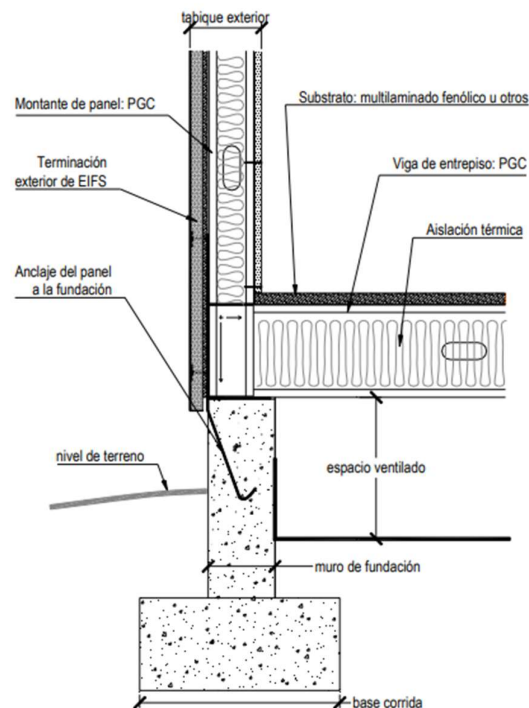


Figura 212| Fundaciones en construcciones de steel frame de zapatas o muros corridos. Fuente: Manual de Procedimiento – Consul Steel.

Una estructura resuelta en acero necesita un elemento rigidizador capaz de resistir y transmitir los esfuerzos horizontales debidos principalmente a la acción del viento. En este caso se adoptará la rigidización a través de diafragmas de rigidización OSB, la cual le otorgará a la estructura de acero galvanizado liviano la resistencia necesaria para absorber las cargas laterales que actúan sobre ella, y que es incapaz de absorber por sí misma.

Para la elección de los distintos materiales, paquetes estructurales, elementos y demás decisiones que se tomaron para los distintos componentes del proyecto se utilizó como guía la información proporcionada por el Instituto de la Construcción en Seco (INCOSE).

5.2.6.2.2 Predimensionado de los elementos de la estructura

El Steel Framing permite el predimensionado de los perfiles que conforman una estructura de manera muy sencilla, ya que no es necesario calcularlos, sino que, por estar normalizadas sus características físicas (IRAM-IAS U500-205), y tabuladas sus capacidades de carga (tablas del IAS - Instituto Argentino de Siderurgia), únicamente se verifican.

Este predimensionado se puede realizar de dos maneras: siguiendo el procedimiento recomendado y utilizando las tablas calculadas que propone la Recomendación del CIRSOC 303, o siguiendo el procedimiento y utilizando las tablas del del AISI (LRFD) (Norma Load

and Resistance Factor Design Specification (LRFD) for Cold-Formed Steel Structural Members del AISI). No existe gran diferencia en los resultados entre una y otra, sino que difieren en la metodología, dado que en el caso del CIRSOC se ingresa a las tablas directamente con las solicitaciones determinadas en el análisis de cargas, es decir se utilizan las cargas de servicio, y en el caso del AISI (LRFD), estas solicitaciones deben ser previamente factorizadas con una serie de coeficientes, para así obtener el valor de carga con el cual entrar a las tablas correspondientes, es decir, se utilizan las cargas límites últimas.

En este caso para realizar el predimensionado y efectuar la verificación se optará por realizar el procedimiento y utilizar las tablas según CIRSOC 303.

El primer paso consiste en determinar las medidas principales del sistema:

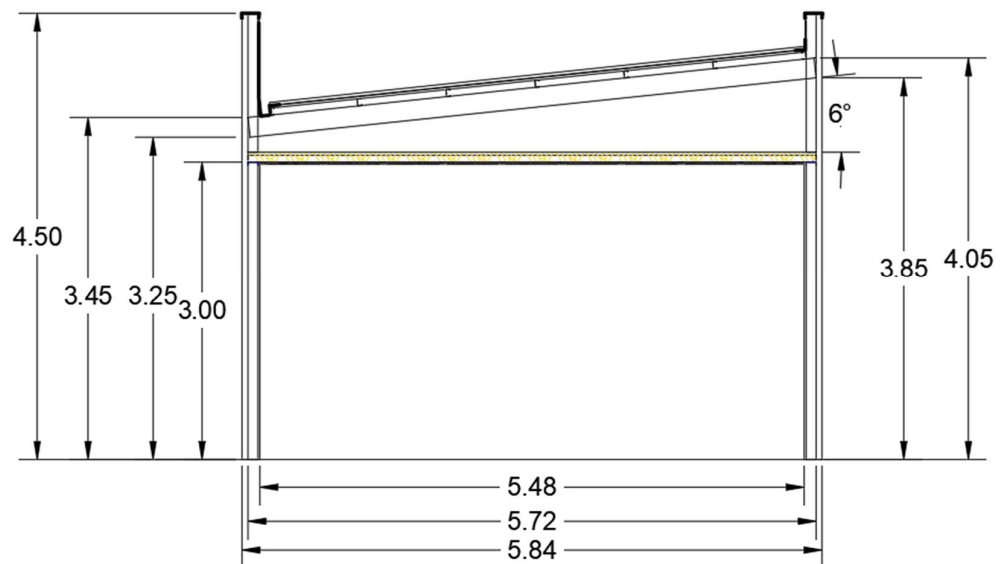


Figura 213| Dimensiones útiles para el cálculo de las cargas (largo del edificio 20,14m). Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Largo de la viga inclinada} = 5,72 \text{ m} / \cos 6^\circ = 5,75 \text{ m}$$

$$\text{Largo donde apoya la cubierta} = 5,48 \text{ m} / \cos 6^\circ = 5,51 \text{ m}$$

5.2.6.2.2.a) Cargas

Accediendo a las cargas mostradas en el CIRSOC 101 y 102, se tienen que:

Cargas permanentes:

Cubierta:

- Chapa perfilada M32 de 0,5 mm = **4,91 kg/m²**; carga puntual sobre un montante:
 $(4,91 \text{ kg/m}^2 * 5,51 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) / 2 = \mathbf{5,41 \text{ kg}}$

- Placa OSB 25 mm = 9 kg/m^2 ; carga puntual sobre un montante: $(9 \text{ kg/m}^2 * 5,51 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) / 2 = 9,92 \text{ kg}$
- Perfil PGC 70x0,89 cada 0,9m = 1,23 kg/ml; en 1 m^2 entran $1 \text{ m} / 0,9 \text{ m} = 1,1$ perfiles, por lo tanto $1,1 * 1,23 \text{ kg/m} / 1 \text{ m} = 1,35 \text{ kg/m}^2$; carga puntual sobre un montante: $(1,23 \text{ kg/m} * (5,51 \text{ m} / 0,90 \text{ m}) * 0,40 \text{ m}) / 2 = 1,51 \text{ kg}$
- Perfil PGC 200x1,24 cada 0,4 m = 3,14 kg/ml; carga puntual sobre un montante: $(3,14 \text{ kg/m} * 5,75 \text{ m}) / 2 = 9,03 \text{ kg}$

Cielorraso:

- Perfil PGC 70x0,89 cada 1,2 m = 1,23 kg/ml; carga puntual sobre un montante: $(1,23 \text{ kg/m} * 5,72 \text{ m}) / 2 = 3,52 \text{ kg}$
- Lana de vidrio Isover 100 mm = $1,6 \text{ kg/m}^2$; carga puntual sobre un montante: $(1,6 \text{ kg/m}^2 * 5,72 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) / 2 = 1,83 \text{ kg}$
- Perfil omega 0,52 mm cada 0,6 m = 0,5 kg/ml; en 1 m^2 entran $1 \text{ m} / 0,6 \text{ m} = 1,67$ perfiles, por lo tanto $1,67 * 0,5 \text{ kg/m} / 1 \text{ m} = 0,84 \text{ kg/m}^2$; carga puntual sobre un montante: $(0,5 \text{ kg/m} * (5,48 \text{ m} / 0,60 \text{ m}) * 0,40 \text{ m}) / 2 = 0,91 \text{ kg}$
- Placa yeso Durlock CIEL 7 mm = $6,25 \text{ kg/m}^2$; carga puntual sobre un montante: $(6,25 \text{ kg/m}^2 * 5,48 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) / 2 = 6,85 \text{ kg}$

Entrepiso planta baja:

- Placa OSB 15 mm = $5,7 \text{ kg/m}^2 = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- Lana de vidrio Isover 100 mm = $1,6 \text{ kg/m}^2 = 0,02 \text{ kN/m}^2$
- Perfil PGC 250x2,00 cada 0,4 m = 5,72 kg/ml; carga puntual: $(5,72 \text{ kg/m} * 5,72 \text{ m}) / 2 = 16,36 \text{ kg}$
- Placa OSB 18 mm = $7 \text{ kg/m}^2 = 0,07 \text{ kN/m}^2$
- Piso vinílico = $9 \text{ kg/m}^2 = 0,09 \text{ kN/m}^2$

Sobrecargas:

Sobrecarga de cubierta según CIRSOC 101:

El CIRSOC 101 establece para las cubiertas planas, horizontales o con pendiente y curvas que la sobrecarga será:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2 \text{ siendo } 0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

donde:

L_r sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m^2 .

Los factores de reducción R_1 y R_2 se determinarán como sigue:

$$R1 = 1 \text{ para } At \leq 19 \text{ m}^2$$

$$R1 = 1,2 - 0,01076 \cdot At \text{ para } 19 \text{ m}^2 < At < 56 \text{ m}^2$$

$$R1 = 0,6 \text{ para } At \geq 56 \text{ m}^2$$

donde:

At área tributaria (ver comentarios artículo 4.8.1) en metros cuadrados soportada por cualquier elemento estructural y

$$R2 = 1 \text{ para } F \leq 4$$

$$R2 = 1,2 - 0,05 \cdot F \text{ para } 4 < F < 12$$

$$R2 = 0,6 \text{ para } F \geq 12$$

donde, para una cubierta con pendiente, $F = 0,12 \cdot \text{pendiente}$, con la pendiente expresada en porcentaje.

Entonces:

$$At = 0,4 \text{ m} \cdot 5,75 \text{ m} / 2 = 1,15 \text{ m}^2, \text{ por lo que } R1 = 1$$

$$F = 0,12 \cdot 10 = 1,2, \text{ por lo que } R2 = 1$$

- $Lr = 0,96 \cdot 1 \cdot 1 = 0,96 \text{ kN/m}^2$; carga puntual sobre un montante: $(0,96 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,75 \text{ m} \cdot 0,40 \text{ m}) / 2 = 1,1 \text{ kN}$

Acción del viento:

Análisis según CIRSOC 102 "Acción del Viento Sobre las Construcciones, con el método 2 - todo métrico, para calcular se utilizó una planilla Excel automatizada (fuente: <http://ingenieriayestructuras.blogspot.com/2014/10/cargas-de-viento-segun-cirsoc-102-2005.html>), en la que se ingresaron los siguientes datos:

- Dirección del viento normal a la cumbrera.
- Cubierta a 1 agua. Alto de cumbrera $h_r = 4,05 \text{ m}$; Alto del alero $h_e = 3,45 \text{ m}$; ancho del edificio $B = 5,84 \text{ m}$; largo del edificio $L = 20,14 \text{ m}$; ángulo de la cubierta $\theta = 5,87^\circ$
- Edificio cerrado.
- Velocidad básica del viento (Figura 1 A) para la localidad de Herrera: $V = 48 \text{ m/s}$
- Factor de direccionalidad (Tabla 6) para el sistema resistente a la fuerza de viento: $K_d = 0,85$
- Factor de importancia I (Tabla A-1) para vivienda (categoría II): $I = 1$
- Factor topográfico (Figura 2) para construcciones lejos de acantilados: $K_{zt} = 1$

- Relación de amortiguamiento $\beta = 0,05$ (acero atornillado)
- Coeficiente de periodo $C_t = 0,0304$ ($T = 0,10 \cdot h / \sqrt{L}$; $f = 1/T$; si $f < 1$ flexible, si no rígido; $C_t = T/h^{3/4}$)
- Factor de ráfaga $G = 0,85$ rígido
- Categoría de exposición C (terreno abierto con obstrucciones dispersas, con alturas menores que 10 m): coeficiente exposición para presión dinámica $K_z = 2,01 \cdot (5/z_g)^{2/\alpha}$ para $z < 5$ m, con $z_g = 274$ y $\alpha = 9,5$, se obtuvo $K_z = 0,87$
- Presión dinámica básica
 $q_z = 0,613 \cdot k_z \cdot k_{zt} \cdot k_d \cdot I \cdot V_o^2 = 1,039 \text{ kN/m}^2$
- Presión dinámica de cálculo:
 $q_h = q_z$ porque $h < 5$ m
 $q_h = q_z = 1,039 \text{ kN/m}^2$
- Coeficiente de presión exterior C_p (Figura 3):
 Muro a barlovento $C_p = + 0,80$
 Muro a sotavento $C_p = - 0,50$
 Muro lateral $C_p = - 0,70$
 Cubierta C_p (zona #1 para 0 a $h/2$) = - 0,95
 Cubierta C_p (zona #2 para $h/2$ a h) = - 0,86
 Cubierta C_p (zona #3 para h a $2h$) = - 0,54

Tabla 84| Coeficientes según el CIRSOC 102. Fuente: CIRSOC 102 - <https://onedrive.live.com/View.aspx?resid=C92AF235F9CBBFAE!149&authkey=!AH9Enq8Yx0aPCUI>

Coeficiente de presión externa en Cubierta C_p para usar con q_h (Fig. 3):

Dirección del viento	Angulo a Barlovento, θ (grados)								Angulo a Sotavento, θ (grados)				
	h/L	10	15	20	25	30	35	45	60	≥ 80	10	15	≥ 20
Normal a la cumbrera para $\theta >= 10$	$\leq 0,25$	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	0.0	0.0			-0.3	-0.5	-0.6
			0.0*	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.01 θ	0.8			
	0.5	-0.9	-0.7	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	0.0*			-0.5	-0.5	-0.6
				0.0*	0.2	0.2	0.3	0.4	0.01 θ	0.8			
	≥ 1.0	-1.3**	-1.0	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	0.0			-0.7	-0.6	-0.6
					0.0*	0.2	0.2	0.3	0.01 θ	0.8			

Normal a la cumbrera y paralelo a la cumbrera para todo θ	Dist. horizontal desde el borde a barlovento		C_p	*Se da el valor para fines de interpolación **El valor puede reducirse linealmente con el area sobre el cual es aplicable como sigue:	
	0 a $h/2$	$h/2$ a h		Area(m ²)	Factor de
$\theta < 10$	≤ 0.5	$h/2$ a h	-0.9		
		h a $2 \cdot h$	-0.5		
		$> 2 \cdot h$	-0.3	≤ 10	1.0
				25	0.9
	≥ 1.0	0 to $h/2$	-1.3**	≥ 100	0.8
		$> h/2$	-0.7		

- Coeficiente de presión interior (Tabla 7):

$$\text{Coef. + GCpi} = + 0,18$$

$$\text{Coef. - GCpi} = - 0,18$$

Acciones del viento:

$$P = (GCp - GCpi) * qh$$

Tabla 85| Obtención de las presiones netas de diseño según el CIRSOC 102. Fuente: <http://ingenieriayestructuras.blogspot.com/2014/10/cargas-de-viento-segun-cirsoc-102-2005.html> - Elaboración propia.

Superficie	z (m)	Kz	qz (N/m ²)	Cp	p = Presión neta de diseño (N/m ²)	
					(w + GCpi)	(w - GCpi)
Pared a barlovento	0	0,87	1038,72	0,80	519,36	893,30
Para z = hr:	4,05	0,87	1038,72	0,80	519,36	893,30
Para z = he:	3,45	0,87	1038,72	0,80	519,36	893,30
Para z = h:	3,45	0,87	1038,72	0,80	519,36	893,30
Muro a sotavento	Todas	-	-	-0,50	-628,43	-254,49
Muro lateral	Todas	-	-	-0,70	-805,01	-431,07
Cubierta (zona #1)	-	-	-	-0,95	-1022,15	-648,21
Cubierta (zona #2)	-	-	-	-0,86	-949,54	-575,60
Cubierta (zona #3)	-	-	-	-0,54	-660,48	-286,54

- W montantes cerramiento (desglosando la presión sobre el área a viento) = **0,893 kN/m²**

5.2.6.2.2.b) Verificación vigas cubierta

Sumando los valores de carga distribuida de peso propio de la chapa perfilada, la placa OSB y los perfiles PGC 70x0,89, se obtuvo una carga por peso propio de $4,91 \text{ kg/m}^2 + 9 \text{ kg/m}^2 + 1,35 \text{ kg/m}^2 = 15,26 \text{ kg/m}^2 = 0,153 \text{ kN/m}^2$, a la que se le sumó $0,96 \text{ kN/m}^2$ de sobrecarga de uso de la cubierta obteniendo una carga uniformemente distribuida total de cubierta de **1,11 kN/m²**. Además, la deformación límite será de L/300.

Con este de carga se entró en la tabla 2.2 según CIRSOC 303 para dimensionar las vigas de perfil PGC que soporten la cubierta y sabiendo que la separación con la que se colocarán será de 0,4 m y la longitud del perfil será de 5,75 m \approx 6 m, se obtuvo un perfil **PGC 200x1,24**, que verifica por resistencia $1,71 \text{ kN/m}^2 > 1,11 \text{ kN/m}^2$ y por deformación $(360/300) * 1,11 = 1,33 \text{ kN/m}^2 > 1,11 \text{ kN/m}^2$.

Tabla 86| Coeficiente de cargas para una deformación supuesta de L/360. Fuente: www.incose.org.ar

VIGAS
según CIRSOC 303

CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS (kN/m²)

PERFIL PGC	Longitud Separación	L=2.50 m		L=3.00 m		L=3.50 m		L=4.00 m		L=4.50 m		L=5.00 m		L=5.50 m		L=6.00 m		L=6.50 m		L=7.00 m		L=8.00 m		L=9.00 m	
		s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm
150 x 0.89	Resistencia	4.01	2.66	2.97	1.92	2.11	1.41	1.62	1.08	1.28	0.85	1.03	0.69	0.86	0.57	0.72	0.48	0.61	0.41	0.53	0.35	0.40	0.27	0.32	0.21
	Deformación	5.34	3.56	3.09	2.06	1.95	1.30	1.30	0.87	0.92	0.61	0.67	0.45	0.50	0.33	0.39	0.26	0.30	0.20	0.24	0.16	0.16	0.11	0.11	0.08
150 x 1.24	Resistencia	6.69	4.46	4.65	3.10	3.41	2.28	2.61	1.74	2.07	1.38	1.67	1.12	1.38	0.92	1.16	0.77	0.99	0.66	0.85	0.57	0.65	0.44	0.52	0.34
	Deformación	7.28	4.85	4.21	2.81	2.65	1.77	1.78	1.19	1.25	0.83	0.91	0.61	0.68	0.46	0.53	0.35	0.41	0.28	0.33	0.22	0.22	0.15	0.16	0.10
150 x 1.60	Resistencia	8.74	5.83	6.07	4.05	4.46	2.97	3.42	2.28	2.70	1.80	2.19	1.46	1.81	1.20	1.52	1.01	1.29	0.86	1.12	0.74	0.85	0.57	0.67	0.45
	Deformación	9.18	6.12	5.31	3.54	3.34	2.23	2.24	1.49	1.57	1.05	1.15	0.76	0.86	0.57	0.66	0.44	0.52	0.35	0.42	0.28	0.28	0.19	0.20	0.13
150 x 2.00	Resistencia	10.94	7.30	7.60	5.07	5.58	3.72	4.28	2.85	3.38	2.25	2.74	1.82	2.26	1.51	1.90	1.27	1.62	1.08	1.40	0.93	1.07	0.71	0.84	0.56
	Deformación	11.16	7.44	6.46	4.30	4.07	2.71	2.72	1.82	1.91	1.28	1.39	0.93	1.05	0.70	0.81	0.54	0.63	0.42	0.51	0.34	0.34	0.23	0.24	0.16
200 x 1.24	Resistencia	8.97	5.98	6.85	4.57	5.03	3.35	3.85	2.57	3.04	2.03	2.47	1.64	2.04	1.36	1.71	1.14	1.46	0.97	1.26	0.84	0.96	0.64	0.76	0.51
	Deformación	15.32	10.21	8.87	5.91	5.58	3.72	3.74	2.49	2.63	1.75	1.92	1.28	1.44	0.96	1.11	0.74	0.87	0.58	0.70	0.47	0.47	0.31	0.33	0.22
200 x 1.60	Resistencia	13.03	8.69	9.05	6.03	6.65	4.43	5.09	3.39	4.02	2.68	3.26	2.17	2.69	1.80	2.26	1.51	1.93	1.29	1.66	1.11	1.27	0.85	1.01	0.67
	Deformación	19.39	12.93	11.22	7.48	7.07	4.71	4.73	3.16	3.33	2.22	2.42	1.62	1.82	1.21	1.40	0.94	1.10	0.74	0.88	0.59	0.59	0.39	0.42	0.28
200 x 2.00	Resistencia	16.55	11.03	11.49	7.66	8.44	5.63	6.47	4.31	5.11	3.41	4.14	2.76	3.42	2.28	2.87	1.92	2.45	1.63	2.11	1.41	1.62	1.08	1.28	0.85
	Deformación	23.71	15.81	13.72	9.15	8.64	5.76	5.79	3.86	4.07	2.71	2.96	1.98	2.23	1.48	1.72	1.14	1.35	0.90	1.08	0.72	0.72	0.48	0.51	0.34
250 x 1.60	Resistencia	16.26	10.84	11.69	7.80	8.59	5.73	6.58	4.39	5.20	3.47	4.21	2.81	3.48	2.32	2.92	1.95	2.49	1.66	2.15	1.43	1.64	1.10	1.30	0.87
	Deformación	33.55	22.37	19.42	12.94	12.23	8.15	8.19	5.46	5.75	3.84	4.19	2.80	3.15	2.10	2.43	1.62	1.91	1.27	1.53	1.02	1.02	0.68	0.72	0.48
250 x 2.00	Resistencia	21.59	14.40	15.00	10.00	11.02	7.34	8.44	5.62	6.66	4.44	5.40	3.60	4.46	2.97	3.75	2.50	3.19	2.13	2.75	1.84	2.11	1.41	1.67	1.11
	Deformación	41.14	27.43	23.81	15.87	14.99	9.99	10.04	6.70	7.05	4.70	5.14	3.43	3.86	2.58	2.98	1.98	2.34	1.56	1.87	1.25	1.26	0.84	0.88	0.59
250 x 2.50	Resistencia	27.52	18.35	19.11	12.74	14.04	9.36	10.75	7.17	8.49	5.66	6.88	4.59	5.69	3.79	4.78	3.18	4.07	2.71	3.51	2.34	2.69	1.79	2.12	1.42
	Deformación	50.15	33.44	29.02	19.35	18.28	12.18	12.24	8.16	8.60	5.73	6.27	4.18	4.71	3.14	3.63	2.42	2.85	1.90	2.28	1.52	1.53	1.02	1.07	0.72
300 x 1.60	Resistencia	14.00	9.34	11.67	7.78	8.86	5.91	6.79	4.52	5.36	3.57	4.34	2.89	3.59	2.39	3.02	2.01	2.57	1.71	2.22	1.48	1.70	1.13	1.34	0.89
	Deformación	52.87	35.24	30.59	20.40	19.27	12.84	12.91	8.60	9.06	6.04	6.61	4.41	4.96	3.31	3.82	2.55	3.01	2.01	2.41	1.61	1.61	1.08	1.13	0.76
300 x 2.00	Resistencia	26.68	17.79	18.53	12.35	13.61	9.08	10.42	6.95	8.24	5.49	6.67	4.45	5.51	3.68	4.63	3.09	3.95	2.63	3.40	2.27	2.61	1.74	2.06	1.37
	Deformación	64.96	43.31	37.60	25.06	23.67	15.78	15.86	10.57	11.14	7.43	8.12	5.41	6.10	4.07	4.70	3.13	3.70	2.46	2.96	1.97	1.98	1.32	1.39	0.93
300 x 2.50	Resistencia	34.32	22.88	23.84	15.89	17.51	11.67	13.41	8.94	10.59	7.06	8.58	5.72	7.09	4.73	5.96	3.97	5.08	3.39	4.38	2.92	3.35	2.23	2.65	1.77
	Deformación	79.43	52.95	45.97	30.64	28.95	19.30	19.39	12.93	13.62	9.08	9.93	6.62	7.46	4.97	5.75	3.83	4.52	3.01	3.62	2.41	2.42	1.62	1.70	1.13

Nota: La condición de deformación supuesta es L/360

5.2.6.2.2.c) Verificación de perfiles propuestos para montantes

- Longitud del montante = 3m
- Carga axil calculada = (5,41 kg + 9,92 kg + 1,51 kg + 9,03 kg + 3,52 kg + 1,83 kg + 0,91 kg + 6,85 kg)*(1 kN/100 kg) + 1,1 kN = **1,49 kN**
- Carga debida al viento = 0,893 kN/m²
- Separación entre montantes = 0,4m = 400mm
- Deformación límite debido al viento = L/360
- Montantes arriostrados en toda la longitud con tablas OSB.
- Se propusieron perfiles PGC 100x1,24

Se utilizó la Tabla 2.5.a se probó con los perfiles **PGC 100x1,24** separados cada 400 mm, para una longitud de 3 m y con arriostramientos en toda la longitud. Con una carga de viento de 1,00 kN/m² (del cálculo tiene 0,893 kN/m²) el perfil podría soportar un esfuerzo axil de 12,28 kN, que **verifica** que soportará la carga axil de 1,49 kN a la que estará sometida.

Tabla 87| Cargas de viento admisibles axiles por montante. Fuente: www.incose.org.ar

TABLA 2.5.a

PGC 100 mm

**MONTANTES ARRIOSTRADOS EN TODA LA LONGITUD
CARGAS AXILES ADMISIBLES (kN), según CIRSOC 303**

		CARGA DE VIENTO (kN/m ²)																												
		0		0.25		0.50		0.75		1.00		1.50		2.00		2.50		3.00		3.50										
esp. (mm)		0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60	0.89	1.24	1.60					
long. (m)		SEPARACIÓN 400 mm																												
2.40		13.57	24.28	33.42	12.19	22.36	31.29	10.93	20.63	29.34	9.77	19.04	27.53	8.69	17.56	25.84	6.71	14.85	22.72	4.91	12.41	19.88	2.72	10.16	17.25	0.26	8.07	14.80	5.92	12.49
2.60		13.32	23.69	32.58	11.63	21.31	29.91	10.16	19.27	27.58	8.85	17.45	25.49	7.64	16.80	23.57	5.48	12.84	20.12	3.48	10.22	17.05	0.59	7.85	14.25	5.66	11.66	2.15	9.25	
2.70		13.18	23.38	32.13	11.33	20.74	29.16	9.76	18.55	26.65	8.37	16.83	24.42	7.12	14.90	22.41	4.88	11.85	18.83	2.57	9.17	15.66		6.75	12.80	4.08	10.17	0.15	7.72	
3.00		12.74	22.37	30.69	10.35	18.89	26.89	8.51	16.30	23.67	6.95	14.16	21.14	5.58	12.28	18.92	3.18	9.04	15.08		6.25	11.78		3.40	8.80		6.11		1.51	
3.30		12.26	21.26	29.10	9.30	16.87	23.96	7.25	14.04	20.61	5.59	11.77	17.92	4.15	9.83	15.61	1.07	6.54	11.68		3.73	8.34		5.37		0.15				
3.60		11.74	20.05	27.36	8.21	14.81	21.14	6.05	11.88	17.66	4.35	9.60	14.94	2.89	7.66	12.62		4.40	8.73			5.43		0.46						
4.20		10.54	17.30	23.42	6.15	11.02	15.89	3.97	8.20	12.53	2.30	6.03	9.95		4.21	7.78			4.13											
4.80		9.17	14.13	18.87	4.44	7.96	11.58	2.38	5.40	8.56	0.26	3.44	6.24		1.78	4.29														
5.40		7.61	11.17	14.91	3.09	5.68	8.43	1.22	3.41	5.74		1.66	3.68		1.95															
6.00		6.16	9.05	12.08	2.10	4.11	6.24		2.06	3.83			1.97																	

La deformación por flexión se verifica en la tabla correspondiente a soporte de muro cortina para separaciones de 400 mm (Tabla 2.3.a), correspondiendo a una carga de viento distribuida de 1,00 kN/m² con una deformación límite de L/360 una longitud máxima de 350 cm (mayor que los 300 cm de longitud de este montante).

Tabla 88| Longitud máxima entre apoyos de muros tipo cortina (como los supuestos). Fuente: www.incose.org.ar

TABLA 2.3.a
SOPORTE DE MURO CORTINA
Longitud Máxima Entre Apoyos en centímetros, según CIRSOC 303

PERFIL PGC	CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS																													
	0.25 kN/m ²		0.50 kN/m ²		0.75 kN/m ²		1.00 kN/m ²		1.25 kN/m ²		1.50 kN/m ²		1.75 kN/m ²		2.00 kN/m ²		2.25 kN/m ²		2.50 kN/m ²											
	SEPARACIÓN 400 mm																													
	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720	L/360	L/600	L/720			
90 x 0.89	461	389	366	366	309	291	320	270	254	291	245	231	270	228	214	254	214	202	241	203	191	231	195	183	222	187	176	214	181	170
90 x 1.24	510	430	405	405	342	321	354	298	281	321	271	255	298	252	237	281	237	223	267	225	212	255	215	202	245	207	195	237	200	188
90 x 1.60	549	463	436	436	368	346	381	321	302	346	292	275	321	271	255	302	255	240	287	242	228	275	232	218	264	223	210	255	215	202
100 x 0.89	502	423	398	398	336	316	348	293	276	316	267	251	293	247	233	276	233	219	262	221	208	251	212	199	241	203	191	233	196	185
100 x 1.24	555	468	441	441	372	350	385	325	305	350	295	278	325	274	258	305	258	242	290	245	230	278	234	220	267	225	212	258	217	204
100 x 1.60	598	504	475	475	400	377	415	350	329	377	318	299	350	295	278	329	278	261	313	264	248	299	252	237	288	242	228	278	234	220
140 x 0.89	655	553	520	520	439	413	454	383	361	413	348	328	383	323	304	361	304	286	343	289	272	328	276	260	315	266	250	304	257	241
140 x 1.24	728	613	577	577	486	458	504	425	400	458	386	363	425	358	337	400	337	317	380	320	301	363	306	288	349	295	277	337	284	268
140 x 1.60	784	661	622	622	525	494	544	459	432	494	417	392	459	387	364	432	364	343	410	346	325	392	331	311	377	318	299	364	307	289
140 x 2.00	837	706	664	664	560	527	580	489	460	527	445	418	489	413	388	460	388	365	437	369	347	418	353	332	402	339	319	388	328	308
150 x 0.89	692	584	550	550	464	436	480	405	381	436	368	346	405	342	321	381	321	302	362	305	287	346	292	275	333	281	264	321	271	255
150 x 1.24	768	648	609	609	514	484	532	449	423	484	408	384	449	379	356	423	356	335	401	339	319	384	324	305	369	311	293	356	301	283
150 x 1.60	829	699	658	658	555	522	575	485	456	522	441	415	485	409	385	456	385	362	433	366	344	415	350	329	399	336	316	385	325	305
150 x 2.00	885	746	702	702	592	558	614	518	487	558	470	443	518	437	411	487	411	387	463	390	367	443	373	351	425	359	338	411	346	326
200 x 1.24	985	831	782	782	659	620	683	578	542	620	523	492	578	486	457	542	457	430	515	434	409	492	415	391	473	399	378	457	386	363
200 x 1.60	1065	898	845	845	713	671	739	623	586	671	566	533	623	525	494	586	494	465	557	470	442	533	449	423	512	432	406	494	417	392
200 x 2.00	1139	961	904	904	763	718	790	666	627	718	605	570	666	562	529	627	529	498	595	502	473	570	480	452	548	462	435	529	446	420

Se adoptaron entonces perfiles **PGC 100x1,24** para los montantes donde apoya la cubierta. Por razones de simplificación constructiva, y dado que estos montantes tienen una sollicitación menor, carga axial por peso propio de valor despreciable e igual carga de viento, en este caso, también se utiliza el perfil verificado en los montantes en que no apoya la cubierta.

Para las soleras se adoptaron perfiles **PGU 100x1,24** para que quede el sistema de los paneles con el mismo tipo de perfilera.

5.2.6.2.2.d) Verificación de perfiles propuestos para vigas del entrepiso de la planta baja

- Cargas permanentes = $0,06 \text{ kN/m}^2 + 0,02 \text{ kN/m}^2 + 0,07 \text{ kN/m}^2 + 0,09 \text{ kN/m}^2 = 0,24 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga 3 kN/m^2 (según CIRSOC 101, sobrecarga más grande de todas las habitaciones: baños, otros usos).
- Carga total = $0,24 \text{ kN/m}^2 + 3 \text{ kN/m}^2 = 3,24 \text{ kN/m}^2$
- Luz entre apoyos (simplemente apoyada) $5,72 \text{ m} \approx 6,00 \text{ m}$
- Arriostrada lateralmente por el entrepiso
- Separación de vigas 400 mm
- Deformación admisible $L/300$

Con este de carga se entró en la tabla 2.2 según CIRSOC 303 para dimensionar las vigas de perfil PGC que soporten la cubierta y sabiendo que la separación con la que se colocarán será de $0,4 \text{ m}$ y la longitud del perfil será de $5,75 \text{ m} \approx 6 \text{ m}$, se obtuvo un perfil **PGC 250x2,00**, que verifica por resistencia $3,75 \text{ kN/m}^2 > 3,24 \text{ kN/m}^2$ y por deformación $(360/300)*2,98 = 3,58 \text{ kN/m}^2 > 3,24 \text{ kN/m}^2$.

Tabla 89| Límites de cargas uniformemente distribuidas para vigas. Fuente: www.incose.org.ar

VIGAS
según CIRSOC 303

		CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS (kN/m ²)																							
PERFIL PGC	Longitud Separación	L=2.50 m		L=3.00 m		L=3.50 m		L=4.00 m		L=4.50 m		L=5.00 m		L=5.50 m		L=6.00 m		L=6.50 m		L=7.00 m		L=8.00 m		L=9.00 m	
		s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm	s=40 cm	s=60 cm
150 x 0.89	Resistencia	4.01	2.68	2.87	1.92	2.11	1.41	1.62	1.08	1.28	0.85	1.03	0.69	0.86	0.57	0.72	0.48	0.61	0.41	0.53	0.35	0.40	0.27	0.32	0.21
	Deformación	5.34	3.56	3.09	2.06	1.95	1.30	1.30	0.87	0.92	0.61	0.67	0.45	0.50	0.33	0.39	0.26	0.30	0.20	0.24	0.16	0.11	0.11	0.08	
150 x 1.24	Resistencia	6.69	4.46	4.65	3.10	3.41	2.28	2.61	1.74	2.07	1.38	1.67	1.12	1.38	0.92	1.16	0.77	0.99	0.66	0.85	0.57	0.65	0.44	0.52	0.34
	Deformación	7.28	4.85	4.21	2.81	2.65	1.77	1.78	1.19	1.25	0.83	0.91	0.61	0.68	0.46	0.53	0.35	0.41	0.28	0.33	0.22	0.22	0.15	0.16	0.10
150 x 1.60	Resistencia	8.74	5.83	6.07	4.05	4.46	2.97	3.42	2.28	2.70	1.80	2.19	1.46	1.81	1.20	1.52	1.01	1.29	0.86	1.12	0.74	0.85	0.57	0.67	0.45
	Deformación	9.18	6.12	5.31	3.54	3.34	2.23	2.24	1.49	1.57	1.05	1.15	0.76	0.86	0.57	0.66	0.44	0.52	0.35	0.42	0.28	0.28	0.19	0.20	0.13
150 x 2.00	Resistencia	10.94	7.30	7.60	5.07	5.58	3.72	4.28	2.85	3.38	2.25	2.74	1.82	2.26	1.51	1.90	1.27	1.62	1.08	1.40	0.93	1.07	0.71	0.84	0.56
	Deformación	11.16	7.44	6.46	4.30	4.07	2.71	2.72	1.82	1.91	1.28	1.39	0.93	1.05	0.70	0.81	0.54	0.63	0.42	0.51	0.34	0.34	0.23	0.24	0.16
200 x 1.24	Resistencia	8.97	5.98	6.85	4.57	5.03	3.35	3.85	2.57	3.04	2.03	2.47	1.64	2.04	1.36	1.71	1.14	1.46	0.97	1.26	0.84	0.96	0.64	0.76	0.51
	Deformación	15.32	10.21	8.87	5.91	5.58	3.72	3.74	2.49	2.63	1.75	1.92	1.28	1.44	0.96	1.11	0.74	0.87	0.58	0.70	0.47	0.47	0.31	0.33	0.22
200 x 1.60	Resistencia	13.03	8.69	9.05	6.03	6.65	4.43	5.09	3.39	4.02	2.68	3.26	2.17	2.69	1.80	2.26	1.51	1.93	1.29	1.66	1.11	1.27	0.85	1.01	0.67
	Deformación	19.39	12.93	11.22	7.48	7.07	4.71	4.73	3.16	3.33	2.22	2.42	1.62	1.82	1.21	1.40	0.94	1.10	0.74	0.88	0.59	0.59	0.39	0.42	0.28
200 x 2.00	Resistencia	16.55	11.03	11.49	7.66	8.44	5.63	6.47	4.31	5.11	3.41	4.14	2.76	3.42	2.28	2.87	1.92	2.45	1.63	2.11	1.41	1.62	1.08	1.28	0.85
	Deformación	23.71	15.81	13.72	9.15	8.64	5.76	5.79	3.86	4.07	2.71	2.96	1.98	2.23	1.48	1.72	1.14	1.35	0.90	1.08	0.72	0.72	0.48	0.51	0.34
250 x 1.60	Resistencia	16.26	10.84	11.69	7.80	8.59	5.73	6.58	4.39	5.20	3.47	4.21	2.81	3.48	2.32	2.92	1.95	2.49	1.66	2.15	1.43	1.64	1.10	1.30	0.87
	Deformación	33.55	22.37	19.42	12.94	12.23	8.15	8.19	5.46	5.75	3.84	4.19	2.80	3.15	2.10	2.43	1.62	1.91	1.27	1.53	1.02	1.02	0.68	0.72	0.48
250 x 2.00	Resistencia	21.59	14.40	15.00	10.00	11.02	7.34	8.44	5.62	6.66	4.44	5.40	3.60	4.46	2.97	3.75	2.50	3.19	2.13	2.75	1.84	2.11	1.41	1.67	1.11
	Deformación	41.14	27.43	23.81	15.87	14.99	9.99	10.04	6.70	7.05	4.70	5.14	3.43	3.86	2.58	2.98	1.98	2.34	1.56	1.87	1.25	1.26	0.84	0.88	0.59
250 x 2.50	Resistencia	27.52	18.35	19.11	12.74	14.04	9.36	10.75	7.17	8.49	5.66	6.88	4.59	5.69	3.79	4.78	3.18	4.07	2.71	3.51	2.34	2.69	1.79	2.12	1.42
	Deformación	50.15	33.44	29.02	19.35	18.28	12.18	12.24	8.16	8.60	5.73	6.27	4.18	4.71	3.14	3.63	2.42	2.85	1.90	2.28	1.52	1.53	1.02	1.07	0.72
300 x 1.60	Resistencia	14.00	9.34	11.67	7.78	8.86	5.91	6.79	4.52	5.36	3.57	4.34	2.89	3.59	2.39	3.02	2.01	2.57	1.71	2.22	1.48	1.70	1.13	1.34	0.89
	Deformación	52.87	35.24	30.59	20.40	19.27	12.84	12.91	8.60	9.06	6.04	6.61	4.41	4.96	3.31	3.82	2.55	3.01	2.01	2.41	1.61	1.61	1.08	1.13	0.76
300 x 2.00	Resistencia	26.68	17.79	18.53	12.35	13.61	9.08	10.42	6.95	8.24	5.49	6.67	4.45	5.51	3.68	4.63	3.09	3.95	2.63	3.40	2.27	2.61	1.74	2.06	1.37
	Deformación	64.96	43.31	37.60	25.06	23.67	15.78	15.86	10.57	11.14	7.43	8.12	5.41	6.10	4.07	4.70	3.13	3.70	2.46	2.96	1.97	1.98	1.32	1.39	0.93
300 x 2.50	Resistencia	34.32	22.88	23.84	15.89	17.51	11.67	13.41	8.94	10.59	7.06	8.58	5.72	7.09	4.73	5.96	3.97	5.08	3.39	4.38	2.92	3.35	2.23	2.65	1.77
	Deformación	79.43	52.95	45.97	30.64	28.95	19.30	19.39	12.93	13.62	9.08	9.93	6.62	7.46	4.97	5.75	3.83	4.52	3.01	3.62	2.41	2.42	1.62	1.70	1.13

Nota: La condición de deformación supuesta es L/360

5.2.6.2.2.e) Componentes de la estructura principal

En resumen, la estructura principal estará formada por:

Tabla 90| Tipo de perfiles usados para cada elemento componente de la estructura. Fuente: Elaboración propia.

Elemento	Perfil
Vigas que soportan la cubierta	PGC 200 x 1,24
Montantes	PGC 100 x 1,24
Soleras	PGU 100 x 1,24
Vigas entrepiso planta baja	PGC 250 x 2,00

5.2.6.2.3 Predimensionado de fundaciones

Para la zona donde se emplazará el anteproyecto hay suelo arcilloso hasta 2,00 m de profundidad con una capacidad portante del terreno de $q_{adm} = 0,187$ Mpa. La fundación del Steel Frame se realizará a la misma profundidad que la fundación de la nave para que no haya problemas de asentamientos diferenciales y para poder combinar las zapatas de ambos sistemas en los puntos donde se superpongan.

Con estos datos se estableció que la subestructura encargada de recibir y transmitir al suelo las cargas de la superestructura será resuelta con una estructura de hormigón H-25 y barras de acero ADN 420 conformada por zapatas de 0,8 m x 0,8 m x 0,4 m, cuyos fustes tendrán un alto de 1 m y estarán unidas por vigas de fundación de 0,45 m de alto que se ubican debajo de los muros exteriores y tienen un ancho igual a 0,2 m. La profundidad de fundación será de 1,4 m.

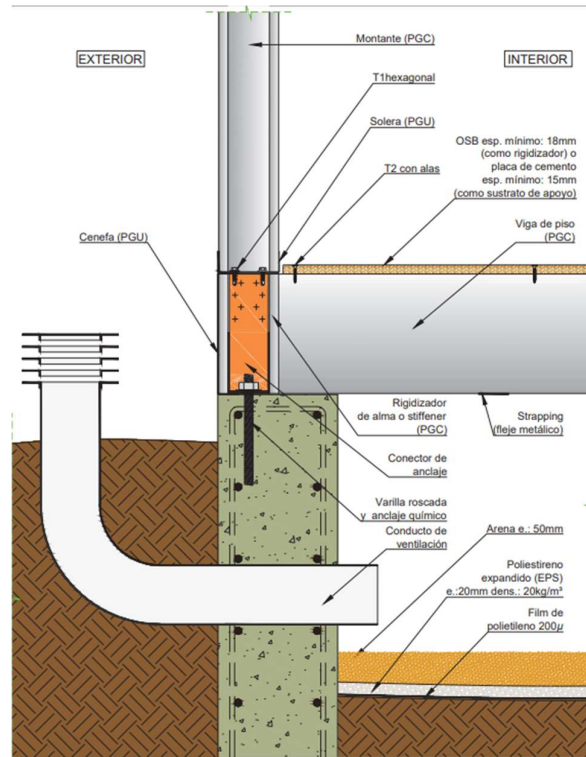


Figura 214| Detalle fundación. Fuente: www.incose.org.ar

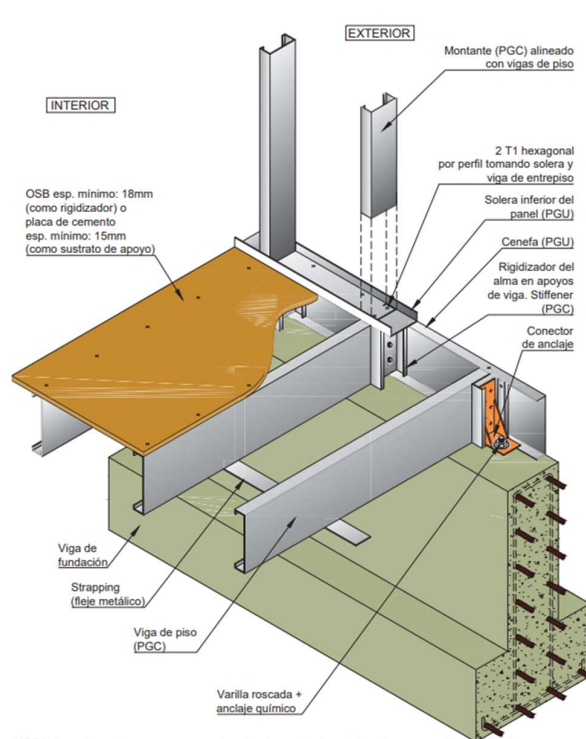


Figura 215| Detalle fundación (en esta obra la base de la viga de fundación son zapatas aisladas cuadradas ubicadas cada cierta distancia entre ellas). Fuente: www.incose.org.ar

En la zona donde se unen la estructura de Steel Framing y la nave industrial compartirán tres zapatas, las cuales se dimensionan como zapatas combinadas, teniendo en cuenta el centro de gravedad de las columnas, y para facilitar la construcción y el encofrado además se combinarán los fustes de la zapata y la viga de fundación. La ubicación en planta de cada una de ellas, así como sus dimensiones se observan en los planos correspondientes que se encuentran en los anexos.

5.2.6.2.4 Cerramientos exteriores

Para los cerramientos exteriores se adoptan muros con un acabado en chapa perfilada prelacada de similar configuración al acabado de los paneles que conforman el cerramiento de la nave industrial con el fin de generar una armonía visual en la fachada de la planta de tratamiento en su conjunto.

Se realizará la modulación de los paneles de muros con perfiles PGC 100x1,24 como montantes y PGU 100x1,24 con una separación entre montantes de 40 cm (valor estandarizado) y un alto de paneles de 3 m.

Por la información proporcionada por el Instituto de la Construcción en Seco (INCOSE) se obtuvieron los planos con los revestimientos típicos para los muros exteriores y con estudios ya realizados de la aislación térmica que brindan.

Analizando esa información, de distintas opciones se decide conformar el paquete estructural de los muros como se muestra en la imagen a continuación:

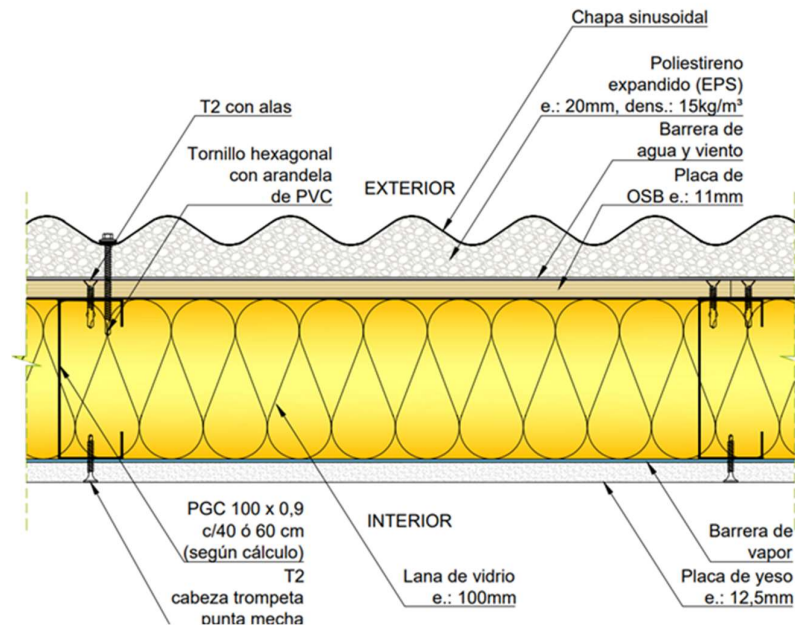


Figura 216| Detalle muro exterior. Fuente: www.incose.org.ar

La norma IRAM 11605 establece 3 niveles diferentes de confort higrotérmico: Nivel A: Recomendado; Nivel B: Medio; Nivel C: Mínimo. Según los datos proporcionados por la norma IRAM 11603 Herrera se encuentra en la zona bioclimática II b – Cálido, y con las tablas proporcionadas por el gobierno de la nación, se ve en la siguiente tabla los valores máximos de transmitancia térmica para condición de invierno y verano:

Tabla 91| Coeficientes de transmitancia K de acuerdo a la normativa de eficiencia térmica (en invierno).
 Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_calculo_transmitancia_termica.pdf

Tabla 1

Valores de K_{maxadm} para condición de Invierno*

Temperatura exterior del diseño (textil) °C	NIVEL A		NIVEL B		NIVEL C	
	MUROS	TECHOS	MUROS	TECHOS	MUROS	TECHOS
-15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
-14	0,23	0,20	0,60	0,53	1,04	1,00
-13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
-12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
-11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
-10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
-09	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
-08	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
-07	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
-06	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
-05	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
-04	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
-03	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
-02	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
-01	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

Tabla 92| Coeficientes máximos de verano de la transmitancia K. Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_calculo_transmitancia_termica.pdf

Tabla 2

Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros

ZONA BIOAMBIENTAL	en W/n K		
	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Según el coeficiente que provee el INCOSE para este muro, cumple con un nivel medio (B) los requerimientos de aislación térmica (valor K de transmitancia térmica) para la zona bioclimática donde se ubica la obra. Lo que es aceptable para este proyecto.

Tabla 93| Valores para el cerramiento propuesto. Fuente: www.incose.org.ar

Coeficiente K:	0,48 (W/m ² K)
Niveles de cumplimiento normativo. Límite máximo admisible (IRAM 11605):	B (0° C)
Niveles de cumplimiento normativo. Límite máximo admisible (IRAM 11605):	B (-12° C)
Coeficiente de habitabilidad higrotérmica:	Medio

Datos según ensayo INTI 101-22308 2012

El paquete estructural del muro exterior se compuso de los siguientes materiales:

- Chapa de acero perfilada con acabado prelacado M32F de la marca Hiansa que tiene 32mm de alto greca y 0,5 mm de espesor de chapa. Se adoptó este tipo de fachada para que quede en armonía con la nave industrial.

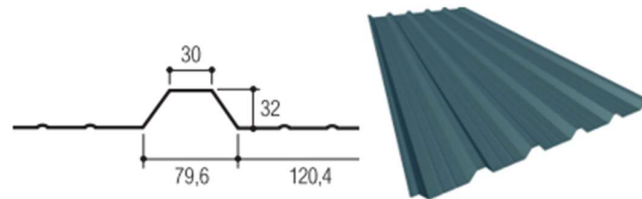


Figura 217| Cerramiento exterior colocado a la nave de oficinas. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32F-ficha-producto.pdf>

Como aislación para la chapa se adoptó poliestireno expandido de espesor 20 mm, rellenando además los 32 mm de las grecas de la chapa.

- Membrana de agua y viento del tipo Tyvek de 100 micrones = 0,1 mm. Membranas Hidrófugas respirantes Tyvek que protegen durante la fase de construcción y a lo largo de la vida del edificio. Alta tecnología que cumple los requisitos fundamentales que se esperan de una lámina impermeable y transpirable para cubiertas inclinadas y muros.
- Placa OSB 10 mm que funciona como rigidizador.
- Perfiles PGC 100x1,24 en sentido vertical para los montantes con una separación de 40 cm. Además, la estructura principal de los muros se completa con perfiles PGU 100x1,24 como soleras en sentido horizontal.
- Como aislación térmica se utilizó lana de vidrio Isover de 100 mm entre perfiles. Este material es liviano, fácil de cortar y flexible, adaptándose a las irregularidades y complicaciones propias de la construcción. Presenta una alta capacidad aislante (resistencia térmica superior), es incombustible, en caso de incendio no emite humos oscuros, no es atacada por ácidos ni bases, no es comestible por insectos ni roedores, soporta altas temperaturas.
- Como barrera de vapor se utilizó un film de polietileno de 200 micrones = 0,2 mm.
- Placa estándar de yeso Durlock de 12,5 mm de espesor. Tiene como ventajas resistencia al fuego, confort térmico y acústico, facilidad de pasaje de instalaciones y cuentan con el sello IRAM de Conformidad en Calidad, según la norma IRAM n° 11643.

El muro exterior va a tener un espesor aproximado de 18 cm, teniendo aproximadamente 6 cm de revestimiento exterior y aproximadamente 2 cm de revestimiento interior.

Un detalle a tener en cuenta en el cerramiento exterior es la zona en donde la construcción de Steel Framing queda adosada a la Nave Industrial. Específicamente la pared exterior Norte queda aproximadamente unos 11 m completamente adosada al cerramiento de la nave industrial. Debido a esto se toman una serie de medidas para que este sector quede bien impermeabilizado y aislado.

En primer lugar, teniendo en cuenta el poco espacio para trabajar, la estructura del Steel Framing en esta extensión deberá ser instalada luego de que haya sido colocado el cerramiento de la nave industrial. Además, en consecuencia, de la cercanía de las obras, será imposible instalar la chapa de cerramiento exterior del Steel Framing por lo que se la reemplazará relleno la zona con poliuretano expandido y colocando un aislante de neopreno adosado al cerramiento de la nave, el cual servirá como protección contra la corrosión por acción galvánica entre metales diferentes que pudiera producirse entre la chapa del panel sándwich y la estructura del Steel Framing.

Otra consideración que deberá tomarse es respecto a la abertura que se coloca en ese sector para comunicar las dos edificaciones. Se dejarán los vanos para dicha puerta en los cerramientos de ambas construcciones, y luego se colocará un remate en todo el perímetro del hueco de la abertura abarcando los cerramientos de ambas construcciones para unirlos. Este remate estará correctamente sellado con masilla de poliuretano para evitar las filtraciones de lluvia y viento del exterior, y a su vez se pintará con una pintura impermeabilizante sobre el sellado para reforzar aún más. Además, también se colocará un aislante de neopreno en la periferia del hueco para protección.

Las últimas medidas que se tomarán para resolver esta zona donde quedan adosados los cerramientos de ambas construcciones serán colocar protecciones de chapa (con sus debidos aislantes de neopreno) en todo el perímetro exterior de la unión entre los cerramientos, y hacer que la cubierta de la nave industrial sobresalga en un voladizo que cubra la zona de unión, con el fin de evitar que caiga agua directamente sobre la misma.



Figura 218| Aislante de neopreno. Fuente: <https://trianite.com.ar/index.php/goma-en-plancha/>

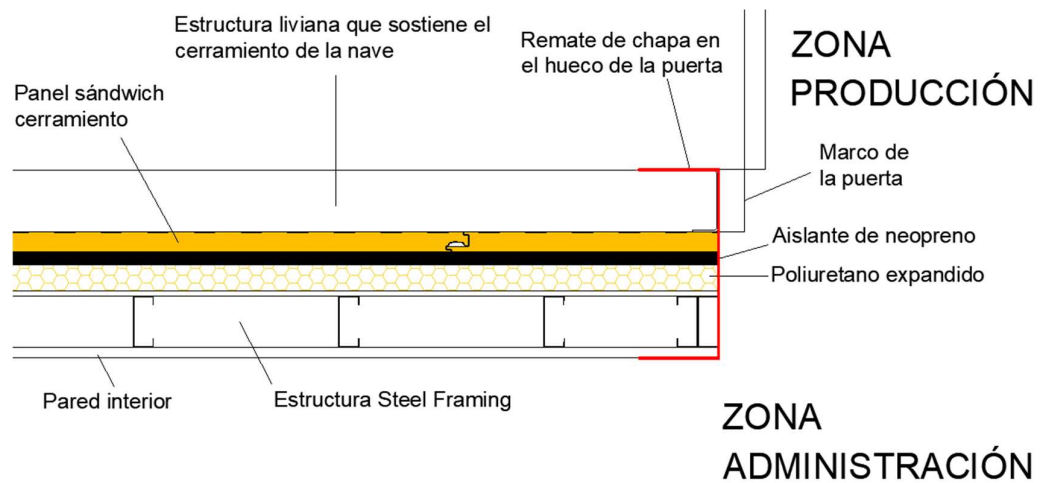


Figura 219| Detalle unión muro Steel Frame y muro nave industrial en zona de la abertura. Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.2.5 Cerramientos interiores

Para los muros interiores se utilizó la misma perfilería que para los muros exteriores en la estructura a fin de darle simplicidad constructiva al sistema.

El paquete estructural del muro exterior se compuso de los siguientes materiales:

- Perfiles PGC 100x1,24 en sentido vertical para los montantes con una separación de 40 cm. Además, la estructura principal de los muros se completa con perfiles PGU 100x1,24 como soleras en sentido horizontal.
- Como aislación térmica se utilizó lana de vidrio Isover de 100 mm entre perfiles.
- Como barrera de vapor se utilizó un film de polietileno de 200 micrones = 0,2 mm. Se colocó en cada cara del muro.
- Placa estándar de yeso Durlock de 12,5 mm de espesor en cada cara del muro para las paredes interiores de las oficinas, la atención al público, la sala de reuniones y el pasillo. En las paredes de los baños, vestuarios y cocina se utilizó

placa verde de yeso Durlock RH (resistente a la humedad) de 12,5 mm, que tiene como características mayor resistencia a la humedad, evita la penetración de agua y es ideal para ambientes con pasajes de cañerías.

El muro exterior va a tener un espesor aproximado de 14 cm, teniendo aproximadamente 2 cm de revestimiento interior en cada pared.



Figura 220| Estructura e instalaciones colocadas en los muros interiores. Fuente: <https://viviendajoven.com.ar/steel-framing/>

5.2.6.2.6 Cubiertas y cielorrasos

Al igual que para los muros, se recurrió a la información proporcionada por el Instituto de la Construcción en Seco (INCOSE) para decidir el tipo de cubierta a utilizar y sus distintas características.

La cubierta adoptada fue una cubierta a un agua inclinada con una pendiente mínima del 10,5 %, la cual está compuesta por la estructura que resiste la cubierta propiamente dicha, una cámara de aire (de alto en el lado mínimo 15 cm y de 75 cm en el lado máximo) y el cielorraso de Durlock sostenido por una estructura propia. La cámara de aire permitirá la ventilación, el aislamiento térmico y acústico, a la vez que mejorará la eficiencia energética del edificio. El aire circulará y por lo tanto el calor recluso por el revestimiento exterior será menor, previniendo la condensación y problemas de humedad en techos y paredes. Se adoptó esta cubierta debido a que era la que mejor resolvía las necesidades del proyecto.

En la cubierta se construyen muros de la misma modulación que los paneles que los muros de la planta baja, y se los ubican alineados a los mismos en todo el perímetro de la construcción para que cumplan la función de sostener la estructura de soporte de la cubierta y transmitir las solicitaciones a los montantes de planta baja que los transmitirán a las

fundaciones, y también una función arquitectónica que da la apariencia de un volumen rectangular completamente al edificio.

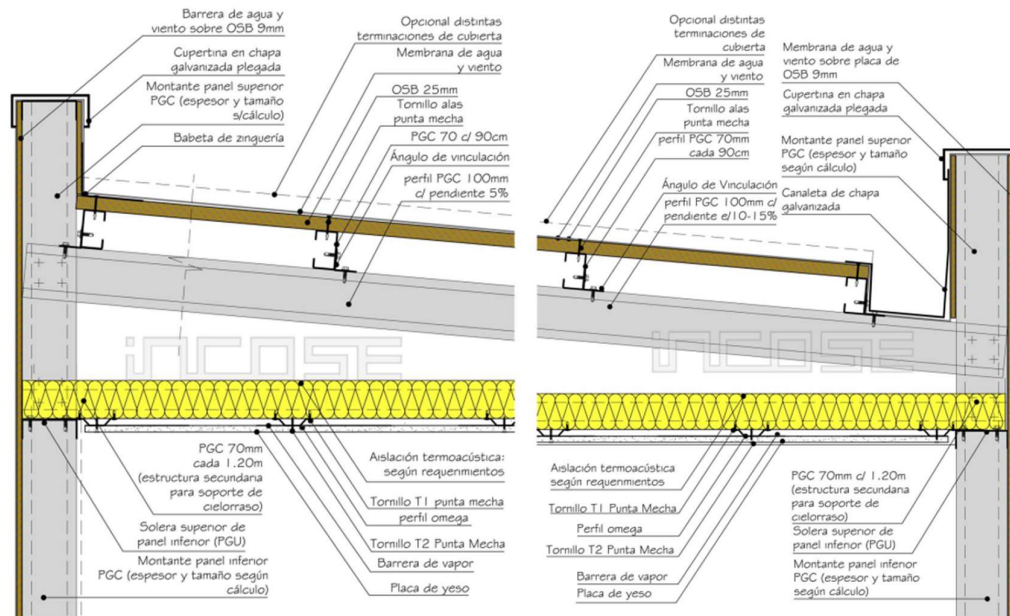


Figura 221| Cielorraso y estructura de la cubierta modelo. Fuente: www.incose.org.ar

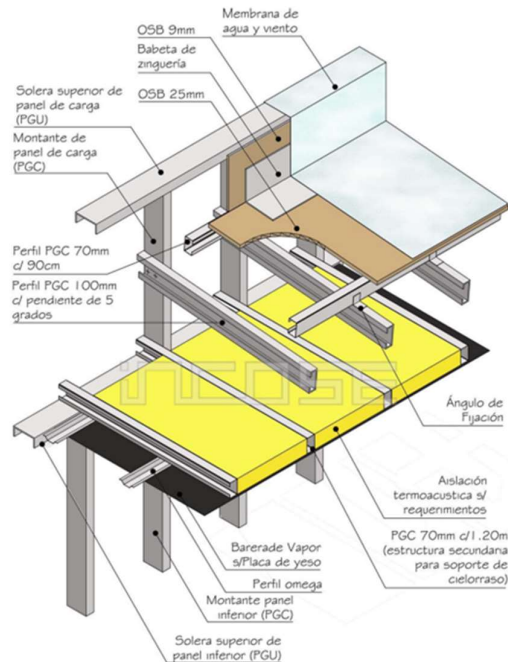


Figura 222| Isometría de la estructura de cubierta de la nave de oficinas. Fuente: www.incose.org.ar

El paquete estructural de la cubierta se compuso de los siguientes materiales:

- Chapa de acero perfilada con acabado prelacado M32 de la marca Hiansa que tiene 32 mm de alto greca y 0,5 mm de espesor de chapa. Se adoptó este tipo de cubierta para que quede en armonía con la nave industrial.



Figura 223| Chapa colocada en la cubierta de la marca seleccionada. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf>

- Membrana de agua y viento del tipo Tyvek de 100 micrones = 0,1 mm.
- Placa OSB 25 mm que funciona como rigidizador.
- Perfiles PGC 70x0,89 ubicados cada 90 cm sobre las vigas que soportan la cubierta en sentido perpendicular a ellas y fijados con ángulos de vinculación a las mismas.
- Perfiles PGC 200x1,24 cada 40 cm (separación montantes) con pendiente 10%. Estas vigas son el principal elemento de la estructura que soporta la cubierta.
- Cámara de aire.
- Para la estructura que va a soportar el cielorraso se colocaron perfiles PGC 70x0,89 cada 120 cm (cada 3 montantes) apoyados sobre las soleras de los muros alineados con los montantes y en sentido paralelo a las vigas que sostienen la cubierta, pero colocados rectos.
- Como aislación térmica se utilizó lana de vidrio Isover de 100 mm entre perfiles.
- Perfiles Omega 77x30x12,5 de 0,52 mm de espesor para sostener el cielorraso, sujetos a los perfiles PGC 70 con una separación de 60 cm y en dirección perpendicular a los mismos. Estos perfiles se utilizan como estructura para colocar un cielorraso innovador, eficiente, liviano.
- Barrera de vapor de 100 micrones = 0,1 mm sobre placa de yeso.
- Placa yeso Durlock CIEL de 7 mm como cielorraso. La Placa Durlock CIEL es la única placa de yeso de 7 mm de espesor, siendo 22% más liviana y que permite ser instalada con perfiles Omega normalizados, cada 60 cm. Por su peso, ayuda a evitar el desgaste físico en la instalación, además es más fácil de cortar y atornillar y permite que la instalación sea más rápida. Además, no tienen

deflexión, poseen sello de conformidad IRAM 11.643. Estas placas se instalan como cielorraso en toda la construcción a excepción de los baños y vestuarios donde se utilizan placas de yeso Durlock estándar de 12,5 mm, ya que estas respiran la humedad y no generan condensación, lo cual evita el deterioro de la misma.

5.2.6.2.7 Entrepiso planta baja y pisos

Como se explicó en el apartado de sistema constructivo la construcción estará fundada con zapatas unidas por una viga continua por lo que el piso será en realidad un entrepiso en la planta baja conformado por perfiles estructurales y cumplirá la función de aislar la construcción del terreno natural. Cabe aclarar, que debido a esto, quedará un desnivel entre el piso de la zona administrativa y el piso de la zona de la nave industrial el cual se salvará colocando un escalón para conectar ambos ambientes. Lo mismo ocurrirá con las veredas perimetrales, y se resolverá de la misma manera, colocando escalones en las puertas de acceso a la edificación de la zona administrativa.

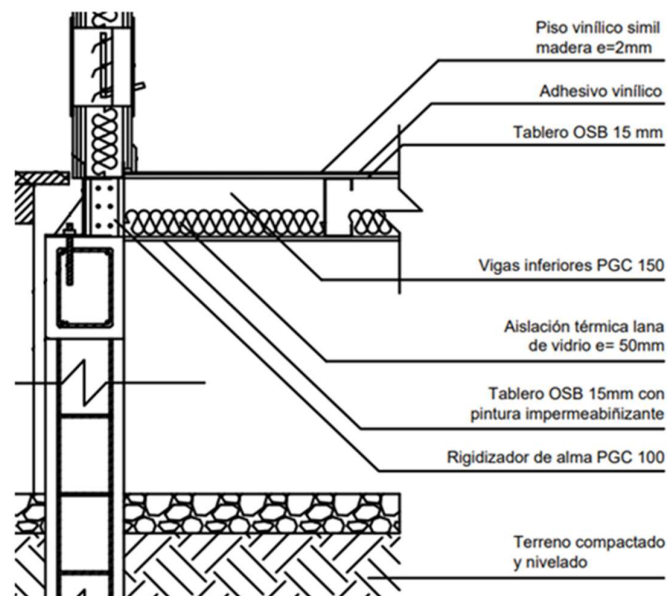


Figura 224| Detalle modelo del paquete estructural del entrepiso. Fuente: <https://es.scribd.com/document/613553921/detalle-1-20-steel>

El paquete estructural de nuestro entrepiso se compuso de los siguientes materiales:

- Perfiles PGC 250x2,00 que conforman las vigas del entrepiso.
- Placa OSB 15mm con pintura impermeabilizante cumpliendo la función de primer aislante entre la construcción y el terreno natural.
- Aislación térmica de lana de vidrio Isover de 100 mm entre perfiles.

- Placa OSB 18 mm como rigidizador.
- Aislamiento de manta de polietileno 100 micrones.
- Piso vinílico. Se eligió este tipo de piso porque es adecuado para el sistema constructivo con el que se realizó la construcción. Para todos los pisos de la construcción se utilizaron baldosas vinílicas SPC encastrables de 4 mm de espesor comercializadas por la empresa Abete, ya que este piso es ideal para colocar en lugares de uso comercial con alto tránsito. Los pisos vinílicos SPC están compuestos de piedra, madera y polímeros, una combinación de materiales que los hace altamente resistentes. Además, poseen una capa protectora extra de melamina que ofrece mayor resistencia al desgaste, los golpes, las manchas y los hace impermeables al agua. Su sistema click de encastre es de fácil instalación. Las baldosas tienen dimensiones de 30,5 cm x 61 cm. Su peso es de 9 kg/m². Para las oficinas, la sala de reuniones, la zona de atención al público y el pasillo se eligió piso vinílico similar cemento alisado, para que quede en armonía con la zona técnica. Para el piso de la cocina, el baño administrativo y los baños y vestuarios de operarios se eligió piso vinílico similar mármol.
- Los pisos vinílicos estarán acompañados por los zócalos como accesorios que se colocan en la parte inferior de los muros. Se utilizó zócalos de PVC EPS anti humedad para piso vinílicos.



Figura 225| Características del piso vinílico. Fuente: <https://abete.com.ar/producto/baldosa-vinilica-spc-encastable-sistema-click-simil-marmol/>

5.2.6.2.8 Revestimientos y pinturas

Para el baño la cocina, el baño administrativo y los baños y vestuarios de operarios se optó por revestir todas las paredes con baldosas vinílicas de las mismas características que las que se utilizaron en los pisos con la diferencia que se adoptó un espesor de 2mm y la forma de instalación autoadhesiva.

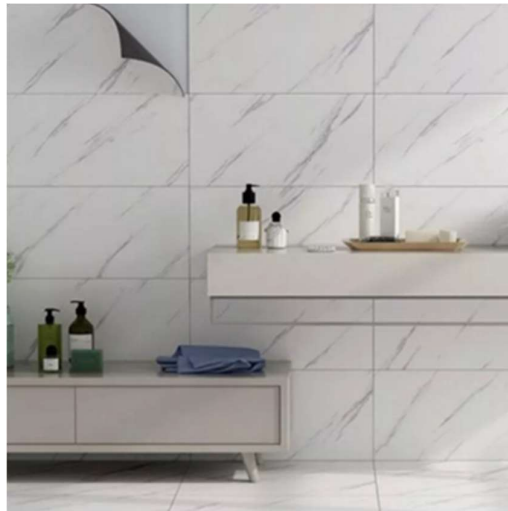


Figura 226| Vista del revestimiento para baños. Fuente: <https://muresco.com/producto/piso-autoadhesivo-dual-cover-baldosas/>

Para las paredes interiores del resto de habitaciones se optó por pintar con pintura látex para interior para placa de yeso.



Figura 227| Pintura para interiores de látex de la marca seleccionada. Fuente: <https://somosrex.com/latex-interior-para-placa-de-yeso-colorin-4-lt.html>

5.2.6.2.9 Carpinterías

Las aberturas son de PVC ya que utilizando carpinterías de PVC no es necesario usar premarco para una correcta instalación, y tampoco cuidar que los perfiles no queden en contacto; ya que no se produce el par galvánico.

El marco de PVC actúa como premarco, y una vez que el mismo se encuentre alineado, nivelado y aplomado; se agujerea y atornilla con tornillos autorroscantes y luego se rellena el perímetro con espuma de poliuretano. La abertura de PVC sin importar método de colocación,

debe ser por lo menos 10 mm más chica en ancho y alto que la menor medida del vano tomada para fabricación.

Se siguieron las disposiciones del Código de Edificación de Concepción del Uruguay, del cual se estableció que las distintas zonas del edificio forman parte de las siguientes categorías:

- Primera clase: oficinas.
- Segunda clase: cocina, baños, vestuario colectivo.
- Cuarta clase: sala de reuniones.

Las disposiciones del Código tenidas en cuenta fueron las siguientes:

El dintel de los vanos para iluminación y ventilación natural de los locales, se colocará a no menos de 2,00 m. del piso del local. Solo se computará la superficie de ventana situada a 1,00 m. sobre el nivel de piso del local.

Iluminación y ventilación de locales de primera y segunda clase: a) Todo local de primera clase recibirá el aire y la luz de un patio de primera categoría o de la vía pública. b) Todo local de segunda clase recibirá el aire y la luz de un patio de segunda categoría o de la vía pública.

Los locales de primera y segunda clase, además de dar a los patios establecidos, deberán cumplir con las siguientes condiciones de iluminación: $i = A/x$ en donde “i” es el área mínima del vano de iluminación, “A” es el área del local y “x” un coeficiente que depende de las condiciones de ubicación del vano y que adquiere los siguientes valores:

Ubicación vano:	A patio reglamentario	A vía pública
Bajo parte cubierta	x = 6	x = 8
Libre de parte cubierta	x = 7	x = 9

Tabla 94| Valores del coeficiente x a tener en cuenta. Fuente: Código de Edificación de Concepción del Uruguay.

Para la ventilación de los locales, el área mínima de la parte móvil de las aberturas de los locales de primera y segunda clase se determinará de acuerdo a la siguiente fórmula: $K = i / 3$ en donde “K” es la parte móvil de la abertura e “i” el área requerida para iluminación.

Iluminación y ventilación de locales de tercera clase: Los locales de tercera clase podrán ser iluminados y ventilados por claraboyas, las que tendrán una superficie mínima de 0,15 m² y dispondrán de ventilación regulable. Cuando los baños y retretes den a la vía pública, el alféizar de la ventana no podrá estar a menos de 2,00 m. sobre el nivel de la vereda. Los locales de tercera clase podrán también ventilar por conducto de acuerdo a lo establecido en “Ventilación natural por conducto”. Dimensiones de los conductos: Las secciones de los

conductos de ventilación serán las siguientes: b) Baños, cajas de escaleras colectivas, espacios para cocinar, guardarropas y retretes: 0,015 m².

La iluminación y ventilación de los locales de cuarta categoría podrá ser natural o artificial y forzada respectivamente, de acuerdo al uso y destino del local. En todos los casos deberá presentarse a la D.O.P. el anteproyecto o memoria técnica que justifique la solución adoptada.

Siguiendo esto se definieron las aberturas a utilizar en la edificación.

5.2.6.2.9.a) *Ventanas*

- Para el baño administrativo se colocó una ventana corrediza de 0,6 m x 0,4 m con marco de PVC y con vidrio 3+3 laminado, ubicada sobre la pared sur.
- Para los baños y vestuarios de los operarios se colocaron una ventana corrediza de 1 m x 0,4 m con marco de PVC y con vidrio 3+3 laminado en cada uno, ubicada sobre la pared sur.
- Para las oficinas se colocaron dos ventanas corredizas de 1,5 m x 1 m con marco de PVC y vidrio 3+3 laminado, ubicada sobre la pared sur. Además, en el lugar de atención al público se colocó una ventana compuesta por un vidrio templado de paño fijo y dos pequeños paños móviles con marco de PVC que tiene 1 m x 1,2 m de dimensiones totales, y su dintel se encuentra ubicado a 2,2 m del nivel piso.
- Para la sala de reuniones se colocó una ventana corrediza de 1,5 m x 1 m con marco de PVC y vidrio 3+3 laminado, ubicada sobre la pared sur.

Las ventanas se colocarán todas con el dintel a 2,2 m del nivel de vereda para que se cumpla la restricción para las ventanas del baño que dan a la vía pública y además queden todas a la misma altura.

Los vidrios laminados son la solución ideal para cerramientos seguros. Se fabrican en una línea de producción de última generación uniendo dos láminas de vidrio float a una interlámina plástica de alta elasticidad (PVB). Su gran resistencia y rotura segura evitan accidentes con vidrio ante un desafortunado impacto. Aumenta el nivel de aislación acústica. Filtra el 94% de radiación UV.

5.2.6.2.9.b) *Puertas*

Para puertas exteriores:

- En la entrada de operarios se tiene una puerta abatible de una hoja de PVC con marco de PVC de dimensiones 0,9 m x 2,2 m.
- En la entrada principal se tiene una puerta abatible de dos hojas vidriadas con marco de PVC de dimensiones 1,6 m x 2,2 m.

Para puertas interiores:

- Puerta cortafuegos de 2 m x 2,2 m vaivén que conecta con la nave industrial, como se detalló en el apartado de carpinterías de la nave industrial.
- Las puertas que conectan a los distintos ambientes dentro de la construcción se realizaron de puertas abatibles de una hoja de PVC con marco de PVC. Se colocaron estas puertas de dimensiones 0,8 m x 2,2 m en las entradas de las oficinas y de la sala de reuniones. En la entrada de los dos baños con vestuarios de los operarios, del baño administrativo y la cocina se colocaron de estas puertas también, pero de dimensiones 0,7 m x 2,2 m

Cabe destacar que los muros divisorios y puertas de las zonas donde se encuentran los inodoros en los baños de operarios están realizados por cabinas sanitarias de fenólico HPL de 12 mm de espesor de la empresa Fenotec.



Figura 228| Modelo de baños. Fuente: <https://www.fenoltec.com/index.php/cabinas-fenolicas/>

5.2.6.2.10 Iluminación y ventilación

En el apartado de carpinterías se desarrollaron las distintas especificaciones que establece el Código de Edificación de Concepción del Uruguay para la iluminación y ventilación de los locales.

Al igual que en todas las obras del predio, se implementó la iluminación led tanto para el interior como el exterior, con sus diferentes apliques.

El decreto N°351/79 Reglamento de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo en el Anexo IV Tabla 2 (basada en la norma IRAM-AADL J 20-06) establece la intensidad mínima de iluminación para los distintos espacios que componen los edificios e industrias:

Tabla 95| Valores de iluminación necesarios para la nave de oficinas. Fuente: Decreto N°351/79.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Recepción	200
Circulaciones	100
Oficinas	500
Sala de reuniones	300
Cocina	200
Baños	100
Vestuarios	100

A diferencia de la planta, se toman los valores dados como válidos, ya que no sólo disponen con iluminación natural verdadera dadas por las ventanas, sino que son espacios comunes donde los más importantes son aquellos que marcan detalles como la sala de reuniones y sobre todo las oficinas. **En el anexo se encuentran los cálculos de la iluminación de los locales**

5.2.6.2.10.a) Ventilaciones - generalidades

A diferencia de la planta, las oficinas no cuentan con sistemas de ventilación forzada, al contrario, tienen un sistema de ventilación natural, y se supone que la renovación horaria es de $2,5\text{m}^3/\text{m}^2$ de abertura por hora, por lo que, por cada abertura, se renueva ese caudal de aire. Esto es importante por la manera en que se trabaja en la oficina.

Los espacios de oficina abiertos deben aprovechar al máximo la luz natural, teniendo en cuenta que el sistema de aventanamiento impacta tanto en el contacto visual con el exterior como en el nivel de iluminancia resultante en el interior. En lo posible, las pantallas de visualización de datos deben estar situadas lateralmente en relación con las ventanas, a fin de evitar reflejos molestos.

5.2.6.2.11 Instalaciones eléctricas

Ver **apartado 5.2.6.1.9** de instalaciones eléctricas de la nave industrial.

La instalación será embutida en las paredes y sobre la estructura de soporte del cielorraso. Los perfiles PGC y PGU que conforman los montantes y soleras del sistema

estructural de los paneles contarán con orificios de fábrica realizados especialmente para el pasaje de las instalaciones. El edificio de administración contará con un tablero seccional propio.

La iluminación se realizará mediante lámparas led estratégicamente distribuidas en los diferentes ambientes y en el pasillo.

Cabe destacar que debido a que no se cuenta con una red de gas natural en el poblado y de que el edificio no necesita gran cantidad de artefactos que funcionen con este combustible se decidió colocar todos los artefactos de calefacción y cocina eléctricos. En las oficinas se colocaron aires acondicionados frío-calor.

En el anexo se encuentran los planos correspondientes.

5.2.6.2.12 Instalaciones sanitarias

En el desarrollo de las instalaciones sanitarias se incluyó el abastecimiento para las piletas lavamanos y canillas ubicadas en el exterior de la planta de tratamiento.

El cálculo de estas instalaciones se realizó siguiendo el reglamento de Obras Sanitarias de la Nación (OSN).

Los planos de las instalaciones sanitarias se encuentran en los anexos donde se detallan las ubicaciones de sus componentes.

5.2.6.2.12.1 Agua fría y agua caliente.

Para ambas instalaciones se propuso utilizar tuberías con sus accesorios de polipropileno con uniones por termofusión, siendo Hidro3 de la Industria Saladillo S.A. la marca comercial adoptada para las tuberías y todos sus accesorios (curvas, acoples, codos, etc.), utilizando el Hidro3 Termofusión Verde para las tuberías de agua caliente y el Hidro3 Termofusión azul para tuberías de agua fría.

Para calcular la reserva de agua diaria se utilizan los datos extraídos del Ente Regulador de Agua y Saneamiento (ERAS) del gobierno nacional el cual publicó el siguiente listado de “consumos domésticos normales estimados por artefactos”:

- LAVARROPAS: 100 litros por ciclo
- DESCARGA DE INODORO: 20 litros por vez
- BAÑO DE INMERSIÓN: 200 litros
- DUCHA BREVE: 80 litros
- LAVADO DE AUTO: 500 litros
- LAVADO DE VAJILLA: 30 litros
- RIEGO CON MANGUERA: 500 litros por hora

Figura 342| Consumos previstos para los distintos artefactos sanitarios. Fuente:
<https://www.eras.gov.ar/cuidado-del-agua/>

De acuerdo a un análisis realizado se determina el siguiente valor de consumo diario en litros de la planta de tratamiento:

Tabla 96| Necesidades de agua de acuerdo a lo dado en la OSN. Fuente: Elaboración propia.

Artefacto	Gasto según	Cantidad	Gasto	Detalles
Inodoro	20	36	720	3 administrativos y 6 operarios considerando que van 4 veces al baño cada uno en la jornada laboral.
Ducha	80	10	800	6 operarios 1 ducha al finalizar la jornada laboral. Se tuvo en cuenta 4 usos de duchas más por seguridad para contemplar posibles incidentes laborales que lo requieran.
Lavamanos	30	18	540	Consideramos los 9 trabajadores y lo multiplicamos por 2. Si bien el dato del ERAS es para el lavado de vajilla se tiene en cuenta que los operarios trabajan con residuos por lo que utilizarán mucho los lavamanos.
Canillas exteriores	500	2	1000	Se considero 1 lavado de camión y 1 hora de utilización de las canillas exteriores para diversos trabajos.
Total			3060	

A este valor de dotación diaria se lo afecta por un factor de simultaneidad comprendido entre 0,20 y 0,25, y se adopta para este caso el valor de 0,25. Una vez afectado el valor de dotación diaria por el factor se le suma 5000 litros para la reserva contra incendios y se obtiene así el valor de la reserva diaria final:

$$\text{Reserva diaria} = 3060 \text{ l/día} \cdot 0,25 + 5000 \text{ l} = 5765 \text{ l}$$

Este valor se repartirá en 1 tanque elevado de 5000 l y 1 tanque cisterna enterrado de 1100 l.

Para el tanque elevado de agua se utilizará un tanque de Polietileno de la línea Bricher con una capacidad de 5000 l y dimensiones de 2 m de alto x 2 m de diámetro que se instaló a una altura de 6 m en una torre reticulada desmontable proporcionado por la misma empresa, la cual se ubicará en las inmediaciones de la planta. La altura de tanque para buena presión de agua debe ser de al menos 2 m por encima de la salida de agua más alta del lugar, y las salidas más altas son las bocas de incendio que se encuentran a 1,5 m del nivel del suelo por lo que se verifica correctamente. Se elige utilizar los productos de esta empresa ya que brinda el servicio completo de tanque + torre, algo que se adecua a la perfección a los requerimientos de nuestro proyecto. La estructura de la torre está diseñada bajo las normas CIRSOC.

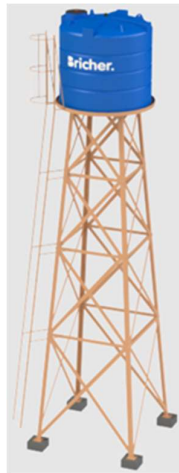


Figura 229| Tanque elevado Bricher de 5000 l con torre reticulada de 6 m. Fuente: <https://bricher.com.ar/torres-tanque/datos-tecnicos-torre-reticulada-desmontable/>

Para la cisterna se utilizará un tanque para enterrar Cisterna Single Waterplast de 1100 l con dimensiones 1,41 m de alto x 1,1 m de diámetro la cual se instalará enterrada al lado de la torre de los tanques elevados.

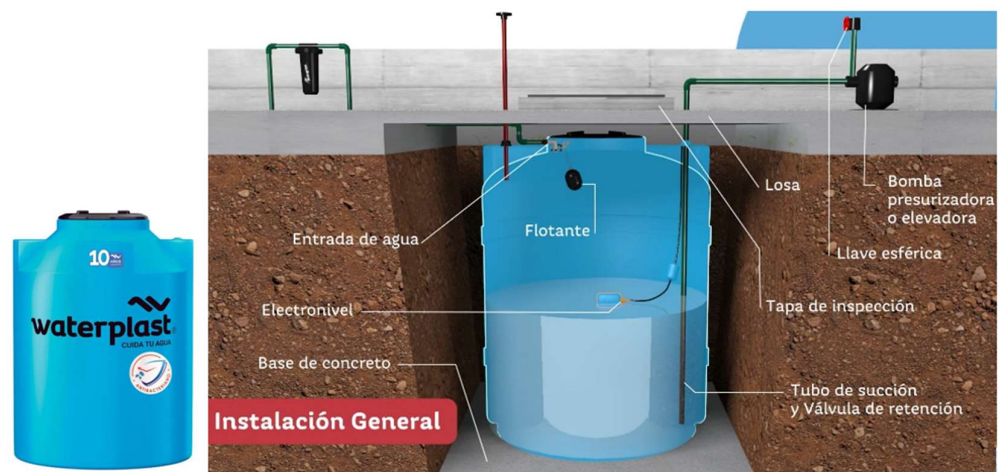


Figura 230| Cisterna Waterplast 1100 lts. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=mZg_BohCtdc

La impulsión de agua desde el tanque cisterna a los tanques de reserva elevados se realizará mediante una bomba de la marca Gamma. Se adopta 3 horas como tiempo de llenado, siendo así necesario un caudal de 1667 l/hora para llenar el tanque elevado de 5000 litros. El modelo PF-50 de la bomba Motorarg, el cual trae el siguiente gráfico para comprobar que la potencia de la bomba sea suficiente para el caudal que tiene que impulsar y a la altura que lo tiene que impulsar.

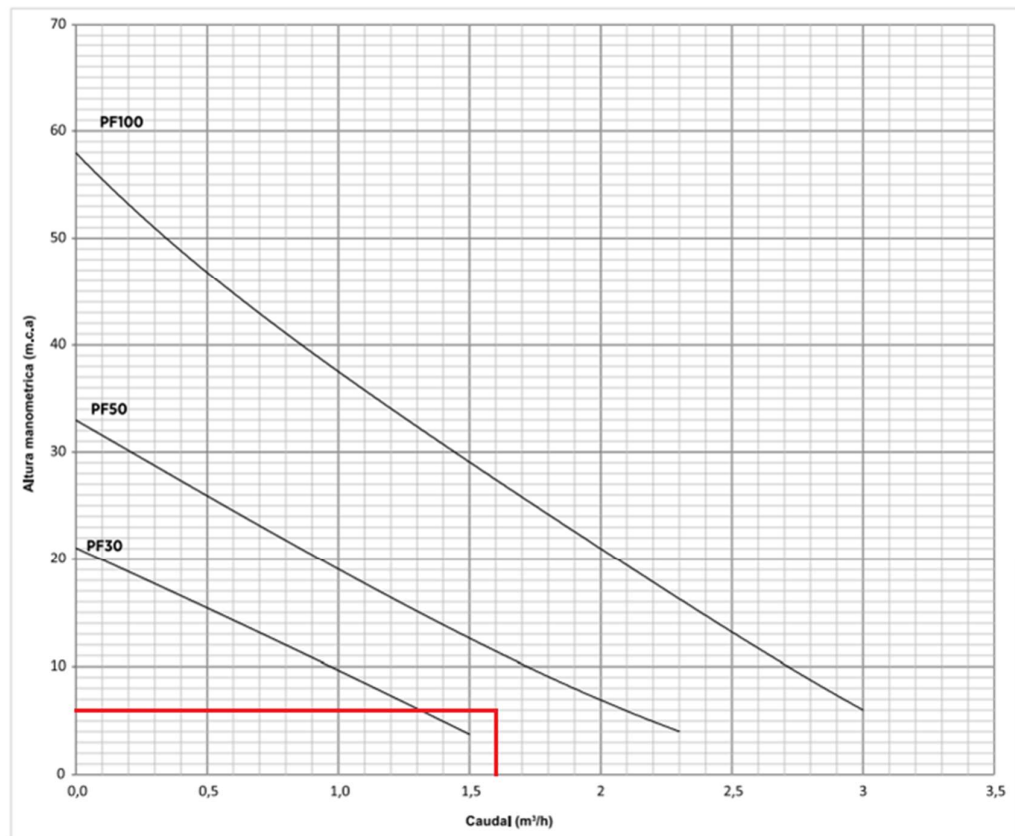


Gráfico 20| Curva de selección de bombas de la marca Motorarg. Fuente: https://www.motorarg.com.ar/producto_cat/perifericas/

Tabla 97| Prestaciones de los modelos de bombas de acuerdo al gráfico. Fuente: https://www.motorarg.com.ar/producto_cat/perifericas/

TABLA DE PRESTACIONES 50 Hz - 2850 rpm

MODELO	HP	ALTURA MANOMÉTRICA (METROS)																					
		5	10	12	14	16	18	20	22	26	28	30	32	34	40	45	50	53	56	60	63		
PF 30 M	0,33	1,40	1,00	0,80	0,60	0,42	0,30																
PF 50 M	0,5	2,20	1,70	1,56	1,40	1,23	1,08	0,92	0,78	0,50	0,36												
PF 100 M	1,0		2,70	2,60	2,45	2,30	2,20	2,06	1,92	1,70	1,58	1,44	1,32	1,20	0,9	0,6							

Se corrobora que, para la altura de 6 m donde se encuentran ubicados los tanques, el modelo de la bomba seleccionado es suficiente.

Para la provisión de agua caliente se colocará un termotanque de agua solar combinado con termotanques eléctricos como complemento para los días nublados, en busca de tener un sistema ambientalmente sustentable. Para la necesidad del proyecto se propone un termotanque de tubos de vacío proveniente de la empresa Solarsol de 300 l el cual es recomendado para 5 a 6 usuarios. Se elige que sean de tubos de vacío porque tienen un mejor rendimiento que los de

colectores de placa plana. El modelo específico es SOLARSOL T-300, que permite ahorrar hasta un 80 % del consumo de electricidad aplicado al calentamiento del agua según sus especificaciones y está compuesto por un tanque de acero inoxidable, una estructura de acero inoxidable, 30 tubos de vacío tricapa de borosilicato e incluye ánodos de magnesio.



Figura 231| Termotanque solar propuesto. Fuente: www.solarsol.com.ar

Se decide colocar dos termotanques eléctricos, uno para cada uno de las zonas de vestuarios-baños que se encuentran en la edificación. Se propondrán los termotanques eléctricos de la empresa Rheem, específicamente el modelo Termotanque Eléctrico de pie TEP125RH de 125 l. Estos termotanques según sus especificaciones tienen alta eficiencia energética conservando más tiempo el agua caliente encendiendo menos veces. Entre sus principales características se denotan las siguientes:

- Doble aislación de poliuretano para mayor ahorro energético.
- Esmalte porcelanizado Bi-Capa. Alta protección a la corrosión y mayor durabilidad.
- Tanque interno de alta resistencia apto para uso de bombas presurizadoras.
- Válvula VIRC de retención de calor que mejora la eficiencia.
- Termostato con sistema de protección de sobre temperatura.
- Pintura metálica de alta resistencia mecánica y anticorrosiva.
- Resistencia de 2.000 Watts. + Potencia + Recuperación

Serán tanques de pie con una altura de 1,23 m y cuentan con conexión de agua en la parte superior.



Figura 232| Termotanque eléctrico propuesto. Fuente: www.rheem.com.ar

El sistema se conectará de manera que cuando los termotanques solares no alcancen una temperatura programada, los eléctricos se encenderán, en un menor tiempo ya que el agua ingresa con una temperatura media, proveniente del primer paso por el solar.

Toda la instalación de agua del predio se conectará a la red de agua de la localidad.

Los elementos componentes de la instalación y sus ubicaciones se detallan en los anexos correspondientes.

5.2.6.2.12.2 *Desagüe cloacal.*

Para los elementos componentes de la instalación cloacal se utilizarán los de la línea Awaduct de polipropileno sanitario pertenecientes a la Industria Saladillo S.A., que se fabrican con un sistema de unión deslizante de O'Ring de doble labio alemán, lo que garantiza mayor hermeticidad y evitan las filtraciones de fluidos en la conexión. Además, ofrece otras ventajas como:

- Están normalizados por la IRAM 13476.
- Los tubos, conexiones y accesorios no se rompen ya que la resistencia a la rotura es 30 veces superior a la del PVC. Esto está verificado en los requerimientos de los ensayos de impacto exigidos por las respectivas normas.
- Resistencia a la corrosión química, galvánica y bacteriana. A diferencia de otros sistemas de desagüe, este permanece inalterable aún en contacto con sustancias altamente corrosivas, soportando la conducción de fluidos y sustancias con un valor de PH entre 1 y 14.
- La alta resistencia a la corrosión y el bajo coeficiente de rugosidad interna, sumadas a las propiedades no adherentes del polipropileno sanitario utilizado en

la fabricación de los tubos y conexiones aseguran una prolongada vida útil libre de mantenimiento.

- El elevado punto de ablandamiento del polipropileno sanitario posibilita la conducción de fluidos a temperaturas de hasta 100°C. A diferencia del PVC este material soporta, sin deformarse, agua hirviendo, aceite de frituras, etc.
- Provee una gran variedad de accesorios, sifones, rejillas y herramientas para la correcta instalación del sistema.



Figura 233| Tuberías Awaduct propuestas. Fuente: www.industriassaladillo.com.ar/fp-productos/desagues/awaduct.php

En cuanto al sistema que se propuso cuenta con una cámara de inspección para el correcto mantenimiento de la cañería antes de la salida a la red de desagües.

Para el predimensionado del desagüe cloacal, se utiliza el manual de Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.).

El diámetro de las cañerías primarias y del colector se adoptan de 110 mm con una pendiente dada para estos caños de 1:60, la mínima permitida por el reglamento. El diámetro de la cañería secundaria se adopta de 63 mm con pendiente de 1:100. Otras cañerías pueden ser de 40mm de diámetro para aguas grises conjugadas con las de 63mm, y la conexión de salida del caño principal es de 110mm para luego ampliarse al siguiente diámetro disponible (160mm) para engancharse a la red, por el camino que deben recorrer los caños entremedios.

A su vez, todas las instalaciones llevarán ventilación para evitar cavitación o tapada de caños por aire atrapado.

La instalación cloacal se conecta con la boca más cercana de la red cloacal de la localidad, mediante un codo que permita la caída de agua y a su vez, con una válvula para evitar reflujos.

Los elementos componentes de la instalación y sus ubicaciones se detallan en los anexos correspondientes.

5.2.6.2.13 Instalaciones de desagües pluviales

Se siguieron los mismos criterios expuestos en el apartado de instalaciones pluviales de la nave industrial para la materialidad y forma de proceder para realizar la instalación pluvial en la construcción del almacenamiento de vehículos.

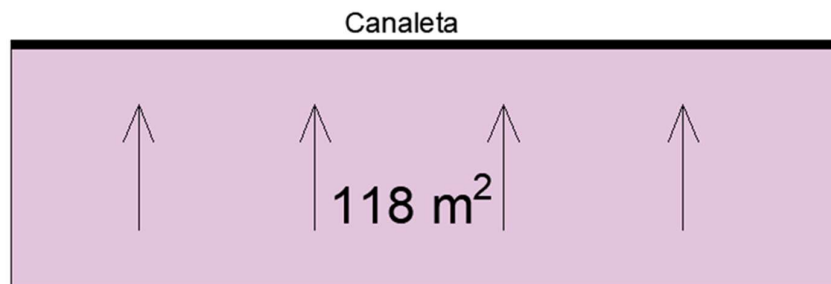


Figura 234| Área de aporte de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.

Este edificio tiene el techo a una sola inclinación con un área aproximada de 118 m², por lo que se plantea una canaleta en la parte más baja de la cubierta y de la siguiente tabla se determina que la sección de canaleta es de 0,1 m x 0,1 m:

Tabla 98| Tamaño de canaleta adoptada. Fuente: Manual O.S.N.

Canaleta	0,10 m. x 0,10 m.	300 m²
„	0,15 m. x 0,15 m.	600 „
„	0,15 m. x 0,25 m.	1.200 „
„	0,15 m. x 0,30 m.	1.800 „

Además, el diámetro de caño de bajada necesario para la canaleta se predimensiona teniendo en cuenta la superficie de cada alero. Se determina que el diámetro para el caño de bajada es de 0,100 m según los valores obtenidos de la tabla que se muestra a continuación, el cual se materializará en 2 caños de bajada de 63 mm para cada canaleta.

Tabla 99| Diámetro del caño de lluvia según el Manual de Obras Sanitarias. Fuente: Manual O.S.N.

(*) **CAÑOS DE LLUVIA:** Superficie máxima de desagüe (medidas en proyección horizontal):

Diámetro del caño de lluvia	0,060 (**)	0,100 m	0,125 m	0,150 m	0,175 m	0,200 m	0,225 m	0,250 m
Techos planos (pendiente hasta 5%)	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
Techos inclinados	65	220	320	550	620	820	1.040	1.290
Caños de lluvia ventilados (caño de ventilación o reja de aspiración)	180	600	900	1.500	1.800	2.340	2.960	3.660

(*) Para alcanzar las superficies máximas de desagüe consignadas deberá cumplirse con lo establecido en el inciso: Embudos.

(**) El empleo de caño lluvia 0,060 m. tiene carácter restrictivo, no pudiendo en una misma planta recibir una superficie que exceda los 30 m² y no debiendo contar el caño lluvia con desviación alguna.

Los demás componentes de la instalación se dimensionan de acuerdo a las características del predio. Los canalones se conectarán a los bajantes de aguas que descargarán sobre el terreno y, a través de las pendientes, desembocará el agua en las en las cunetas de las vías de circulación del predio.

La configuración completa de la instalación se encuentra detallada en los planos en los anexos.

5.2.6.2.14 Instalaciones para detección de incendios y antincendios

Su descripción ya fue realizada en el **apartado 5.2.5.11** “Instalaciones para la detección de incendios y contra incendios”. **En el anexo se encuentran los planos de detalle con las ubicaciones de los elementos que componen esta instalación.**

5.2.6.3 Área de almacenamiento de vehículos y máquinas

5.2.6.3.1 Sistema constructivo y materiales resistentes utilizados

El almacenamiento de vehículos será una construcción semicubierta sin cerramientos laterales en ninguno de los lados ya que solo tiene la función de proveer un techo para proteger y un sitio en donde guardar los vehículos y maquinarias que se utilizarán en el funcionamiento del relleno sanitario y la planta de tratamiento.

Para la estructura se adoptarán pórticos conformados por celosías con fundaciones de zapatas aisladas de H°A° unidos con vigas de fundación, al igual que en la nave industrial. Todos requerimientos y descripciones del sistema constructivo se pueden leer en el **apartado 5.2.6.1.1** “Sistema constructivo y materiales resistentes utilizados” de la nave industrial.

5.2.6.3.2 Elementos de la estructura metálica

Para el predimensionado de la estructura se utilizarán los programas Generador de Pórticos, CYPE 3D y CYPECAD de CYPE, y en general se seguirá el mismo procedimiento que para el cálculo de la nave industrial de la planta de tratamiento.

Las consideraciones que se adoptaron distintas se describen a continuación:

- Se han considerado los pórticos como biempotrados debido a que, luego de un estudio realizado, se obtuvo que al ser una estructura semicubierta sin cerramientos laterales, estos apoyos son los que generarán perfiles con espesores y dimensiones menores, obteniendo una estructura menos pesada y más económica. El dintel se empotrará al pilar, ya asimismo el pilar se empotrará a la cimentación.
- No se colocaron pilares diafragmas en los extremos debido a la necesidad de espacio para la circulación de las maquinarias.
- Se colocaron vigas contraviento conformadas por las cruces de San Andrés solo en la cubierta, por la misma necesidad de espacio para la circulación de las maquinarias.
- No hay vigas de dinteles para huecos, ni correas en los laterales.
- La estructura tendrá una luz de 12 m y un largo total de 10 m, compuesto por dos vanos de 5 m y tres pórticos en total.
- Los aleros estarán ubicados a una altura de 5 m y la altura máxima de cumbrera será de 6 m. Los dinteles, y por ende la cubierta, tendrán una pendiente de 16,67 %.
- Los pilares tendrán una separación constante entre cordones de 0,70 m, mientras que los dinteles tendrán una separación de cordones inicial de 0,70 m en el alero y una separación final de 0,60 m en cumbrera.
- Las correas de cubierta estarán ubicadas cada 0,68 m aproximadamente, coincidiendo con los nudos de la celosía.
- Las vigas de encadenado longitudinales ubicadas en el extremo superior de los pilares en su cordón exterior uniendo los pórticos se utilizarán como vigas rigidizadoras, y sus cordones superiores formarán las vigas de contraviento en la cubierta junto a los tirantes en cruz de San Andrés, los cordones superiores de los dinteles y la viga cajón rigidizadora ubicada en la cumbrera.

Y la estructura quedará conformada por los elementos con los perfiles y dimensiones que se enumeran a continuación (omitiendo las descripciones de obtención por su similitud con los elementos constructivos de la nave industrial).

En el anexo se encuentra el procedimiento realizado en CYPE para su predimensionado.

5.2.6.3.2.a) *Pórticos*

Tabla 100| Tipos de perfiles usados en cada elemento que conforman los pórticos. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Cordón superior e inferior de los pilares	PU 140 x 70 x 3,20
Diagonales y montantes de los pilares	2 x L 32 x 32 x 3,20 (U)
Cordón superior e inferior de los dinteles	PU 140 x 70 x 3,20
Diagonales y montantes de los dinteles	2 x L 32 x 32 x 3,20 (U)
Refuerzos esquinas encuentros pilar-dintel	PU 140 x 70 x 3,20

5.2.6.3.2.b) *Correas de cubierta*

Tabla 101| Tipos de perfiles usados en correas de cubiertas. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Correas cubiertas	PC 100 x 50 x 20 x 2,00

5.2.6.3.2.c) *Arriostramiento: tirantes en Cruz de San Andrés*

Tabla 102| Tipo de perfil usado en el arriostramiento en cruz de San Andrés. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Arriostramiento cruz de San Andrés (hierro redondo)	Ø 7/16

5.2.6.3.2.d) *Vigas rigidizadora longitudinal uniendo los pórticos en el punto de la cumbrera*

Tabla 103| Tipo de perfil usado en la viga rigidizadora longitudinal. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Viga rigidizadora longitudinal	2 x PC 100 x 50 x 20 x 2,00 (I)

5.2.6.3.2.e) Vigas de encadenado

Tabla 104| Tipos de perfiles usados en las vigas de encadenado. Fuente: Elaboración propia en base al proyecto.

Elemento	Perfil
Cordón superior e inferior viga encadenado	PU 100 x 50 x 3,20
Diagonales y montantes viga encadenado	2 x L 25 x 25 x 3,20 (U)

5.2.6.3.3 Fundaciones

Para la zona donde se emplazará el anteproyecto hay suelo arcilloso hasta 2 m de profundidad con una capacidad portante del terreno de $q_{adm} = 0,187 \text{ Mpa}$.

Con estos datos se establece que la subestructura encargada de recibir y transmitir al suelo las cargas de la superestructura será resuelta con zapatas aislados de hormigón H-25 y barras de acero ADN 420 fundados a 1,4 m de profundidad, los cuales se unirán por vigas de fundación que enlazan los fustes de las zapatas. Se dimensionarán las fundaciones con el programa CYPECAD.

La unión entre la fundación y la estructura metálica se realiza a través de placas de anclaje con pernos.

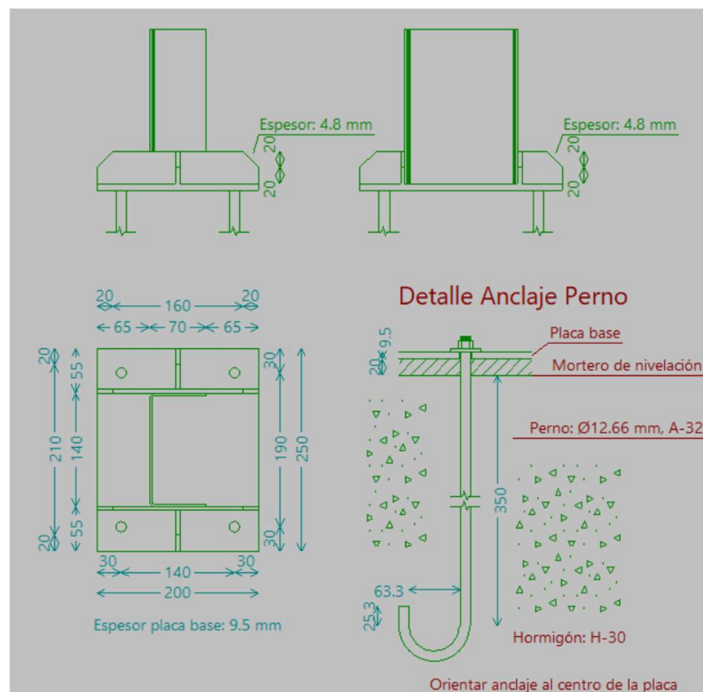


Figura 235| Modelo unión de los pilares a la base a través de la placa de anclaje. Fuente: CYPECAD.

La ubicación en planta de cada una de las zapatas, así como sus dimensiones y demás características se observan en los planos correspondientes que se encuentran en los anexos.

5.2.6.3.4 Cubiertas

Para las cubiertas, debido a que en este caso no es necesario el aislamiento porque es una construcción abierta, no se utilizarán paneles sándwich si no que se optará por hacer una cubierta simple de chapa, utilizando la misma chapa perfilada MT-32 de la empresa Hiansa que se utilizó en la cubierta del Steel Frame.

La misma es una chapa de acero con acabado prelacado, de espesor 0,5 mm y altura de greca de 32 mm, lo que dota a este perfil de una buena resistencia en un canto reducido del perfil. Su ancho útil está en 1.000 mm, y su longitud habitual entre 1,6 m y 14 m.

Las principales características que pueden consultarse en su ficha técnica son:

Tabla 105| Características del revestimiento de cubierta usado. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAS-MT-32-ficha-producto.pdf>

Características Geométricas				
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma	
Canto de perfil (h)	32	mm	±1,5	EN 508-1
Canto de los rigidizadores	0	mm	+3/-1	EN 508-1
Paso de onda	200	mm	±3,0	EN 508-1
Ancho de la cresta y valle	30/79,6	mm	+4/-1	EN 508-1
Ancho útil (w)	1000	mm	(±0,1 · h) y ≤15	EN 508-1
Radio de plegado (r)	3	mm	±2,0	EN 508-1
Longitud (l)	1.600 a 14.000	mm	+20/-5	EN 508-1
Prestaciones del Perfil				
Característica	Valor	Unidades	Tolerancia / Norma	
Desviación de la rectitud	≤ a la toleran.	mm	±2/ml (max.10)	EN 508-1
Desviación de la cuadratura	≤ a la toleran.	mm	≤ 0,005*w	EN 508-1
Desviación del solape lateral	≤ a la toleran.	mm	±2 s/500 mm	EN 508-1
Radio y ángulos de curvado	--	mm	--	EN 508-1
Espesor chapa	0,5 a 1,2	mm	UNE 10143	
Tipo de acero	S220GD a S320GD		UNE 10346	
Cambios de medidas	12 x 10 ⁻⁶ K		UNE 14782	
Permeabilidad al agua	Pasa		UNE 14782	
Emisiones sustanc. peligrosas	Sin emisiones			
Comportamiento al fuego	Broof (t1)		RD 110/2008	
Reacción al fuego	Clase A1			
Recubrimiento prelacado	UNE 10169			

Tabla 106| Valores de peso, carga volumétrica y momento de inercia del revestimiento de cubierta. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSAS-MT-32-ficha-producto.pdf>

	ESPESOR (mm)
	0.50
P (kg/m ²)	4.91
I (cm ⁴ /m)	8.653
W (cm ³ /m)- cara A	3.559
W (cm ³ /m)- cara B	3.321

Además, el producto provee una tabla con los valores máximos de carga de presión y succión que soporta para cubrir luces de 2 vanos de acuerdo a la separación de las correas. Da los valores de sobrecargas de servicio admisibles, uniformemente distribuidas en kg/m². Las tablas se han obtenido en función de los resultados experimentales determinados en laboratorio y de la metodología de cálculo establecida, de acuerdo a lo indicado en la norma a EUROCÓDIGO 3-Parte 1-3. Estos resultados cumplen los Estados Límite Últimos de tensiones normales y tangenciales prescritos en dicha normativa y con una limitación del Estado Límite de Servicio de deformaciones de L/200:

Tabla 107| Presiones de viento y succión del viento para el panel dado. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf>

CARGA PRESIÓN											2 VANOS								CARGA SUCCIÓN				
3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20	1,00	e(mm)	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	
46	54	63	75	90	109	136	173	227	310	449	0,50	421	293	217	167	133	108	90	76	66	57	50	

Se colocarán todos los accesorios necesarios provistos por la misma empresa y se instalarán las canaletas de recogida de agua vistos de chapa galvanizada pintados con pintura epoxi (para mantener la armonía de la fachada) en la parte baja de cada alero.



Figura 236| Vista del revestimiento. Fuente: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-MT-32-ficha-producto.pdf>

5.2.6.3.5 Contrapiso y solera

La solera del almacenamiento está compuesta por diversas capas que se describen a continuación:

- Sobre el terreno natural compactado, se realizará una base de suelo cemento de 15 cm con una densidad mínima del 98 % del T-180 (ensayo Proctor), según la recomendación del Instituto del Cemento Portland Argentino, la cual consiste en mezclar suelo calcáreo con cemento y compactarlo por medios mecánicos.
- Para la siguiente capa se realizará un contrapiso de hormigón H-20 de 15 cm de espesor armado con una malla electrosoldada de la marca SIMA como refuerzo de \varnothing 6 mm de diámetro y un mallado de 15 cm x 15 cm.

- En cuanto al piso se utilizará un hormigón alisado de 5 cm de espesor, ya que es un material que tiene una resistencia adecuada para soportar el almacenamiento y tránsito de maquinaria, cuenta con un sellador de agua al estar en exterior y además requiere un bajo mantenimiento, por lo que sí de ser necesario se puede reparar fácilmente.

Con este tipo de solera, se consigue la resistencia suficiente para poder desempeñar las funciones para las que está diseñado el almacenamiento.

5.2.6.3.6 Iluminación e instalaciones eléctricas

Ver **apartado 5.2.6.1.9** de instalaciones eléctricas de la nave industrial.

La iluminación se realizará mediante lámparas led, con sus diferentes apliques, estratégicamente distribuidas.

El decreto N°351/79 Reglamento de la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo en el Anexo IV Tabla 2 (basada en la norma IRAM-AADL J 20-06) establece la intensidad mínima de iluminación para los distintos espacios que componen los edificios e industrias:

Tabla 108| Nivel de iluminación necesario. Fuente: Decreto N°351/79.

Tipo de edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Iluminación general	100

La instalación eléctrica será metálica de chapa galvanizada a la vista y contará con un tablero seccional propio.

En el anexo se encuentran los planos correspondientes.

5.2.6.3.7 Instalaciones de desagües pluviales

Se siguieron los mismos criterios expuestos en el apartado de instalaciones pluviales de la nave industrial para la materialidad y forma de proceder para realizar la instalación pluvial en la construcción del almacenamiento de vehículos.

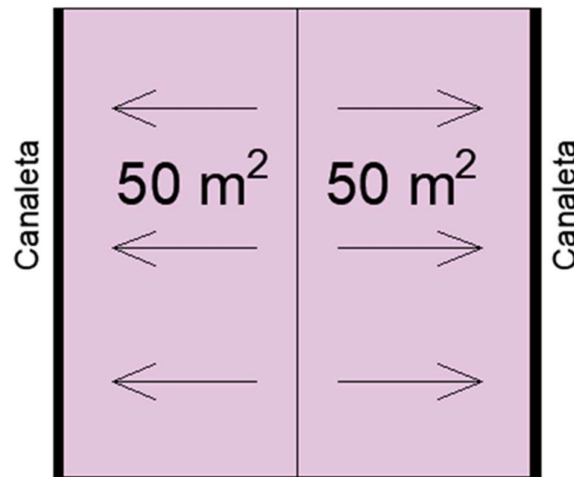


Figura 237| Área de aporte de la cubierta. Fuente: Elaboración propia.

El área de aporte de cada alero es de 50 m² aproximadamente, por lo que de la siguiente tabla se determina que la sección necesaria para ambas canaletas del almacenamiento de vehículos es de 0,1 m x 0,1 m:

Tabla 109| Tamaño de la canaleta necesaria. Fuente: Manual O.S.N.

Canaleta	0,10 m. x 0,10 m.	300 m²
„	0,15 m. x 0,15 m.	600 „
„	0,15 m. x 0,25 m.	1.200 „
„	0,15 m. x 0,30 m.	1.800 „

Además, el diámetro de caño de bajada necesario para cada canaleta se predimensiona teniendo en cuenta la superficie de cada alero. Se determina que el diámetro para cada caño de bajada será de 0,100 m según los valores obtenidos de la tabla que se muestra a continuación, el cual se materializará en 2 caños de bajada de 63 mm para cada canaleta.

Tabla 110| Tamaño del diámetro del caño de lluvia. Fuente: Manual O.S.N.

(*) **CAÑOS DE LLUVIA:** Superficie máxima de desagüe (medidas en proyección horizontal):

Diámetro del caño de lluvia	0,060 (**)	0,100 m	0,125 m	0,150 m	0,175 m	0,200 m	0,225 m	0,250 m
Techos planos (pendiente hasta 5%)	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
Techos inclinados	65	220	320	550	620	820	1.040	1.290
Caños de lluvia ventilados (caño de ventilación o reja de aspiración)	180	600	900	1.500	1.800	2.340	2.960	3.660

(*) Para alcanzar las superficies máximas de desagüe consignadas deberá cumplirse con lo establecido en el inciso: Embudos.

(**) El empleo de caño lluvia 0,060 m. tiene carácter restrictivo, no pudiendo en una misma planta recibir una superficie que exceda los 30 m² y no debiendo contar el caño lluvia con desviación alguna.

Los demás componentes de la instalación se dimensionarán de acuerdo a las características del predio. Los canalones se conectarán a los bajantes de aguas que descargarán sobre el terreno y, a través de las pendientes, desembocará el agua en las en las cunetas de las vías de circulación del predio.

La configuración completa de la instalación se encuentra detallada en los planos en los anexos.

5.2.7 Cómputo y Presupuesto global

El cómputo y presupuesto estimado a cienes (es decir, redondeado a dos ceros), pretende dar idea de la capacidad de inversión, gasto y beneficio del programa bajo las siguientes alternativas:

- Costos y beneficios del plan GIRSU completo teniendo en cuenta que **se vende compost**
- Costos y beneficios del plan GIRSU completo teniendo en cuenta que **no se vende compost**
- Costos operativos por año amortizado en dólares (US\$), y VAN y TIR para los casos anteriormente mencionados

De esta forma se cubren los panoramas de obtención y explotación de biogás en caso que **NO** se genere compost, los valores y precios de venta del sistema completo, las amortizaciones de los equipos y de los elementos del plan por año, las ventas y los gastos globales y en particular de la planta y el vertedero, y en cuánto tiempo puede recuperarse la inversión realizada con las distintas variables, suponiendo ingresos por el total de residuos que han sido recuperados estimativamente.

5.2.7.1 Presupuesto del Relleno Sanitario

Para la elaboración del presupuesto, se debieron recurrir a otros trabajos realizados en UTN, como el Consorcio GIRSU y diseño del complejo ambiental en departamento Las Colonias, que se debió actualizar desde el año 2016 (a un índice CAC de Julio de 2016 de 156,4) a Marzo 2023 (con índice CAC de 2.998,7), a casos reales como el Centro Ambiental del Borbollón (Anexo 21 - Cómputo y Presupuesto), Mendoza, del año 2019, que se debió actualizar el índice CAC de noviembre 2019 de 410,7 a Marzo 2023, la revista CIFRAS de la provincia de Santa Fe, la revista ARQ de Clarín, el presupuesto interactivo del CAPER y del CAPSF y corralones y productores locales como empresas Pecarí y Ropelato S.R.L. También

se incluyen los costos de referencia del Anexo 20 de Presupuesto para Plan GIRSU de la Nación para máquinas y elementos adicionales como equipos y herramientas importantes para el funcionamiento de la empresa.

De esta manera, el presupuesto refleja la situación real para los meses de Abril-Mayo 2023 con un índice CAC a Marzo 2023 de 2.998,7. Las mismas consideraciones son aplicadas a la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos.

En el Anexo A.5. se encuentran los cálculos necesarios para los ítems de referencia para la planta y para el relleno. Así, al mes de Abril, el presupuesto es:

A - Relleno sanitario (Inversión inicial)									
N°	Descripción	Unidad	Cant. Métrica	Costo Unitario	Parcial	Total Rubro / Incidencia ítem	Incidencia de rubro en total		
Rubro	Item								
1	Complejo ambiental - preliminares					\$	58.126.055,02	33,91%	
	1.01	Limpieza del terreno y desmonte a máquina de los primeros 30cm de suelo	m3	18961,68	\$ 1.090,37	\$ 20.675.209,98	35,57%		
	1.02	Movilización de obra (4% del monto total a ejecutar al costo)	gl	1,00	\$ 6.963.029,50	\$ 6.963.029,50	11,98%		
	1.03	Nivelación del terreno y replanteo de obra (sólo de trincheras)	m2	13466,25	\$ 1.099,00	\$ 14.799.411,09	25,46%		
	1.04	Cartel reglamentario de obra - Chapa DD con bastidor de madera/hierno	m2	6,00	\$ 23.380,11	\$ 140.280,67	0,24%		
	1.05	Cerco de obra	m	1040,30	\$ 14.945,81	\$ 15.548.123,78	26,75%		
2	Trinchera de cierre					\$	20.678.935,19	12,07%	
	2.01	Limpieza y acondicionamiento del suelo a utilizar	Ha	0,32	\$ 217.563,83	\$ 70.525,08	0,34%		
	2.02	Excavación de la zanja de disposición final (prof.: aprox. 3,00 m)	m3	2880,15	\$ 1.821,35	\$ 5.245.753,85	25,37%		
	2.03	Compactación del suelo base para el relleno de cierre	m3	688,55	\$ 3.127,62	\$ 2.153.521,61	10,41%		
	2.04	Distribución y compactación de RSU	tn	1360,61	\$ 376,17	\$ 511.819,78	2,48%		
	2.05	Colocación de suelo cobertura final de espesor e = 60cm	m3	1445,85	\$ 3.626,49	\$ 5.243.362,99	25,36%		
	2.06	Alambrado perimetral olímpico de 2.40m de altura y postes H²A°	m	263,68	\$ 15.580,42	\$ 4.108.245,15	19,87%		
	2.07	Colocación e instalación de freatímetros	u	1,00	\$ 3.189.798,53	\$ 3.189.798,53	15,43%		
	2.08	Cámara de inspección premoldeada de H² 60x60	u	1,00	\$ 10.277,76	\$ 10.277,76	0,05%		
	2.09	Sistema de cañerías de PVC de 200 mm	m	2,00	\$ 4.956,75	\$ 9.913,50	0,05%		
	2.10	Reducción de 200mm a 160mm	u	1,00	\$ 2.126,00	\$ 2.126,00	0,01%		
	2.11	Reducción de 160mm a 110mm	u	1,00	\$ 1.226,00	\$ 1.226,00	0,01%		
	2.12	Tes de 110mm (o uniones a 90°)	u	3,00	\$ 869,35	\$ 2.608,05	0,01%		
	2.13	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2.40x6.00	m2	11,27	\$ 1.945,81	\$ 21.925,74	0,11%		
	2.14	Piedra partida para venteo	m3	1,95	\$ 3.856,13	\$ 7.521,31	0,04%		
	2.15	Sombbrero para caño de 110mm	u	2,00	\$ 604,17	\$ 1.208,34	0,01%		
	2.16	Tapa macho para caño de 110mm	u	2,00	\$ 311,67	\$ 623,34	0,00%		
	2.17	Perfiles ángulo 5/8" x 1/8"	m	18,79	\$ 535,30	\$ 10.056,81	0,05%		
	2.18	Forestación de especies detalladas	u	25,00	\$ 3.536,85	\$ 88.421,36	0,43%		
3	Trinchera tipo - contempla agregados para control de lixiviados								
	Cantidad de trincheras a ejecutar					1,00	\$	21.157.228,43	12,34%
	3.01	Limpieza del terreno y desmonte a máquina de los primeros 30cm de suelo	m3	212,63	\$ 1.090,37	\$ 231.839,50	1,10%		
	3.02	Excavación de la zanja de disposición final (prof.: aprox. 3,00 m)	m3	1400,70	\$ 1.821,35	\$ 2.551.161,37	12,06%		
	3.03	Compactación del suelo base para la trinchera	m3	212,63	\$ 3.127,62	\$ 665.009,85	3,14%		
	3.04	Colocación de geomembrana de PVC de 200 micrones y 0,80 mm	m2	708,75	\$ 2.510,23	\$ 1.779.128,27	8,41%		
	3.05	Lecho de arena limpia e = 5cm	m3	2,27	\$ 5.545,73	\$ 12.577,72	0,06%		
	3.06	Piedra granítica puesta en obra tipo 1:2	m3	43,55	\$ 16.737,16	\$ 728.829,67	3,44%		
	3.07	Membrana protectora de geotextil	m2	45,36	\$ 913,26	\$ 41.425,64	0,20%		
	3.08	Dren de agregados pétreos bajo membrana geotextil (0,60 m x 0,60 m)	m	75,60	\$ 13.052,85	\$ 986.795,55	4,66%		
	3.09	Distribución y compactación de RSU	tn	875,14	\$ 376,17	\$ 329.200,67	1,56%		
	3.10	Colocación de capa intermedia de suelo seleccionado (e = 12cm) (3 capas)	m3	989,60	\$ 3.630,00	\$ 3.592.262,52	16,98%		
	3.11	Cobertura diaria de suelo (operacional)	m3	989,60	\$ 1.104,78	\$ 1.093.295,07	5,17%		
	3.12	Colocación de capa de piedra partida para drenaje de gases (e = 20 cm)	m3	151,20	\$ 3.856,13	\$ 583.047,31	2,76%		
	3.13	Colocación de suelo seleccionado compactado (e = 40 cm)	m3	423,36	\$ 8.820,46	\$ 3.734.230,80	17,65%		
	3.14	Colocación de suelo tipo tierra negra (e = 20 cm)	m3	211,68	\$ 6.655,00	\$ 1.408.730,40	6,66%		
	3.15	Forestación alrededor de una trinchera (cada 3 metros aprox.)	u	65,00	\$ 3.536,85	\$ 229.895,54	1,09%		
	3.16	Colocación e instalación de freatímetros	u	1,00	\$ 3.189.798,53	\$ 3.189.798,53	15,08%		

Presupuesto 2| Cálculo y presupuesto de las trincheras de cierre y trincheras tipo. Elaboración propia

4	Colocación de sistema de control y captación de lixiviados		Cantidad de trincheras a ejecutar		1,00	\$	1.369.482,58	0,80%	
	4.01	Cámara de inspección premoldeada de H° 60x60	u.	2,00	\$	10.277,76	\$	20.555,51	1,50%
	4.02	Caño de PEAD Awaduct Drenaflex d = 160mm microrranurado	m	73,44	\$	3.287,00	\$	241.397,28	17,63%
	4.03	Caño de PEAD d = 500mm; e = 9,8mm	m	12,89	\$	25.059,21	\$	323.083,38	23,59%
	4.04	Colocación de piedra partida 1:3 para captación de lixiviados	m3	43,55	\$	14.321,93	\$	623.656,98	45,54%
	4.05	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2,40x6,00	m2	3,81	\$	1.945,81	\$	7.407,45	0,54%
	4.06	Bomba tipo sapo de 1HP para profundidad de H=3,00m Lusqtoff	u.	1,00	\$	43.400,00	\$	43.400,00	3,17%
	4.07	Sumidero para lixiviados	u.	3,00	\$	36.660,66	\$	109.981,98	8,03%
5	Colocación de sistema de venteo de gases		Cantidad de trincheras a ejecutar		1,00	\$	104.093,73	0,06%	
	5.01	Cámara de inspección premoldeada de H° 60x60	u.	2,00	\$	10.277,76	\$	20.555,51	19,75%
	5.02	Sistema de cañerías de PVC de 200 mm	m	4,08	\$	4.956,75	\$	20.223,54	19,43%
	5.03	Reducción de 200mm a 160mm	u.	2,00	\$	2.126,00	\$	4.252,00	4,08%
	5.04	Reducción de 160mm a 110mm	u.	2,00	\$	1.226,00	\$	2.452,00	2,36%
	5.05	Tes de 110mm (o uniones a 90°)	u.	6,00	\$	869,35	\$	5.216,10	5,01%
	5.06	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2,40x6,00	m2	6,06	\$	1.945,81	\$	11.796,61	11,33%
	5.07	Piedra partida para venteo	m3	3,71	\$	3.856,13	\$	14.299,24	13,74%
	5.08	Sombrerete para caño de 110mm	u.	4,00	\$	604,17	\$	2.416,68	2,32%
	5.09	Tapa macho para caño de 110mm	u.	4,00	\$	311,67	\$	1.246,68	1,20%
	5.10	Perfiles ángulo 5/8" x 1/8"	m	40,42	\$	535,30	\$	21.635,37	20,78%
6	Laguna de líquidos lixiviados					\$	1.889.064,44	1,10%	
	6.01	Limpieza y acondicionamiento del suelo a utilizar	Ha	0,02	\$	217.563,83	\$	5.139,95	0,27%
	6.02	Excavación de la laguna a profundidad final (H = -3,00m)	m3	222,60	\$	1.821,35	\$	405.431,94	21,46%
	6.03	Compactación del suelo para base de la laguna	m3	70,88	\$	3.127,62	\$	221.669,95	11,73%
	6.04	Colocación de geomembrana de PVC de 200 micrones y 0,80 mm (doble capa)	m2	472,50	\$	2.510,23	\$	1.186.085,51	62,79%
	6.05	Forestación de especies detalladas	u.	20,00	\$	3.536,85	\$	70.737,09	3,74%
7	Camino perimetral más cunetas de desagüe					\$	50.419.390,75	29,42%	
	7.01	Desmonte: retiro de capa de 20/30cm de terreno (a máquina)	m3	3149,48	\$	1.623,33	\$	5.112.639,88	10,14%
	7.02	Montaje de base de suelo calcáreo + aporte de suelo para caminos de ripio	m3	1349,78	\$	7.167,57	\$	9.674.622,59	19,19%
	7.03	Ripio para caminos perimetrales	m2	6748,89	\$	2.326,24	\$	15.699.516,71	31,14%
	7.04	Compactación a máquina de caminos perimetrales	m2	6748,89	\$	2.110,85	\$	14.245.857,76	28,25%
	7.05	Hormigón H-17 para cunetas perimetrales	m3	225,98	\$	25.165,38	\$	5.686.753,81	11,28%
8	Cancha de compostaje de la fracción orgánica					\$	17.649.891,00	10,30%	
	8.01	Removedora de compost tirada a tractor	u.	1,00	\$	14.065.766,00	\$	14.065.766,00	79,69%
	8.02	Chipeadora de ramas de alto volumen - diám. Máx. de 5", a 2.200 rpm, 45 HP y ruedas	u.	1,00	\$	1.832.293,32	\$	1.832.293,32	10,38%
	8.03	Termómetro Weiss bimetalico para medición de temperaturas en compost	u.	2,00	\$	21.927,62	\$	43.855,24	0,25%
	8.04	Taniz para compost de madera para colocar en serie	u.	5,00	\$	5.900,00	\$	29.500,00	0,17%
	8.05	Film de PVC de 200 micrones y espesor de 0,42mm resistente a la intemperie	m2	735,00	\$	2.139,28	\$	1.572.370,80	8,91%
	8.06	Forestación de especies detalladas	u.	30,00	\$	3.536,85	\$	106.105,64	0,60%
	Presupuesto al costo-costeo de la obra (para el AÑO 1 de funcionamiento)						\$	171.394.141,14	100,00%
Factor de modificación k					1,5307	15% gastos generales, 10% de beneficio, e IVA e impuestos 21%			
Presupuesto final de arranque de obra					\$	262.344.442,14			

Presupuesto 3| Continuación de la tabla anterior. Elaboración propia

El costo de la obra de CIENTO SETENTA Y UN MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL CIENTO CUARENTA Y UNO CON 14 CENTAVOS (AR\$ 171.394.141,14)

Mientras que el presupuesto considerando un coeficiente de resumen que incluya un 10% de beneficio y un 15% de gastos generales más un 21% de impuestos al valor agregado, asciende a **DOSCIENTOS SESENTA Y DOS MILLONES TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS CON 14 CENTAVOS (AR\$ 262.344.442,14)**.

En dólares, el presupuesto a cambio oficial del Banco Nación para el 30/04/2023 es de ARS\$ 221,00 = USD 1,00, por lo que, en dólares, su equivalente es de **UN MILLÓN CIENTO OCHENTA Y SIETE MIL SETENTA Y OCHO CON 92 CENTAVOS (USD 1.187.078,92)**.

5.2.7.2 Presupuesto de la Planta de Tratamiento y las obras civiles complementarias

D - Planta de tratamiento y complementarios							Total Rubro / Incidencia ítem	Incidencia de rubro en total
Rubro	Nº	Descripción	Unidad	Cant. Métrica	Costo Unitario	Parcial		
1		Garita de control de acceso con balanza para camiones (sin contar el costo de adquisición de balanza para 80 tn)					\$ 4.241.035,27	3,15%
1.1		Hormigones y movimientos de suelos						
	1.01	Nivelación del terreno y replanteo de obra	m ²	18,90	\$ 1.099,00	\$ 20.771,10		0,49%
	1.02	Excavación zanjas: vigas de fundación	m ³	2,40	\$ 4.932,03	\$ 11.847,68		0,28%
	1.03	Excavación de pozos: bases	m ³	5,64	\$ 6.527,70	\$ 36.847,54		0,87%
	1.04	Bases de H ² A°	m ³	1,56	\$ 83.715,38	\$ 130.928,76		3,09%
	1.05	Vigas de fundación de H ² A°	m ³	2,40	\$ 103.484,86	\$ 248.590,29		5,86%
	1.06	Columnas de H ² A°	m ³	0,76	\$ 127.997,21	\$ 96.765,89		2,28%
	1.07	Vigas de encadenado de H ² A°	m ³	1,07	\$ 121.293,42	\$ 129.497,71		3,05%
1.2		Equipos a adquirir fijos						
	1.08	Balanza para camiones de hasta 80 tn - 20 m de longitud	u.	1,00	\$ 10.920.921,06	\$ 10.920.921,06		
1.3		Mamosterias, revoques, cubiertas y cielorrasos						
	1.09	Mamosteria de ladrillos comunes de e = 12cm	m ²	80,07	\$ 6.635,54	\$ 531.327,35		12,53%
	1.10	Dinteles/refuerzos; hiladas con mezcla reforzada y armadura	m	58,74	\$ 1.220,75	\$ 71.702,92		1,69%
	1.11	Capa aisladora horizontal en muros	m ²	16,01	\$ 2.288,17	\$ 36.644,10		0,86%
	1.12	Capa aisladora vertical en muros	m ²	8,01	\$ 1.685,94	\$ 13.499,84		0,32%
	1.13	Cubierta de chapa de H ² G°N°25 sin aislación e incluye correas metálicas	m ²	18,90	\$ 15.153,21	\$ 286.395,69		6,75%
	1.14	Revoque exterior común completo; azotado + grueso a la cal + terminación de frente	m ²	80,07	\$ 5.389,06	\$ 431.518,28		10,17%
	1.15	Revoque interior común completo; grueso a la cal + fino estucado en yeso	m ²	80,07	\$ 3.328,07	\$ 266.488,52		6,28%
	1.16	Contrapiso de H ² de arcilla expandida de e = 10cm	m ²	18,90	\$ 4.315,87	\$ 81.569,92		1,92%
	1.17	Cielorraso de madera machihembrada c/urantes	m ²	18,90	\$ 4.323,73	\$ 81.718,45		1,93%
	1.18	Aislación térmica de cielorrasos - lana de vidrio de 50mm	m ²	18,90	\$ 1.683,41	\$ 31.816,45		0,75%
1.4		Pisos, zócalos y revestimientos						
	1.19	Revestimiento cerámico tipo porcelanatos sin pulir p/baños	m ²	19,53	\$ 9.597,30	\$ 187.435,25		4,42%
	1.20	Pisos cerámicos tipo porcelanato p/baños	m ²	2,39	\$ 10.138,34	\$ 24.271,18		0,57%
	1.21	Piso de cerámicos esmaltados p/presto de garita	m ²	16,51	\$ 7.261,71	\$ 119.861,87		2,83%
	1.22	Zócalos de cerámicos tipo porcelanato p/baños h = 10cm	m	20,18	\$ 2.351,41	\$ 47.453,83		1,12%
	1.23	Zócalos de cerámicos esmaltados p/presto de garita h = 10cm	m	6,51	\$ 1.554,22	\$ 10.117,94		0,24%
1.5		Aberturas						
	1.24	Carpintería de aluminio: puertas y ventanas vidriadas	m ²	6,48	\$ 68.648,58	\$ 445.131,11		10,50%
	1.25	Carpintería de madera: puertas placa en marco de aluminio	m ²	1,62	\$ 66.615,54	\$ 107.650,71		2,54%
	1.26	Vidrio transparente de 3mm	m ²	3,25	\$ 5.669,93	\$ 18.439,75		0,43%
1.6		Pinturas						
	1.27	Pintura látex p/exteriores	m ²	80,07	\$ 2.284,80	\$ 182.950,55		4,31%
	1.28	Pintura látex p/interiores	m ²	65,68	\$ 1.912,87	\$ 125.632,82		2,96%
1.7		Instalaciones						
	1.29	Instalaciones eléctricas (estimadas para vivienda tipo 1 de CAPER)	gl	1,00	\$ 280.794,92	\$ 280.794,92		6,62%
	1.30	Instalaciones sanitarias (estimadas para vivienda tipo 1 de CAPER)	gl	1,00	\$ 183.364,85	\$ 183.364,85		4,32%

Presupuesto 4| Cómputo y presupuesto de las obras civiles propuestas. Elaboración propia

2		Galpón para tratamiento de RSU - sin maquinarias y elementos complementarios a obras					\$ 81.460.263,58	60,43%
2.1		Hormigones y movimientos de suelos						
	2.01	Nivelación del terreno y replanteo de obra	m ²	488,25	\$ 1.099,00	\$ 536.586,83		0,66%
	2.02	Excavación zanjas: vigas de fundación	m ³	8,13	\$ 4.932,03	\$ 40.082,63		0,05%
	2.03	Excavación de pozos: bases	m ³	94,08	\$ 6.527,70	\$ 614.125,65		0,75%
	2.04	Bases de H ² A°	m ³	30,24	\$ 83.715,38	\$ 2.531.553,06		3,11%
	2.05	Vigas de fundación de H ² A°	m ³	8,13	\$ 103.484,86	\$ 841.021,45		1,03%
	2.06	Contrapiso de H ² de cascotes e = 10cm	m ²	488,25	\$ 2.621,34	\$ 1.279.869,26		1,57%
	2.07	Losa de H ² A°	m ³	58,59	\$ 126.192,74	\$ 7.395.632,44		9,08%
	2.08	Piso pavimentado de hormigón armado terminado fratasado	m ²	488,25	\$ 8.685,59	\$ 4.240.737,50		5,21%
	2.09	Cemento alisado a la lana metálica	m ²	488,25	\$ 4.184,78	\$ 2.043.220,87		2,51%
2.2		Superestructura metálica						
	2.10	Columnas y vigas armadas en taller (según descripción y cantidades en planos) - perfil U	kg	3661,91	\$ 2.366,57	\$ 8.666.172,98		10,64%
	2.11	Columnas y vigas armadas en taller (según descripción y cantidades en planos) - perfil L	kg	2723,72	\$ 2.751,82	\$ 7.495.178,36		9,20%
	2.12	Perfil rigidizador cajón C doble soldado	kg	933,96	\$ 8.502,50	\$ 7.941.015,31		9,75%
2.3		Aberturas, revestimientos, instalaciones y auxiliares						
	2.13	Aberturas cortafuego para oficina - 2.000mm x 2.050mm y barral antipánico RF 60	u.	3,00	\$ 390.000,00	\$ 1.170.000,00		1,44%
	2.14	Aberturas para paso de camiones 5,00m de alto, con lamas de 95mm de acero ref	m ²	54,00	\$ 124.285,71	\$ 6.711.428,57		8,24%
	2.16	Paneles aislantes integrados con Chapa H ² G°N°25 color	m ²	1099,83	\$ 23.206,84	\$ 25.523.671,66		31,33%
	2.17	Instalaciones eléctricas (estimadas para galpón tipo de 450m2)	gl	1,00	\$ 1.494.800,25	\$ 1.494.800,25		1,84%
	2.18	Instalaciones sanitarias (estimadas para galpón tipo de 450m2)	gl	1,00	\$ 1.483.495,99	\$ 1.483.495,99		1,82%
	2.19	Extractor eólico de ventilación forzada de 24" (60cm) de tamaño	u.	8,00	\$ 46.200,00	\$ 369.600,00		0,45%
	2.20	Instalaciones contra incendios (estimadas para galpón tipo de 450m2)	gl	1,00	\$ 471.942,40	\$ 471.942,40		0,58%
2.4		Elementos complementarios						
	2.21	Cancha de hormigón para demoler vidrio	m ³	3,15	\$ 126.192,74	\$ 397.507,12		0,49%
	2.22	Forestación alrededor de la planta para parqueado	u.	30,00	\$ 3.536,85	\$ 106.105,64		0,13%
3		Oficinas en Steel Frame					\$ 34.889.295,36	25,88%
3.1		Hormigones y movimientos de suelos						
	3.01	Nivelación del terreno y replanteo de obra	m ²	123,90	\$ 1.099,00	\$ 136.166,12		0,39%
	3.02	Excavación zanjas: vigas de fundación	m ³	4,91	\$ 4.932,03	\$ 24.217,37		0,07%
	3.03	Excavación de pozos: bases	m ³	7,53	\$ 6.527,70	\$ 49.130,05		0,14%
	3.04	Bases de H ² A°	m ³	1,48	\$ 83.715,38	\$ 123.764,82		0,35%
	3.05	Vigas de fundación de H ² A°	m ³	4,91	\$ 103.484,86	\$ 508.133,43		1,46%
3.2		Muros exteriores + timpanos						
	3.06	Perfiles C PGC galvanizados de 100x40x1,5x1,2	m	759,92	\$ 2.753,53	\$ 2.092.448,24		6,00%
	3.07	Perfiles U PUG galvanizados de 100x35x1,2	m	130,94	\$ 2.344,15	\$ 306.933,71		0,88%
	3.08	Revestimiento de chapa de acero conformada de e = 0,5mm	m ²	233,42	\$ 10.552,30	\$ 2.463.104,25		7,06%
	3.09	Aislante poliestireno expandido e = 20mm	m ²	233,42	\$ 474,39	\$ 110.731,45		0,32%
	3.10	Papel Tyvek de aislación contra viento y humedad	m ²	233,42	\$ 859,33	\$ 200.582,64		0,57%
	3.11	Placa OSB de 10mm como panel rigidizador	m ²	233,42	\$ 2.764,02	\$ 645.172,99		1,85%
	3.12	Lana de vidrio Isover de 100mm de espesor	m ²	233,42	\$ 2.909,74	\$ 679.186,91		1,95%
	3.13	Barrera de vapor de 0,2mm de film de polietileno de 200 micrones	m ²	233,42	\$ 143,98	\$ 33.606,68		0,10%
	3.14	Placa estándar de yeso Durlock de 12,5mm de espesor RF	m ²	233,42	\$ 2.089,84	\$ 487.807,59		1,40%
3.3		Muros interiores						
	3.15	Perfiles C PGC galvanizados de 100x40x1,5x1,2	m	574,03	\$ 2.753,53	\$ 1.580.611,89		4,53%
	3.16	Perfiles U PUG galvanizados de 100x35x1,2	m	102,05	\$ 2.344,15	\$ 239.220,58		0,69%

Presupuesto 5| Continuación de la tabla anterior. Elaboración propia

3.4	3.17	Barrera de vapor de 0.2mm de film de polietileno de 200 micrones	m2	363.85	\$	143.98	\$	52.385.31	0,15%		
	3.18	Placa estándar de yeso Durlock de 12.5mm de espesor RF	m2	363.85	\$	2.089.84	\$	760.383.16	2,18%		
	Cubiertas y cielorrasos										
	3.19	Perfiles C PGC galvanizados de 70x40x15x0.90 - cielorraso y refierzos	m	511.00	\$	1.724.18	\$	881.061.34	2,53%		
	3.20	Perfiles C PGC galvanizados de 200x40x15x1.24 - cabriadas	m	815.92	\$	6.535.34	\$	5.332.304.16	15,28%		
	3.21	Perfil omega PGO galvanizado de 77x30x12.5x0.52 - sosten de cielorrasos	m	334.15	\$	867.27	\$	289.800.01	0,83%		
	3.22	Lana de vidrio Isover de 100mm de espesor	m2	104.55	\$	2.909.74	\$	304.215.31	0,87%		
	3.23	Papel Tyvek de aislación contra viento y humedad	m2	120.25	\$	859.33	\$	103.337.50	0,30%		
	3.24	Placa OSB de 25mm como panel rigidizador	m2	120.25	\$	3.486.90	\$	419.313.63	1,20%		
	3.25	Barrera de vapor de 0.2mm de film de polietileno de 200 micrones	m2	104.55	\$	143.98	\$	15.052.80	0,04%		
	3.26	Placa estándar de yeso Durlock CIEL	m2	104.55	\$	4.311.46	\$	450.766.33	1,29%		
	3.27	Revestimiento de chapa de acero conformada de e = 0.5mm	m2	120.25	\$	10.552.30	\$	1.268.958.44	3,64%		
	3.5	Entrepiso/solera									
		3.28	Perfiles C PGC galvanizados de 250x40x15x2	m	329.89	\$	7.743.83	\$	2.554.637.96	7,32%	
3.29		Placa OSB de 18mm como panel rigidizador	m2	104.55	\$	6.294.11	\$	658.053.73	1,89%		
3.30		Lana de vidrio Isover de 100mm de espesor	m2	104.55	\$	2.909.74	\$	304.215.31	0,87%		
3.31		Barrera de vapor de 0.2mm de film de polietileno de 200 micrones	m2	104.55	\$	143.98	\$	15.052.80	0,04%		
3.32		Placa OSB 15mm con pintura aplicada	m2	104.55	\$	5.839.90	\$	610.566.45	1,75%		
3.33		Barniz sintético para OSB	m2	104.55	\$	12.554.88	\$	1.312.622.77	3,76%		
3.34		Piso vinílico encastrable de 4cm de espesor (30.5cm x 61cm)	m2	104.55	\$	13.902.00	\$	1.453.464.78	4,17%		
3.35		Zócalo de PVC para piso vinílico H = 10cm	m	111.51	\$	3.794.00	\$	423.060.59	1,21%		
3.6		Pinturas y revestimientos									
	3.36	Látex p/interiores apto placa de yeso	m2	214.88	\$	1.912.87	\$	411.035.82	1,18%		
3.37	Baldosas vinílicas de 2cm de espesor encastrables (30.5cm x 61cm)	m2	119.64	\$	4.649.00	\$	556.228.68	1,59%			
3.7	Aberturas										
	3.38	Carpinterías de PVC; puertas y ventanas	m2	24.58	\$	80.500.00	\$	1.978.351.90	5,67%		
3.39	Vidrio laminado transparente 3+3mm	m2	12.79	\$	13.871.78	\$	177.456.08	0,51%			
3.8	Instalaciones										
	3.40	Instalaciones eléctricas s/incidencia en obras de steel frame (4% del valor de constr.)	gl	1.00	\$	1.444.785.72	\$	1.444.785.72	4,14%		
3.41	Instalaciones sanitarias s/incidencia en obras de steel frame (8% del valor de constr.)	gl	1.00	\$	2.889.571.44	\$	2.889.571.44	8,28%			
3.9	Tornillería, accesorios y extras										
	3.42	Insumos para ensamble, construcción y montaje de estructuras s/incidencia (1.5% monto)	gl	1.00	\$	541.794.65	\$	541.794.65	1,55%		

Presupuesto 6| Continuación de la tabla anterior. Elaboración propia

4	Tinglado de almacenamiento de vehículos y elementos móviles							\$	14.204.672,29	10,54%
4.1	Hormigones y movimientos de suelos									
	4.01	Nivelación del terreno y replanteo de obra	m2	126,00	\$	1.099,00	\$	138.474,02	0,97%	
	4.02	Excavación zanjas: vigas de fundación	m3	4,16	\$	4.932,03	\$	20.507,39	0,14%	
	4.03	Excavación de pozos: bases	m3	35,28	\$	6.527,70	\$	230.297,12	1,62%	
	4.04	Bases de H ² A ²	m3	11,21	\$	83.715,38	\$	938.784,26	6,61%	
	4.05	Vigas de fundación de H ² A ²	m3	4,16	\$	103.484,86	\$	430.290,05	3,03%	
	4.06	Contrapiso de H ² de cascotes e = 10cm	m2	126,00	\$	2.621,34	\$	330.288,84	2,33%	
	4.07	Losa de H ² A ²	m3	15,12	\$	126.192,74	\$	1.908.034,18	13,43%	
	4.08	Piso pavimentado de hormigón armado terminado fratasado	m2	126,00	\$	8.685,59	\$	1.094.383,87	7,70%	
	4.09	Cemento alisado a la llana metálica	m2	126,00	\$	4.184,78	\$	527.282,80	3,71%	
4.2	Superestructura metálica									
	4.10	Columnas y vigas armadas en taller (según descripción y cantidades en planos) - perfil U	kg	750,52	\$	2.366,57	\$	1.776.155,75	12,50%	
	4.11	Columnas y vigas armadas en taller (según descripción y cantidades en planos) - perfil L	kg	546,04	\$	2.751,82	\$	1.502.591,96	10,58%	
	4.12	Perfil rigidizador cajón C doble soldado	kg	276,85	\$	8.502,50	\$	2.353.946,88	16,57%	
4.3	Cubiertas									
	4.13	Cruces de San Andrés barras de d = 12mm	m	67,20	\$	440,08	\$	29.573,32	0,21%	
5	Equipos, maquinaria y elementos extras a adquirir p/galpón							\$	121.200.939,34	
	5.01	Máquina trituradora a incorporar	u.	1,00	\$	22.884.947,80	\$	22.884.947,80		
	5.02	Mimcargadora BobCat 55HP	u.	1,00	\$	27.810.640,00	\$	27.810.640,00		
	5.03	Implementos mimcargadora BobCat hoyadora con mecha de 300mm	u.	1,00	\$	4.346.849,00	\$	4.346.849,00		
	5.04	Implementos mimcargadora BobCat pluma extensible	u.	1,00	\$	1.460.345,90	\$	1.460.345,90		
	5.05	Implementos mimcargadora BobCat brazo retroexcavador con balde de 250mm	u.	1,00	\$	9.792.620,50	\$	9.792.620,50		
	5.06	Implementos mimcargadora BobCat portapallets de 1.100mm	u.	1,00	\$	1.416.389,00	\$	1.416.389,00		
	5.07	Implementos mimcargadora BobCat topadora de 2.100mm de ancho	u.	1,00	\$	3.707.031,90	\$	3.707.031,90		
	5.08	Cargador manual hidráulico para pallets	u.	3,00	\$	212.858,36	\$	638.575,08		
	5.09	Prensa de chatarra y enfardadora horizontal	u.	1,00	\$	36.922.368,34	\$	36.922.368,34		
	5.10	Briquetadora de papel	u.	1,00	\$	12.221.171,82	\$	12.221.171,82		
Presupuesto de las obras civiles							\$	134.795.266,49	100,00%	
Presupuesto total de adquisición de equipos + obras civiles							\$	266.917.126,90	-	
Factor de modificación k							1,5307	15% gastos generales, 10% de beneficios, e IVA e impuestos 21%		
Presupuesto de las obras civiles final							\$	206.324.374,66		

Presupuesto 7| Continuación de la tabla anterior. Elaboración propia

El costo de la obra de CIENTO TREINTA Y CUATRO MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS CON 49 CENTAVOS (AR\$ 134.795.266,49)

Mientras que el presupuesto considerando un coeficiente de resumen que incluya un 10% de beneficio y un 15% de gastos generales más un 21% de impuestos al valor agregado, asciende a DOSCIENTOS SEIS MILLONES TRESCIENTOS VEINTICUATRO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 66 CENTAVOS (AR\$ 206.324.374,66).

En dólares, el presupuesto a cambio oficial del Banco Nación para el 30/04/2023 es de ARS\$ 221,00 = USD 1,00, por lo que en dólares, su equivalente es de **NOVECIENTOS TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON 46 CENTAVOS (USD 933.594,46)**.

La suma de ambos presupuestos constituye la inversión inicial, de **CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES MILLONES TREINTA MIL OCHOCIENTOS SESENTA CON 78 CENTAVOS (ARS 473.030.860,78)**, o en dólares de **DOS MILLONES CIENTO CUARENTA MIL CUATROCIENTOS ONCE CON 14 CENTAVOS (USD 2.140.411,14)**.

Así, se tiene entonces cuánto dinero se necesita y a partir de allí, en cuánto tiempo se recupera esta inversión inicial.

5.2.7.3 Cómputo y Presupuesto discriminado para otros años de ejecución

Cabe destacar que estos costos son sin considerar inflación (0% anual), por lo que sólo se destaca su equivalente en dólares para las proyecciones.

El presupuesto para cada módulo de trincheras es el siguiente:

B - Costo por ampliación de trinchera (desglosado en ARS suponiendo inflación = 0%)								
Nº	Descripción	Unidad	Cant. Métrica	Costo Unitario	Parcial	Total Rubro / Incidencia de ítem	Incidencia de rubro en total	
Rubro	Item							
3	Trinchera tipo - contempla agregados para control de lixiviados		Cantidad de trincheras a ejecutar		1,00	\$ 17.967.429,90	92,29%	
	3.01	Limpieza del terreno y desmonte a máquina de los primeros 30cm de suelo	m3	212,63	\$ 1.090,37	\$ 231.839,50	1,29%	
	3.02	Excavación de la zanja de disposición final (prof.: aprox. 3,00 m)	m3	1400,70	\$ 1.821,35	\$ 2.551.161,37	14,20%	
	3.03	Compacción del suelo base para la trinchera	m3	212,63	\$ 3.127,62	\$ 665.009,85	3,70%	
	3.04	Colocación de geomembrana de PVC de 200 micrones y 0,80 mm	m2	708,75	\$ 2.510,23	\$ 1.779.128,27	9,90%	
	3.05	Lecho de arena limpia e = 5cm	m3	2,27	\$ 5.545,73	\$ 12.577,72	0,07%	
	3.06	Piedra granítica puesta en obra tipo 1:2	m3	43,55	\$ 16.737,16	\$ 728.829,67	4,06%	
	3.07	Membrana protectora de geotextil	m2	45,36	\$ 913,26	\$ 41.425,64	0,23%	
	3.08	Dren de agregados pétreos bajo membrana geotextil (0,60 m x 0,60 m)	m	75,60	\$ 13.052,85	\$ 986.795,55	5,49%	
	3.09	Distribución y compactación de RSU	tn	875,14	\$ 376,17	\$ 329.200,67	1,83%	
	3.10	Colocación de capa intermedia de suelo seleccionado (e = 12cm) (3 capas)	m3	989,60	\$ 3.630,00	\$ 3.592.262,52	19,99%	
	3.11	Cobertura diaria de suelo (operacional)	m3	989,60	\$ 1.104,78	\$ 1.093.295,07	6,08%	
	3.12	Colocación de capa de piedra partida para drenaje de gases (e = 20 cm)	m3	151,20	\$ 3.856,13	\$ 583.047,31	3,25%	
	3.13	Colocación de suelo seleccionado compactado (e = 40 cm)	m3	423,36	\$ 8.820,46	\$ 3.734.230,80	20,78%	
	3.14	Colocación de suelo tipo tierra negra (e = 20 cm)	m3	211,68	\$ 6.655,00	\$ 1.408.730,40	7,84%	
	3.15	Forestación alrededor de una trinchera (cada 3 metros aprox.)	u.	65,00	\$ 3.536,85	\$ 229.895,54	1,28%	
4	Colocación de sistema de control y captación de lixiviados		Cantidad de trincheras a ejecutar		1,00	\$ 1.369.482,58	7,03%	
	4.01	Cámara de inspección premoldeada de Hº 60x60	u.	2,00	\$ 10.277,76	\$ 20.555,51	1,50%	
	4.02	Caño de PEAD Awaduct Drenaflex d = 160mm microrranurado	m	73,44	\$ 3.287,00	\$ 241.397,28	17,63%	
	4.03	Caño de PEAD d = 500mm: e = 9,8mm	m	12,89	\$ 25.059,21	\$ 323.083,38	23,59%	
	4.04	Colocación de piedra partida 1:3 para captación de lixiviados	m3	43,55	\$ 14.321,93	\$ 623.656,98	45,54%	
	4.05	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2,40x6,00	m2	3,81	\$ 1.945,81	\$ 7.407,45	0,54%	
	4.06	Bomba tipo sapo de IHP para profundidad de H=3,00m Lusgotff	u.	1,00	\$ 43.400,00	\$ 43.400,00	3,17%	
	4.07	Sumidero para lixiviados	u.	3,00	\$ 36.660,66	\$ 109.981,98	8,03%	
5	Colocación de sistema de venteo de gases		Cantidad de trincheras a ejecutar		1,00	\$ 131.852,06	0,68%	
	5.01	Cámara de inspección premoldeada de Hº 60x60	u.	2,00	\$ 10.277,76	\$ 20.555,51	15,59%	
	5.02	Sistema de cañerías de PVC de 200 mm	m	4,08	\$ 4.956,75	\$ 20.223,54	15,34%	
	5.03	Reducción de 200mm a 160mm	u.	2,00	\$ 2.126,00	\$ 4.252,00	3,22%	
	5.04	Reducción de 160mm a 110mm	u.	2,00	\$ 1.226,00	\$ 2.452,00	1,86%	
	5.05	Tes de 110mm (o uniones a 90º)	u.	6,00	\$ 869,35	\$ 5.216,10	3,96%	
	5.06	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2,40x6,00	m2	6,06	\$ 1.945,81	\$ 11.796,61	8,95%	
	5.07	Piedra partida para venteo	m3	3,71	\$ 3.856,13	\$ 14.299,24	10,84%	
	5.08	Sombbrero para caño de 110mm	u.	4,00	\$ 604,17	\$ 2.416,68	1,83%	
	5.09	Tapa macho para caño de 110mm	u.	4,00	\$ 311,67	\$ 1.246,68	0,95%	
	5.10	Perfiles ángulo 5/8" x 1/8"	m	40,4172	\$ 535,30	\$ 21.635,37	16,41%	
Presupuesto al costo de la obra (para AÑOS 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18 de funcionamiento)						\$	19.468.764,54	100,00%
			Factor de modificación k	1,5307	15% gastos generales, 10% de beneficio, e IVA e impuesto 21%			
Presupuesto de las trincheras tipo						\$	29.799.864,44	

Presupuesto 8| Cómputo y presupuesto de las trincheras sucesivas. Elaboración propia

El costo de la obra de DIECINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO CON 54 CENTAVOS (AR\$ 19.468.764,54)

Mientras que el presupuesto considerando un coeficiente de resumen que incluya un 10% de beneficio y un 15% de gastos generales más un 21% de impuestos al valor agregado, asciende a VEINTINUEVE MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO CON 43 CENTAVOS (AR\$ 29.799.864,44).

En dólares, el presupuesto a cambio oficial del Banco Nación para el 30/04/2023 es de ARS\$ 221,00 = USD 1,00, por lo que en dólares, su equivalente es de CIENTO TREINTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y UNO CON 02 CENTAVOS (USD 134.841,02). Este presupuesto en dólares se computaría para las trincheras 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17 y 18.

Por otro lado, se tiene el presupuesto para el módulo de trinchera que incluya un camino intermedio de circulación para poder entrar en los demás módulos, de:

C - Costo de trinchera + camino adicionado para circulación intermedia									
Nº Rubro	Item	Descripción	Unidad	Cant. Métrica	Costo Unitario	Parcial	Total Rubro / Incidencia de item	Incidencia de rubro en total	
3		Trinchera tipo - contempla agregados para control de lixiviados				1,00	17.967.429,90	85,93%	
		Cantidad de trincheras a ejecutar							
	3.01	Limpieza del terreno y desmonte a máquina de los primeros 30cm de suelo	m³	212,63	\$ 1.090,37	\$ 231.839,50	1,29%		
	3.02	Excavación de la zanja de disposición final (prof. aprox. 3,00 m)	m³	1400,70	\$ 1.821,35	\$ 2.551.161,37	14,20%		
	3.03	Compactación del suelo base para la trinchera	m³	212,63	\$ 3.127,62	\$ 665.009,85	3,70%		
	3.04	Colocación de geomembrana de PVC de 200 micrones y 0,80 mm	m²	708,75	\$ 2.510,23	\$ 1.779.128,27	9,90%		
	3.05	Lecho de arena limpia e = 5cm	m³	2,27	\$ 5.545,73	\$ 12.577,72	0,07%		
	3.06	Piedra granítica puesta en obra tipo 1:2	m³	43,55	\$ 16.737,16	\$ 728.829,67	4,06%		
	3.07	Membrana protectora de geotextil	m²	43,36	\$ 913,26	\$ 41.425,64	0,23%		
	3.08	Dren de agregados pétreos bajo membrana geotextil (0,60 m x 0,60 m)	m	75,60	\$ 13.052,85	\$ 986.795,55	5,49%		
	3.09	Distribución y compactación de RSU	tn	875,14	\$ 376,17	\$ 329.200,67	1,83%		
	3.10	Colocación de capa intermedia de suelo seleccionado (e = 12cm) (3 capas)	m³	989,60	\$ 3.630,00	\$ 3.592.262,52	19,99%		
	3.11	Cobertura diaria de suelo (operacional)	m³	989,60	\$ 1.104,78	\$ 1.093.295,07	6,08%		
	3.12	Colocación de capa de piedra partida para drenaje de gases (e = 20 cm)	m³	151,20	\$ 3.856,13	\$ 583.047,31	3,25%		
	3.13	Colocación de suelo seleccionado compactado (e = 40 cm)	m³	423,36	\$ 8.820,46	\$ 3.734.230,80	20,78%		
	3.14	Colocación de suelo tipo tierra negra (e = 20 cm)	m³	211,68	\$ 6.655,00	\$ 1.408.730,40	7,84%		
	3.15	Forestación alrededor de una trinchera (cada 3 metros aprox.)	u.	65,00	\$ 3.536,85	\$ 229.895,54	1,28%		
4		Colocación de sistema de control y captación de lixiviados				1,00	1.369.482,58	6,55%	
		Cantidad de trincheras a ejecutar							
	4.01	Cámara de inspección premoldeada de H° 60x60	u.	2,00	\$ 10.277,76	\$ 20.555,51	1,50%		
	4.02	Caño de PEAD Awaduct Drenaflex d = 160mm microrramado	m	73,44	\$ 3.287,00	\$ 241.397,28	17,63%		
	4.03	Caño de PEAD d = 500mm; e = 9,8mm	m	12,89	\$ 25.059,21	\$ 323.083,38	23,59%		
	4.04	Colocación de piedra partida 1:3 para captación de lixiviados	m³	43,55	\$ 14.321,93	\$ 623.656,98	45,54%		
	4.05	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2,40x6,00	m²	3,81	\$ 1.945,81	\$ 7.407,45	0,54%		
	4.06	Bomba tipo sapo de IHP para profundidad de H=3,00m Lusgtoff	u.	1,00	\$ 43.400,00	\$ 43.400,00	3,17%		
	4.07	Sundero para lixiviados	u.	3,00	\$ 36.660,66	\$ 109.981,98	8,03%		
5		Colocación de sistema de venteo de gases				1,00	131.852,06	0,63%	
		Cantidad de trincheras a ejecutar							
	5.01	Cámara de inspección premoldeada de H° 60x60	u.	2,00	\$ 10.277,76	\$ 20.555,51	15,59%		
	5.02	Sistema de cañerías de PVC de 200 mm	m	4,08	\$ 4.956,75	\$ 20.223,54	15,34%		
	5.03	Reducción de 200mm a 160mm	u.	2,00	\$ 2.126,00	\$ 4.252,00	3,22%		
	5.04	Reducción de 160mm a 110mm	u.	2,00	\$ 1.226,00	\$ 2.452,00	1,86%		
	5.05	Tes de 110mm (o uniones a 90°)	u.	6,00	\$ 869,35	\$ 5.216,10	3,96%		
	5.06	Malla SIMA de 10cm x 10cm de 2,40x6,00	m²	6,06	\$ 1.945,81	\$ 11.796,61	8,95%		
	5.07	Piedra partida para venteo	m³	3.708,18	\$ 3.856,13	\$ 14.299,24	10,84%		
	5.08	Sombretete para caño de 110mm	u.	4	\$ 604,17	\$ 2.416,68	1,83%		
	5.09	Tapa macho para caño de 110mm	u.	4	\$ 311,67	\$ 1.246,68	0,93%		
	5.10	Perfiles ángulo 5/8" x 1/8"	m	40,4172	\$ 535,30	\$ 21.635,37	16,41%		
7		Camino perimetral más cunetas de desagüe					1.440.215,15	6,89%	
		Cantidad de trincheras a ejecutar							
	7.01	Desmonte: retiro de capa de 20/30cm de terreno (a máquina)	m³	89,964	\$ 1.623,33	\$ 146.041,06	10,14%		
	7.02	Montaje de base de suelo calcáreo + aporte de suelo para caminos de ripio	m³	38,556	\$ 7.167,57	\$ 276.352,76	19,19%		
	7.03	Ripio para caminos perimetrales	m²	192,78	\$ 2.326,24	\$ 448.452,10	31,14%		
	7.04	Compactación a máquina de caminos perimetrales	m²	192,78	\$ 2.110,85	\$ 406.928,76	28,25%		
	7.05	Hormigón H-17 para cunetas perimetrales	m³	6,454917	\$ 25.165,38	\$ 162.440,46	11,28%		
Presupuesto al costo de la obra (para AÑOS 3, 7, 11, 15, 19 de funcionamiento)							\$ 20.908.979,69	100,00%	
Factor de modificación k				1,5307	15% gastos generales, 10% de beneficio, e IVA e impuestos 21%				
Presupuesto de las trincheras tipo							\$ 32.004.329,76		

propia Presupuesto 9| Cómputo y presupuesto de las trincheras que si llevan un camino indexado. Elaboración

El costo de la obra de VEINTE MILLONES NOVECIENTOS OCHO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y NUEVE CON 69 CENTAVOS (AR\$ 20.908.979,69)

Mientras que el presupuesto considerando un coeficiente de resumen que incluya un 10% de beneficio y un 15% de gastos generales más un 21% de impuestos al valor agregado, asciende a **TREINTA Y DOS MILLONES CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTINUEVE CON 76 CENTAVOS (AR\$ 32.004.329,76)**.

En dólares, el presupuesto a cambio oficial del Banco Nación para el 30/04/2023 es de ARS\$ 221,00 = USD 1,00, por lo que, en dólares, su equivalente es de **CIENTO CUARENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS QUINCE CON 97 CENTAVOS (USD 144.815,97)**. Este presupuesto en dólares se computaría para las trincheras 3, 7, 11, 15 y 19.

Así, el presupuesto de todas las trincheras ejecutadas para la obra del relleno sanitario total, junto a las obras civiles, es de (en dólares) **CUATRO MILLONES QUINIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y SEIS CON 44 CENTAVOS (USD 4.597.686,44)**

Con este valor se calcula el precio del predio por m², que, por las seis hectáreas aproximadamente que posee, el Precio Unitario es:

$$P_U = \text{USD } 4.597.686,44 \div 60.152,83 \text{ m}^2 = \text{USD } 76,43/\text{m}^2 \text{ o bien ARS } 16.891,79/\text{m}^2.$$

5.2.7.4 Financiamiento del proyecto según leyes y reglamentaciones

5.2.7.4.2 Métodos de financiación del proyecto supuestos

5.2.4.7.2.a) *Financiamiento a partir del estado*

Se establece también que, de ser factible, la obra sea financiada por el Estado, ya que el BID no podría poner en asunto la creación de un relleno sanitario financiado por ese ente ya que, a pesar de cumplir con todos los puntos del marco, es decir:

1. Acreditar fehacientemente la titularidad de, al menos, un predio donde se realizarán las inversiones físicas a ser financiadas;
2. Cumplir con los aspectos ambientales y sociales descritos en el programa;
3. Asumir el compromiso formal de operar y mantener adecuadamente la infraestructura y/o los bienes que se financien;
4. demostrar la sustentabilidad de los proyectos desde la perspectiva económica, técnica, social, institucional y ambiental, y;

5. Cumplir con los demás requisitos establecidos en el manual operativo del programa.

El municipio no cuenta con un ente operador el cuál acreditar la llegada de RSU, y la población en todo el éjido urbano no llega al mínimo necesario de 20.000 habitantes, por lo que no sería factible su financiamiento a través del BID (según Anexo único, capítulo II, artículo 2.02). Sin embargo, existe un plan de financiamiento de parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social, conocido como Programa de Gestión Ambiental en Argentina, donde, en la línea 3 de atención a poblaciones en la transformación de basurales a cielo abierto (BCA), busca ***“contribuir a la gestión adecuada de residuos sólidos urbanos, en especial facilitando condiciones para replicar cierre de basurales a cielo abierto, como la materialización más grave de las deficiencias de la gestión. Para ello, en este Componente se incluye como estrategia, generar proyectos de impacto que actúen como modelo en la transformación de basurales a cielo abierto.”***

El objetivo general del Proyecto consiste en mejorar las capacidades de Argentina para la gestión conjunta de prioridades ambientales seleccionadas.

Esto va de la mano con la Ley Nacional de Política Ambiental Argentina, la Ley N°25.675, sancionada el 6 de noviembre de 2002. En ella se establecen los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable, y el accionar del COFEMA y del Observatorio Nacional para la GIRSU, donde, en su acta del 2009 (“Acciones de la Coordinación General para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos”), se establece lo siguiente:

1. La Coordinación General para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos es el área de trabajo perteneciente a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), de la Jefatura de Gabinete de ministros, responsable de promover y apoyar el desarrollo de sistemas sostenibles de gestión de residuos sólidos urbanos en todo el territorio nacional.

Esta Coordinación asume el compromiso de llevar adelante la Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU), articulando recursos nacionales, provinciales y municipales con el objetivo de encontrar soluciones adecuadas para el manejo de los residuos y así configurar una consistente política de Estado.

2. Los objetivos de la Coordinación son:

-
- a. Actualizar e implementar la ENGIRSU, a través de la asistencia técnico-financiera a las provincias y municipios.
 - b. Articular con otras áreas del gobierno nacional, provincial y municipal criterios y metodologías para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).
 - c. Impulsar el desarrollo de proyectos para la eliminación de basurales a cielo abierto.
 - d. Promover la creación de áreas específicas para la implementación de los Planes GIRSU a nivel local o regional.
 - e. Desarrollar el Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, a los fines de promover la formación, información y comunicación ambiental en la materia.
3. Dentro de la Coordinación, se encuentran los Programas Municipales para la Gestión Integral de RSU, donde:
- a. El objeto de este componente es brindar asistencia técnico financiera a municipios de todo el país a los fines de lograr una gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos, a través del desarrollo de proyectos en lo referente a:
 - i. La elaboración y desarrollo de Planes Integrales de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.
 - ii. La ejecución de proyectos para la eliminación de basurales a cielo abierto.
 - iii. La construcción de rellenos sanitarios o la ampliación de rellenos existentes.
 - iv. El montaje de plantas de separación y reciclaje de residuos sólidos urbanos, y la adquisición de equipamiento para la misma.
 - v. La adquisición de vehículos destinados a la recolección de residuos y maquinaria asociada a la adecuada gestión de los mismos.
 - vi. El desarrollo y ejecución de programas de gestión y capacitación en materia de residuos.

- 4. Los proyectos asistidos son financiados mediante fondos de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Los mismos son**

transferidos al municipio en carácter de aporte no reintegrable con cargo de rendición de cuentas.

5. Dentro de los criterios de elegibilidad, se presentan el proyecto propuesto, la documentación anexa a la ley y la evaluación técnico financiera para garantizar que sea autosustentable y que el proyecto cumpla con los requisitos propuestos.
6. El Proyecto observará los lineamientos planteados en la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y vez finalizada esta última etapa la solicitud debe cumplimentar con una serie de análisis legales y financieros, a fin de poder culminar en la firma de un **Acuerdo Marco entre la Secretaría y el Municipio, un Protocolo Complementario al mismo y la prosecución del trámite de fondos del secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable.**
7. Beneficiarios del proyecto en Entre Ríos, con esas condiciones, son: Basavilbaso / Bovril / Colón / Colonia Avellaneda / Concepción del Uruguay / Concordia / Conscripto Bernardi / Crespo / Diamante / Federación / Federal / La Paz / Larroque / Lucas Gonzalez / Nogoyá / Paraná / Rosario del Tala / San José de Feliciano / Seguí / Urdinarrain / Viale / Villa Paranacito / Villa Tabossi, por lo que Herrera puede entrar en este programa nacional.

5.2.4.7.2.b) *Financiamiento e incentivos de la Provincia de Entre Ríos*

El financiamiento así descrito es amplio, y garantiza a la municipalidad la concreción de un proyecto de esta envergadura, con incentivos no sólo desde la Nación para combatir los BCA y la creación de proyectos de rellenos sustentables, sino también de parte de la provincia.

Para ello, la provincia se vale de la Ley N°10.311, donde se establece que la misma ha creado un Fondo para la GIRSU, que se compone de aportes de la Nación al poder Ejecutivo Provincial, de aportes de organizaciones y privados, y aportes Internacionales en la materia, más otros fondos destinados a programas de esta índole, invitando a las comunas y municipios a sumarse a la elaboración de programas de este estilo y a la coordinación entre los actores intervinientes.

5.2.4.7.2.c) *Ingresos al municipio*

En base a relevamientos realizados en el país sobre el costo de venta de materiales reciclados y las tasas que se pueden encontrar en otros municipios (independientemente de su

tamaño, para poblaciones menores a 15.000 habitantes), se pueden tomar como ingresos los siguientes puntos:

1. Adoptar una tasa de impuestos no generalizada, sino categorizada por tipo de vivienda o edificio, tipo de comercio, y cantidad generada de residuos
2. Percibir ingresos anualmente o cuando se disponga mediante proyectos y otros programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos
3. La venta de reciclables procesados por la planta, a los precios de ventas obtenidos por relevamiento

6 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL ANTEPROYECTO

6.1 Evaluación de alternativas

Para poder seleccionar entre las 3 alternativas de proyecto cuál sería la más apta para su elección, se elabora una matriz de ponderación conocida como matriz de priorización.

La matriz de priorización es una herramienta que permite la selección de opciones sobre la base de la ponderación y aplicación de criterios.

Hace posible, determinar alternativas y los criterios a considerar para adoptar una decisión, clarificar problemas, oportunidades de mejora y proyectos. En general, establece prioridades entre un conjunto de elementos, para facilitar la toma de decisiones.

La aplicación de la matriz de priorización conlleva un paso previo de determinación de las opciones sobre las que decidir, así como de identificación de criterios y de valoración del peso o ponderación que cada uno de ellos tendrá en la toma de decisiones.

La matriz de priorización consiste en la especificación del valor de cada criterio seleccionado para, posteriormente, analizar el grado en que cada opción cumple con los criterios establecidos. Así, en resumen, se tienen los siguientes criterios a medir cada alternativa:

Tabla 111| Matriz de decisión para anteproyectos. Elaboración propia

Variables a evaluar	Ponderado total		Alternativa I: acceso Avda. Dr. Miguel Zumbido		Alternativa II: vertedero controlado + GIRSU		Alternativa III: planta de tratamiento de RSU	
	Sin mejora	Ponderado	Con mejora	Ponderado	Sin mejora	Ponderado	Sin mejora	Ponderado
Riesgo de accidentes	5	5	0.5	2.5	1	5	1	5
Condiciones de tránsito	10	10	0.5	5	1	10	1	10
Valorización urbana	5	5	0.3	1.5	1	5	1	5
Infraestructura vial urbana	5	5	0.4	2	1	5	1	5
Saneamiento ambiental	10	10	0	0	1	10	1	10
Escurrimiento de aguas pluviales	5	5	0.5	2.5	1	5	1	5
Interferencia con redes existentes	5	5	-0.1	-0.5	1	5	1	5
Valor social-cultural-educativo	10	10	0	0	1	10	1	10
Comercios y servicios	5	5	0.4	2	1	5	1	5
Economía regional	10	10	0.8	8	1	10	1	10
Revalorización de estructuras existentes	5	5	1	5	1	5	1	5
Mantenimiento	5	5	0.7	3.5	1	5	1	5
Costos de operación	5	5	0.6	3	1	5	1	5
Ganancias	10	10	0.3	3	1	10	1	10
Influencia en el contribuyente	5	5	0	0	1	5	1	5
Construcción de obras complementarias	5	5	-0.8	-4	1	5	1	5
Valorización de terrenos	10	10	0.6	6	1	10	1	10
Recuperación de áreas	10	10	0.2	2	1	10	1	10
Subtotales	125	125	41.5	33.20%	125	125	66	52.80%
Porcentaje real de mejora							69.5	55.60%

Así, los criterios y su valorización son los siguientes:

1. **Riesgo de accidentes:** porcentaje de accidentes que se evitan (del 0 al 1)
2. **Condiciones de tránsito:** incremento en las condiciones de tránsito de Herrera (del 0 al 1), ya sea por una afluencia mayor de personas, un incremento del recorrido, o algún otro motivo que genere mayor confort al usuario de la red vial del municipio
3. **Valorización urbana:** incremento del valor de los terrenos por incluir/modificar la estructura existente (del 0 al 1)
4. **Infraestructura vial urbana:** crecimiento de la infraestructura vial urbana (del 0 al 1), por los mismos motivos que se optimiza el tránsito
5. **Saneamiento ambiental:** mejoras en la calidad ambiental/poblacional (del 0 al 1), ya sea por el aumento de las condiciones de salubridad, las prácticas más limpias/higiénicas o la adquisición de costumbres sanas para las personas y el medio ambiente
6. **Escurrimiento de aguas pluviales:** eficiencia en la remoción de aguas pluviales (del 0 al 1)
7. **Interferencia con redes existentes:** modificaciones de elementos existentes de la red pública/otros servicios (del 0 al -1). Cuánto más negativo es el número, más se modifican las condiciones actuales de servicios/otros elementos que se encuentran en el lugar
8. **Valor social - cultural - educativo:** aporte a la población como experiencia nueva de aprendizaje/explotación turística/etc. (del 0 al 1)
9. **Comercios y servicios:** creación/ampliación de nuevos comercios o aparición de nuevos servicios (del 0 al 1)
10. **Economía regional:** incremento de la economía y del funcionamiento del mercado a nivel supra urbano (del 0 al 1), ya sea por introducir vías de generación de dinero, nuevos negocios o permitir mayor flujo de bienes y servicios entre la ciudad y el afuera
11. **Revalorización de estructuras existentes:** tanto del lugar como de los alrededores con el proyecto (del 0 al 1)
12. **Mantenimiento:** necesidades de mantenimiento y cuidado, donde 0 es mantenimiento total y 1 es mantenimiento casi nulo (del 0 al 1).

-
- 13. Costos de operación:** costos totales de operación (del 0 al 1), donde cuánto menor es el valor (más cercano a 0), mayor es el costo operacional
 - 14. Ganancias:** beneficios esperados para la población/municipio por el proyecto (del 0 al 1), ya sea por nuevos puestos de trabajo o por generación de mucho más dinero en los puestos existentes
 - 15. Influencia en el contribuyente:** mide el impacto del proyecto sobre el bolsillo de los que pagan tasas municipales/impuestos (del 0 al -1)
 - 16. Construcción de obras complementarias:** necesidades de obras anexas o extras a la obra principal (del 0 al -1), donde 0 es que no haya necesidad y -1 es que existe total necesidad
 - 17. Valorización de terrenos:** incremento del valor monetario o real de los terrenos con la obra proyectada (del 0 al 1)
 - 18. Recuperación de áreas:** capacidad de subsanar el predio existente o los predios afectados por la obra proyectada en cuestión (del 0 al 1).

En vista de todo lo mencionado, el anteproyecto elegido para poder calcular su estructura portante/realizar verificaciones correspondientes es el Anteproyecto N°3, que corresponde a la nave industrial que constituirá la planta de tratamiento de RSU y reciclaje de los mismos, englobada dentro del plan GIRSU que se ha mencionado en el anteproyecto N°2.

7 PROYECTO EJECUTIVO

En la evaluación de las soluciones antes planteadas, surge como anteproyecto para desarrollar hasta la instancia de ejecutivo el anteproyecto arquitectónico, el cual consiste en una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos para la localidad de Villa San Miguel de Herrera.

En términos de proyecto, se abordará principalmente el esqueleto estructural de la nave de tratamiento de RSU, sin ahondar en las otras estructuras complementarias civiles del relleno, y progresando desde la estructura principal a las terminaciones

7.1 Memoria descriptiva del proyecto

En el siguiente proyecto ejecutivo se cubrirán las especificaciones técnicas particulares de la nave industrial de la planta de separación de residuos reciclables de la localidad de San Miguel de Herrera, ubicada en el Distrito Gená del Departamento Uruguay, Provincia de Entre Ríos.

La misma se encuentra emplazada en el predio del relleno sanitario de RSU, al final de la Avda. Dr. Aldo Papa, sobre el este de la ciudad, conectada mediante un camino vecinal de pequeña longitud a la entrada del predio. En la planta industrial se tratarán distintas corrientes de residuos, siendo comprendidos los papeles, cartones, plásticos, vidrios, envases de materiales férricos y no férricos (p. ej.: Al, Cu, Sn, bronce, latón, entre otros).

La construcción de la nueva planta de separación de residuos se encuentra contenida dentro del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la localidad de Herrera con el fin de promover la protección del ambiente y el desarrollo sustentable, en concordancia con los planes provinciales y nacionales a favor del ambiente en pos del tratamiento de los RSU.

Dentro del proyecto la construcción de esta nave es un pilar fundamental para resolver la problemática de separación de residuos y su nuevo destino dentro del circuito de las 3R.

En el siguiente pliego se contemplan todos los rubros relacionados al esqueleto, cerramientos y cubiertas de la nave, cuya función será alojar las máquinas, personal e instalaciones correspondientes para desarrollar sus actividades con normalidad, con su debida señalización y medidas de seguridad.

7.2 Memoria técnica de cálculo

En este capítulo se presenta:

- El análisis de las cargas actuantes;
- El cálculo y dimensionado de la estructura resistente metálica realizado mediante el software CYPE 3D;
- El cálculo y dimensionado de elementos de hormigón armado en el software CypeCAD;
- La verificación del cálculo de las fundaciones realizado en CypeCAD para las solicitaciones más desfavorables;
- El cálculo de las fundaciones compartidas entre la nave industrial y la construcción de Steel Frame para las solicitaciones más desfavorables;
- El diseño, cálculo y verificación de uniones metálicas para las solicitaciones más desfavorables.

Todos los cálculos y verificaciones realizados por los softwares se presentan en los anexos.

7.2.1 Descripción de la estructura resistente

La subestructura a cargo de recibir las cargas de los distintos pórticos que componen la superestructura y transmitir las al suelo, se realizó empleando zapatas aisladas centradas y cuadradas, en todos los casos a una cota de -1,40 metros desde el nivel de terreno natural.

Para evitar el efecto de despegue en las fundaciones producido por las acciones horizontales como viento, lo que se traduce en zapatas más grandes, se planteó la realización de vigas de fundación.

El cálculo estructural de las fundaciones se realizó mediante el software CypeCAD, en el cual las vigas de fundación se tomaron para resolver el modelo matemático como vigas descolgadas de hormigón armado.

Debido a la importancia de las cargas a transmitir por la subestructura, se decidió utilizar hormigón elaborado H-25 para la misma y armado con barras de acero ADN-420.

En cuanto a la superestructura, fue realizada por pórticos metálicos. Para los pórticos metálicos se optó por una estructura reticulada compuesta por cordones de perfiles de acero conformado en frío sección U 180 x 80 x 3,2 para dintel y columna. Por su parte, las diagonales

y montantes se realizaron con sección ángulo o L dobles de 45 x 45 x 3,2 de acero laminado en caliente para dinteles y columnas.

Tanto para las correas de techo de la nave industrial como las correas para sostener los cerramientos laterales se decidió utilizar perfiles C 120 x 50 x 20 x 2.

Las vigas contraviento se realizaron con vigas rigidizadoras materializadas con perfiles C 120 x 50 x 20 x 2 formando un cajón con soldadura discontinua, y tirantes

Como complemento a la estructura resistente metálica principal se materializaron vigas de encadenado y dinteles de aberturas con cordones de perfiles de sección U 120 x 50 x 3,2, y las diagonales y montantes con perfiles L dobles de 32 x 32 x 3,2.

Toda la estructura metálica fue calculada a través del software CYPE 3D, y se utilizó para todos los elementos de acero F-24.

Las uniones de la estructura se realizaron en los distintos casos con:

- Bulones para las uniones abulonadas: ISO 8.8, $F_u = 830 \text{ MPa}$; $F_y = 660 \text{ MPa}$
- Material de aporte para las uniones soldadas: electrodo, $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$

7.2.2 Análisis de cargas

Las cargas que actúan sobre la estructura pueden dividirse en tres tipos: peso propio, cargas muertas y sobrecargas de uso. Las primeras se determinan según las dimensiones de la estructura y los datos que pueden ofrecer los proveedores. Mientras que, las sobrecargas de uso, se obtienen de acuerdo al CIRSOC 101-2005 “Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras”.

Este proyecto estará solicitado por las siguientes cargas:

- Peso propio
 - Peso propio estructura de acero F-24: $78,5 \text{ kN/m}^3$
- Cargas muertas
 - Panel sándwich cerramiento cubierta: $0,10 \text{ kN/m}^2$
 - Panel sándwich cerramiento laterales: $0,11 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecargas de uso
 - Sobrecarga de cubierta: $0,30 \text{ kN/m}^2$
 - Sobrecarga de viento: hipótesis calculadas por el software de CYPE “Generador de pórticos” siguiendo las especificaciones del reglamento CIRSOC 102-2005, según las condiciones de la obra:

- V (0°-45°) H1 Presión
- V (0°-45°) H2 Succión
- V (45°-90°) H1 Presión
- V (45°-90°) H2 Succión
- V (90°-135°) H1 Presión
- V (90°-135°) H2 Succión
- V (135°-180°) H1 Presión
- V (135°-180°) H2 Succión
- V (180°-225°) H1 Presión
- V (180°-225°) H2 Succión
- V (225°-270°) H1 Presión
- V (225°-270°) H2 Succión
- V (270°-315°) H1 Presión
- V (270°-315°) H2 Succión
- V (315°-0°) H1 Presión
- V (315°-0°) H2 Succión

Combinaciones de cargas

Las cargas a las que estará sometida la estructura se combinarán según lo dicta el Reglamento **CIRSOC 301-2017** en su sección **B.2.2.:**

- 1,4 D (**B.2-1**)
- 1,2 D + 1,6 Lr (**B.2-2**)
- 1,2 D + 1,6 Lr + 0,8 W (**B.2-3**)
- 1,2 D + 0,5 Lr + 1,5 W (**B.2-4**)
- 0,9 D + 1,5 W (**B.2-6**)

Se tendrá en cuenta que el CYPE 3D utiliza un factor de carga de 1,6 en vez de 1,5 para el viento en las combinaciones (B.2-4) y (B.2-6) para acero conformado en frío, y para acero laminado en caliente utiliza un factor de carga de 1 en vez de 1,5 para el viento en las combinaciones (B.2-4) y (B.2-6).

7.2.3 Cálculo de la estructura resistente metálica

El cálculo de la misma, fue desarrollado utilizando los softwares Generador de Pórticos y CYPE 3D.

Se debe aclarar que el software encargado de la parte metálica no posee la reglamentación argentina para acero conformado ni laminado, pero si la norma AISI S100-2007 (LRFD)(USA), que es la base de los CIRSOC 303, y la norma ANSI/AISC 360-10 (LRFD)(USA), que es la base del CIRSOC 301, por lo que se adoptará las mismas para el cálculo estructural.

En la memoria de cálculo en los anexos se encuentran las comprobaciones de los perfiles que componen las columnas y vigas. Se verificaron las resistencias a tracción, límites de esbeltez, resistencias a compresión, resistencias a flexión, resistencias a corte, resistencias a la combinación de dichos esfuerzos y a torsión. También se anexan las comprobaciones de las correas de cubierta, correas laterales, y los tensores.

7.2.4 Cálculo y verificación de las fundaciones

Para el cálculo de estructuras de H°A° el programa CypeCAD contiene el reglamento CIRSOC 201-2005, por lo que se utilizará esta normativa.

Como se mencionó, el dimensionado y armado de todas las zapatas que comprenden la subestructura del proyecto ejecutivo, fue desarrollado mediante el software CypeCAD, sin embargo, a fines didácticos, se decide realizar el cálculo de dos zapatas de forma manual, realizando todas las comprobaciones correspondientes a las mismas. Se realizará el cálculo para la zapata simple perteneciente al pórtico más solicitado de la nave, y para la zapata más solicitada que comparten la nave industrial de la parte técnica de la planta y la estructura de la zona de administración construida por Steel Frame.

7.2.4.1 Verificación de la fundación para el pórtico más solicitado

A través de un análisis del cálculo realizado en CYPE 3D se obtuvo que el pórtico que estará sometido a las mayores solicitaciones será el pórtico central que se muestra a continuación.

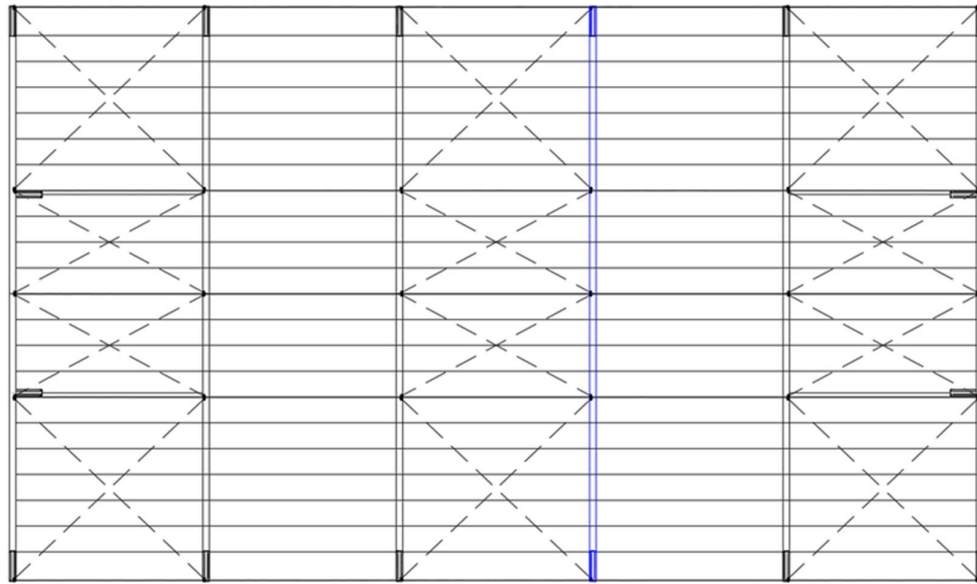


Figura 238| Ubicación pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

Analizando los esfuerzos a los que estará sometido el pilar perteneciente al pórtico más solicitado de la estructura metálica de la nave que apoya sobre la zapata que se está estudiando, se obtiene que la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) de todas las posibles para la que presenta las solicitaciones más desfavorables es la de $0,9 \cdot D + 1,6 \cdot W_{(0^\circ-45^\circ)H1}$, siendo los esfuerzos puntuales y los momentos para el cálculo (hallados trasladando las fuerzas al centro de gravedad de la zapata) los mostrados en la tabla a continuación.

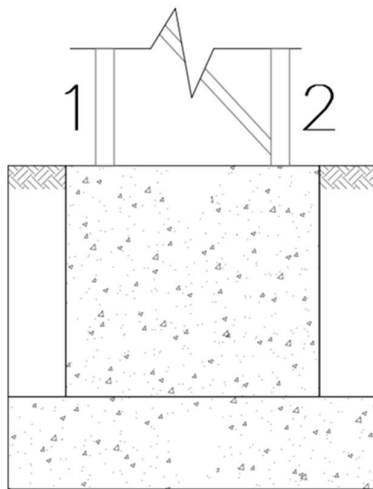


Figura 239| Cordones que conforman la columna, para analizar las mayores solicitaciones y verificar la fundación. Fuente: Elaboración propia.

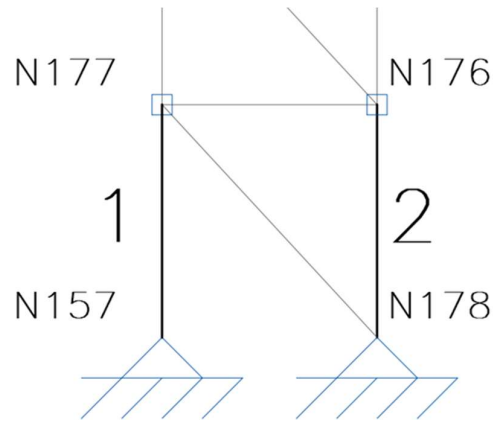


Figura 240| Cordones que conforman la columna, en CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 112| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

Columna pórtico más solicitado						
	Cordón 1 - N157/N177	Cordón 2 - N178/N176	SUMA AXIL N (kN)	Momento cordón 1 M (kN*m)	Momento cordón 2 M (kN*m)	SUMA MOMENTO M (kN*m)
	Axil N (kN)	Axil N (kN)	N (kN)	M (kN*m)	M (kN*m)	M (kN*m)
Peso propio D	27,391	2,797	30,19	10,9564	-1,1188	9,8376
Sobrecarga cubierta Lr	21,4	-2,512	18,89	8,56	1,0048	9,5648
Viento W (0°-45°) H1	-105,176	36,116	-69,06	-42,0704	-14,4464	-56,5168
P = P_D + P_{Lr} + P_W	-56,385	36,401	-19,98	-22,554	-14,5604	-37,1144
Pu = 0,9*P_D+1,6*P_{W(0°-45°)H1}	-143,63	60,303	-83,33	-57,452	-24,1212	-81,5732

Conociendo los esfuerzos se procede al dimensionado y verificación de la zapata.

Datos necesarios para los cálculos:

- Tensión admisible del terreno: $\sigma_{adm} = 187 \text{ kN/m}^2$
- Profundidad de desplante: $D_f = 1,40 \text{ m}$
- Cargas:
 - $P = -19,98 \text{ kN}$
 - $P_D = 30,19 \text{ kN}$
 - $P_{Lr} = 18,89 \text{ kN}$
 - $P_W = -69,06 \text{ kN}$
 - $M = -37,11 \text{ kNm} = -0,03711 \text{ MNm}$
 - $M_D = 9,84 \text{ kNm} = 0,00984 \text{ MNm}$
 - $M_{Lr} = 9,56 \text{ kNm} = 0,00956 \text{ MNm}$
 - $M_W = -56,52 \text{ kNm} = -0,05652 \text{ MNm}$
- Peso específico del terreno: $\gamma_T = 17 \text{ kN/m}^3$
- Peso específico del hormigón: $\gamma_H = 25 \text{ kN/m}^3$

- Dimensiones de la columna: $c_1 = 1,10$ m; $c_2 = 0,40$ m
- Hormigón H-25 y acero ADN 420.

1. Predimensionamiento y determinación del área requerida, lados, vuelos, altura y recubrimiento útil.

Siendo D la carga muerta, L la carga viva, y α es un coeficiente que se estima varía entre 1,10 y 1,25, el cual tiene en cuenta el peso del suelo por encima de la base N_t y su propio peso N_g ya que, al no tener las dimensiones de la cimentación, éstos no pueden ser previstos.

$$A_{req} = (\alpha (D+L))/\sigma_{adm} = (1,25*(30,19 \text{ kN} + 18,89 \text{ kN}))/(\text{187 kN/m}^2) = \mathbf{0,328 \text{ m}^2}$$

Se adoptan las medidas de la zapata cuadrada calculada en CypeCAD, teniendo 1,60 m en la dirección coincidente con el momento (a_1), y 1,60 m en la otra dirección (a_2), generando un área de 2,56 m².

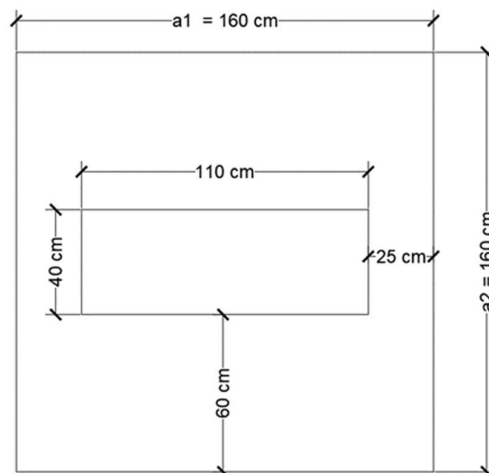


Figura 241| Medidas adoptadas para la zapata. Fuente: Elaboración propia.

El vuelo corresponde a la distancia entre el filo de la columna y el borde de la base.

$$L_{v1} = (a_1 - c_1)/2 = (1,60 \text{ m} - 1,10 \text{ m})/2 = \mathbf{0,25 \text{ m}}$$

$$L_{v2} = (a_2 - c_2)/2 = (1,60 \text{ m} - 0,40 \text{ m})/2 = \mathbf{0,60 \text{ m}}$$

La altura debe cumplir la condición de rigidez. Como la zapata presenta dos vuelos, se deberá verificar la de la longitud más larga.

$$L_v/2 \leq H$$

$$H = (0,60 \text{ m})/2 = 0,30 \text{ m} \therefore \text{se adopta } \mathbf{H = 0,40 \text{ m}}$$

Se denomina d a la altura útil de la base. El recubrimiento mínimo inferior y lateral es de 5 cm, según las especificaciones del CIRSOC 201. Considerando barras de diámetro 16 mm, se tiene:

$$d_{1,2} = H - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d_1 = 0,40 \text{ m} - 0,05 \text{ m} - (0,016 \text{ m})/2 = 0,342 \text{ m}$$

$$d_2 = d_1 - \phi = 0,342 \text{ m} - 0,016 \text{ m} = 0,326 \text{ m}$$

$$d = (d_1 + d_2)/2 = 0,334 \text{ m}$$

2. Verificación de las tensiones en el terreno.

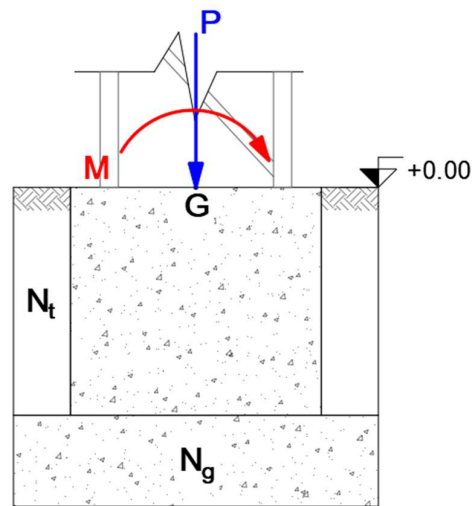


Figura 242| Esquema para realizar los cálculos de la zapata. Fuente: Elaboración propia.

La tensión admisible del terreno deberá ser mayor que las tensiones generadas por la zapata.

$$\sigma_{adm} > \sigma_{1,2}$$

$$\sigma_{1,2} = P/A \pm M/W$$

$$P = P_D + P_L + N_g + N_t$$

$$W = ((a_1)^2 * a_2)/6$$

Siendo W el módulo resistente, N_g el peso debido al hormigón, y N_t el debido al terreno por encima de la base.

$$N_g = V_H * \gamma_H = [a_2 * a_1 * H + c_1 * c_2 * (D_f - H)] * \gamma_H$$

$$N_t = (V_T - V_H) * \gamma_T = [(a_2 * a_1 * D_f) - V_H] * \gamma_T$$

$$V_H = 1,60 \text{ m} * 1,60 \text{ m} * 0,40 \text{ m} + 1,10 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * (1,40 \text{ m} - 0,40 \text{ m}) = 1,464 \text{ m}^3$$

$$N_g = 1,464 \text{ m}^3 * 25 \text{ kN/m}^3 = 36,60 \text{ kN}$$

$$N_t = (1,60 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m} \cdot 1,40 \text{ m} - 1,464 \text{ m}^3) \cdot 17 \text{ kN/m}^3 = 36,04 \text{ kN}$$

$$P = - 19,98 \text{ kN} + 36,60 \text{ kN} + 36,04 \text{ kN} = 52,66 \text{ kN}$$

$$W = ((1,60 \text{ m})^2 \cdot 1,60 \text{ m}) / 6 = 0,683 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{1,2} = (52,66 \text{ kN}) / (1,60 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m}) \pm (37,11 \text{ kNm}) / (0,683 \text{ m}^3)$$

$$\sigma_1 = 74,90 \text{ kN/m}^2; \sigma_2 = - 33,76 \text{ kN/m}^2$$

$$74,90 \text{ kN/m}^2 < 187 \text{ kN/m}^2 \therefore \text{verifica}$$

3. Diseño a flexión.

Al igual que en lo analizado anteriormente, se considera el momento a filo de columna.

Se calculan las tensiones principales, al igual que en la verificación de las tensiones en el terreno, pero esta vez teniendo en cuenta las cargas últimas para la combinación más desfavorable de cargas.

$$P_u = 0,9 \cdot D + 1,6 \cdot W_{(0^\circ-45^\circ)H1} = 0,9 \cdot 30,19 \text{ kN} + 1,6 \cdot (- 69,06 \text{ kN}) = - 83,33 \text{ kN}$$

$$M_u = 0,9 \cdot D + 1,6 \cdot W_{(0^\circ-45^\circ)H1} = 0,9 \cdot 9,84 \text{ kNm} + 1,6 \cdot (- 56,52 \text{ kNm}) = - 81,57 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{1,2} = P_u / A \pm M_u / W = P_u / A \pm (6 \cdot M_u) / ((a_1)^2 \cdot a_2)$$

$$\sigma_{1,2} = (83,33 \text{ kN}) / (1,60 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m}) \pm (6 \cdot 81,57 \text{ kNm}) / ((1,60 \text{ m})^2 \cdot 1,60 \text{ m})$$

$$\sigma_1 = 152,04 \text{ kN/m}^2; \sigma_2 = - 86,94 \text{ kN/m}^2$$

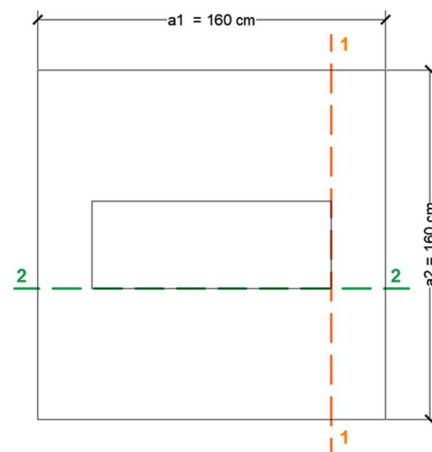


Figura 243| Secciones críticas de la zapata a flexión. Fuente: Elaboración propia.

- Momento respecto al eje 1-1

$$\sigma^* = \sigma_2 + (\sigma_1 - \sigma_2) / a_1 \cdot (a_1 - L_{v1})$$

$$\sigma^* = [-86,94 + (152,04 - (- 86,94)) / 1,60 \cdot (1,60 - 0,25)] \text{ kN/m}^2 = 114,70 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{u1} = \sigma^* \cdot (L_{v1})^2 / 2 \cdot a_2 + ((\sigma_1 - \sigma^*) \cdot (L_{v1})^2 \cdot a_2) / 3$$

$$M_{u1} = 114,70 \cdot (0,25)^2 / 2 \cdot 1,60 + ((152,04 - 114,70) \cdot (0,25)^2 \cdot 1,60) / 3 = 6,98 \text{ kNm}$$

- Momento respecto al eje 2-2

En este caso será el volumen del trapecio de tensiones.

$$M_{u2} = ((\sigma_1 + \sigma_2)) / 16 \cdot a_1 \cdot (L_{v2})^2$$

$$M_{u2} = ((152,04 \text{ kN/m}^2 - 86,94 \text{ kN/m}^2)) / 16 \cdot 1,60 \text{ m} \cdot (0,60 \text{ m})^2 = 2,34 \text{ kNm}$$

El mayor momento corresponde a M_{u1} , momento calculado paralelo al lado a_1 , por lo tanto, aquí corresponde la colocación de la armadura más profunda.

Se determinan los momentos nominales (M_n).

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_{n1} = (0,00698 \text{ MNm}) / 0,9 = 0,00776 \text{ MNm}$$

$$M_{n2} = (0,00234 \text{ MNm}) / 0,9 = 0,00260 \text{ MNm}$$

Se obtiene el coeficiente calculado para deformaciones del hormigón de 3‰ a 5‰ (k_d).

Con la altura útil (d), y el momento nominal, se obtiene el valor k_d .

$$k_{d1} = d / \sqrt{(M_{n1} / a_2)} = (0,342 \text{ m}) / \sqrt{((0,00776 \text{ MNm}) / (1,60 \text{ m}))} = 4,91$$

$$k_{d2} = d / \sqrt{(M_{n2} / a_1)} = (0,326 \text{ m}) / \sqrt{((0,00260 \text{ MNm}) / (1,60 \text{ m}))} = 8,09$$

Se calcula la sección de acero (A_s).

Con el valor de k_d obtenido se ingresa en la **tabla de FLEXIÓN 3** en el libro *“Hormigón armado” – Oscar Möller – Cuarta Edición.*

Tabla 113| Tabla de FLEXIÓN 3. Fuente: “Hormigón armado” – Oscar Möller – Cuarta Edición.

	H20	H25	H30				
	MPa = MN/m ²						
β_1	20	25	30	f_y (MPa=MN/m ²)			420
	0,85	0,85	0,85	E_s (MPa=MN/m ²)			200000
k_d				k_a	ϵ_s	ϵ_t	k_c
	m / $\sqrt{\text{MN}}$			cm ² /MN	‰	‰	adimens.
	1,218	1,089	0,994	24,301	3,00	60,00	0,048
	0,890	0,796	0,727	24,766	3,00	30,00	0,091
	0,749	0,670	0,612	25,207	3,00	20,00	0,130
	0,668	0,598	0,546	25,625	3,00	15,00	0,167
	0,615	0,550	0,502	26,021	3,00	12,00	0,200
	0,577	0,516	0,471	26,399	3,00	10,00	0,231
	0,548	0,490	0,447	26,758	3,00	8,57	0,259
	0,525	0,470	0,429	27,100	3,00	7,50	0,286
	0,507	0,453	0,414	27,427	3,00	6,67	0,310
	0,492	0,440	0,402	27,739	3,00	6,00	0,333
	0,479	0,429	0,391	28,038	3,00	5,45	0,355
	0,469	0,419	0,383	28,324	3,00	5,00	0,375

Corresponde el k_e mínimo, cuyo valor es 24,301 en ambas direcciones.

$$A_s = k_e \cdot M_n / d$$

$$A_{s1} = 24,301 * (0,00776 \text{ MNm}) / (0,342 \text{ m}) = 0,55 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 24,301 * (0,00260 \text{ MNm}) / (0,326 \text{ m}) = 0,19 \text{ cm}^2$$

Se debe verificar la sección mínima según CIRSOC 201-2005, donde la cuantía mínima (ρ) establecida según este reglamento es de 0,0018, por lo que, se debe verificar que la relación de área de acero (A_s) y de hormigón (A_g) sea mayor que este valor.

$$\rho = A_s / A_g$$

$$A_s \geq 0,0018 * a * H$$

$$A_{(s \text{ mín paralela } a_1)} = 0,0018 * 160 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 11,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{(s \text{ mín paralela } a_2)} = 0,0018 * 160 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 11,52 \text{ cm}^2$$

En ambos casos se considera la armadura mínima.

Corresponde colocar la dirección paralela a a_1 7Ø16 c/23cm, mientras que en la dirección paralela a a_2 7Ø16 c/23cm.

Verifica ya que es es la misma armadura que se obtuvo en el cálculo de CypeCAD.

El reglamento CIRSOC 201/05 establece una separación mínima que deben cumplir las armaduras sometidas a flexión. Siendo d_b es el diámetro de barra elegido:

$$s \leq \{(2,5 * d); (25 * d_b); (30 \text{ cm})\}$$

$$23 \text{ cm} \leq \{(2,5 * 16 \text{ mm} = 40 \text{ mm}); (25 * 1,6 \text{ cm} = 40 \text{ cm}); (30 \text{ cm})\} \therefore \text{verifica}$$

Respecto a la fisuración que pueda presentarse se debe cumplir la ecuación que se muestra a continuación.

Siendo f_s la tensión de trabajo ($f_s = f_y / 1,5 = 420 \text{ MPa} / 1,5 = 280 \text{ MPa}$), c_c es el recubrimiento, y s la separación de la armadura:

$$s \leq \{(380 * 280 / f_s - 2,5 * c_c); (300 \text{ mm} * 280 / f_s)\}$$

$$23 \text{ cm} \leq \{(380 * 280 / 280 - 2,5 * 50 \text{ mm} = 25,50 \text{ cm}); (300 \text{ mm} * 280 / 280 = 30 \text{ cm})\} \therefore \text{verifica}$$

4. Verificación al corte en una dirección

El esfuerzo de corte último debe ser menor que la resistencia a corte proporcionada por el hormigón.

$$V_u \leq \phi * V_c$$

En donde ϕ posee el valor de 0,75 y V_c es la resistencia que el hormigón establecido por el Reglamento CIRSOC 201-2005.

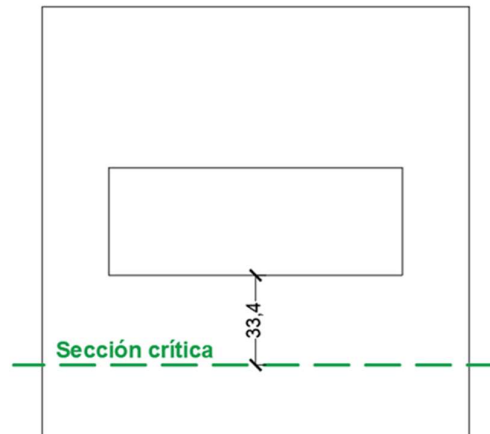


Figura 244| Sección crítica de la zapata a corte en una dirección. Fuente: Elaboración propia.

$$V_u = \sigma_1 \cdot (L_{v2} - d) \cdot a_1$$

$$V_u = 152,04 \text{ kN/m}^2 \cdot (0,60 \text{ m} - 0,334 \text{ m}) \cdot 1,60 \text{ m} = 64,71 \text{ kN}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot d \cdot a$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{25 \text{ MPa}} \cdot 1000 \text{ kN/MN} \cdot 0,334 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m} = 445,30 \text{ kN}$$

$$0,75 \cdot 445,30 \text{ kN} = 334 \text{ kN} > 64,71 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

Se coloca una parrilla en la parte superior de la zapata con las mismas características y dimensiones que la parrilla calculada para la parte inferior, brindando así más seguridad a la zapata.

5. Verificación al corte en dos direcciones

La verificación al corte en dos direcciones se realiza para evitar fenómenos de punzonamiento, al igual que en caso del corte de una dirección se debe cumplir con la ecuación $V_u \leq \phi \cdot V_c$. La verificación se realiza a una distancia $d/2$ de los filos de columna.

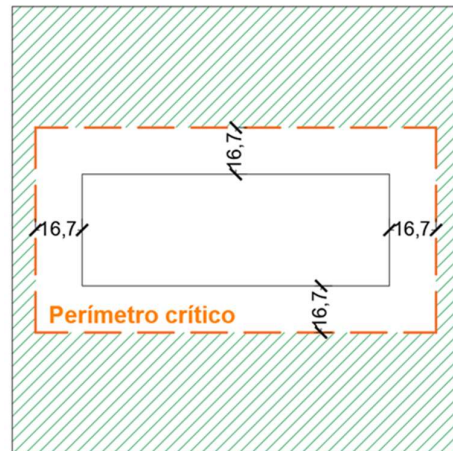


Figura 245| Perímetro crítico de la zapata a corte en dos direcciones. Fuente: Elaboración propia.

$$V_u = \sigma_1 * [a_1 * a_2 - (c_1 + d) * (c_2 + d)]$$

$$V_u = 152,04 \text{ kN/m}^2 * [1,60 \text{ m} * 1,60 \text{ m} - (1,10 \text{ m} + 0,334 \text{ m}) * (0,40 \text{ m} + 0,334)] = 381,76 \text{ kN}$$

El CIRSOC 201-2005 que el valor V_c debe cumplir:

$$V_c \leq \left\{ \begin{array}{l} ((1+2/\beta_c) * (\sqrt{f'c}) * b_0 * d) / 6 \text{ si } \beta_c > 2 \\ ((\alpha_s * d / b_0 + 2) * (\sqrt{f'c}) * b_0 * d) / 12 \text{ si } \beta_c > 2 \\ ((\sqrt{f'c}) * b_0 * d) / 3 \text{ si } \beta_c \leq 2 \end{array} \right\}$$

Dichas expresiones son de naturaleza empírica. β_c es la relación del lado mayor y lado menor de una columna.

$$\beta_c = 1,10 / 0,40 = 2,75 > 2$$

$\alpha_s =$

- 40 en bases centradas
- 30 en bases medianeras
- 20 en bases de esquina

$$b_0 = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_0 = 2 * (1,10 \text{ m} + 0,40 \text{ m}) + 4 * 0,334 \text{ m} = 4,336 \text{ m}$$

$$V_{c1} = ((40 * 0,334 \text{ m}) / (4,336 \text{ m}) + 2) * (\sqrt{25 \text{ MPa}} * 1000 \text{ kN/MN} * 4,336 \text{ m} * 0,334 \text{ m}) / 12 = 2299,59 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = (1 + 2 / 2,75) * (\sqrt{25 \text{ MPa}} * 1000 \text{ kN/MN} * 4,336 \text{ m} * 0,334 \text{ m}) / 6 = 1211,63 \text{ kN}$$

Verificando para el menor valor se tiene:

$$0,75 * 1211,63 \text{ kN} = 911,72 \text{ kN}$$

$$911,72 \text{ kN} > 381,76 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

6. Verificación al vuelco

Se deberá cumplir que el momento equilibrante sea mayor en 1,5 veces al momento que tiende a volcar la zapata.

$$M_e/M_v \geq 1,5$$

El momento equilibrante es la suma del momento producto del peso de la base (M_{Ng}), el del terreno (M_{Nt}) y de la carga axil actuante en la zapata (M_{Pd}).

$$M_e = M_{Ng} + M_{Nt} + M_{Pd} = N_g \cdot a_1/2 + N_t \cdot a_1/2 + P_D \cdot a_1/2$$

$$M_e = 36,60 \text{ kN} \cdot (1,60 \text{ m})/2 + 36,04 \text{ kN} \cdot (1,60 \text{ m})/2 + 30,19 \text{ kN} \cdot (1,60 \text{ m})/2 = 82,26 \text{ kNm}$$

$$82,26/37,33 = 2,20 > 1,5 \therefore \text{verifica}$$

7.2.4.2 Verificación de la fundación compartida más solicitada entre la nave industrial y la construcción de steel frame

Primero, se analizarán las cargas de la estructura de Steel Frame de la zona administrativa. La zapata tendrá un área de influencia en esta zona igual a 14,88 m².

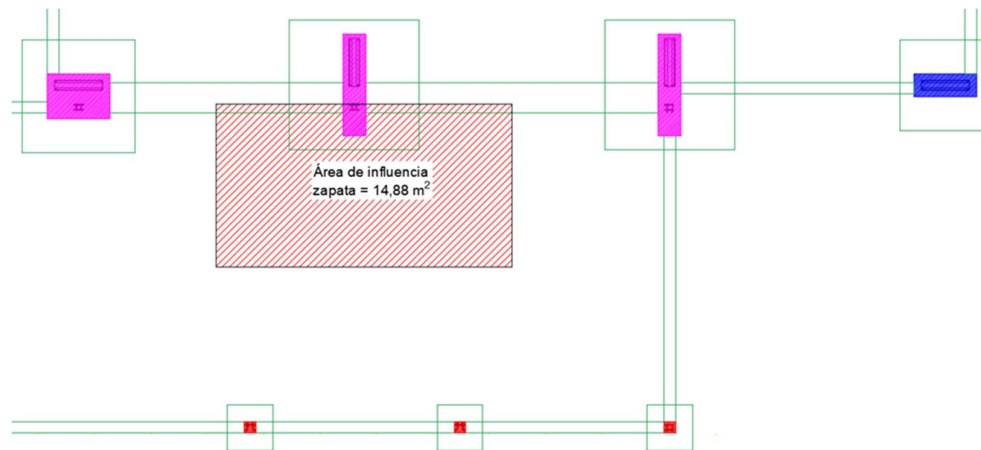


Figura 246| Área de influencia. Fuente: Elaboración Propia.

Las cargas de servicio que se tienen en esta zona serán:

Cargas permanentes:

Cubierta:

- Chapa perfilada M32 de 0,5 mm = **4,91 kg/m²**
- Placa OSB 25 mm = **9 kg/m²**
- Perfil PGC 70x0,89 cada 0,9m = 1,23 kg/ml; en 1 m² entran 1 m/0,9 m = 1,1 perfiles, por lo tanto 1,1*1,23 kg/m/1 m = **1,35 kg/m²**

- Perfil PGC 200x1,24 cada 0,4 m = 3,14 kg/ml; en 1 m² entran 1 m/0,4 m = 2,5 perfiles, por lo tanto 2,5*3,14kg/m/1 m = **7,85 kg/m²**

Cielorraso:

- Perfil PGC 70x0,89 cada 1,2 m = 1,23 kg/ml; en 1 m² entran 1 m/1,2 m = 0,83 perfiles, por lo tanto 0,83*1,23kg/m/1 m = **1,02 kg/m²**
- Lana de vidrio Isover 100 mm = **1,60 kg/m²**
- Perfil omega 0,52 mm cada 0,6 m = 0,5 kg/ml; en 1 m² entran 1 m/0,6 m = 1,67 perfiles, por lo tanto 1,67*0,5 kg/m/1 m = **0,84 kg/m²**
- Placa yeso Durlock CIEL 7 mm = **6,25 kg/m²**

Carga uniforme total de cargas permanentes = 32,82 kg/m² = 0,3282 kN/m²

Carga puntual sobre zapata de cargas permanentes $P_D = 0,3282 \text{ kN/m}^2 * 14,88 \text{ m}^2 =$
4,88 kN

Sobrecargas:

- Sobrecarga de cubierta: $L_r = 0,96 * 1 * 1 = 0,96 \text{ kN/m}^2$; carga puntual de sobrecarga de cubierta $P_{Lr} = 0,96 \text{ kN/m}^2 * 14,88 \text{ m}^2 =$ **14,28 kN**
- Acción del viento: W sobre cubierta = -1,022 kN/m²; carga puntual de sobrecarga de viento $P_w = -0,286 \text{ kN/m}^2 * 14,88 \text{ m}^2 =$ **- 4,26 kN**

Carga puntual de servicio total que llega a la zapata:

$$P = P_D + P_{Lr} + P_w = 4,88 \text{ kN} + 14,28 \text{ kN} - 4,26 \text{ kN} = \mathbf{14,9 \text{ kN}}$$

El AISI-LRFD establece que los elementos estructurales deberán ser calculados para resistir las siguientes combinaciones de cargas factoreadas:

- 1) $1,4 * D = 1,4 * 4,88 \text{ kN} = 6,83 \text{ kN}$
- 2) $1,2 * D + 1,6 * L_r = 1,2 * 4,88 \text{ kN} + 1,6 * 14,28 \text{ kN} = 28,70 \text{ kN}$
- 3) $1,2 * D + 1,6 * L_r + 0,8 * W = 1,2 * 4,88 \text{ kN} + 1,6 * 14,28 \text{ kN} + 0,8 * (-4,26 \text{ kN}) =$
25,29 kN
- 4) $1,2 * D + 0,5 * L_r + 1,5 * W = 1,2 * 4,88 \text{ kN} + 0,5 * 14,28 \text{ kN} + 1,5 * (-4,26 \text{ kN}) =$
6,61 kN
- 5) $0,9 * D + 1,5 * W = 0,9 * 4,88 \text{ kN} + 1,5 * (-4,26 \text{ kN}) = - 2,00 \text{ kN}$

Luego, se analizan los esfuerzos a los que estará sometido el pilar de la estructura metálica de la nave de la zona técnica que apoya sobre la zapata que se está estudiando, y se obtiene que la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) de todas las posibles para la que

presenta las solicitaciones más desfavorables es la de $1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L_r + 0,8 \cdot W$, siendo los esfuerzos del pilar de la nave los mostrados en la tabla a continuación.

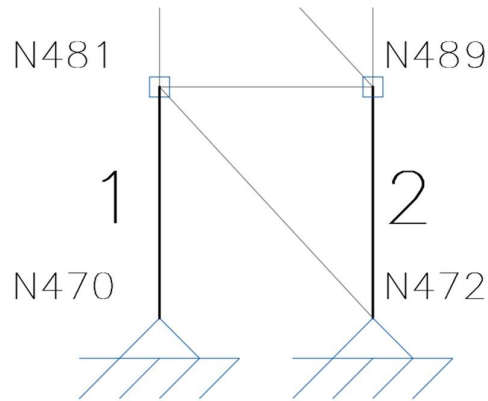


Figura 247| Cordones que conforman la columna, en CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Figura 388|

Tabla 114| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

Pilar diafragma frente nave			
	Cordón 1 - N470/N481	Cordón 2 - N472/N489	SUMA AXIL
	Axil N (kN)	Axil N (kN)	N (kN)
Peso propio D	9,850	6,846	16,696
Sobrecarga cubierta Lr	3,355	1,488	4,843
Viento W (270°-315°) H1	53,322	-45,577	7,745
$P = P_D + P_{Lr} + P_W$	66,527	-37,243	29,284
$P_u = 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L_r + 0,8 \cdot W_{(270^\circ-315^\circ) H1}$	59,847	-25,865	33,982

Para obtener el esfuerzo total P se suman las fuerzas de los cordones del pilar de la nave y de la columna del Steel Frame, y luego se obtienen los momentos para el cálculo trasladando las fuerzas al centro de gravedad de la zapata.

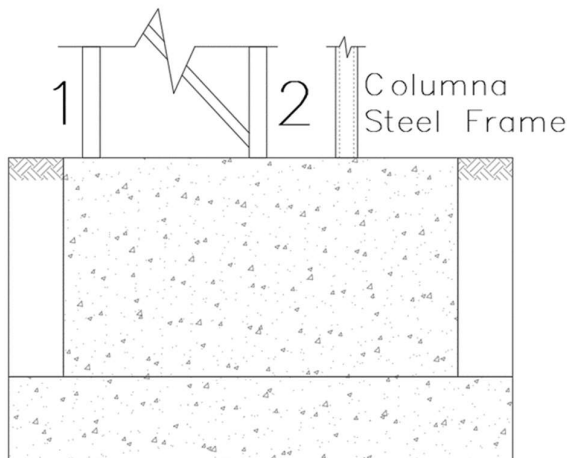


Figura 248| Cordones que conforman la columna, para analizar las mayores sollicitaciones y verificar la fundación. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 115| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

	Pilar diafragma frente nave		Steel Frame					
	Cordón 1 - N470/N481	Cordón 2 - N472/N489	Columna	SUMA AXIL	Momento cordón 1	Momento cordón 2	Momento columna Steel	SUMA MOMENTO
	Axil N (kN)	Axil N (kN)	Axil N (kN)	N (kN)	M (kN*m)	M (kN*m)	Frame M (kN*m)	M (kN*m)
Peso propio D	9.850	6.846	4.880	21,576	0,074	5,425	-1,915	3,584
Sobrecarga cubierta Lr	3.355	1.488	14,280	19,123	0,025	1,179	-5,605	-4,400
Viento W (270°-315°) H1	53,322	-45,577	-4,260	3,485	0,400	-36,120	1,672	-34,048
P = PD + PLr + PW	66,527	-37,243	14,900	44,184	0,499	-29,515	-5,848	-34,864
Pu = 1,2*D+1,6*Lr+0,8*W (270°-315°) H1	59,847	-25,865	25,290	59,272	0,449	-20,498	-9,926	-29,975

Conociendo los esfuerzos se procede al dimensionado y verificación de la zapata.

Datos necesarios para los cálculos:

- Tensión admisible del terreno: $\sigma_{adm} = 187 \text{ kN/m}^2$
 - Profundidad de desplante: $D_f = 1,40 \text{ m}$
 - Cargas:
 - $P = 44,18 \text{ kN}$
 - $P_D = 21,58 \text{ kN}$
 - $P_{Lr} = 19,12 \text{ kN}$
 - $P_W = 3,48 \text{ kN}$
 - $M = - 34,86 \text{ kNm} = - 0,03486 \text{ MNm}$
 - $M_D = 3,58 \text{ kNm} = 0,00358 \text{ MNm}$
 - $M_{Lr} = - 4,40 \text{ kNm} = - 0,00440 \text{ MNm}$
 - $M_W = - 34,05 \text{ kNm} = - 0,03405 \text{ MNm}$
 - Peso específico del terreno: $\gamma_T = 17 \text{ kN/m}^3$
 - Peso específico del hormigón: $\gamma_H = 25 \text{ kN/m}^3$
 - Dimensiones de la columna: $c_1 = 1,80 \text{ m}$; $c_2 = 0,70 \text{ m}$
 - Hormigón H-25 y acero ADN 420.
- 7. Predimensionamiento y determinación del área requerida, lados, vuelos, altura y recubrimiento útil.**

Siendo D la carga muerta, L la carga viva, y α es un coeficiente que se estima varía entre 1,10 y 1,25, el cual tiene en cuenta el peso del suelo por encima de la base N_t y su propio peso N_g ya que, al no tener las dimensiones de la cimentación, éstos no pueden ser previstos.

$$A_{req} = (\alpha (D+L))/\sigma_{adm} = (1,25*(21,58 \text{ kN} + 19,12 \text{ kN}))/ (187 \text{ kN/m}^2) = 0,272 \text{ m}^2$$

Se adoptan las medidas de la zapata cuadrada calculada en CypeCAD, teniendo 2,30 m en la dirección coincidente con el momento (a_1), y 2,30 m en la otra dirección (a_2), generando un área de 5,29 m².

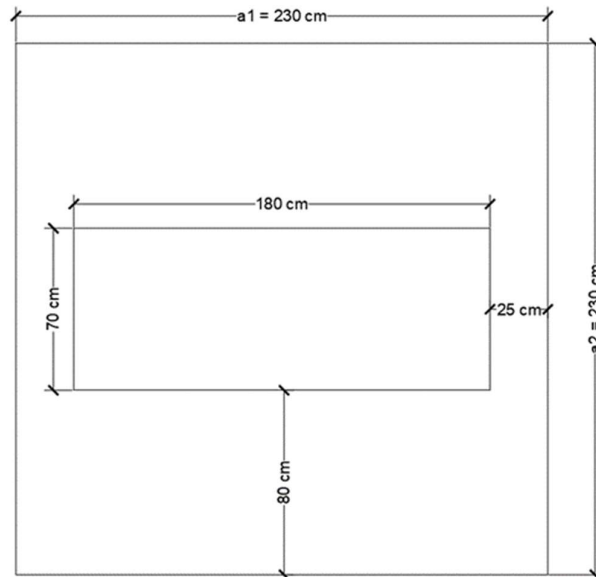


Figura 249| Medidas adoptadas para la zapata. Fuente: Elaboración propia.

El vuelo corresponde a la distancia entre el filo de columna y el borde de la base.

$$L_{v1} = (a_1 - c_1)/2 = (2,30 \text{ m} - 1,80 \text{ m})/2 = 0,25 \text{ m}$$

$$L_{v2} = (a_2 - c_2)/2 = (2,30 \text{ m} - 0,70 \text{ m})/2 = 0,80 \text{ m}$$

La altura debe cumplir la condición de rigidez. Como la zapata presenta dos vuelos, se deberá verificar la de la longitud más larga.

$$L_v/2 \leq H$$

$$H = (0,80 \text{ m})/2 = 0,40 \text{ m} \therefore \text{se adopta } H = 0,40 \text{ m}$$

Se denomina d a la altura útil de la base. El recubrimiento mínimo inferior y lateral es de 5 cm, según las especificaciones del CIRSOC 201. Considerando barras de diámetro 16mm, se tiene:

$$d_{1,2} = H - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d_1 = 0,40 \text{ m} - 0,05 \text{ m} - (0,016 \text{ m})/2 = 0,342 \text{ m}$$

$$d_2 = d_1 - \phi = 0,342 \text{ m} - 0,016 \text{ m} = 0,326 \text{ m}$$

$$d = (d_1 + d_2)/2 = 0,334 \text{ m}$$

8. Verificación de las tensiones en el terreno.

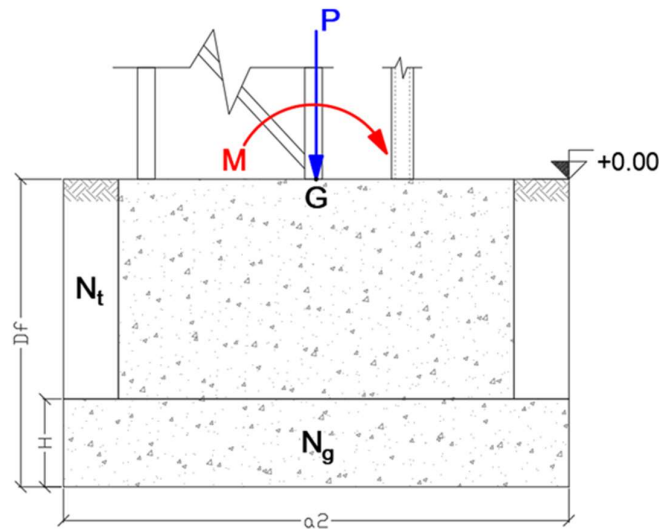


Figura 250| Esquema para realizar los cálculos de la zapata. Fuente: Elaboración propia.

La tensión admisible del terreno deberá ser mayor que las tensiones generadas por la zapata.

$$\sigma_{adm} > \sigma_{1,2}$$

$$\sigma_{1,2} = P/A \pm M/W$$

$$P = P_D + P_L + N_g + N_t$$

$$W = ((a_1)^2 * a_2) / 6$$

Siendo W el módulo resistente, N_g el peso debido al hormigón, y N_t el debido al terreno por encima de la base.

$$N_g = V_H * \gamma_H = [a_2 * a_1 * H + c_1 * c_2 * (D_f - H)] * \gamma_H$$

$$N_t = (V_T - V_H) * \gamma_T = [(a_2 * a_1 * D_f) - V_H] * \gamma_T$$

$$V_H = 2,30 \text{ m} * 2,30 \text{ m} * 0,40 \text{ m} + 1,80 \text{ m} * 0,70 \text{ m} * (1,40 \text{ m} - 0,40 \text{ m}) = 3,376 \text{ m}^3$$

$$N_g = 3,376 \text{ m}^3 * 25 \text{ kN/m}^3 = 84,40 \text{ kN}$$

$$N_t = (2,30 \text{ m} * 2,30 \text{ m} * 1,40 \text{ m} - 3,376 \text{ m}^3) * 17 \text{ kN/m}^3 = 68,51 \text{ kN}$$

$$P = 44,18 \text{ kN} + 84,40 \text{ kN} + 68,51 \text{ kN} = 197,09 \text{ kN}$$

$$W = ((2,30 \text{ m})^2 * 2,30 \text{ m}) / 6 = 2,03 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{1,2} = (197,09 \text{ kN}) / (2,30 \text{ m} * 2,30 \text{ m}) \pm (34,86 \text{ kNm}) / (2,03 \text{ m}^3)$$

$$\sigma_1 = 54,43 \text{ kN/m}^2; \sigma_2 = 20,08 \text{ kN/m}^2$$

$$54,43 \text{ kN/m}^2 < 187 \text{ kN/m}^2 \therefore \text{verifica}$$

9. Diseño a flexión.

Al igual que en lo analizado anteriormente, se considera el momento a filo de columna.

Se calculan las tensiones principales, al igual que en la verificación de las tensiones en el terreno, pero esta vez teniendo en cuenta las cargas últimas para la combinación más desfavorable de cargas.

$$P_u = 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L_r + 0,8 \cdot W_{(270^\circ-315^\circ)H1} = 1,2 \cdot 21,58 \text{ kN} + 1,6 \cdot 19,12 \text{ kN} + 0,8 \cdot 3,48 \text{ kN} = 59,27 \text{ kN}$$

$$M_u = 1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L_r + 0,8 \cdot W_{(270^\circ-315^\circ)H1} = 1,2 \cdot 3,58 \text{ kNm} + 1,6 \cdot (-4,40 \text{ kNm}) + 0,8 \cdot (-34,05 \text{ kNm}) = -29,98 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{1,2} = P_u/A \pm M_u/W = P_u/A \pm (6 \cdot M_u)/((a_1)^2 \cdot a_2)$$

$$\sigma_{1,2} = (59,27 \text{ kN})/(2,30 \text{ m} \cdot 2,30 \text{ m}) \pm (6 \cdot (-29,98 \text{ kNm}))/((2,30 \text{ m})^2 \cdot 2,30 \text{ m})$$

$$\sigma_1 = 25,99 \text{ kN/m}^2; \sigma_2 = -3,58 \text{ kN/m}^2$$

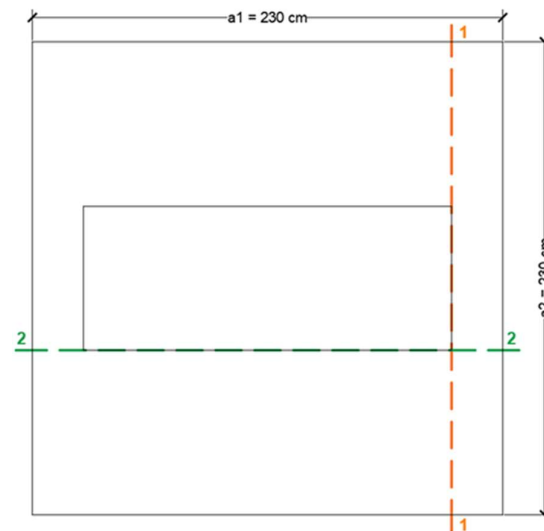


Figura 251| Secciones críticas de la zapata a flexión. Fuente: Elaboración propia.

- Momento respecto al eje 1-1

$$\sigma^* = \sigma_2 + (\sigma_1 - \sigma_2)/a_1 \cdot (a_1 - L_{v1})$$

$$\sigma^* = [-3,58 + (25,99 - (-3,58))/2,30 \cdot (2,30 - 0,25)] \text{ kN/m}^2 = 22,77 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{u1} = \sigma^* \cdot (L_{v1})^2 / 2 \cdot a_2 + ((\sigma_1 - \sigma^*) \cdot (L_{v1})^2 \cdot a_2) / 3$$

$$M_{u1} = 22,77 \cdot (0,25)^2 / 2 \cdot 2,30 + ((25,99 - 22,77) \cdot (0,25)^2 \cdot 2,30) / 3 = 1,79 \text{ kNm}$$

- Momento respecto al eje 2-2

En este caso será el volumen del trapecio de tensiones.

$$M_{u2} = ((\sigma_1 + \sigma_2)) / 16 \cdot a_1 \cdot (L_{v2})^2$$

$$M_{u2} = ((25,99 \text{ kN/m}^2 + (-3,58 \text{ kN/m}^2)) / 16 \cdot 2,30 \text{ m} \cdot (0,80 \text{ m})^2) = 2,06 \text{ kNm}$$

El mayor momento corresponde a M_{u1} , momento calculado paralelo al lado a_1 , por lo tanto aquí corresponde la colocación de la armadura más profunda.

Se determinan los momentos nominales (M_n).

$$M_n = M_u / \phi$$

$$M_{n1} = (0,00179 \text{ MNm}) / 0,9 = 0,00200 \text{ MNm}$$

$$M_{n2} = (0,00206 \text{ MNm}) / 0,9 = 0,00230 \text{ MNm}$$

Se obtiene el coeficiente calculado para deformaciones del hormigón de 3‰ a 5‰ (k_d).

Con la altura útil (d), y el momento nominal, se obtiene el valor k_d .

$$k_{d1} = d / \sqrt{(M_{n1} / a_2)} = (0,342 \text{ m}) / \sqrt{((0,00200 \text{ MNm}) / (2,30 \text{ m}))} = 11,60$$

$$k_{d2} = d / \sqrt{(M_{n2} / a_1)} = (0,326 \text{ m}) / \sqrt{((0,00230 \text{ MNm}) / (2,30 \text{ m}))} = 10,31$$

Se calcula la sección de acero (A_s).

Con el valor de k_d obtenido se ingresa en la **tabla de FLEXIÓN 3** en el libro *“Hormigón armado” – Oscar Möller – Cuarta Edición*.

Tabla 116| Tabla de FLEXIÓN 3. Fuente: “Hormigón armado” – Oscar Möller – Cuarta Edición.

β_1	H20			H25			H30		
	MPa = MN/m ²								
	20	25	30	f_y (MPa=MN/m ²)			420		
	0,85	0,85	0,85	E_s (MPa=MN/m ²)			200000		
	k_c			k_a	ϵ_s	ϵ_t	k_c	k_z	
	m / $\sqrt{\text{MN}}$			cm ² /MN	%	%	adimens.	adimens.	
	1,218	1,089	0,994	24,301	3,00	60,00	0,048	0,980	
	0,890	0,796	0,727	24,766	3,00	30,00	0,091	0,961	
	0,749	0,670	0,612	25,207	3,00	20,00	0,130	0,945	
	0,668	0,598	0,546	25,625	3,00	15,00	0,167	0,929	
	0,615	0,550	0,502	26,021	3,00	12,00	0,200	0,915	
	0,577	0,516	0,471	26,399	3,00	10,00	0,231	0,902	
	0,548	0,490	0,447	26,758	3,00	8,57	0,259	0,890	
	0,525	0,470	0,429	27,100	3,00	7,50	0,286	0,879	
	0,507	0,453	0,414	27,427	3,00	6,67	0,310	0,868	
	0,492	0,440	0,402	27,739	3,00	6,00	0,333	0,858	
	0,479	0,429	0,391	28,038	3,00	5,45	0,355	0,849	
	0,469	0,419	0,383	28,324	3,00	5,00	0,375	0,841	

Corresponde el k_c mínimo, cuyo valor es 24,301 en ambas direcciones.

$$A_s = k_c * M_n / d$$

$$A_{s1} = 24,301 * (0,00200 \text{ MNm}) / (0,342 \text{ m}) = 0,14 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 24,301 * (0,00230 \text{ MNm}) / (0,326 \text{ m}) = 0,17 \text{ cm}^2$$

Se debe verificar la sección mínima según CIRSOC 201-2005, donde la cuantía mínima (ρ) establecida según este reglamento es de 0,0018, por lo que, se debe verificar que la relación de área de acero (A_s) y de hormigón (A_g) sea mayor que este valor.

$$\rho = A_s / A_g$$

$$A_s \geq 0,0018 \cdot a \cdot H$$

$$A_{(s \text{ mín paralela } a_1)} = 0,0018 \cdot 230 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 16,56 \text{ cm}^2$$

$$A_{(s \text{ mín paralela } a_2)} = 0,0018 \cdot 230 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 16,56 \text{ cm}^2$$

En ambos casos se considera la armadura mínima.

Corresponde colocar la dirección paralela a a_1 10Ø16 c/23cm, mientras que en la dirección paralela a a_2 10Ø16 c/23cm.

Verifica ya que es la misma armadura que se obtuvo en el cálculo de CypeCAD.

El reglamento CIRSOC 201/05 establece una separación mínima que deben cumplir las armaduras sometidas a flexión. Siendo d_b es el diámetro de barra elegido:

$$s \leq \{(2,5 \cdot d); (25 \cdot d_b); (30 \text{ cm})\}$$

$$23 \text{ cm} \leq \{(2,5 \cdot 16 \text{ mm} = 40 \text{ mm}); (25 \cdot 1,6 \text{ cm} = 40 \text{ cm}); (30 \text{ cm})\} \therefore \text{verifica}$$

Respecto a la fisuración que pueda presentarse se debe cumplir la ecuación que se muestra a continuación.

Siendo f_s la tensión de trabajo ($f_s = f_y/1,5 = 420 \text{ MPa}/1,5 = 280 \text{ MPa}$), c_c es el recubrimiento, y s la separación de la armadura:

$$s \leq \{(380 \cdot 280/f_s - 2,5 \cdot c_c); (300 \text{ mm} \cdot 280/f_s)\}$$

$$23 \text{ cm} \leq \{(380 \cdot 280/280 - 2,5 \cdot 50 \text{ mm} = 25,50 \text{ cm}); (300 \text{ mm} \cdot 280/280 = 30 \text{ cm})\} \therefore \text{verifica}$$

10. Verificación al corte en una dirección

El esfuerzo de corte último debe ser menor que la resistencia a corte proporcionada por el hormigón.

$$V_u \leq \phi \cdot V_c$$

En donde ϕ posee el valor de 0,75 y V_c es la resistencia que el hormigón establecido por el Reglamento CIRSOC 201-2005.

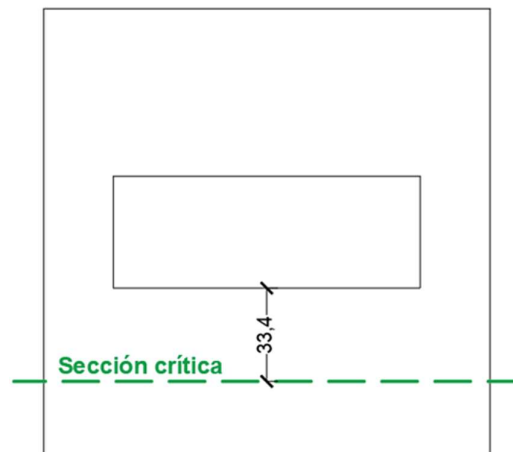


Figura 252| Sección crítica de la zapata a corte en una dirección. Fuente: Elaboración propia.

$$V_u = \sigma_1 \cdot (L_{v2} - d) \cdot a_1$$

$$V_u = 25,99 \text{ kN/m}^2 \cdot (0,80 \text{ m} - 0,334 \text{ m}) \cdot 2,30 \text{ m} = 27,86 \text{ kN}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot d \cdot a$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{25 \text{ MPa}} \cdot 1000 \text{ kN/MN} \cdot 0,334 \text{ m} \cdot 2,30 \text{ m} = 640,17 \text{ kN}$$

$$0,75 \cdot 640,17 \text{ kN} = 480,13 \text{ kN} > 27,86 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

Se coloca una parrilla en la parte superior de la zapata con las mismas características y dimensiones que la parrilla calculada para la parte inferior, brindando así más seguridad a la zapata.

11. Verificación al corte en dos direcciones

La verificación al corte en dos direcciones se realiza para evitar fenómenos de punzonamiento, al igual que en caso del corte de una dirección se debe cumplir con la ecuación $V_u \leq \phi \cdot V_c$. La verificación se realiza a una distancia $d/2$ de los filos de columna.

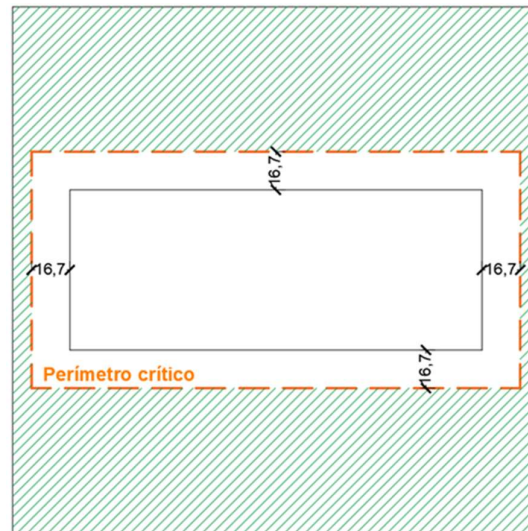


Figura 253| Perímetro crítico de la zapata a corte en dos direcciones. Fuente: Elaboración propia.

$$V_u = \sigma_1 * [a_1 * a_2 - (c_1 + d) * (c_2 + d)]$$

$$V_u = 25,99 \text{ kN/m}^2 * [2,30 \text{ m} * 2,30 \text{ m} - (1,80 \text{ m} + 0,334 \text{ m}) * (0,70 \text{ m} + 0,334)] = 80,14 \text{ kN}$$

El CIRSOC 201-2005 que el valor V_c debe cumplir:

$$V_c \leq \left\{ \begin{array}{l} ((1+2/\beta_c) * (\sqrt{f'c}) * b_0 * d) / 6 \text{ si } \beta_c > 2 \\ ((\alpha_s * d / b_0 + 2) * (\sqrt{f'c}) * b_0 * d) / 12 \text{ si } \beta_c > 2 \\ ((\sqrt{f'c}) * b_0 * d) / 3 \text{ si } \beta_c \leq 2 \end{array} \right\}$$

Dichas expresiones son de naturaleza empírica. β_c es la relación del lado mayor y lado menor de una columna.

$$\beta_c = 1,80 / 0,70 = 2,57 > 2$$

- $\alpha_s =$ - 40 en bases centradas
- 30 en bases medianeras
- 20 en bases de esquina

$$b_0 = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_0 = 2 * (1,80 \text{ m} + 0,70 \text{ m}) + 4 * 0,334 \text{ m} = 6,336 \text{ m}$$

$$V_{c1} = ((40 * 0,334 \text{ m}) / (6,336 \text{ m}) + 2) * (\sqrt{25 \text{ MPa}} * 1000 \text{ kN/MN} * 6,336 \text{ m} * 0,334 \text{ m}) / 12 = 3622,79 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = (1 + 2/2,57) * (\sqrt{25 \text{ MPa}} * 1000 \text{ kN/MN} * 6,336 \text{ m} * 0,334 \text{ m}) / 6 = 3192,24 \text{ kN}$$

Verificando para el menor valor se tiene:

$$0,75 * 3192,24 \text{ kN} = 2394,18 \text{ kN}$$

$$2394,18 \text{ kN} > 80,14 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

12. Verificación al vuelco

Se deberá cumplir que el momento equilibrante sea mayor en 1,5 veces al momento que tiende a volcar la zapata.

$$M_e/M_v \geq 1,5$$

El momento equilibrante es la suma del momento producto del peso de la base (M_{Ng}), el del terreno (M_{Nt}) y de la carga axil actuante en la zapata (M_{Pd}).

$$M_e = M_{Ng} + M_{Nt} + M_{Pd} = N_g \cdot a_1/2 + N_t \cdot a_1/2 + P_D \cdot a_1/2$$

$$M_e = 84,40 \text{ kN} \cdot (2,30 \text{ m})/2 + 68,51 \text{ kN} \cdot (2,30 \text{ m})/2 + 21,58 \text{ kN} \cdot (2,30 \text{ m})/2 = 200,67 \text{ kNm}$$

$$200,67/34,86 = 5,76 > 1,5 \therefore \text{verifica}$$

7.2.5 Cálculo y verificación de las uniones metálicas

Debido a que CYPE 3D no resuelve las uniones, las mismas fueron diseñadas y calculadas manualmente a continuación. Para ello se obtuvieron del software los valores de las solicitaciones de sección correspondientes a la situación más desfavorable para todas las combinaciones posibles con cargas mayoradas (E.L.U.), para cada tipo de esfuerzo en particular.

Todas las uniones que se proceden a verificar pertenecen al pórtico más solicitado de la estructura resistente. Como se mencionó anteriormente, a través de un análisis del cálculo realizado en CYPE 3D se obtuvo que el pórtico que estará sometido a las mayores solicitaciones será el pórtico central que se muestra a continuación.

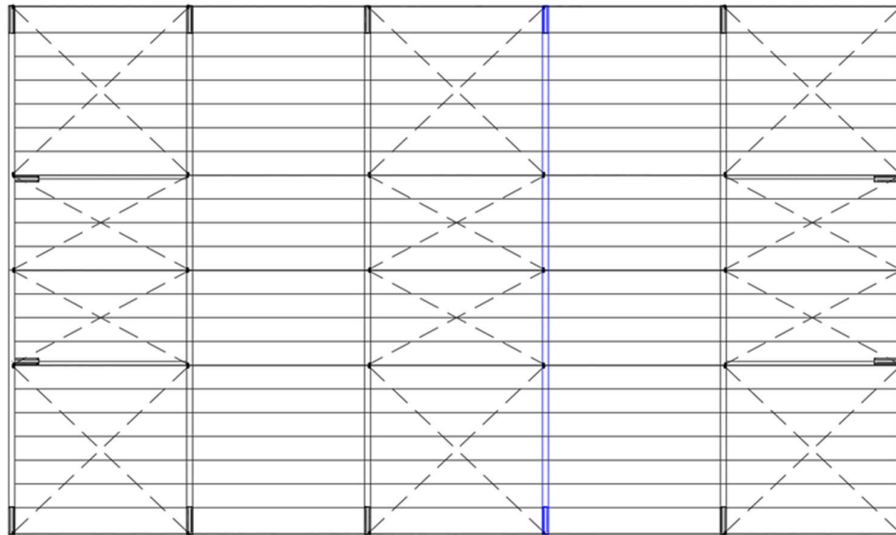


Figura 254| Ubicación pórtico más solicitado. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

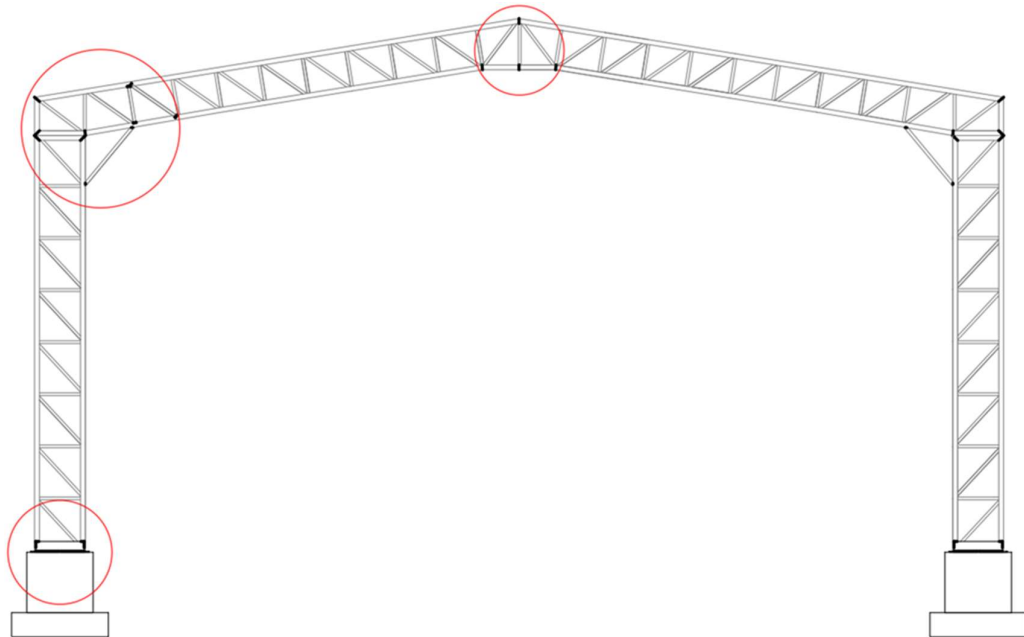


Figura 255| Pórtico más solicitado, uniones a verificar. Fuente: CYPE 3D - Elaboración Propia.

7.2.5.1 Verificación de la unión pilar - dintel

La unión entre el pilar y el dintel se realizará a través de una unión abulonada, en donde los bulones unirán los cordones de ambos elementos. Además, los cordones de cada elemento estarán unidos entre sí a través de soldaduras a tope, las cuales se verificarán debido a que los esfuerzos que se producen en esta zona son considerables.

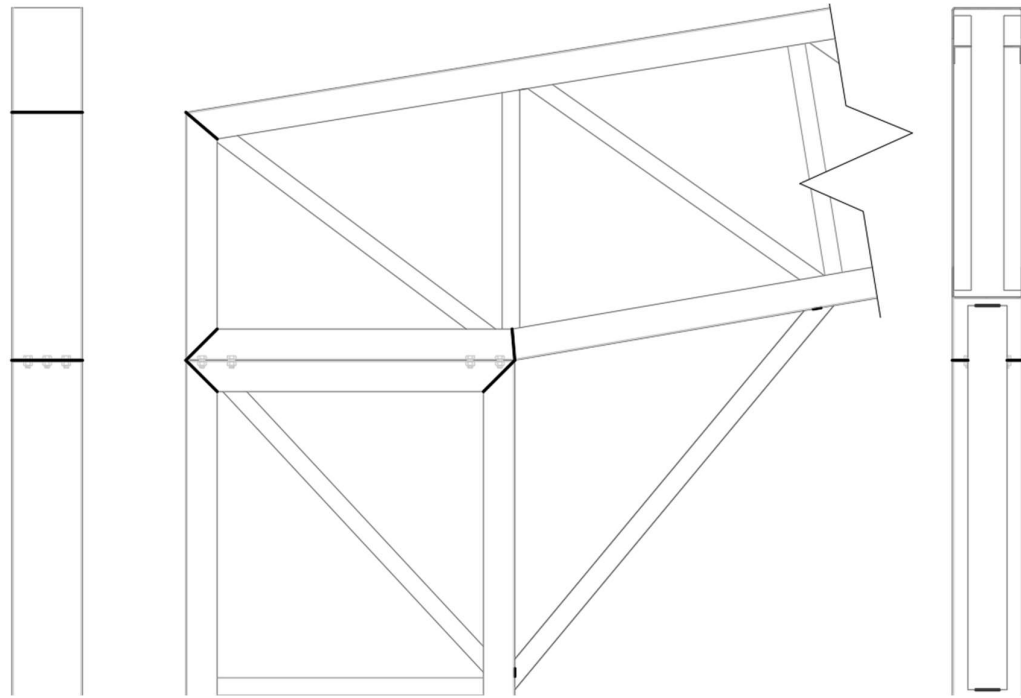


Figura 256| Esquema de la unión pilar – dintel, vistas frente, contrafrente y lateral. Fuente: Elaboración propia.

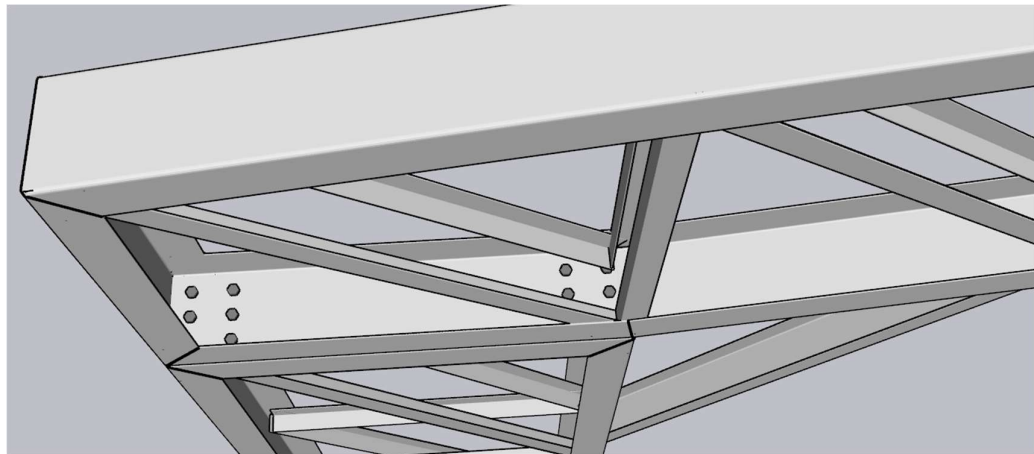


Figura 257| Esquema 3D de la unión pilar – dintel. Fuente: Elaboración propia.

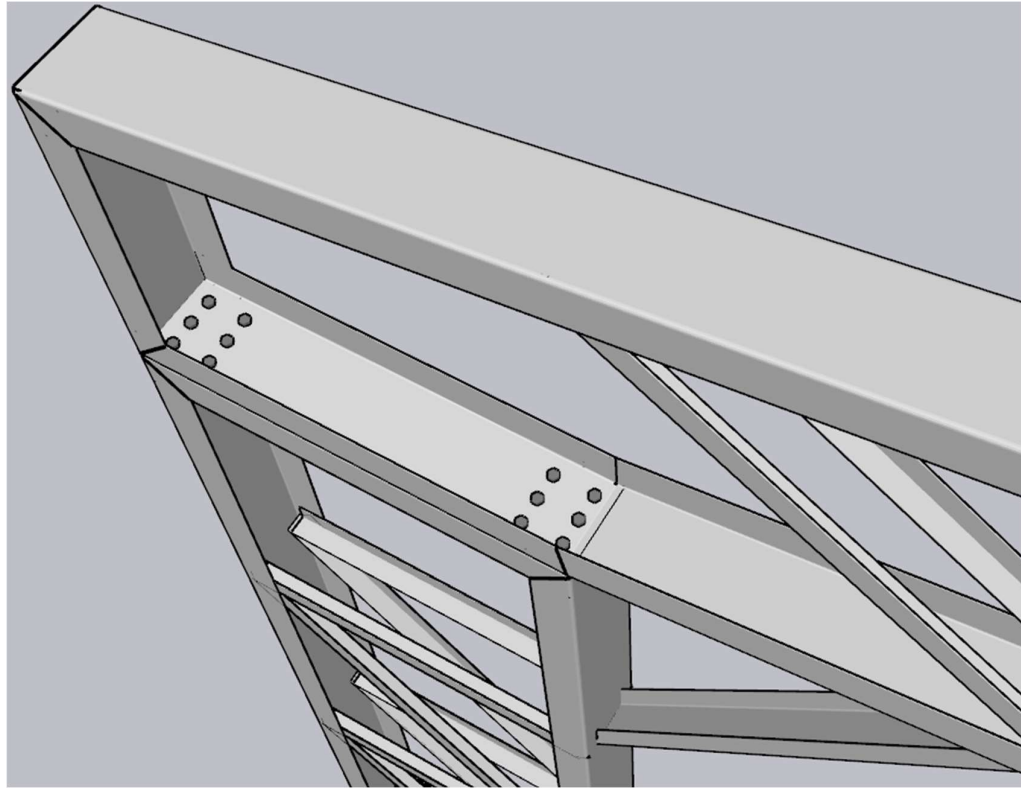


Figura 258| Esquema 3D de la unión pilar – dintel, donde sin las diagonales para mejor apreciación de la unión. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.1.1 Verificación de la unión abulonada

Se analizaron las distintas combinaciones de esfuerzos de las barras tanto del pilar como del dintel y se encontró la que genera mayores solicitaciones para la cual se realizará la verificación de unión abulonada.

Los esfuerzos de cada barra fueron determinados mediante el software CYPE 3D y corresponden a la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorable de todas las posibles.

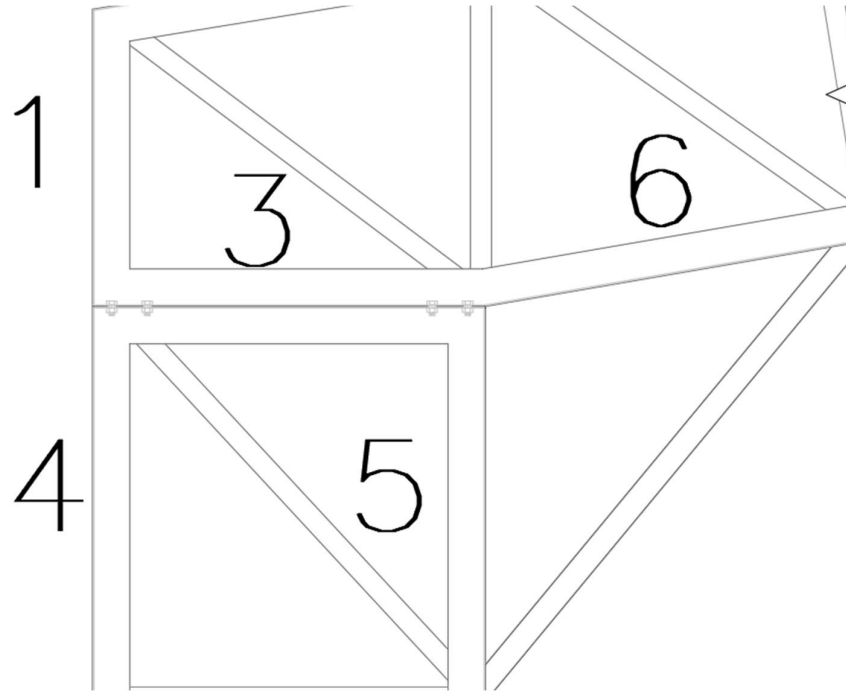


Figura 259| Barras analizadas para encontrar la sollicitación más grande por la suma de esfuerzos y verificar la unión abulonada. Fuente: Elaboración propia.

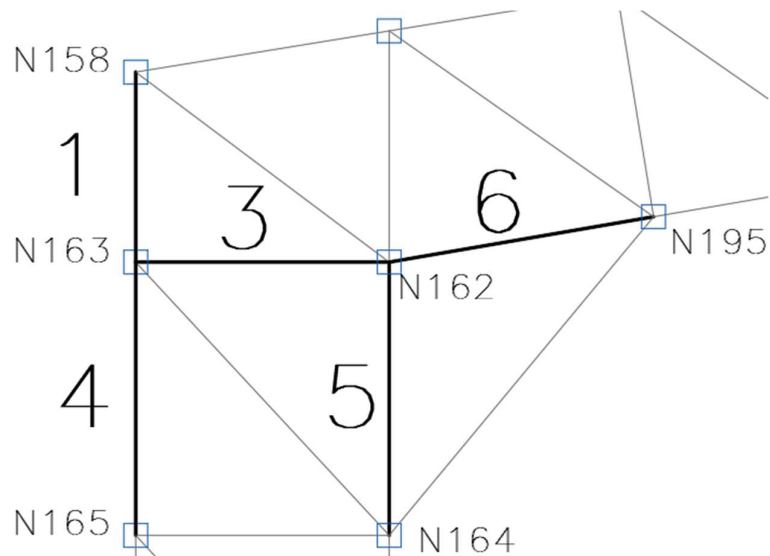


Figura 260| Cordones que conforman la unión. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar la unión abulonada para el caso que la misma esté trabajando a tracción, y en combinación con el trabajo a corte.

Tabla 117| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable a tracción. Fuente: Elaboración Propia

	Cordón 1 - N163/N158	Cordón 4 - N165/N163	Cordón 5 - N164/N162	Cordón 6 - N162/N195		Esfuerzo de tracción
	Axil Nu (kN)	Axil Nu (kN)	Axil Nu (kN)	Axil Nu (kN)	Nu*sen 9,7405°	Tu (kN)
1,2*D+1,6*Lr	30,428	47,923	-32,064	18,599	3,147	49,434

Tabla 118| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable a corte. Fuente: Elaboración Propia.

	Cordón 3 - N163/N162	Cordón 6 - N162/N195		Esfuerzo de corte
	Axil Nu (kN)	Axil Nu (kN)	Nu*cos 9,7405°	Vu (kN)
1,2*D+1,6*Lr	14,805	18,599	18,331	33,136

Todas las barras que conforman los cordones están materializadas con perfiles U.

Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = 49,43 \text{ kN}$
- $V_u = 33,14 \text{ kN}$
- Cordones: perfil U 180x80x3,2; Acero F-24: $F_y = 235 \text{ MPa}$, $F_u = 370 \text{ MPa}$; $t_{\text{cordón}} = 3,2 \text{ mm}$
- Bulones ISO 8.8 (ASTM A325M): $F_u = 830 \text{ MPa}$; $F_y = 660 \text{ MPa}$
- $\varnothing_{\text{perno}} = 12 \text{ mm}$
- $A_b = 113 \text{ mm}^2$
- $\varnothing_{\text{agujero}} = 14 \text{ mm}$
- $n^\circ \text{ de pernos} = 12$
- $m = 1$ (plano de corte)
- Rosca excluida del plano de corte: $F_v = 415 \text{ MPa}$, $F_t = 620 \text{ MPa}$
- La deformación alrededor del agujero para cargas de servicio es una consideración de proyecto (deformación no permitida).
- $s_{\text{mín}} = 3*d = 3*12 \text{ mm} = 36 \text{ mm}$
- $s_{\text{máx}} \leq 24*t_{\text{cordón}} = 24*3,2 \text{ mm} = 76,8 \text{ mm}$; o 300 mm
- $db_{\text{mín}} = 1,75*d = 1,75*3,2 \text{ mm} = 21 \text{ mm}$; o 16 mm
- $db_{\text{máx}} \leq 12*t_{\text{cordón}} = 12*3,2 \text{ mm} = 38,4 \text{ mm}$; o 150 mm



Figura 261| Esquema de la unión abulonada pilar – dintel, vista de arriba, dimensiones en m. Fuente: Elaboración propia.



Figura 262| Esquema de la unión abulonada pilar – dintel, vista de abajo. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.1.1.1 Verificación de la unión a tracción

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

El reglamento aborda el caso de los bulones sometidos a una combinación de fuerza de tracción y de corte, minimizando la capacidad de los bulones de tomar tracción en la medida en que se aumentan los esfuerzos de corte que se le transmiten. Para tener una solución a este caso de combinación de acciones el reglamento gráfico el criterio asumido para una combinación de este tipo de acciones como se muestra a continuación.

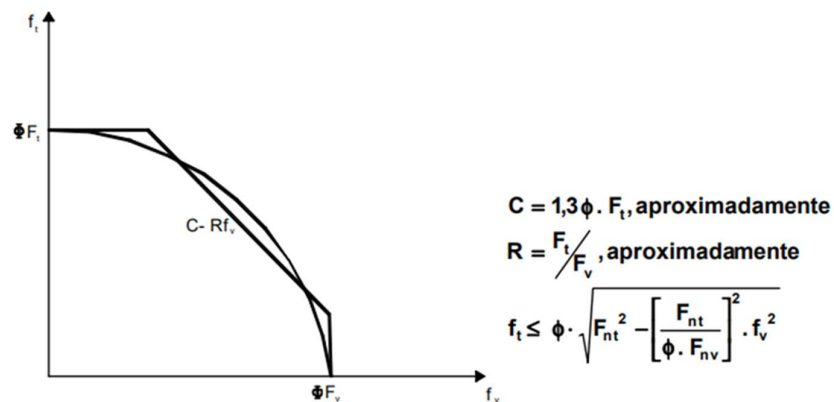


Gráfico 21| Combinación de fuerzas de corte y de tracción. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

Y esto se traduce numéricamente en la siguiente tabla:

Tabla 119| Resistencia Nominal a la Tracción (F_t), (MPa). Uniones tipo aplastamiento. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

Descripción de los Bulones	Rosca incluida en el Plano de corte	Rosca excluida del Plano de Corte
Bulones A307	338 – 2,5 $f_v \leq 260$	
Bulones A325, A325M, ISO 8.8	806 – 2,5 $f_v \leq 620$	806 – 2,0 $f_v \leq 620$
Bulones A490, A490M, ISO10.9	1012 – 2,5 $f_v \leq 778$	1012 – 2,0 $f_v \leq 778$
Partes roscadas de bulones A449 de diámetro mayor que 38.1 mm	0,98 F_u – 2,5 $f_v \leq 0,75F_u$	0,98 F_u – 2,0 $f_v \leq 0,75F_u$

De acuerdo a los datos que se tienen, se va a utilizar la siguiente expresión para hallar la resistencia nominal a la tracción (F_t):

$$F_t = 806 - 2,0 \cdot f_v \leq 620$$

Entonces el f_v va a estar dado por la fuerza que produce corte dividido por el área de los 12 bulones:

$$f_v = T_u / (n^\circ \text{ bulones} \cdot \text{área bulón})$$

$$f_v = (33,136 \text{ KN}) / (12 \cdot 113 \text{ mm}^2) \cdot 1000$$

$$f_v = 24,44 \text{ N/mm}^2$$

Y calculando entonces:

$$F_t = 806 - 2,0 \cdot 24,44 \text{ N/mm}^2 \leq 620 \text{ N/mm}^2$$

$$F_t = 757,12 \text{ N/mm}^2 > 620 \text{ N/mm}^2$$

El valor que se halla supera la tensión nominal en tracción para los bulones cuando no tienen corte, y eso significa que la tensión de corte en este caso es lo suficientemente chica para el bulón como para no alterar y disminuir su resistencia en tracción. Esto quiere decir que se puede tomar los 620 MPa que toma cualquier bulón de esas características solo sometido a tracción, el corte no alcanzó a afectarlo en este caso.

En consecuencia, para verificar la resistencia de diseño de tracción se tomará el valor de 620 MPa.

Yendo a la expresión genérica para verificar a tracción:

$$\sum(\gamma_i \cdot Q_i) \leq R_d = \phi \cdot R_n$$

Donde:

- $\sum(\gamma_i \cdot Q_{iv}) = T_u = 49,43 \text{ kN}$

La resistencia de diseño a tracción (KN) es:

$$R_d = \phi \cdot R_n = F_t \cdot \phi \cdot A_b \cdot n^\circ \text{ bulones}$$

Donde $\phi = 0,75$

$$49,43 \text{ KN} \leq 0,75 \cdot 620 \text{ MPa} \cdot 1,13 \text{ cm}^2 \cdot 12 \cdot 10^{-1}$$

$$49,43 \text{ kN} \leq 630,54 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.1.1.2 Verificación de la unión a corte y aplastamiento

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

Ahora se tiene que verificar que la fuerza V_u sea tomada satisfactoriamente en corte y aplastamiento. Es decir, se verifica que:

$$\sum(\gamma_i * Q_i) \leq R_d = \phi * R_n$$

Donde:

- $\sum(\gamma_i * Q_{iv}) = V_u = 33,14 \text{ kN}$

a) Resistencia de diseño al corte:

La resistencia de diseño al corte R_d cuando la rosca está excluida de los planos de corte es:

$$R_d = \phi * R_n = 0,75 * m * F_v * A_b * 10^{-1} * n^\circ \text{ de bulones}$$

Luego, con los datos dados al principio, se tiene que la resistencia de diseño al corte R_d es:

$$R_d = 0,75 * 1 * 415 \text{ MPa} * 1,13 \text{ cm}^2 * 10^{-1} * 12$$

$$R_d = 422,06 \text{ KN}$$

$$V_u = 33,14 \text{ KN} < R_d = 422,06 \text{ KN} \therefore \text{verifica}$$

b) Resistencia de diseño al aplastamiento:

La resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros es:

$$R_d = \phi * R_n \quad \text{con } \phi = 0,75$$

La resistencia nominal R_n en una unión con agujeros normales cuando la deformación alrededor del agujero para cargas de servicio es una consideración de proyecto (deformación no permitida), es:

$$R_n = 1,2 * L_c * t * F_u * 10^{-1} \leq 2,4 * d * t * F_u * 10^{-1}$$

Donde:

- $L_c = 2 * [(7,6 \text{ cm} + 3,8 \text{ cm}) * 3 - 1,4 \text{ cm} * 4,5] = 55,8 \text{ cm}$

Por lo que, con los datos dados al principio, se tiene que:

$$R_{d1} = 0,75 * 1,2 * 55,8 \text{ cm} * 0,32 \text{ cm} * 370 \text{ MPa} * 10^{-1}$$

$$V_u = 33,14 \text{ KN} < R_{d1} = 594,6 \text{ KN} \therefore \text{verifica}$$

$$R_{d2} = 0,75 * 2,4 * 1,2 \text{ cm} * 0,32 \text{ cm} * 370 \text{ MPa} * 10^{-1} * 12$$

$$V_u = 33,14 \text{ KN} < R_{d2} = 306,89 \text{ KN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.1.2 Verificación de la unión soldada

Se realiza la verificación de la unión soldada más desfavorable entre cordones del pilar o del dintel, y la unión soldada de la cartela de esquina a los cordones del pórtico.

7.2.5.1.2.1 Verificación de la unión soldada entre cordones más desfavorables

Se analizaron las distintas combinaciones de esfuerzos en los distintos nodos y se encontró la unión más solicitada para la cual se realizará la verificación de unión soldada entre cordones que forman los dinteles y los pilares.

Los esfuerzos que concurren a ese punto fueron determinados mediante el software CYPE 3D y corresponden a la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorable de todas las posibles.

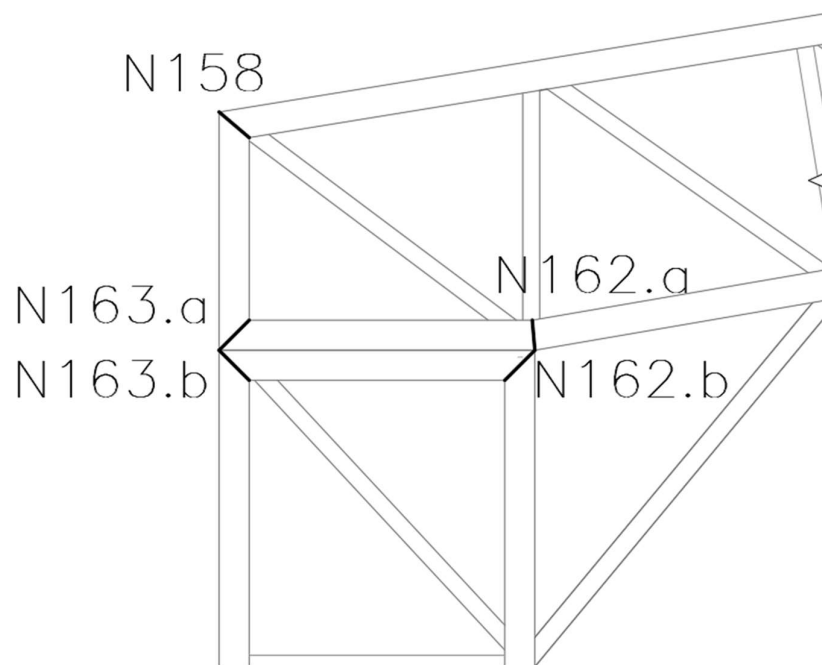


Figura 263| Nudos analizados para encontrar el más solicitado por la suma de esfuerzos y verificar la soldadura. Fuente: Elaboración propia.

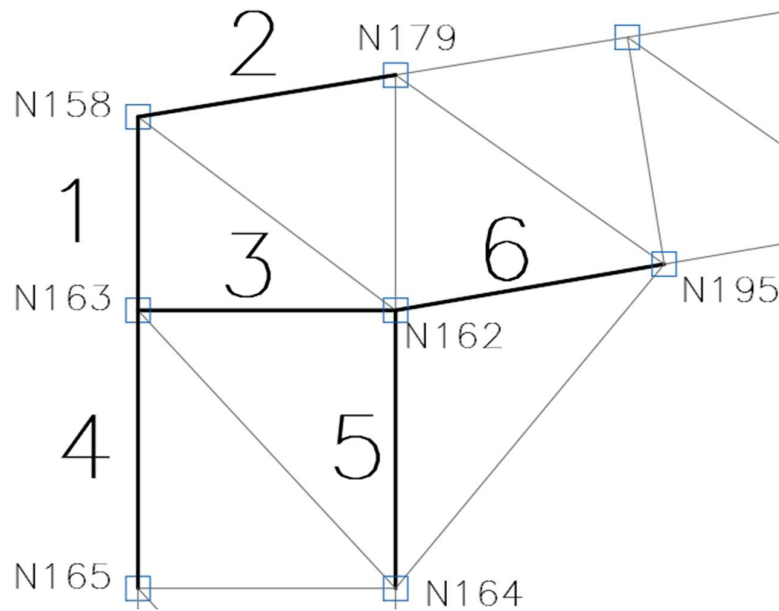


Figura 412| Cordones que conforman la unión, para analizar las mayores sollicitaciones y realizar las verificaciones. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar la soldadura para el caso que la misma esté trabajando a tracción.

La comprobación se hará en la unión de los cordones en la esquina izquierda superior del pilar, que es la zona más comprometida de este miembro estructural.

Tabla 120| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

	Cordón 3 - N163/N162	Cordón 4 - N165/N163	Esfuerzo normal Nu nodo N163.b
	Axil Nu (kN)	Axil Nu (kN)	(kN)
1,2*D+1,6*Lr	14,805	47,923	47,923

La zona más comprometida es en el nodo 163.b (en el pilar) donde concurren las barras N163/N162 y N165/N163 materializadas con perfiles U 180x80x3,2. La soldadura a realizar será del tipo a tope.

El cordón de soldadura se plantea continuo sobre toda la cara externa del perfil U en alas y alma.

Se adopta una soldadura a tope con penetración total y de espesor igual al de los perfiles a unir.

La resistencia de diseño de la soldadura es:

$$R_d = \sigma \cdot F_w \cdot A_w \cdot 10^{-1}$$

Donde:

- $\phi = 0,65$
- $F_w = 0,6 * F_{EXX}$
- $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$
- $A_w = L_e * t_e$
- $L_e = 80 \text{ mm} * 2 + 180 \text{ mm} = 340 \text{ mm}$
- $t_e = 3,2 \text{ mm}$

Por lo tanto:

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 480 \text{ MPa} * 34 \text{ cm} * 0,32 * 10^{-1} = 188,01 \text{ kN} > 47,92 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

Como se puede observar, la soldadura verifica ampliamente, por lo que se podría plantear una soldadura a tope con penetración parcial, con su previo cálculo y verificación.

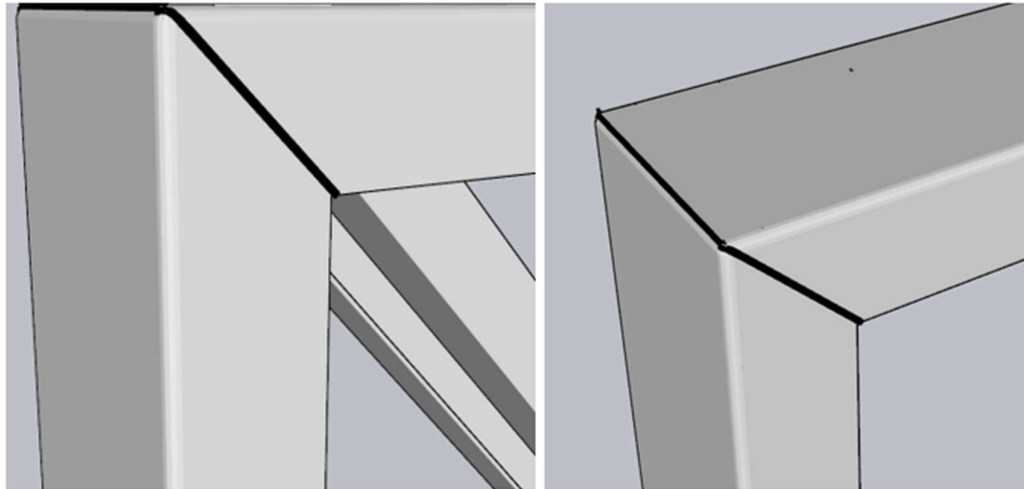


Figura 264| Esquemas 3D de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.1.2.2 Verificación de la unión soldada de la cartela de esquina a los cordones del pórtico

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

El esfuerzo utilizado para el cálculo fue determinado mediante el software CYPE 3D y corresponde a la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorable de todas las posibles.

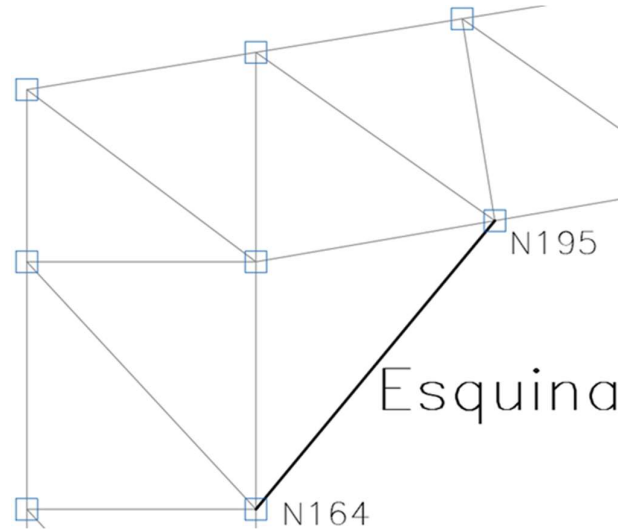


Figura 265| Cartela de esquina en la unión pilar – dintel más solicitado. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar la soldadura para el caso que la misma esté trabajando a tracción.

La comprobación se hará en la unión de la cartela de esquina a los cordones.

Tabla 121| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

	Esquina - N164/N195	Esfuerzo normal
	Axil Nu (kN)	Nu (kN)
0,9*D+1,6*W _{(0°-45°)H1}	73,356	73,356

La barra de la cartela de esquina N164/N195 está materializada con perfil U 100x50x3,2, mientras que los cordones están materializados con perfiles U 180x80x3,2. La soldadura a realizar será del tipo filete.

Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = 73,356 \text{ kN}$
- Acero de los perfiles F-24: $F_y = 235 \text{ MPa}$; $F_u = 370 \text{ MPa}$.
- Electrodo: $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$

1. Dimensionado del perfil

Se hace $T_u = R_d = \phi_t \cdot P_n$ y se busca el área necesaria.

Para estado límite de fluencia en la sección bruta.

$$A_{g \text{ min}} = (T_u / \phi_t \cdot F_y) \cdot 10 = (73,356 \text{ kN} / 0,9 \cdot 235 \text{ MPa}) \cdot 10 = 3,47 \text{ cm}^2$$

Para estado límite de rotura en la sección neta. Considerando que $A_e = U \cdot A_g$, se tiene:

$$A_{g \text{ min}} = (T_u / \phi_t \cdot F_u \cdot U) \cdot 10 \rightarrow \text{Se adopta el máximo valor de } U \rightarrow U = 0,9$$

$$A_{g \min} = (73,356 \text{ kN}/0,75 \cdot 370 \text{ MPa} \cdot 0,9) \cdot 10 = 2,94 \text{ cm}^2$$

Para el valor de U adoptado, resulta mayor la sección necesaria para el estado límite de fluencia en la sección bruta. $A_{g \text{ necesaria}} = 3,47 \text{ cm}^2$, perfil U utilizado: U 100x50x3,2 con $A = 6,06 \text{ cm}^2$, verifica.

El estado límite de rotura de bloque de corte no puede darse en este caso.

Se debe verificar el cumplimiento de la condición de esbeltez de la barra.

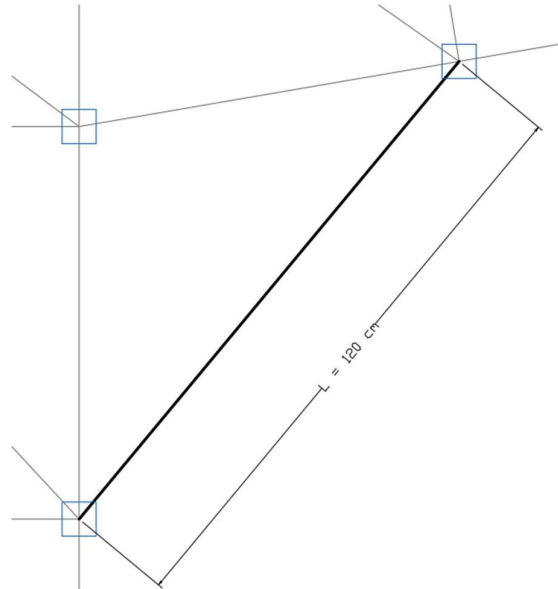


Figura 266| Largo de la cartela de la esquina. Fuente: Elaboración Propia.

$$k \cdot L / r_{\min} = 1 \cdot 120 \text{ cm} / 1,57 \text{ cm} = 76,43 < 300 \therefore \text{verifica}$$

2. Dimensionado de la unión soldada.

La longitud del filete (L) debe satisfacer dos condiciones:

- a. Dar como resultado el valor de U necesario.

Dado que el estado límite determinante es la fluencia en la sección bruta se puede tener un valor de U menor que el adoptado. Con el área del perfil adoptado ($6,06 \text{ cm}^2$) el valor mínimo de U debe ser:

$$U = (T_u / 0,75 \cdot F_u \cdot A_g) \cdot 10 = (73,356 \text{ kN} / 0,75 \cdot 370 \text{ MPa} \cdot 6,06 \text{ cm}^2) \cdot 10 = 0,44$$

$$\text{De fórmula de } U \rightarrow U = 1 - x / L \rightarrow L = x / (1 - U)$$

$$\text{De tabla de perfiles: } x = e_0 = 1,08 \text{ cm}$$

$$L = 1,08 \text{ cm} / (1 - 0,44) = 1,93 \text{ cm}$$

- b. Proveer la resistencia de diseño necesaria.

Se determinan valores máximo y mínimo del lado del filete. Se adopta para la chapa igual espesor que el del perfil $t_c = 0,32 \text{ cm}$

$$d_{\text{mínimo}} = 3 \text{ mm}$$

$$d_{\text{máximo}} = t_{\text{perfil}} = 3,2 \text{ mm}$$

Se adopta lado del filete $d = 3,2 \text{ mm} = 0,32 \text{ cm}$

La resistencia de diseño del filete unitaria es:

$$R_{d \text{ unitaria}} = \varphi \cdot 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot d \cdot 0,707 \cdot L \cdot 10^{-1} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 480 \text{ MPa} \cdot 0,707 \cdot 0,32 \text{ cm} \cdot 1 \cdot 10^{-1} = 39,094 \text{ kN}$$

$$R_d \geq T_u$$

$$R_{d \text{ unitaria}} \cdot L_t = T_u \rightarrow L_t \text{ necesario} = T_u / R_{d \text{ unitaria}}$$

Luego debiendo ser $T_u = 2 \cdot R_d$, resulta:

$$L_t \text{ necesaria} = (73,356 \text{ kN} / 2 \cdot 39,094 \text{ kN}) \cdot 10 = 9,38 \text{ cm}$$

Es mayor la longitud L necesaria para la resistencia del elemento.

Se adopta $L_t \text{ adoptada} = 10 \text{ cm}$

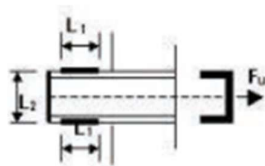


Figura 267| Distribución de los filetes. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

Se distribuyen los filetes:

$$L_2 = 6 \text{ cm}$$

$$L_1 = (L_t - L_2) / 2 = (10 \text{ cm} - 6 \text{ cm}) / 2 = 2 \text{ cm}$$

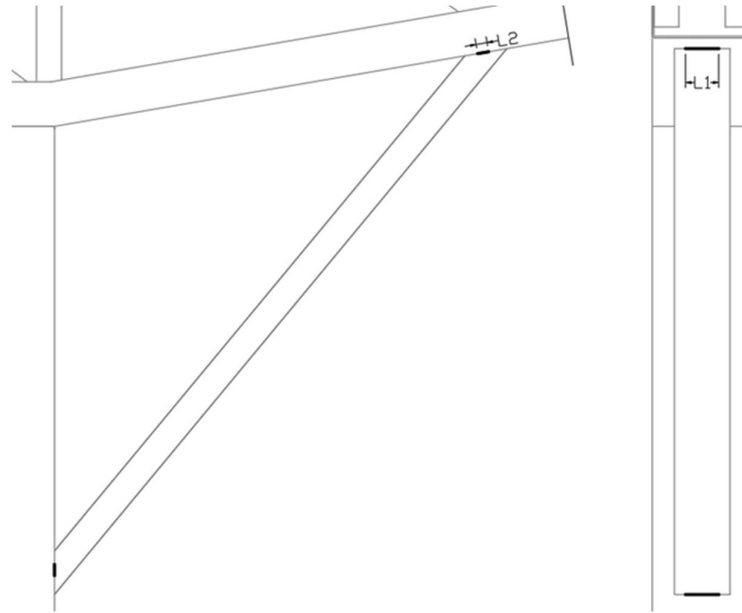


Figura 268| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.2 Verificación de la unión dintel - dintel

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

Se analizaron las distintas combinaciones de esfuerzos en los distintos nodos y se encontró la unión más solicitada para la cual se realizará la verificación de unión soldada entre cordones que forman los dinteles.

Los esfuerzos que concurren a ese punto fueron determinados mediante el software CYPE 3D y corresponden a la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorable de todas las posibles.

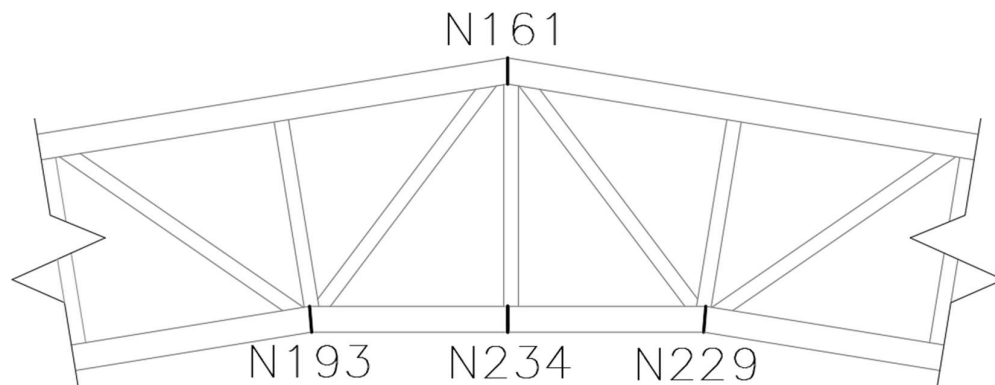


Figura 269| Nodos analizados para encontrar el más solicitado por la suma de esfuerzos y verificar la unión soldada entre dintel - dintel. Fuente: Elaboración propia.

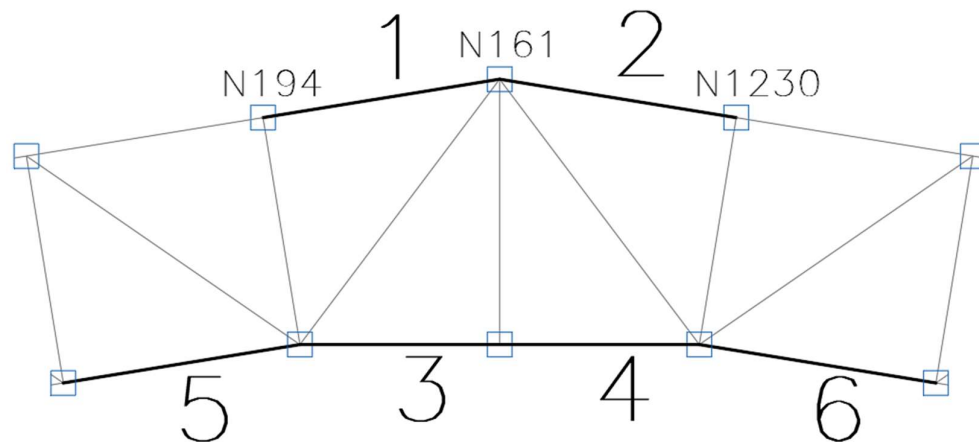


Figura 270| Cordones que conforman las uniones, para analizar el nodo con las mayores solicitaciones y verificar su soldadura. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar la soldadura para el caso que la misma esté trabajando a tracción.

La comprobación se hará en la cumbre del dintel, en la unión de ambos cordones donde se encuentra el quiebre de aguas, que es la zona más comprometida de este miembro estructural.

Tabla 122| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

	Cordón 1 - N194/N161		Cordón 2 - N230/N161		Esfuerzo normal Nu nodo N161 (kN)
	Axil Nu (kN)	Nu*cos 9,2299°	Axil Nu (kN)	Nu*cos 9,2299°	
0,9°D+1,6°W _{(45°-90°)H1}	89,374	88,217	87,880	86,742	174,959

La zona más comprometida es en el nodo 161 donde concurren las barras N194/N161 y N230/N161 materializadas con perfiles U 180x80x3,2. La soldadura a realizar será del tipo a tope.

El cordón de soldadura se plantea continuo sobre toda la cara externa del perfil U en alas y alma.

Se adopta una soldadura a tope con penetración total y de espesor igual al de los perfiles a unir.

La resistencia de diseño de la soldadura es:

$$R_d = \phi * F_w * A_w * 10^{-1}$$

Donde:

- $\phi = 0,65$
- $F_w = 0,6 * F_{EXX}$
- $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$
- $A_w = L_e * t_e$

- $L_e = 80 \text{ mm} * 2 + 180 \text{ mm} = 340 \text{ mm}$
- $t_e = 3,2 \text{ mm}$

Por lo tanto:

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 480 \text{ MPa} * 34 \text{ cm} * 0,32 * 10^{-1} = 188,01 \text{ kN} > 174,96 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

Como se puede observar, se verifica ampliamente, por lo que se podría plantear una soldadura a tope con penetración parcial, con su previo cálculo y verificación.

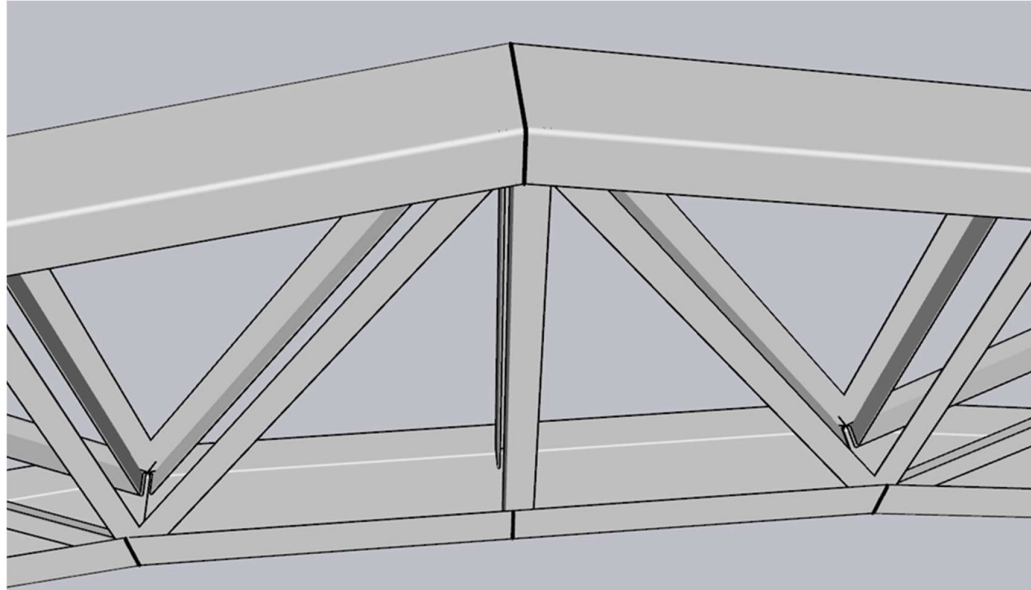


Figura 271| Esquema 3D de la unión dintel - dintel. Fuente: Elaboración propia.

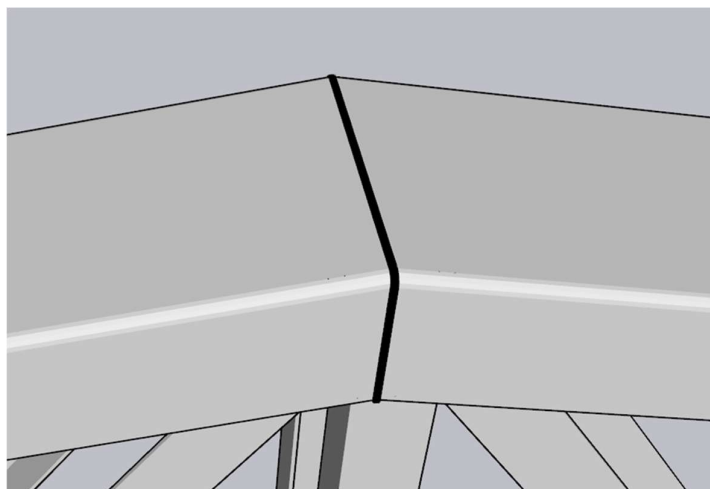


Figura 272| Esquema 3D de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.3 Verificación de la unión de la diagonal y el montante más solicitados a los cordones

7.2.5.3.1 Verificación de la unión soldada de la diagonal más solicitada

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

El esfuerzo utilizado para el cálculo fue determinado mediante el software CYPE 3D y corresponde a la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorable de todas las posibles.

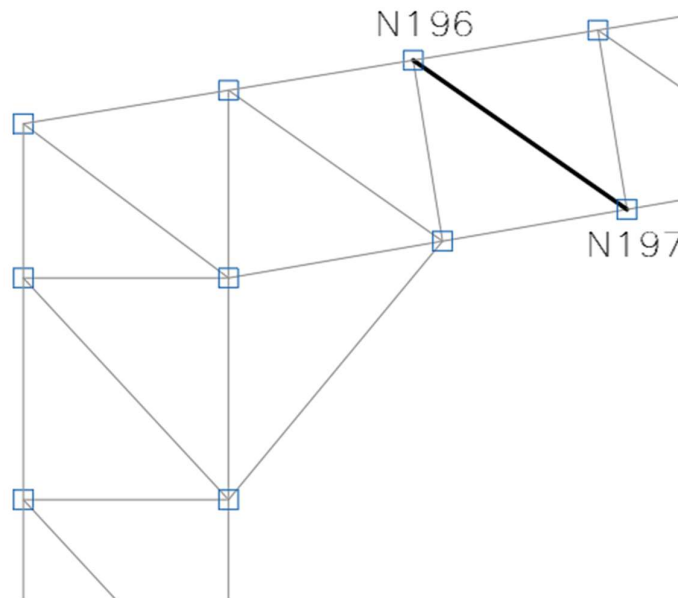


Figura 273| Diagonal más solicitada. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar la soldadura para el caso que la misma esté trabajando a tracción.

La comprobación se hará en la unión de la diagonal a los cordones.

Tabla 123| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

	Diagonal - N197/N196	Esfuerzo normal
	Axil Nu (kN)	Nu (kN)
1,2*D+1,6*Lr	34,962	34,962

La barra de la diagonal N197/N196 está materializada por dos perfiles L 45x45x3,2, mientras que los cordones están materializados con perfiles U 180x80x3,2. La soldadura a realizar será del tipo filete. Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = 34,962 \text{ kN} \rightarrow$ dividido 2 perfiles que forman la diagonal = 17,481 kN

- Acero de los perfiles F-24: $F_y = 235 \text{ MPa}$; $F_u = 370 \text{ MPa}$.
- Electrodo: $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$

1. Dimensionado del perfil.

Se hace $T_u = R_d = \phi_t \cdot P_n$ y se busca el área necesaria.

Para estado límite de fluencia en la sección bruta.

$$A_{g \min} = (T_u / \phi_t \cdot F_y) \cdot 10 = (17,481 \text{ kN} / 0,9 \cdot 235 \text{ MPa}) \cdot 10 = 0,83 \text{ cm}^2$$

Para estado límite de rotura en la sección neta. Considerando que $A_e = U \cdot A_g$, se tiene:

$$A_{g \min} = (T_u / \phi_t \cdot F_u \cdot U) \cdot 10 \rightarrow \text{Se adopta el máximo valor de } U \rightarrow U = 0,9$$

$$A_{g \min} = (17,481 \text{ kN} / 0,75 \cdot 370 \text{ MPa} \cdot 0,9) \cdot 10 = 0,70 \text{ cm}^2$$

Para el valor de U adoptado, resulta mayor la sección necesaria para el estado límite de fluencia en la sección bruta. $A_{g \text{ necesaria}} = 0,83 \text{ cm}^2$, perfil U utilizado: L 45x45x3,2 con $A = 2,83 \text{ cm}^2$, verifica.

El estado límite de rotura de bloque de corte no puede darse en este caso.

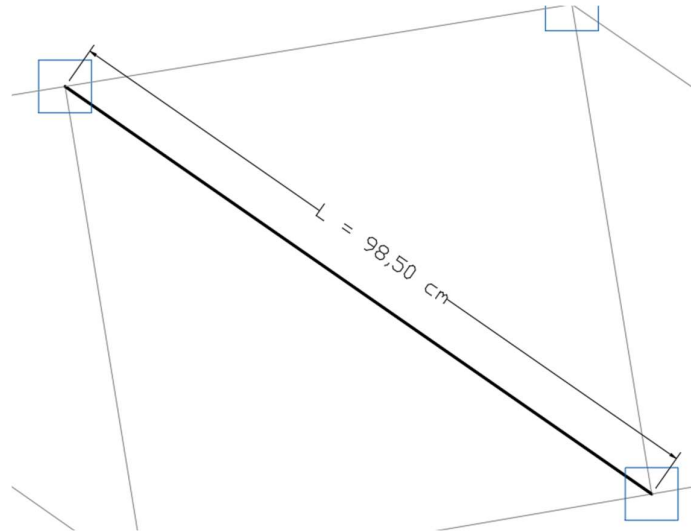


Figura 274| Largo de la diagonal. Fuente: Elaboración Propia.

Se debe verificar el cumplimiento de la condición de esbeltez de la barra.

$$k \cdot L / r_{\min} = 0,85 \cdot 98,50 \text{ cm} / 0,84 \text{ cm} = 99,67 < 300 \therefore \text{verifica}$$

2. Dimensionado de la unión soldada.

La longitud del filete (L) debe satisfacer dos condiciones:

- Dar como resultado el valor de U necesario.

Dado que el estado límite determinante es la fluencia en la sección bruta se puede tener un valor de U menor que el adoptado. Con el área del perfil adoptado ($2,83 \text{ cm}^2$) el valor mínimo de U debe ser:

$$U = (T_u / 0,75 \cdot F_u \cdot A_g) \cdot 10 = (17,481 \text{ kN} / 0,75 \cdot 370 \text{ MPa} \cdot 2,83 \text{ cm}^2) \cdot 10 = 0,222$$

$$\text{De fórmula de } U \rightarrow U = 1 - x / L \rightarrow L = x / (1 - U)$$

$$\text{De tabla de perfiles: } x = e_0 = 1,19 \text{ cm}$$

$$L = 1,19 \text{ cm} / (1 - 0,222) = 1,53 \text{ cm}$$

d. Proveer la resistencia de diseño necesaria.

Se determinan valores máximo y mínimo del lado del filete. Se adopta para la chapa igual espesor que el del perfil $t_c = 0,32 \text{ cm}$

$$d_{\text{mínimo}} = 3 \text{ mm}$$

$$d_{\text{máximo}} = t_{\text{perfil}} = 3,2 \text{ mm}$$

Se adopta lado del filete $d = 3,2 \text{ mm} = 0,32 \text{ cm}$

La resistencia de diseño del filete unitaria es:

$$R_{d \text{ unitaria}} = \phi \cdot 0,6 \cdot F_{EXX} \cdot d \cdot 0,707 \cdot L \cdot 10^{-1} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 480 \text{ MPa} \cdot 0,707 \cdot 0,32 \text{ cm} \cdot 1 \cdot 10^{-1} = 39,094 \text{ kN}$$

$$R_d \geq T_u$$

$$R_{d \text{ unitaria}} \cdot L_t = T_u \rightarrow L_t \text{ necesario} = T_u / R_{d \text{ unitaria}}$$

Luego debiendo ser $T_u = 2 \cdot R_d$, resulta:

$$L_t \text{ necesaria} = (17,481 \text{ kN} / 2 \cdot 39,094 \text{ kN}) \cdot 10 = 2,24 \text{ cm}$$

Es mayor la longitud L necesaria para la resistencia.

Se adopta $L_t \text{ adoptada} = 2,25 \text{ cm}$

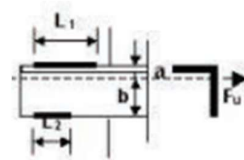


Figura 275| Distribución de los filetes. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

Se distribuyen los filetes:

$$L_1 = [b / (a + b)] \cdot L_t = [3,26 \text{ cm} / (1,24 \text{ cm} + 3,26 \text{ cm})] \cdot 2,25 \text{ cm} = 1,63 \text{ cm}$$

$$L_2 = [a / (a + b)] \cdot L_t = [1,24 \text{ cm} / (1,24 \text{ cm} + 3,26 \text{ cm})] \cdot 2,25 \text{ cm} = 0,62 \text{ cm}$$

Además, se refuerza colocando un cordón de $L = 4,5 \text{ cm}$ en la parte transversal del perfil para más seguridad, quedando un $L \text{ total} = 6,75 \text{ cm}$.

$$L_{e \text{ min}} \geq 4 \cdot d = 4 \cdot 3,2 \text{ mm} = 1,28 \text{ cm}$$

$$L_{e \text{ min}} \geq b = 4,5 \text{ cm}$$

$$L_{e \max} = \beta * L \rightarrow L/d = 6,75 \text{ cm}/0,32 \text{ cm} = 21 < 100 \rightarrow \beta = 1 \rightarrow L_e = L = 6,75 \text{ cm}$$

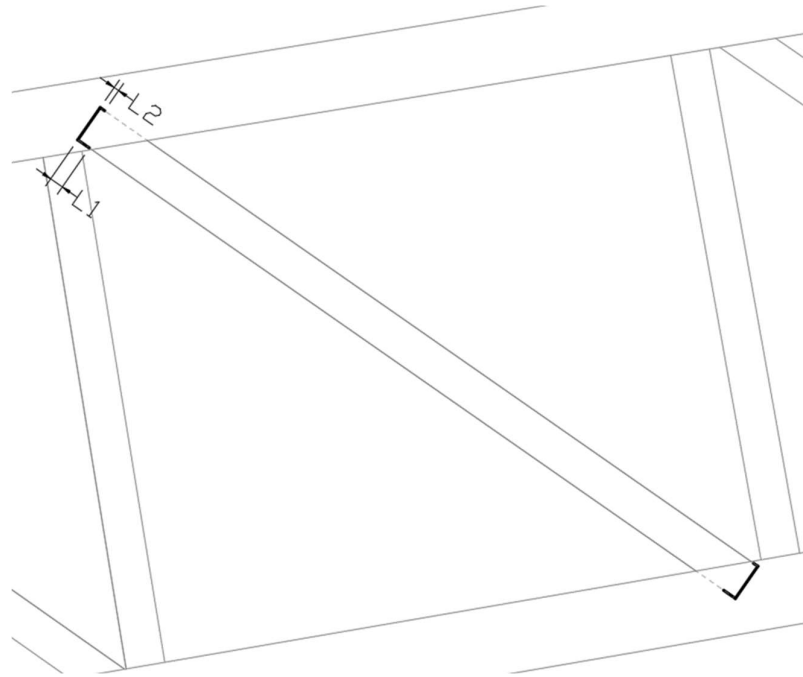


Figura 276| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.3.2 Verificación de la unión soldada del montante más solicitado

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

El esfuerzo utilizado para el cálculo fue determinado mediante el software CYPE 3D y corresponde a la combinación de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorable de todas las posibles.

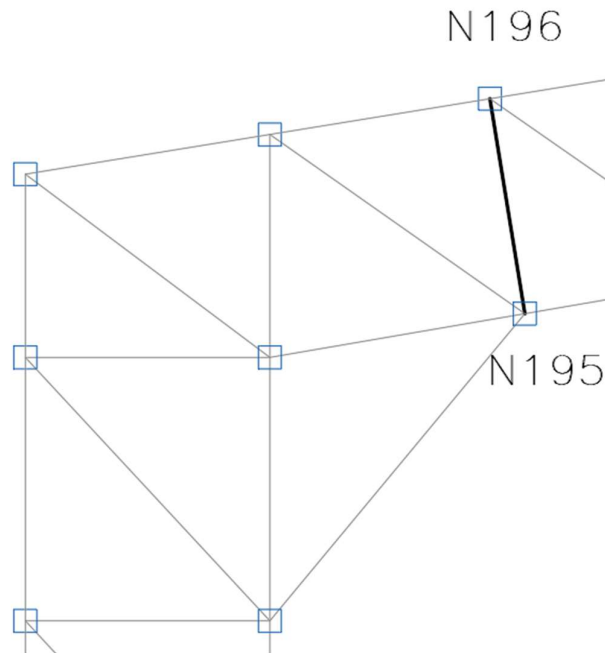


Figura 277| Montante más solicitado. En CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar la soldadura para el caso que la misma esté trabajando a tracción.

La comprobación se hará en la unión del montante a los cordones.

Tabla 124| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

	Montante - N195/N196	Esfuerzo normal
	Axil Nu (kN)	Nu (kN)
$0,9 \cdot D + W_{(45^\circ-90^\circ)H1}$	22,715	22,715

La barra del montante N195/N196 está materializada por dos perfiles L 45x45x3,2, mientras que los cordones están materializados con perfiles U 180x80x3,2. La soldadura a realizar será del tipo filete.

Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = 22,715 \text{ kN} \rightarrow$ dividido 2 perfiles que forman la diagonal = 11,358 kN
- Acero de los perfiles F-24: $F_y = 235 \text{ MPa}$; $F_u = 370 \text{ MPa}$.
- Electrodo: $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$

1. Dimensionado del perfil.

Se hace $T_u = R_d = \phi_t \cdot P_n$ y se busca el área necesaria.

Para estado límite de fluencia en la sección bruta.

$$A_{g \min} = (T_u / \phi_t * F_y) * 10 = (11,358 \text{ kN} / 0,9 * 235 \text{ MPa}) * 10 = 0,54 \text{ cm}^2$$

Para estado límite de rotura en la sección neta. Considerando que $A_e = U * A_g$, se tiene:

$$A_{g \min} = (T_u / \phi_t * F_u * U) * 10 \rightarrow \text{Se adopta el máximo valor de } U \rightarrow U = 0,9$$

$$A_{g \min} = (11,358 \text{ kN} / 0,75 * 370 \text{ MPa} * 0,9) * 10 = 0,45 \text{ cm}^2$$

Para el valor de U adoptado, resulta mayor la sección necesaria para el estado límite de fluencia en la sección bruta. $A_{g \text{ necesaria}} = 0,54 \text{ cm}^2$, perfil U utilizado: L 45x45x3,2 con $A = 2,83 \text{ cm}^2$, verifica.

El estado límite de rotura de bloque de corte no puede darse en este caso.

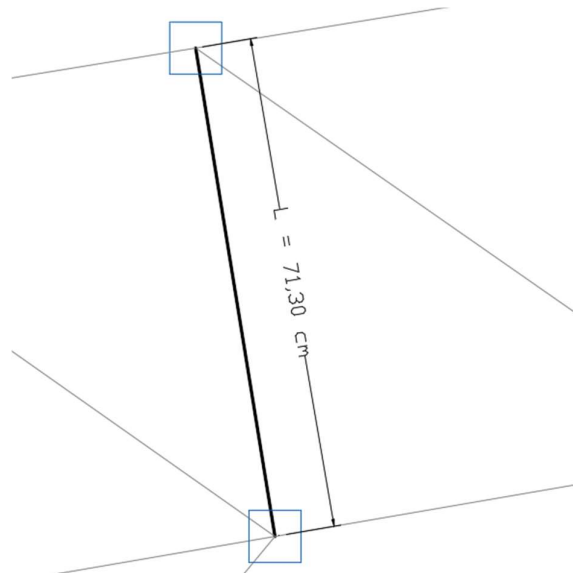


Figura 278| Largo del montante. Fuente: Elaboración Propia.

Se debe verificar el cumplimiento de la condición de esbeltez de la barra.

$$k * L / r_{\min} = 0,85 * 71,30 \text{ cm} / 0,84 \text{ cm} = 72,15 < 300 \therefore \text{verifica}$$

2. Dimensionado de la unión soldada.

La longitud del filete (L) debe satisfacer dos condiciones:

- e. Dar como resultado el valor de U necesario.

Dado que el estado límite determinante es la fluencia en la sección bruta se puede tener un valor de U menor que el adoptado. Con el área del perfil adoptado ($2,83 \text{ cm}^2$) el valor mínimo de U debe ser:

$$U = (T_u / 0,75 * F_u * A_g) * 10 = (11,358 \text{ kN} / 0,75 * 370 \text{ MPa} * 2,83 \text{ cm}^2) * 10 = 0,145$$

$$\text{De fórmula de } U \rightarrow U = 1 - x / L \rightarrow L = x / (1 - U)$$

$$\text{De tabla de perfiles: } x = e_0 = 1,19 \text{ cm}$$

$$L = 1,19 \text{ cm} / (1 - 0,145) = 1,39 \text{ cm}$$

f. Proveer la resistencia de diseño necesaria.

Se determinan valores máximo y mínimo del lado del filete. Se adopta para la chapa igual espesor que el del perfil $t_c = 0,32$ cm

$$d_{\text{mínimo}} = 3 \text{ mm}$$

$$d_{\text{máximo}} = t_{\text{perfil}} = 3,2 \text{ mm}$$

Se adopta lado del filete $d = 3,2 \text{ mm} = 0,32$ cm

La resistencia de diseño del filete unitaria es:

$$R_{d \text{ unitaria}} = \phi * 0,6 * F_{EXX} * d * 0,707 * L * 10^{-1} = 0,6 * 0,6 * 480 \text{ MPa} * 0,707 * 0,32 \text{ cm} * 1 * 10^{-1} = 39,094 \text{ kN}$$

$$R_d \geq T_u$$

$$R_{d \text{ unitaria}} * L_t = T_u \rightarrow L_t \text{ necesario} = T_u / R_{d \text{ unitaria}}$$

Luego debiendo ser $T_u = 2 * R_d$, resulta:

$$L_t \text{ necesaria} = (11,358 \text{ kN} / 2 * 39,094 \text{ kN}) * 10 = 1,45 \text{ cm}$$

Es mayor la longitud L necesaria para la resistencia.

Se adopta $L_t \text{ adoptada} = 1,50 \text{ cm}$

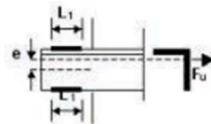


Figura 279| Distribución de los filetes. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

Se distribuyen los filetes:

$$L_1 = L_t / 2 = 1,50 \text{ cm} / 2 = 0,75 \text{ cm}$$

Además, se refuerza colocando un cordón de $L = 4,5$ cm en la parte transversal del perfil para más seguridad, quedando un $L \text{ total} = 6$ cm.

$$L_{\text{adoptada}} = 6 \text{ cm} > L_{\text{necesaria}} = 1,45 \text{ cm}$$

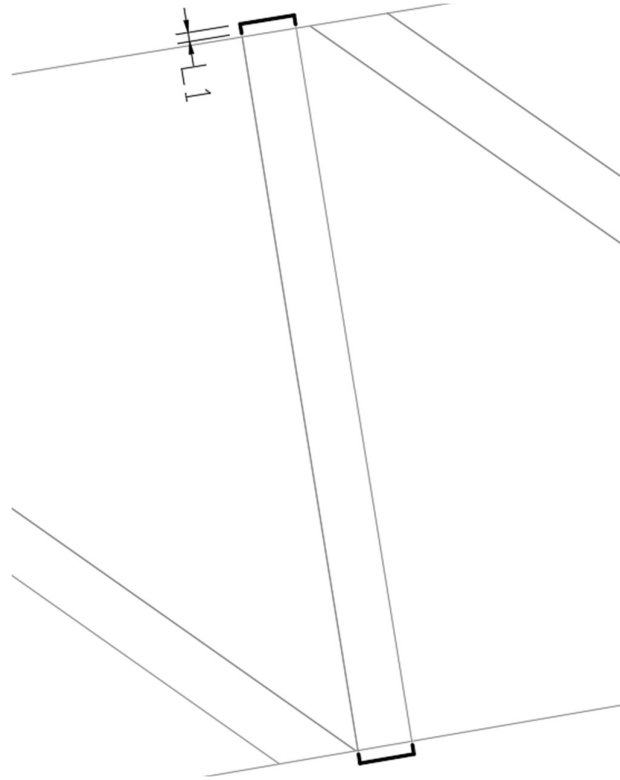


Figura 280| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.4 Verificación de la unión pilar - fundación

En este inciso se desarrolla el cálculo de la unión entre la columna y la base. La unión se materializa soldando la columna a una placa de base unida a la cimentación mediante dos pernos anclados en el hormigón. Se determinarán las dimensiones de las presillas y de la placa base adoptadas y se verificarán, se verificará la resistencia del hormigón bajo la placa de base, y se dimensionarán los pernos, verificando su anclaje en el hormigón y su resistencia a tracción y corte combinados.

El arranque de cualquier pieza metálica desde otra de hormigón armado, se hace mediante una placa de anclaje. Se compone de una chapa metálica, pernos, varillas o bulones en forma de L o J, y cartelas en el caso de ser necesario.

La función estructural de la placa es repartir y transmitir la carga al hormigón, que es menos capaz estructuralmente que el acero. Sin la existencia de esta placa de anclaje, no sería posible unir ambos materiales de forma compatible.

Según el modelado de la estructura en CYPE 3D, nos encontramos frente a una unión flexible donde la columna se considera articulada al hormigón. Es decir que no llegan grandes momentos a la vinculación por la acción de las cargas. De todas formas, para el diseño de los

elementos que constituyen la placa de anclaje, se utilizarán los esfuerzos normales y de corte, y además se tendrán en cuenta los momentos generados por la el traslado de las cargas que llegan en cada cordón que forman la celosía del pilar al centro de gravedad de la zapata.

Previamente a efectuar los cálculos, se presentan las siguientes recomendaciones sugeridas por distintas bibliografías a tener en cuenta para el diseño de la unión pilar - fundación:

- Las placas se fabrican a partir de chapas gruesas, de dimensiones a (canto) x b (ancho) x t (espesor). Su superficie ($a \times b$) debe ser suficiente para proporcionar un reparto uniforme de las tensiones hacia el hormigón.

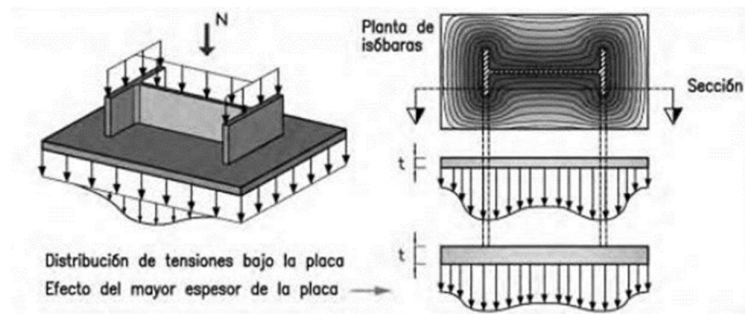


Figura 281| Distribución de tensiones bajo la placa. Fuente: Instrucción de Acero Estructural (EAE).

- El espesor de la placa se deduce según la magnitud de la flexión. El espesor de 20 mm es el más habitual en soportes de naves que transmiten cargas medias. A partir de 40 mm pueden existir tensiones residuales de cierta importancia debido al lento enfriamiento de los cordones de soldadura.
- Los diámetros de las varillas no deben ser inferiores a 20 mm.
- La transmisión de las tensiones de tracción se realiza mediante anclaje por adherencia con el hormigón. La longitud de anclaje en el hormigón en el caso de barras rectas puede tomarse aproximadamente de 50 veces el diámetro. Si presentan un gancho, puede reducirse la longitud a 30 veces el diámetro.

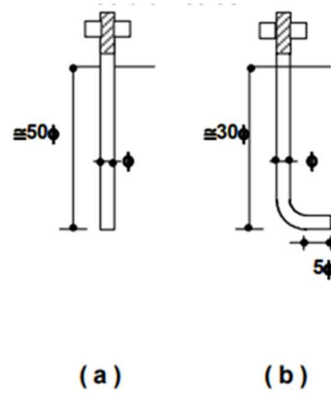


Figura 282| Longitud de anclaje mínima. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

7.2.5.4.1 Datos y dimensiones adoptadas a verificar

A continuación, se muestra un resumen de los datos que se utilizarán en los distintos cálculos en la verificación de la unión pilar – fundación:

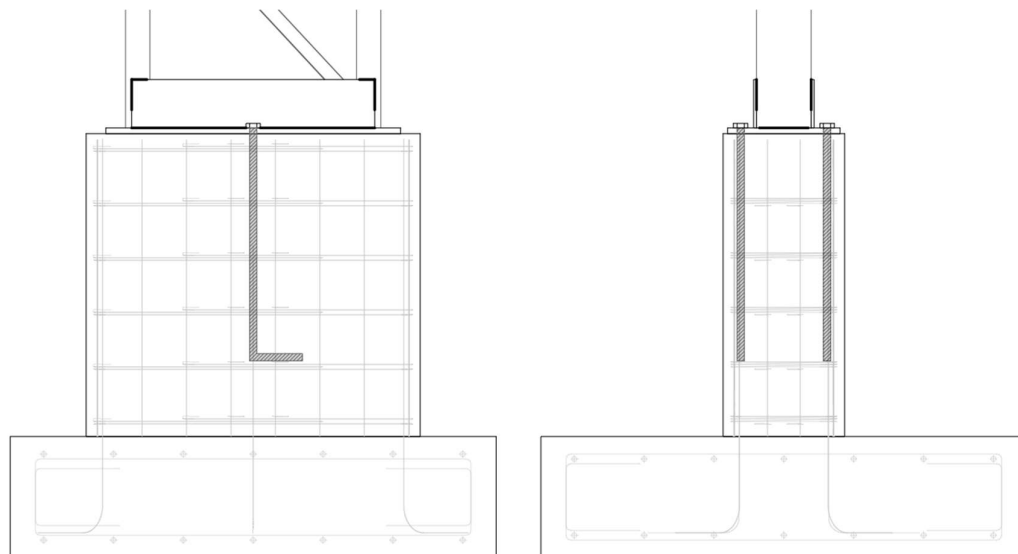


Figura 283| Esquemas de la unión pilar - fundación, vistas frontal y lateral. Fuente: Elaboración propia.

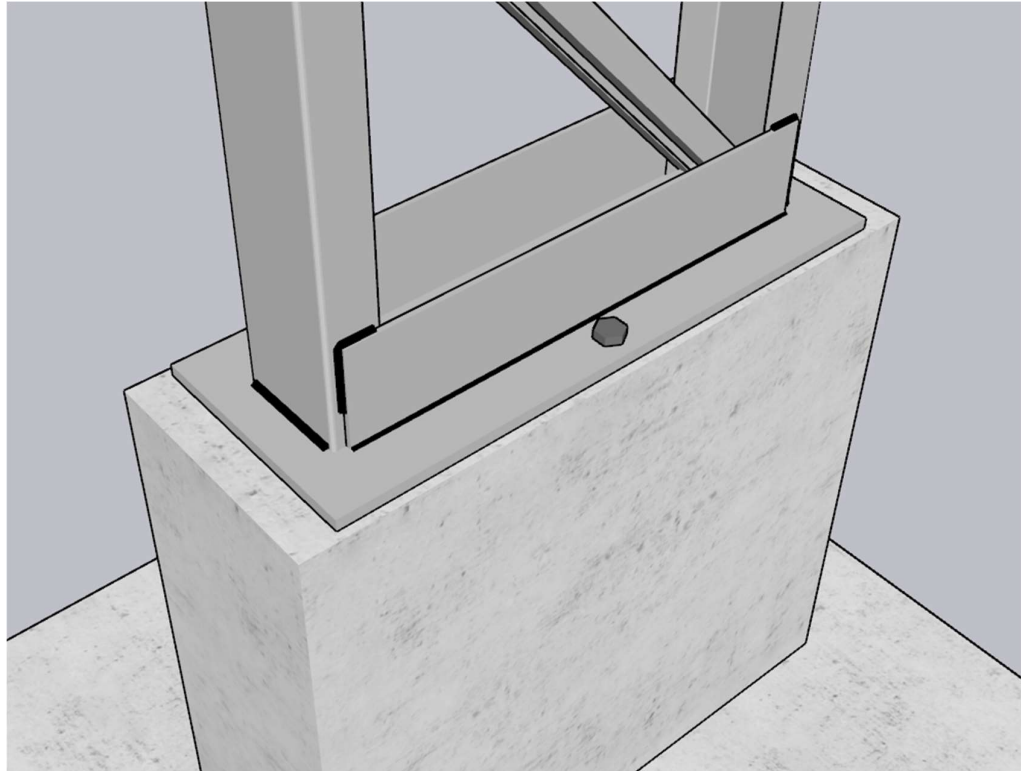


Figura 284| Esquemas 3D de la unión pilar - fundación. Fuente: Elaboración propia.

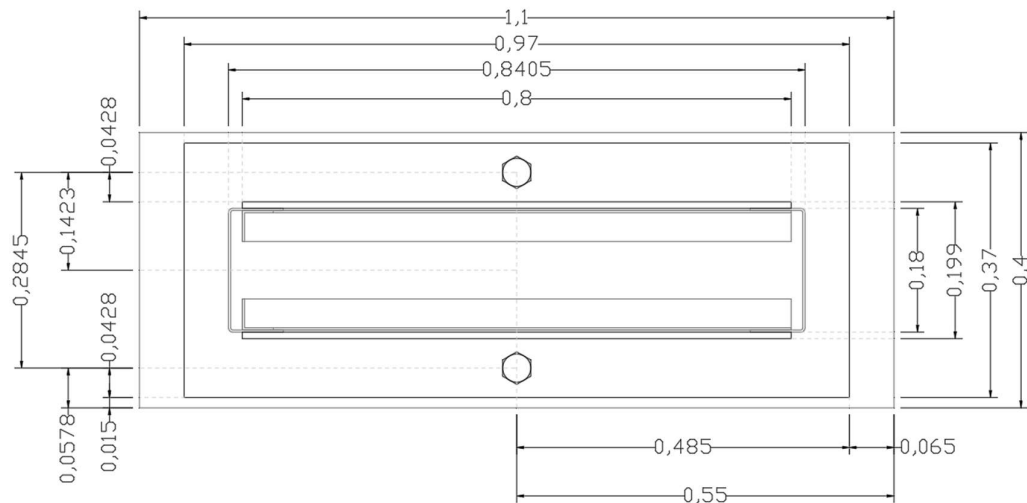


Figura 285| Medidas a tener en cuenta para los cálculos. Fuente: Elaboración propia.

- Columna metálica:
 - Acero F-24: $F_y = 235 \text{ MPa}$; $F_u = 370 \text{ MPa}$
 - $a_{\text{columna}} = 840,5 \text{ mm}$
 - $b_{\text{columna}} = 180 \text{ mm} + 2 \cdot 9,5 \text{ mm} = 199 \text{ mm}$
 - $t_{\text{cordón}} = 3,2 \text{ mm}$

-
- $t_{\text{presilla}} = 3/8'' = 9,5 \text{ mm}$
 - $a_{\text{presilla}} = 800 \text{ mm}$
 - $h_{\text{presilla}} = 160 \text{ mm}$
 - Fuste de la fundación:
 - Hormigón H-25: $F'_c = 25 \text{ MPa}$
 - $a_{\text{zapata}} = 1100 \text{ mm}$
 - $b_{\text{zapata}} = 400 \text{ mm}$
 - Pernos de anclaje:
 - ISO 8.8: $F_u = 830 \text{ MPa}$; $F_y = 660 \text{ MPa}$
 - $\varnothing_{\text{perno}} = 24 \text{ mm}$
 - $A_b = 452,4 \text{ mm}^2$
 - $\varnothing_{\text{agujero}} = 27 \text{ mm}$
 - $n^\circ \text{ de pernos} = 2$
 - $m = 1$ (plano de corte)
 - Rosca excluida del plano de corte: $F_v = 415 \text{ MPa}$; $F_t = 620 \text{ MPa}$
 - La deformación alrededor del agujero para cargas de servicio es una consideración de proyecto (deformación no permitida).
 - Placa base:
 - Acero F-24: $F_y = 235 \text{ MPa}$; $F_u = 370 \text{ MPa}$
 - $N = 970 \text{ mm}$
 - $B = 370 \text{ mm}$
 - $t_{\text{placa}} = 3/4'' = 19,1 \text{ mm}$
 - Longitudes de anclaje mínima, distancias, separaciones reglamentarias:
 - $h_{\text{ef min}} = 30 \cdot \varnothing = 30 \cdot 24 \text{ mm} = 720 \text{ mm}$; $h_{\text{ef adoptada}} = 750 \text{ mm}$
 - **Largo del gancho mínimo** = $5 \cdot \varnothing = 5 \cdot 24 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$; Largo del gancho adoptado = 150 mm
 - $s_{\text{mín}} = 3 \cdot d = 3 \cdot 24 \text{ mm} = 72 \text{ mm}$
 - $s_{\text{máx}} \leq 24 \cdot t_{\text{placa}} = 24 \cdot 19,1 \text{ mm} = 458,4 \text{ mm}$; o 300 mm
 - $db_{\text{mín}} = 1,75 \cdot d = 1,75 \cdot 24 \text{ mm} = 42 \text{ mm}$
 - $db_{\text{máx}} \leq 12 \cdot t_{\text{placa}} = 12 \cdot 19,1 \text{ mm} = 229,2 \text{ mm}$; o 150 mm
 - Soldadura:
 - Material de aporte: electrodo $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$
-

- Esfuerzos:** se realizan las verificaciones de la unión contemplando los esfuerzos últimos que se muestran a continuación, los cuales fueron determinados mediante el software CYPE 3D y corresponden a las combinaciones de cargas mayoradas (E.L.U.) más desfavorables de todas las posibles para tracción y para compresión.

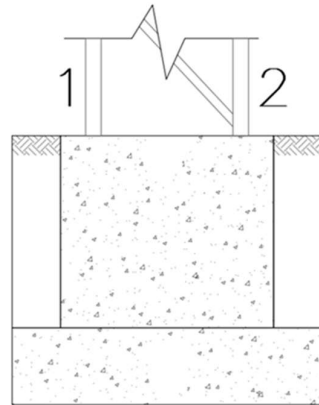


Figura 286| Cordones que conforman la columna, para analizar las mayores sollicitaciones y verificar la unión pilar - fundación. Fuente: Elaboración propia.

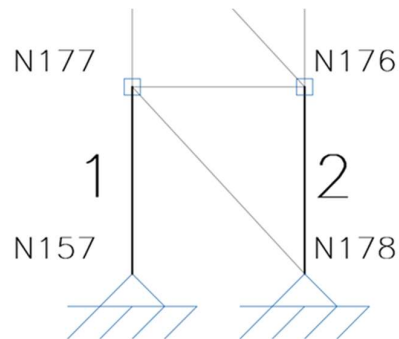


Figura 287| Cordones que conforman la columna, en CYPE 3D las barras se nombran por los nodos que unen. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125| Tabla resumen de los esfuerzos para la combinación más desfavorable. Fuente: Elaboración Propia.

Columna pórtico más solicitado									
	Cordón 1 - N157/N177	Cordón 2 - N178/N176	SUMA AXIL Nu (kN)	Cordón 1 - N157/N177	Cordón 2 - N178/N176	SUMA MOMENTO Mu (kN*m)	Cordón 1 - N157/N177	Cordón 2 - N178/N176	SUMA CORTE Vu (kN)
	Axil Nu (kN)	Axil Nu (kN)		Momento Mu (kN*m)	Momento Mu (kN*m)		Corte Vu (kN)	Corte Vu (kN)	
0,9°D+1,6°W _{(0°-45°)H1} (TRACCIÓN)	143,630	-60,303	83,327	-57,452	-24,121	-81,573	0,686	36,839	37,525
1,2°D+1,6°Lr+0,8°W _{(180°-225°)H2} (COMPRESIÓN)	-80,010	19,921	-60,089	32,004	7,968	39,972	0,167	16,333	16,500

7.2.5.4.2 Dimensionado de las presillas

El dimensionado que se presenta en este apartado se realiza en base a las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

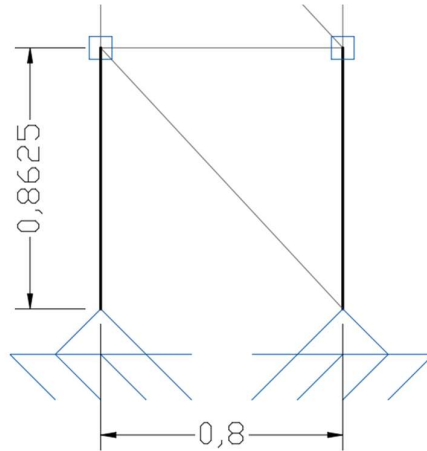


Figura 288| Medidas h y s para el cálculo de las presillas. Fuente: Elaboración propia.

En los extremos de la barra armada se dispondrán presillas constituidas por planchuelas. Las presillas deberán satisfacer la siguiente condición:

$$(n_p \cdot I_p) / h \geq (10 \cdot I_1) / s$$

- n_p : número de presillas: $n_p = 2$
- I_1 : Momento de inercia del cordón respecto al eje paralelo al eje libre (hallado en tabla de perfiles): $I_{yy} = 66,07 \text{ cm}^4$
- s : separación entre centros de gravedad de los montantes de la columna: $s = 86,25 \text{ cm}$
- h : separación entre centros de gravedad de los cordones de la columna: $h = 80 \text{ cm}$
- t_{presilla} : espesor adoptado de la presilla: $t_{\text{presilla}} = 3/8'' = 0,95 \text{ cm}$
- I_p : momento de inercia de la presilla.

Se procede a despejar y calcular I_p de la fórmula:

$$I_p \geq (10 \cdot I_1 \cdot h) / (s \cdot n_p)$$

$$I_p = (10 \cdot 66,07 \text{ cm}^4 \cdot 80 \text{ cm}) / (86,25 \text{ cm} \cdot 2) = 306,41 \text{ cm}^4$$

Y se calcula la altura de la presilla h_{presilla} resolviendo la siguiente expresión:

$$h_{\text{presilla}} = 3 \sqrt[3]{(12 \cdot I_p) / t_{\text{presilla}}}$$

$$h_{\text{presilla}} = 3 \sqrt[3]{(12 \cdot 306,41 \text{ cm}^4) / 0,95 \text{ cm}} = 15,70 \text{ cm}$$

Se adopta entonces: $h_{\text{presilla}} = 16 \text{ cm}$

$$t_{\text{presilla}} = 0,95 \text{ cm}$$

$$a_{\text{presilla}} = 80 \text{ cm}$$

7.2.5.4.3 Dimensionado de la placa base y verificación del espesor adoptado

Dimensiones adoptadas para la placa base (canto, ancho, espesor).

$$N \geq a_c + 2*6,00\text{cm}$$

$$N \geq 84,05 \text{ cm} + 2*6,00 \text{ cm} = 96,05 \text{ cm}$$

$$N_{\text{adoptada}} = 97 \text{ cm} = 970 \text{ mm}$$

$$B \geq b_c + 2*6,00 \text{ cm}$$

$$B \geq 19,9 \text{ cm} + 2*6,00 \text{ cm}$$

$$B_{\text{adoptada}} = 37 \text{ cm} = 370 \text{ mm}$$

$$A_1 = B*N$$

$$A_1 = 37 \text{ cm}*97 \text{ cm}$$

$$A_1 = 3589 \text{ cm}^2 = 358900 \text{ mm}^2$$

Espesor de la Placa Base adoptada $t_p = 3/4'' = 19,1 \text{ mm} = 1,91 \text{ cm}$

- Excentricidad: "e" y "e crítico"

Se calcula la excentricidad y la excentricidad crítica para compararlas y determinar cómo se diseñará la placa base, sabiendo que: $e < e_{\text{crit}}$, diseño de la placa base sometida totalmente a compresión; $e > e_{\text{crit}}$, diseño de la placa base con momento grande

$$e = M_u/P_u = 81,57 \text{ kNm} / 83,33 \text{ kN} = 0,98 \text{ m} = 98 \text{ cm}$$

$$f_{p(\text{max})} = \phi*0,85*F_c*\sqrt{(A_2/A_1)}$$

$$A_{2 \text{ base } H^\circ} = 110 \text{ cm}*40 \text{ cm} = 4400 \text{ cm}^2$$

$$f_{p(\text{max})} = 0,75*0,85*25 \text{ MPa}*\sqrt{(4400 \text{ cm}^2/3589 \text{ cm}^2)} = 17,65 \text{ MPa} = 1,765 \text{ kN/cm}^2$$

$$q_{\text{max}} = f_{p(\text{max})}*B = 1,765 \text{ kN/cm}^2*37 \text{ cm} = 65,305 \text{ kN/cm}$$

$$e_{\text{crit}} = N/2 - P_u/2*q_{\text{max}} = 97 \text{ cm}/2 - 83,33 \text{ kN}/2*65,305 \text{ kN/cm} = 47,86 \text{ cm}$$

$e_{\text{crit}} = 47,86 \text{ cm} < e = 98 \text{ cm}$, por lo que se diseña la placa base con momento grande.

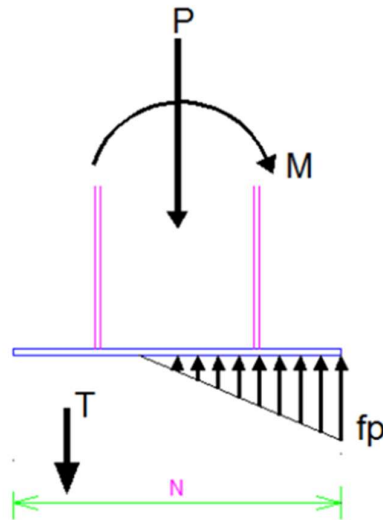


Figura 289| Excentricidad grande, flexión en parte de la placa. Fuente: https://www.academia.edu/31889812/DISE%C3%91O_Y_C%C3%81LCULO_DE_PLACA_BASE_MOMENTO_Y_CARGA_AXIAL_EXCENTRICIDAD_GRANDE

- Longitud de apoyo “Y”, tensión del perno “ T_u ”

$$(f + N/2) \cdot 2 \geq 2 \cdot P_u \cdot (e + f) / q_{\max}$$

$$f = N/2 - L_{ch}$$

L_{ch} : longitud de horizontal del eje del perno al extremo de la placa base $\rightarrow L_{ch} = 48,5$

cm

$$f = 97 \text{ cm} / 2 - 48,5 \text{ cm} = 0$$

$$Y = (f + N/2) - \sqrt{[(f + N/2) \cdot 2 - (2 \cdot P_u \cdot (e + f)) / q_{\max}]}$$

$$Y = (0 + 97 \text{ cm} / 2) - \sqrt{[(0 + 97 \text{ cm} / 2) \cdot 2 - (2 \cdot 83,33 \text{ kN} \cdot (98 \text{ cm} + 0)) / 65,305 \text{ kN/cm}]}$$

$$Y = 2,65 \text{ cm}$$

$$T_u = q_{\max} \cdot Y - P_u = 65,305 \text{ kN/cm} \cdot 2,65 \text{ cm} - 83,33 \text{ kN} = 89,73 \text{ kN}$$

- Espesor mínimo de la placa base

Se obtiene el espesor mínimo para la placa base y se verifica que el espesor adoptado sea mayor.

$$m = N - a_c/2 = 97 \text{ cm} - 84,05 \text{ cm} / 2 = 6,475 \text{ cm}$$

$$n = B - b_c/2 = 37 \text{ cm} - 19,9 \text{ cm} / 2 = 8,55 \text{ cm}$$

$$Y = 2,65 \text{ cm} < \max(m, n) = 8,55 \text{ cm}, \text{ entonces:}$$

$$t_p(\min) = 2,11 \cdot \sqrt{[(f_p \cdot Y \cdot (h - Y/2)) / F_y \text{ placa}]}$$

$$f_p = P_u / (B \cdot Y) = 83,33 \text{ kN} / (37 \text{ cm} \cdot 2,65 \text{ cm}) = 0,85 \text{ kN/cm}^2$$

$$t_p (\text{min}) = 2,11 \cdot \sqrt{[(0,85 \text{ kN/cm}^2 \cdot 2,65 \text{ cm} \cdot (8,55 \text{ cm} - 2,65 \text{ cm}/2))/23,5 \text{ kN/cm}^2]} = 1,76$$

cm

$$t_p (\text{min}) = 1,76 \text{ cm} < t_p \text{ adoptado} = 1,91 \text{ cm} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.4 Verificación de la resistencia del hormigón bajo la placa

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005.

Para la resistencia al aplastamiento del hormigón, teniendo en cuenta que la placa de apoyo cubre un área menor que el área total de apoyo de hormigón, se adopta:

$$P_u \text{ compresión} < \phi_c \cdot P_p = \phi_c \cdot 0,85 \cdot F'_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{(A_2/A_1)}$$

$$\phi_c = 0,6; F'_c = 25 \text{ MPa}$$

A_1 : área de acero que apoya en forma concéntrica con el apoyo de hormigón.

$$A_1 = 37 \text{ cm} \cdot 97 \text{ cm} = 3589 \text{ cm}^2$$

A_2 : área máxima de la porción de la superficie de apoyo que es geoméricamente similar y concéntrica con el área cargada.

$$A_2 = 110 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 4400 \text{ cm}^2$$

$$\sqrt{(A_2/A_1)} = \sqrt{(4400 \text{ cm}^2/3589 \text{ cm}^2)} = 1,11 < 2 \rightarrow \text{Se adopta } \sqrt{(A_2/A_1)} = 1,11$$

$$\phi_c \cdot P_p = 0,6 \cdot 0,85 \cdot 25 \text{ MPa} \cdot 3589 \text{ cm}^2 \cdot \sqrt{(4400 \text{ cm}^2/3589 \text{ cm}^2)} \cdot 10^{-1} = 5066,68 \text{ kN}$$

$$\text{Siendo } P_u \text{ compresión} = 60,09 \text{ kN} < 5066,68 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5 Verificación de la unión abulonada

7.2.5.4.5.1 Resistencia de diseño a tracción

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

El reglamento aborda el caso de los bulones sometidos a una combinación de fuerza de tracción y de corte, minimizando la capacidad de los bulones de tomar tracción en la medida en que se aumentan los esfuerzos de corte que se le transmiten. Para tener una solución a este caso de combinación de acciones el reglamento grafica el criterio asumido para una combinación de este tipo de acciones como se muestra a continuación en la tabla.

Descripción de los Bulones	Rosca incluida en el Plano de corte	Rosca excluida del Plano de Corte
Bulones A307	338 – 2,5 $f_v \leq 260$	
Bulones A325, A325M, ISO 8.8	806 – 2,5 $f_v \leq 620$	806 – 2,0 $f_v \leq 620$
Bulones A490, A490M, ISO 10.9	1012 – 2,5 $f_v \leq 778$	1012 – 2,0 $f_v \leq 778$
Partes roscadas de bulones A449 de diámetro mayor que 38.1 mm	0,98 F_u – 2,5 $f_v \leq 0,75 F_u$	0,98 F_u – 2,0 $f_v \leq 0,75 F_u$

Figura 290| Resistencia Nominal a la Tracción (Ft), (MPa). Uniones tipo aplastamiento. Fuente: Gabriel Troglia – Estructuras Metálicas Proyecto por Estados Límites – Tomo 1 – Séptima Edición.

De acuerdo a los datos que se tienen, se va a utilizar la siguiente expresión para hallar la Resistencia Nominal a la Tracción (F_t):

$$806 - 2,0 \cdot f_v \leq 620$$

Entonces el f_v va a estar dado por la fuerza que produce corte dividido por el área de los 2 bulones:

$$f_v = T_u / (n^\circ \text{ bulones} \cdot \text{área bulón})$$

$$f_v = 37,53 \text{ KN} / 12 \cdot 452,4 \text{ mm}^2 \cdot 1000$$

$$f_v = 36,62 \text{ N/mm}^2$$

Y se calcula entonces:

$$F_t = 806 - 2,0 \cdot 36,62 \text{ N/mm}^2 \leq 620 \text{ N/mm}^2$$

$$F_t = 732,76 \text{ N/mm}^2 > 620 \text{ N/mm}^2$$

El valor que se halla supera la tensión nominal en tracción para los bulones cuando no tienen corte, y eso significa que la tensión de corte es lo suficientemente chica para el bulón como para no alterar y disminuir su resistencia en tracción. Esto quiere decir que se puede tomar los 620 MPa que toma cualquier bulón de esas características solo sometido a tracción, el corte no alcanzó a afectarlo en este caso.

En consecuencia, para verificar la resistencia de diseño de tracción se tomará el valor de 620 MPa.

Yendo a la expresión para verificar a tracción:

$$R_d = \phi \cdot R_n = F_t \cdot \phi \cdot A_b \cdot n^\circ \text{ bulones}$$

$$\text{Donde } \phi = 0,75$$

$$R_d = 0,75 \cdot 620 \text{ MPa} \cdot 4,524 \text{ cm}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-1}$$

$$R_d = 420,73 \text{ kN} > T_u = 83,33 \text{ KN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.2 Resistencia de diseño a corte

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

Se debe verificar la resistencia a corte: $R_d = \phi \cdot R_n \geq V_u$

$$R_d = \phi \cdot m \cdot F_v \cdot A_b \cdot n^\circ \text{ pernos}$$

$$R_d = 0,75 \cdot 1 \cdot 415 \text{ MPa} \cdot 4,524 \text{ cm}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-1}$$

$$R_d = 281,62 \text{ kN} > 37,53 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.3 Resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 301-2017.

Se debe verificar la resistencia al desgarramiento de la chapa:

$$R_d = \phi * R_n \geq V_u$$

$$R_d = \phi * 1,2 * L_c * t * F_u$$

Siendo

- $L_c = (4,28 \text{ cm} - 2,70 \text{ cm} / 2) * 2 = 5,86 \text{ cm}$

$$R_d = 0,75 * 1,2 * 5,86 \text{ cm} * 1,91 \text{ m} * 370 \text{ MPa} * 10^{-1}$$

$$R_d = 372,71 \text{ kN} > 37,53 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

Se debe verificar la resistencia al aplastamiento de la chapa:

$$R_d = \phi * R_n \geq V_u$$

$$R_d = \phi * 2,4 * d * t * F_u * n^\circ \text{ pernos}$$

$$R_d = 0,75 * 2,4 * 2,4 \text{ cm} * 1,91 \text{ cm} * 370 \text{ MPa} * 2 * 10^{-1}$$

$$R_d = 610,59 \text{ kN} > 37,53 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.4 Resistencia de diseño del grupo de anclajes en tracción

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005.

Se debió verificar:

$$\phi * N_{sa} \geq N_u$$

La resistencia nominal N_{sa} de un grupo de anclajes traccionado debe ser igual o menor que:

$$N_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

Siendo:

- f_{uta} : resistencia a la tracción especificada del acero de los anclajes, que se debe adoptar igual o menor que el menor de los valores obtenidos entre $1,9 * f_{ya}$ u 875 MPa $\rightarrow 1,9 * 660 \text{ Mpa} = 620 \text{ MPa}$, se adopta 875 MPa
- A_{se} : área efectiva de la sección transversal del anclaje.
- n : número de anclajes traccionados en el grupo.

$$N_{sa} = 2 * 4,524 \text{ cm}^2 * 875 \text{ MPa} * 10^{-1}$$

$$N_{sa} = 791,7 \text{ kN}$$

$$\phi * N_{sa} = 0,75 * 791,7 \text{ kN} = 593,775 \text{ kN} > 83,33 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.5 Resistencia de diseño al desprendimiento del hormigón por tracción de un único anclaje

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005.

Por simplicidad de análisis, se calculó la resistencia de diseño al desprendimiento del hormigón por tracción de un único anclaje. La reacción vertical en la base de la columna que ejerce tracción en el grupo de anclajes se dividirá por la cantidad de varillas que tendrán que resistirla. Por lo tanto, se debió verificar:

$$\phi * N_{cb} \geq N_u / 2$$

La resistencia nominal al desprendimiento por tracción del hormigón N_{cb} de un único anclaje debe ser igual o menor que:

$$N_{cb} = A_{NC} / A_{NCO} * \Psi_{ed,N} * \Psi_{c,N} * N_b$$

Siendo:

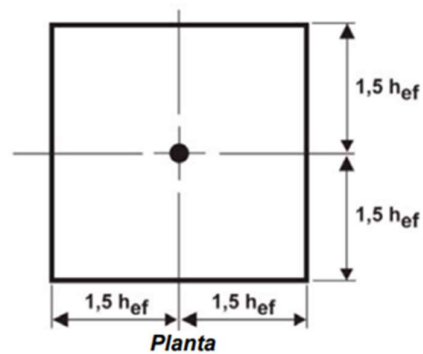
- A_{NC} : área de falla proyectada del hormigón de un anclaje individual o grupo de anclajes, para el cálculo de la resistencia a tracción. Se halla según el artículo CD.5.2.1. de los comentarios del Apéndice D Reglamento CIRSOC 201-2005.
- A_{NCO} : área de falla proyectada del hormigón de un anclaje individual para el cálculo de la resistencia a tracción siempre que no esté limitada por la distancia al borde o por la separación. Se halla según el artículo CD.5.2.1. de los comentarios del Apéndice D Reglamento CIRSOC 201-2005.

$$A_{NC} = 110 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 4400 \text{ cm}^2$$

Según artículo D.5.2.3. del Apéndice D del Reglamento CIRSOC 201-2005, “cuando los anclajes estén ubicados a una distancia menor de $1,5 * h_{ef}$ de tres o más bordes, el valor de h_{ef} a utilizar en las expresiones (D-6) a (D-11) inclusive, debe ser el mayor valor que se obtenga entre $c_{a,max} / 1,5$ y $1/3$ de la máxima separación entre los anclajes del grupo”.

Como en este caso más de tres bordes están a menos de $1,5 * h_{ef}$, entonces:

$$h_{ef} = \text{máx} (c_{a,max} / 1,5; 1/3 * s_{\text{máx anclajes}}) = \text{máx} (55 \text{ cm} / 1,5 = 36,67 \text{ cm}; 1/3 * 28,45 \text{ cm} = 9,48 \text{ cm}) \rightarrow h_{ef} = 36,67 \text{ cm}$$



$$\begin{aligned}
 A_{Nco} &= [2 (1,5) h_{ef}] [2 (1,5) h_{ef}] \\
 &= 9 h_{ef}^2
 \end{aligned}$$

Figura 291| Determinación de ANCO. Fuente: Cometarios - Reglamento CIRSOC 201-2005.

$$A_{NCO} = 9 \cdot (36,67 \text{ cm})^2 = 12102,2 \text{ cm}^2$$

El factor de modificación para los efectos de borde tanto para un único anclaje como para un grupo de anclajes solicitados a tracción es:

$$\Psi_{ed,N} = 1,0 \quad \text{si } C_{a,min} \geq 1,5 \cdot h_{ef}$$

$$\Psi_{ed,N} = 0,7 + 0,3 \cdot C_{a,min} / 1,5 \cdot h_{ef} \quad \text{si } C_{a,min} < 1,5 \cdot h_{ef}$$

Como $C_{a,min} = 5,78 \text{ cm} < 1,5 \cdot 36,67 \text{ cm} = 55,01 \text{ cm}$, entonces:

$$\Psi_{ed,N} = 0,7 + 0,3 \cdot 5,78 \text{ cm} / 1,5 \cdot 36,67 \text{ cm} = 0,73$$

Para los anclajes ubicados en una zona de un elemento de hormigón, para la cual un análisis indique que no habrá fisuración a niveles de carga de servicio, se podrá utilizar el siguiente factor de modificación:

- $\Psi_{c,N} = 1,25$ para anclajes hormigonados in-situ
- $\Psi_{c,N} = 1,4$ para anclajes incorporados al hormigón endurecido

Si el análisis indica que hay fisuración a niveles de cargas de servicio, el valor de $\Psi_{c,N}$ se deberá adoptar igual a 1, tanto para anclajes hormigonados in-situ como para anclajes incorporados al hormigón endurecido.

Por lo tanto, $\Psi_{c,N} = 1$

La resistencia básica al desprendimiento por tracción del hormigón de un único anclaje en hormigón fisurado debe ser igual o menor que:

$$N_b = k_c \cdot \sqrt{(F'_c)} \cdot h_{ef}^{1,5}$$

Siendo:

- $k_c = 10$ para anclajes hormigonados in-situ
- $k_c = 7$ para anclajes incorporados al hormigón endurecido

$$N_b = 7 \cdot \sqrt{(25 \text{ MPa})} \cdot (366,7 \text{ mm})^{1,5} \cdot 10^{-3} = 245,77 \text{ kN}$$

$$N_{cb} = 4400 \text{ cm}^2 / 12102,2 \text{ cm}^2 * 0,73 * 1 * 245,77 \text{ kN} = 65,23 \text{ kN}$$

$$\emptyset * N_{cb} = 0,75 * 65,23 \text{ kN} = 48,92 \text{ kN} > 83,33 \text{ kN} / 2 = 41,665 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.6 Resistencia de diseño al arrancamiento por tracción de un único anclaje

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005:

Se debió verificar:

$$\emptyset * N_{pn} \geq N_u / 2$$

La resistencia nominal al arrancamiento N_{pn} de un anclaje a tracción deberá ser igual o menor que:

$$N_{pn} = \Psi_{c,p} * N_p$$

La resistencia al arrancamiento por tracción de un solo bulón con gancho N_p deberá ser igual o menor que:

$$N_p = 0,9 * F'_c * e_h * d_o$$

$$\text{Siendo } 3 * d_o \leq e_h \leq 4,5 * d_o$$

- e_h : distancia entre la superficie interior del vástago de un bulón en J o en L y la punta exterior del mismo. Se adopta el máximo $4,5 * d_o$.
- d_o : diámetro exterior del anclaje, o diámetro del vástago de un perno con cabeza, bulón con cabeza o bulón con gancho.

Para un anclaje ubicado en una región de un elemento de hormigón, donde el análisis indique que no hay fisuración a niveles de carga de servicio, se podrá utilizar el siguiente factor de modificación: $\Psi_{c,p} = 1,4$

Caso contrario, el factor $\Psi_{c,p}$ se deberá considerar igual a 1,0.

$$\text{Entonces, } \Psi_{c,p} = 1,0$$

$$N_p = 0,9 * 25 \text{ MPa} * (4,5 * 24 \text{ mm}) * 24 \text{ mm} * 10^{-3} = 58,32 \text{ kN}$$

$$N_{pn} = 1,0 * 58,32 \text{ kN} = 58,32 \text{ kN}$$

$$\emptyset * N_{pn} = 0,75 * 58,32 \text{ kN} = 43,74 \text{ kN} > 41,665 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.7 Resistencia de diseño al corte del grupo de anclajes

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005:

Se debió verificar:

$$\emptyset * V_{sa} \geq V_u$$

La resistencia nominal al corte de un anclaje o grupo de anclajes V_{sa} deberá ser igual o menor que lo indicado en los ítems (a) a (c), artículo D.6.1.2. del apéndice D del Reglamento CIRSOC 201-2005. Para este caso:

$$V_{sa} = n \cdot 0,6 \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$

Los conceptos de A_{se} , f_{uta} y n son los mismos que ya fueron definidos anteriormente.

$$V_{sa} = 2 \cdot 0,6 \cdot 4,524 \text{ cm}^2 \cdot 875 \text{ MPa} \cdot 10^{-1} = 475,02 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_{sa} = 0,65 \cdot 475,02 \text{ kN} = 308,76 \text{ kN} > 37,53 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.8 Resistencia de diseño al desprendimiento por corte del hormigón de un grupo de anclajes

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005:

Se debió verificar:

$$\phi \cdot V_{cbg} \geq V_u$$

La resistencia nominal al desprendimiento por corte del hormigón V_{cbg} de un grupo de anclajes deberá ser igual o menor que:

$$V_{cbg} = A_{vc} / A_{vco} \cdot \Psi_{ec,v} \cdot \Psi_{ed,v} \cdot \Psi_{c,v} \cdot V_b$$

Siendo:

- A_{vc} : área de falla proyectada del hormigón de un anclaje individual o grupo de anclajes, para el cálculo de la resistencia al corte. Se halla según el artículo CD.6.2.1. de los comentarios del Apéndice D Reglamento CIRSOC 201-2005.
- A_{vco} : área de falla proyectada del hormigón de un anclaje individual, para el cálculo de la resistencia a corte, siempre que no esté limitada por la influencia de las esquinas, la separación o el espesor del elemento. Se halla según el artículo CD.6.2.1. de los comentarios del Apéndice D Reglamento CIRSOC 201-2005.

Además, se tendrá en cuenta que “Para esfuerzo de corte paralelo a un borde, se podrá considerar que el valor de V_{cbg} es el doble del valor del esfuerzo de corte determinado mediante las expresiones (D-22), asumiendo que el esfuerzo de corte actúa perpendicularmente al borde y considerando $\Psi_{ed,v}$ igual a 1,0.”

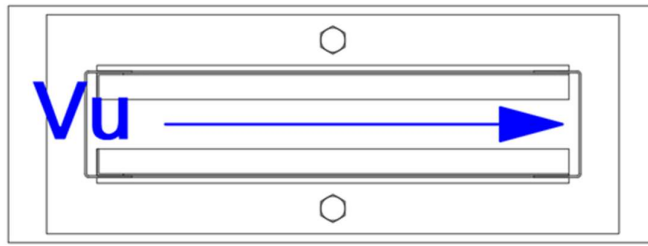
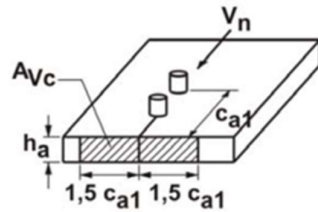


Figura 292| Esfuerzo de corte paralelo a un borde. Fuente: Elaboración propia.



$$A_{Vc} = 2 (1,5 c_{a1}) h_a$$

Figura 293| Área proyectada para anclajes simples y grupos de anclajes y cálculo de AVc. Fuente: Comentarios - Reglamento CIRSOC 201-2005.

$$c_{a1} = 5,78 \text{ cm}$$

$$A_{Vc} = 2 * (1,5 * 5,78 \text{ cm}) * 1,91 \text{ cm} = 33,12 \text{ cm}^2$$

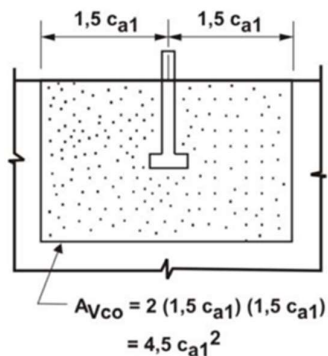


Figura 294| Cálculo de AVCO. Fuente: Comentarios - Reglamento CIRSOC 201-2005.

$$A_{VCO} = 4,5 * (5,78 \text{ cm})^2 = 150,34 \text{ cm}^2$$

El factor de modificación para grupos de anclajes con excentricidad de la carga será:

$$\Psi_{ec,v} = 1 / [1 + (2 * e'v) / (3 * c_{a1})] \leq 1$$

Siendo:

- $e'v$: distancia entre la carga de corte resultante que actúa sobre un grupo de anclajes cargados con corte en la misma dirección y el baricentro del grupo de anclajes cargados con corte en la misma dirección.
- c_{a1} : distancia entre el centro de un anclaje hasta el borde del hormigón en una dirección.

$$\Psi_{ec,v} = 1/[1 + (2*0)/(3*5,78 \text{ cm})] = 1$$

El factor de modificación para los efectos de borde es:

$$\Psi_{c,v} = 1$$

Para pernos con cabeza, bulones con cabeza o bulones con gancho, hormigonados in situ, la resistencia básica al desprendimiento por corte del hormigón V_b , de un único anclaje en hormigón fisurado, deberá ser igual o menor que:

$$V_b = 7*(l_e/d_o)^{0,2}*\sqrt{(d_o)}*\sqrt{(F'_c)}*C_{a1}^{1,5}$$

Siendo:

- l_e : longitud del apoyo de la carga del anclaje para corte. En ningún caso deberá ser mayor que $8*d_o$

$$V_b = 7*(8*24 \text{ mm}/24 \text{ mm})^{0,2}*\sqrt{(24 \text{ mm})}*\sqrt{(25 \text{ MPa})}*(57,8 \text{ mm})^{1,5}*10^{-3} = 114,2 \text{ kN}$$

$$V_{cbg} = 33,12 \text{ cm}^2/150,34 \text{ cm}^2*1,2*1*1*114,2 \text{ kN} = 30,19 \text{ kN}*2 = 60,38 \text{ kN}$$

$$\emptyset*V_{cbg} = 0,65*60,38 \text{ kN} = 45,28 \text{ kN} > 37,53 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.5.9 Resistencia de diseño al arrancamiento de un único anclaje

Se realiza la verificación según las especificaciones del CIRSOC 201-2005:

Se deberá verificar:

$$\emptyset*V_{cp} \geq V_u/2$$

La resistencia nominal al arrancamiento del hormigón V_{cp} deberá ser igual o menor que:

$$V_{cp} = k_{cp}*N_{cb}$$

Siendo:

- k_{cp} : coeficiente para la resistencia al arrancamiento del hormigón.
- $k_{cp} = 1,0$ para $h_{ef} < 65 \text{ mm}$
- $k_{cp} = 2,0$ para $h_{ef} \geq 65 \text{ mm}$

$$V_{cp} = 2*248,95 \text{ kN} = 277,28 \text{ kN}$$

$$\emptyset*V_{cp} = 0,65*277,28 \text{ kN} = 180,23 \text{ kN} > 18,77 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

7.2.5.4.6 Verificación de las uniones soldadas

Se verificará la soldadura del cordón más solicitado a la placa base, la soldadura de la presilla a los cordones y la soldadura de la presilla a la placa.

Debido a que los esfuerzos de compresión serán tomados mayormente por los perfiles, se decidió verificar las soldaduras para el caso que la misma esté trabajando a tracción.

7.2.5.4.6.1 Verificación de la unión cordón más solicitado - placa base

La carga axial $P_u = 83,33$ kN de la columna es la suma de la fuerza axial en el cordón 1 barra N157/N177, $P_{u1} = 143,63$ Kn, y de la fuerza axial del cordón 2 barra N178/N176, $P_{u2} = -60,30$ kN, por lo que se verificará la soldadura para $P_{u1} = 143,63$ kN.

El cordón está materializado con perfil U 180x80x3,2, mientras que la placa base está materializada por una placa de acero de dimensiones 970x370x19,1. Se realizará una soldadura a filete.

Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = P_u = 83,33$ kN
- Acero del perfil y de la placa base F-24: $F_y = 235$ MPa; $F_u = 370$ MPa.
- Electrodo: $F_{EXX} = 480$ MPa

Se debe verificar:

$$R_d = \phi * F_w * A_w$$

Siendo:

- F_w : resistencia nominal por rotura a tracción del electrodo.
- A_w : área efectiva de la soldadura. Es el producto de la longitud efectiva por el espesor efectivo de la garganta.

$$F_w = 0,60 * F_{EXX}$$

$$A_w = e_g * L_e$$

El tamaño mínimo del filete d_{min} se determinará en función del espesor más grueso de las chapas a unir, por lo tanto, para $t = 19,1$ mm, $d_{min} = 8$ mm.

El tamaño máximo del filete $d_{máx}$ se determinará en base a la misma condición, de esta manera:

$$d_{máx} = t - 2 \text{ mm} = 19,1 \text{ mm} - 2 \text{ mm}$$

$$d_{máx} = 17,1 \text{ mm}$$

Se adoptará un tamaño de filete $d = 8$ mm. El tamaño del filete adoptado se debe a que es el tamaño máximo que puede tener un filete ejecutado en una sola pasada. Entonces:

Tomamos L_e igual a la unidad, y hallamos el L_t necesario de soldadura.

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 480 \text{ MPa} * 0,8 \text{ cm} * 0,707 * 1 * 10^{-1} = 9,77 \text{ kN/cm}$$

$$L_t = P_u / R_d$$

$$L_t = 143,63 \text{ kN} / 9,77 \text{ kN/cm}$$

$$L_t = 14,7 \text{ cm}$$

Se adopta un $L_t = 16$ cm. La columna metálica cuenta con el espacio suficiente para ejecutar la soldadura requerida.

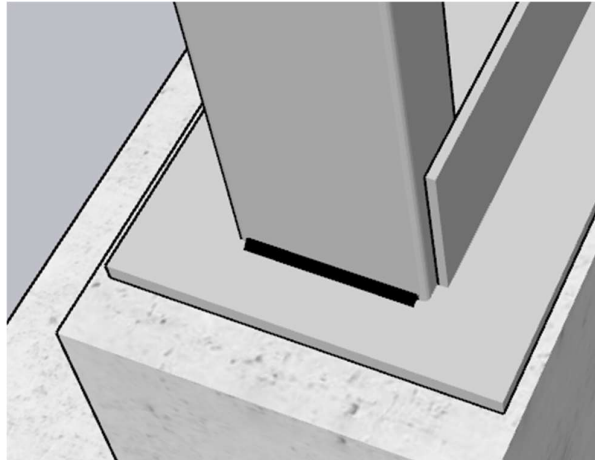


Figura 295| Esquema 3D de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.4.6.2 Verificación de la unión cordón más solicitado - presilla

Se verificará la soldadura para el cordón más solicitado $P_{u1} = 143,63$ kN.

El cordón está materializado con perfil U 180x80x3,2, mientras que la presilla está materializada por una planchuela de acero de dimensiones 800x160x9,5. Se realizará una soldadura a filete.

Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = P_u = 143,63$ kN
- Acero del perfil y de la presilla F-24: $F_y = 235$ MPa; $F_u = 370$ MPa.
- Electrodo: $F_{EXX} = 480$ MPa

Se debe verificar:

$$R_d = \phi * F_w * A_w$$

Siendo:

- F_w : resistencia nominal por rotura a tracción del electrodo.
- A_w : área efectiva de la soldadura. Es el producto de la longitud efectiva por el espesor efectivo de la garganta.

$$F_w = 0,60 * F_{EXX}$$

$$A_w = e_g * L_e$$

El tamaño mínimo del filete d_{min} se determinará en función del espesor más grueso de las chapas a unir, por lo tanto, para $t = 9,5$ mm, $d_{min} = 5$ mm.

El tamaño máximo del filete $d_{\text{máx}}$ se determinará en base a la misma condición, de esta manera:

$$d_{\text{máx}} = t - 2 \text{ mm} = 9,5 \text{ mm} - 2 \text{ mm}$$

$$d_{\text{máx}} = 7,5 \text{ mm}$$

Se adoptará un tamaño de filete $d = 7 \text{ mm}$.

Tomamos L_e igual a la unidad, y hallamos el L_t necesario de soldadura.

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 480 \text{ MPa} * 0,7 \text{ cm} * 0,707 * 1 * 10^{-1} = 8,55 \text{ kN/cm}$$

$$L_t = P_u / R_d$$

$$L_t = 143,63 \text{ kN} / 2 * 8,55 \text{ kN/cm}$$

$$L_t = 8,40 \text{ cm}$$

Se adopta un $L_t = 10 \text{ cm}$. La columna metálica cuenta con el espacio suficiente para ejecutar la soldadura requerida. Además, se propone una longitud mayor a soldar agregando un refuerzo de 5 cm horizontalmente.

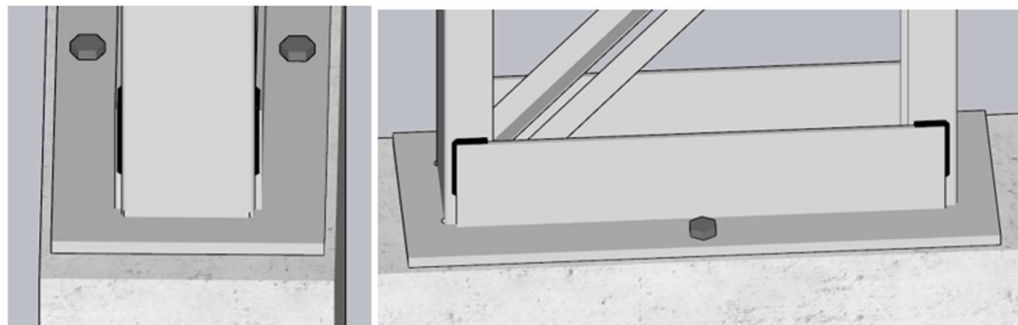


Figura 296| Esquemas de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

7.2.5.4.6.3 Verificación de la unión presilla - placa base

Se verificará la soldadura para el esfuerzo axial más desfavorable al que está sometida todo el pilar en su conjunto $P_u = 83,33 \text{ kN}$.

La presilla está materializada por una planchuela de acero de dimensiones $800 \times 160 \times 9,5$, mientras que la placa base está materializada por una placa de acero de dimensiones $970 \times 370 \times 19,1$. Se realizará una soldadura a filete.

Datos necesarios para los cálculos:

- $T_u = P_u = 83,33 \text{ kN}$
- Acero de la presilla y de la placa base F24: $F_y = 235 \text{ MPa}$; $F_u = 370 \text{ MPa}$.
- Electrodo: $F_{EXX} = 480 \text{ MPa}$

Se debe verificar:

$$R_d = \phi * F_w * A_w$$

Siendo:

- F_w : resistencia nominal por rotura a tracción del electrodo.
- A_w : área efectiva de la soldadura. Es el producto de la longitud efectiva por el espesor efectivo de la garganta.

$$F_w = 0,60 * F_{EXX}$$

$$A_w = e_g * L_e$$

El tamaño mínimo del filete d_{min} se determinará en función del espesor más grueso de las chapas a unir, por lo tanto, para $t = 9,5 \text{ mm}$, $d_{min} = 5 \text{ mm}$.

El tamaño máximo del filete $d_{máx}$ se determinará en base a la misma condición, de esta manera:

$$d_{máx} = t - 2 \text{ mm} = 9,5 \text{ mm} - 2 \text{ mm}$$

$$d_{máx} = 7,5 \text{ mm}$$

Se adoptará un tamaño de filete mínimo $d = 5 \text{ mm}$, ya que se adoptará un L_e para todo el largo de la presilla, es decir, $L_e = 80 \text{ cm}$.

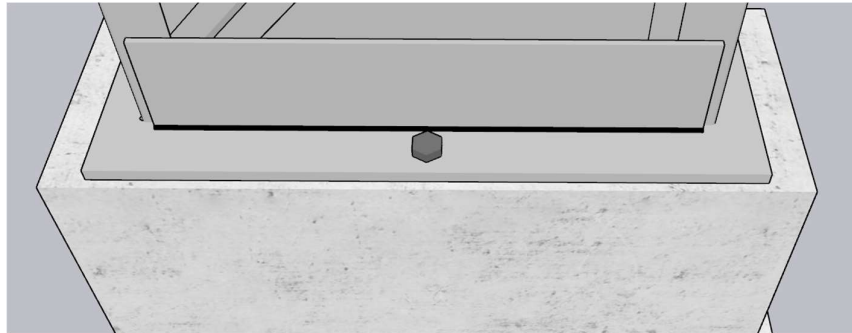


Figura 297| Esquema de la soldadura adoptada. Fuente: Elaboración propia.

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 480 \text{ MPa} * 0,7 \text{ cm} * 0,707 * 80 \text{ cm} * 10^{-1}$$

$$R_d = 781,6 \text{ kN} > P_u = 83,33 \text{ kN}/2 = 41,665 \text{ kN} \therefore \text{verifica}$$

Como verifica ampliamente se deja abierta la posibilidad de realizar una soldadura discontinua, con su previo cálculo y verificación.

7.3 Pliego de especificaciones técnicas particulares

El pliego de especificaciones técnicas siguiente corresponde a la realización de la nave industrial de la planta de separación de residuos y tratamiento, como producto terminado, sin

contar las instalaciones, servicios, aberturas, señales, demarcaciones, luminarias y otros elementos importantes que irán anexados a la misma.

7.3.1 Tareas preliminares

7.3.1.1 Tramitaciones y permisos

Corren por cuenta de la Contratista todo tipo de tramitaciones y pagos que fueran necesarios para la aprobación previa y final de obras, debiendo presentar ante la Inspección de Obra los comprobantes y planos que correspondan para la habilitación de las mismas

En caso de tener que afectar servicios existentes (agua, cloacas, gas, electricidad, pavimentos, etc.), el contratista deberá solicitar los permisos correspondientes a los organismos encargados del mantenimiento o prestatario de los servicios.

7.3.1.1.1 Provisión de agua

Para la construcción será obligación del Contratista efectuar las gestiones pertinentes ante la empresa prestataria del servicio, así como el pago de los derechos respectivos, para asegurar el suministro de agua necesaria para la construcción, debiendo en todos los casos asegurar la provisión normal de agua de la red de acuerdo con las normas de dicha empresa o ente.

En caso de duda acerca de la potabilidad del agua el Contratista arbitrará los medios para garantizar el aprovisionamiento de agua potable para consumo debiendo realizar, por su cuenta y cargo, los análisis de calidad y potabilidad correspondientes, tanto físico-químico como bacteriológico, elevando los resultados de los mismos a la repartición licitante.

En todo lugar de trabajo que así se requiera, el Contratista deberá proporcionar recipientes para almacenamiento de agua, en buen estado y de capacidad adecuada, con sus correspondientes grifos de abastecimiento, mangueras, baldes, etc. Se deberá mantener seca el área circundante, con el objeto de evitar anegamientos, daños a las obras y/o accidentes de trabajo.

7.3.1.1.2 Evacuación de aguas servidas

Se adoptarán las medidas necesarias y se ejecutarán las obras adecuadas para evacuar las aguas servidas de los servicios sanitarios durante el período de la obra, evitando el peligro de contaminación, malos olores, etc, no permitiéndose desagüe de agua servida a canales o

zanjas abiertas. Tales instalaciones se ajustarán a los reglamentos vigentes que haya dispuesto el ente prestatario del servicio.

7.3.1.1.3 Iluminación - fuerza motriz

El Contratista arbitrará los medios para el abastecimiento de la luz y fuerza motriz provenientes de las redes de servicio propias del ente o empresa proveedora del servicio, observando las reglamentaciones vigentes haciéndose cargo del pago de los derechos y del consumo correspondiente.

La Inspección de Obra, si fuera absolutamente necesario a los fines de este contrato, podrá exigir el suministro de equipos eléctricos que aseguren la provisión y mantenimiento de la energía eléctrica, durante la ejecución de los trabajos y hasta la recepción provisional por cuenta y cargo del Contratista.

Toda iluminación necesaria para la realización de los trabajos, como así también la nocturna, estará a cargo del Contratista y se ajustará a las exigencias de las Compañías Aseguradoras y/o a los requerimientos de la Inspección de Obra.

Si se realizarán trabajos en horas nocturnas o en zonas de obra sin iluminación natural, el Contratista proveerá la iluminación que posibilite a su personal, al de los gremios subcontratados y/o terceros contratados directamente por el Organismo de Supervisión, el eficiente desarrollo de los trabajos que les correspondiere.

La instalación deberá responder a la propuesta de la Contratista debidamente conformada por la Inspección de Obra; y su ejecución, aunque provisoria, será esmerada, ordenada, segura y según las reglas del arte, normas reglamentarias y las especificaciones técnicas para instalaciones eléctricas del Código vigente en la jurisdicción de la obra. Será rechazada toda instalación que no guarde las normas de seguridad para el trabajo o que presente tendidos desprolijos o iluminación defectuosa y todo otro vicio incompatible, al solo juicio de la Inspección de Obra

Además, en lo que respecta a tableros de obra el contratista deberá prever un tablero que incluye tomas monofásicas y trifásicas, con disyuntores diferenciales y llaves termo magnéticas. Estos tableros deberán estar distribuidos uno por piso si correspondiera, y serán conectados al tablero principal de modo adecuado y seguro. Se proveerá de puesta a tierra a todos los tableros de obra.

7.3.1.1.4 Pavimentos provisorios del obrador

El Contratista asegurará el acceso de equipos, materiales, vehículos y personas mediante la ejecución de los caminos de acceso que pudieran requerirse; cuyas características y especificaciones técnicas deberán satisfacer las necesidades propias de las obras a ejecutar, expuestas en los pliegos o de conformidad a las directivas que oportunamente se impartan. Además, el Contratista deberá mantenerlos en condiciones adecuadas de transitabilidad, durante la ejecución total de la obra y hasta la Recepción Definitiva, o hasta cuando lo indique la Inspección de Obra.

7.3.1.1.5 Traslado de equipos y herramientas

El Contratista procederá al oportuno traslado al obrador o la obra, de todos los andamios, enseres, maquinarias, herramientas y equipos que la misma fuera requiriendo en cada una de sus etapas. Estos equipos deberán ser los más adecuados a cada labor y en cantidad suficiente para permitir un correcto desarrollo y avance de las tareas. A medida que no sean requeridos por los trabajos serán retirados del recinto de la obra para evitar entorpecimientos en los trabajos.

7.3.1.2 Limpieza del terreno

El Contratista procederá a quitar del área de la construcción los árboles, arbustos o plantas, raíces, malezas, residuos, restos de materiales orgánicos y todo otro elemento que a juicio de la Inspección pueda resultar inconveniente para el posterior comportamiento del terreno.

Se cuidará primordialmente la perfecta extracción de todas las raíces importantes de aquellos árboles ubicados en el emplazamiento de las construcciones, así como el perfecto relleno y compactación con tosca de las oquedades que deriven de la extracción.

Cuando sea indicado en los Planos o Especificaciones particulares, el Contratista hará ejecutar por personal altamente idóneo, el trasplante de alguna especie que se determine ineludiblemente conservar. Asimismo, deberá contemplarse la facultad del Organismo de Supervisión, de disponer el desplazamiento de algunas construcciones proyectadas a efectos de preservar algunas especies en particular, de ser factible y sin que ocasione adicional alguno.

Asimismo, y aun cuando ello no surja específicamente de la documentación, la Inspección podrá ordenar la conservación parcial o total de la vegetación existente en el lugar, debiendo el contratista adoptar las precauciones del caso para su mantenimiento.

Salvo expresa indicación en contrario, el Contratista dispondrá de la vegetación eliminada, debiendo retirarla de los límites de la obra. No se permitirá quemar restos provenientes de estas extracciones en ningún lugar del terreno, ni en terrenos aledaños.

7.3.1.3 Obrador y aprovisionamiento de materiales

El Contratista tendrá obligación de construir las instalaciones de un obrador, adecuado a la importancia de la duración de las Obras. Atenderá las necesidades de práctica corriente y a lo que se estipule en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, así como a las reglamentaciones vigentes, respecto a oficinas, depósitos, vestuarios y locales sanitarios, tanto para el personal propio de la Empresa y sus Subcontratistas, como para el personal de la Inspección de Obra.

Las instalaciones serán demolidas y retiradas por el Contratista en el plazo inmediato posterior al Acta de Constatación de la terminación de los trabajos. En cuanto en ella se verifique que se consideran completamente terminados los trabajos y que solo quedan observaciones menores que no ameritan mantener tales instalaciones; de modo tal que, salvo expresa indicación en contrario por parte de la Inspección de la obra, para proceder a la Recepción Provisoria será condición dismantelar tales instalaciones, dejando libre, perfectamente limpio y en condiciones de uso los espacios asignados a ellas.

El Contratista establecerá una vigilancia permanente en la obra para prevenir sustracciones y deterioros de materiales y de estructuras propias o ajenas. Además distribuirá la cantidad necesaria de fuentes de iluminación que permitan un efectivo alumbrado y vigilancia.

Colocará luces indicadoras de peligro y tomará todas las medidas de precaución necesarias en aquellas partes que por su naturaleza o situación implican un riesgo potencial o que hagan posible que ocurran accidentes durante el transcurso de la obra, con el objeto de evitarlos.

El Contratista está obligado a observar estrictamente las disposiciones establecidas en los rubros respectivos del Código vigente en la jurisdicción de la obra, las Leyes N° 24.557 y 19.587, el Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción: Decreto N° 911/96, los programas y normas que formule la Superintendencia de los Riesgos del Trabajo y toda otra reglamentación vigente a la fecha de ejecución de la obra.

7.3.1.4 Nivelación del terreno y replanteo de obra

Será a cargo del Contratista el replanteo total de las obras, conforme a los Planos de Replanteo preparados por él oportunamente y aprobados para construir.

El replanteo de las obras requerirá la aprobación por Orden de Servicio, de la Inspección de obra. Esta aprobación no eximirá al Contratista respecto a su responsabilidad exclusiva por el trazado, amojonado, ubicación y verificación de ejes y niveles de referencia, exactitud de ángulos, medidas, etc.

Dependiendo de la envergadura de la obra deberá realizarse con instrumentos ópticos y personal especializado y para la nivelación será obligatoria la utilización de herramientas de precisión adecuadas para tareas de topografía.

Se emplearán caballetes sólidos (de madera de 3" x 3"), convenientemente dispuestos y anclados de modo que no sufran desplazamientos u ocultamientos durante las posibles tareas de movimiento de tierras, o tablas fijadas sólidamente a las paredes medianeras (en caso de existir, caso contrario se adoptan los límites existentes sobre la cara interna que da hacia el predio en cuestión).

Se establecerán ejes principales y ejes secundarios dispuestos de ser posible en forma fija y permanente, o en todo caso de fácil restablecimiento. Deberán ser claramente identificables, resaltando y señalando con pintura inalterable su ubicación y descripción. Los soportes para extender los alambres o hilos tensados deberán contar con una ubicación exacta y deberán ser suficientemente resistentes. Se deberán emplazar en sitios que admitan su correcto aplomado y traspaso a los diferentes niveles o pisos de la obra.

Será obligación del contratista solicitar de la Inspección de Obra la aprobación del nivel definitivo al que deberá referir las obras, establecido en el proyecto ejecutivo y derivado del estudio en particular de las necesidades esbozadas en los planos de licitación y las exigencias originadas de considerar obras existentes y niveles para instalaciones pluviales o cloacales, etc., que lo pudieran condicionar.

Verificada la cota de nivel de la construcción, el Contratista construirá en un lugar poco frecuentado y bien protegido, un pilar de albañilería u hormigón de 0,30 x 0,30 m en cuya cara superior se empotrará un bulón cuya cabeza señale el nivel de referencia y que quede firmemente enrasada con concreto al pilar. Otros mojones o puntos de referencia que puedan requerirse, se ejecutarán de modo similar. Dichos niveles deberán permanecer hasta que la Inspección indique su demolición.

Sobre todas las columnas de hormigón armado u otras estructuras fijas, se deberá marcar en cada piso o diferente nivel de la obra, la cota del piso terminado que corresponda, para así facilitar la correcta ubicación de marcos, posicionar vanos para ventanas, definir niveles de contrapisos, etc.

Se deberá cuidar muy especialmente la exactitud acumulada de las medidas en altura de los niveles, para poder uniformar ajustadamente los escalones o elevaciones proyectados.

En todo tipo de obra y a medida que avance la misma, se mantendrán materializadas en cada local y en forma permanente, no menos de dos cotas a +1,00 m. de piso terminado, preferentemente en marcos o mochetas de puertas y en sus paredes opuestas, para facilitar las operaciones de rutina con el nivel de manguera.

7.3.1.5 Cerco perimetral de obra

El contratista deberá proveer e instalar un cerco o valla de obra de acuerdo a los planos o especificaciones de esta documentación, si existieran. En su defecto cumplirá con las reglamentaciones vigentes dispuestas en el Código vigente en la jurisdicción de la obra, y/o con las directivas que oportunamente imparta la Inspección de Obra.

Estas instalaciones involucran también los vallados, defensas, pantallas, bandejas, cortinas o cortinas forestales, protecciones tipo media sombra, etc., a los fines de atender la seguridad e higiene de los sectores de obra y de los linderos a ella. El cerco estará pintado de acuerdo a las instrucciones que establezca la Inspección de Obra, no pudiendo utilizarse material de rezago, sino que han de utilizarse materiales nuevos y en buen estado, debiendo mantenerse en tales condiciones hasta su retiro por parte del contratista, previo a la Recepción Provisional de la Obra.

7.3.1.6 Cartel de obra

El Contratista está obligado a colocar en el lugar que indique la Inspección de Obra, el o los letreros o carteles de obra, en la cantidad que se indique, confeccionados de acuerdo al modelo que se establezca en la documentación licitatoria, o la que ésta formule, de acuerdo a especificaciones, a las dimensiones, tipografía y leyendas que se soliciten o con las directivas que oportunamente se impartan; no pudiendo colocarse en obra ningún otro letrero excepto los que pudiera exigir el Código de la Edificación (CE) de la jurisdicción correspondiente, sin la previa conformidad escrita de la Inspección de Obra.

En ningún caso se permitirán letreros con publicidad de ningún tipo. Dicho/s cartel/es de obra deberá/n ser instalado/s dentro de los cinco días posteriores a la firma de la Orden de Ejecución o de la Orden de Comienzo según correspondiera, y permanecerá en las condiciones especificadas hasta el momento que la Inspección de Obra determine su retiro, sucediendo ello en fecha posterior a la Recepción Provisional de la Obra.

La instalación se realizará de modo tal que este se sitúe en un lugar visible y bien iluminado, debiendo en su caso contar con iluminación propia si correspondiera, tomando la previsión que dicha instalación se realice de modo tal que no dañe las construcciones existentes.

Los carteles deberán ser de chapa metálica, sobre bastidor del mismo material o de madera, perfectamente terminados y sin presentar salientes ni rebabas, y en todo el transcurso de la obra deberán conservarse en perfecto estado. Su fijación deberá ser completamente segura, particularmente en lo relacionado a las solicitudes por acción del viento.

Además, deberá contarse con letreros móviles, caballetes, leyendas, conos y otros sistemas de señalización que indique la Inspección de Obra, y los que sean usuales y/u obligatorios según las normas y reglamentos vigentes, fundamentalmente los que hacen a la higiene y seguridad.

7.3.1.7 Escaleras y andamios

Los andamiajes, puentes de servicio e instalaciones provisorias o dispositivos de esa índole, necesarios para la ejecución de los trabajos, se ejecutarán de acuerdo a las condiciones reglamentarias de la jurisdicción correspondiente y de las normas vigentes de Seguridad e Higiene en el trabajo. Sin perjuicio del cumplimiento de tales disposiciones reglamentarias oficiales o de otros requisitos concurrentes se prescribe lo siguiente:

- En términos generales, los andamios se construirán sólidamente y con prolijidad, debiendo tener parapetos y tabla rodapié en toda su extensión, así como también barandas o pasamanos de seguridad.
- Los andamios permitirán, en lo posible, la circulación por toda la obra. Tendrán fácil acceso mediante escaleras o rampas rígidas, dotadas de barandas o pasamanos de seguridad.
- Los distintos andamios no podrán ser cargados excesivamente, permitiéndose apilar sólo el material que admita su capacidad portante y que pueda emplearse en medio día de trabajo

- El maderamen será en general de tablonos y tirantes nuevos y sanos, no pudiendo existir en ellos astillas y clavos que pudieran incomodar o lastimar a los operarios. Los andamios metálicos no deberán tener piezas abiertas, agrietadas, deformadas ni afectadas por la corrosión.
- Todos los elementos constitutivos de andamios, deberán estar debidamente arriestrados y/o sujetos procurando que los que se encuentren simplemente apoyados sean fijados evitando que formen básculas.
- La preparación y armado de los andamios, será efectuada por cuadrillas de obreros expertos en la ejecución de estos trabajos, debiendo uno de cada seis como mínimo tener la categoría de oficial.
- Cuando el Contratista lo estime conveniente, podrá usar andamios patentados, siempre que a juicio inapelable de la Inspección de Obra, ofrezcan seguridad completa para la función a que se los destine. Ni en este caso ni en cualquier otro, quedará eximida la responsabilidad del Contratista.
- Las escaleras auxiliares menores serán de madera o metálicas resistentes, en todos los casos. Se atarán sólidamente en ambos extremos, colocándose cuñas donde sea necesario para evitar su deslizamiento. Se dispondrán en número suficiente como para asegurar el fácil acceso a los distintos puntos de la obra, así se encuentren aislados o separados por paredes u otras estructuras.

7.3.1.8 Limpieza periódica de obra

El Contratista estará obligado a mantener los distintos lugares de trabajo (obrador, depósito y área de predio sin ocupar) y la obra en construcción, en adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

Los locales sanitarios deberán estar permanentemente limpios y desinfectados, debiendo asegurar el correcto y permanente funcionamiento de todas sus instalaciones.

Los espacios libres circundantes de la obra, se mantendrán limpios y ordenados limitándose su ocupación con materiales o escombros al tiempo mínimo estrictamente necesario, procediendo periódicamente a retirarlos según lo disponga la Inspección de Obra.

Será de extrema necesidad mantener y señalar las zonas que no serán explotadas de acuerdo a las necesidades del proyecto comprendidas en el estudio de impacto ambiental, a fin de evitar problemas con el Ente Fiscalizador y/o la Inspección de Obra.

7.3.1.9 Limpieza final de obra

Comprende todas las tareas concernientes a la entrega final de la nave, y las condiciones en las cuales deben de realizarse.

7.3.1.9.1 Limpieza exterior de obra

Las superficies libres que queden dentro de los límites totales del terreno donde se ha realizado la obra se entregarán perfectamente niveladas y enrasadas, libres de malezas, arbustos, residuos, etc., realizando el corte del césped si lo hubiera, para una mejor terminación final. A su vez, deberán de plantarse las especies correspondientes en los canteros y las zonas de tierra desnuda para crear una apariencia natural, que se corresponda con el sitio de emplazamiento del relleno, y creando puntos verdes de arbolado que provean sombra y protección ante la voladura de residuos del relleno en operación.

Asimismo deberá procederse a la remoción, cegado, cierre o desmantelamiento de toda construcción y/o instalación provisoria, dejando la totalidad del predio en condiciones de inmediato uso, retirando también todas las maquinarias utilizadas por el Contratista y procediendo al acarreo de los sobrantes de la obra (tierras, escombros, maderas, pastones, contrapisos, envases, bases de maquinarias, etc.), aún de aquellos que pudieran quedar sepultados respecto de los niveles definitivos del terreno.

7.3.1.9.2 Limpieza interior de obra

Previo a la Recepción Provisoria, los locales se limpiarán íntegramente, cuidando los detalles y la prolija terminación de los trabajos ejecutados, dejándolos en condiciones de inmediato uso.

Los vidrios, espejos, herrajes y broncearía se entregarán perfectamente limpios, debiéndose utilizar elementos o productos apropiados, evitando el deterioro de otras partes de la construcción. Las manchas de productos de aplicación se eliminarán sin rayar las superficies.

Los revestimientos interiores y exteriores, se limpiarán y fregarán para eliminar el polvo o cualquier otro material extraño al paramento; se limpiarán prolijamente sus juntas y se procederá a lavarlos con detergentes y agua.

En caso de presentar manchas resistentes a esa limpieza primaria se lavarán nuevamente, con los productos adecuados siguiendo las indicaciones del fabricante.

7.3.2 Movimientos de suelos

El Contratista deberá efectuar el desmonte y/o terraplenamiento necesario para llevar el terreno a las cotas establecidas en los planos de nivelación. Estos trabajos deberán efectuarse con anterioridad al comienzo efectivo de las obras a fin de evitar perjuicios en las mismas, producidos por acumulación de aguas pluviales o de otro origen en proximidad con cimentaciones, excavaciones, zanjos u obradores y depósitos de materiales.

7.3.2.1 Desmonte y retiro de capa vegetal - Excavaciones

7.3.2.1.1 Excavaciones

Las excavaciones en general, se efectuarán de acuerdo con lo que se determine en los planos respectivos o lo dispuesto por la Inspección. La calidad del suelo elegido para cimentar será en todos los puntos comprobado y verificado por los respectivos estudios a cargo de la Contratista y que la Inspección de la Obra aprobará. Si la resistencia hallada en algún punto fuera considerada insuficiente, la Inspección determinará el procedimiento a seguir en la cimentación pudiendo exigir ensayos de suelo a fin de determinar la cota de fundación admisible. Asimismo, deberá verificarse la existencia de subpresiones originadas por mantos arcillosos, siendo por cuenta y responsabilidad del Contratista su consideración en el cálculo de las superficies estructurales de base.

El relleno de los pozos se hará con tierra debidamente apisonada, con excepción de aquellos que pudieran influir en las fundaciones, en cuyo caso se hará con hormigón del tipo que se establecerá en su oportunidad, hasta el nivel que para cada caso fije la Inspección de obra. Cualquier exceso de excavación ejecutada debajo del nivel de fundación indicado en los planos fijados por la Inspección de obra, será rellenado, a exclusivo costo del Contratista, con el mismo hormigón especificado.

El fondo de las excavaciones será perfectamente nivelado y apisonado: sus paredes laterales serán bien verticales, si la Inspección considera que ello fuera posible y tendrán una separación igual al ancho de la base del fundamento. Cuando así lo determinara la Inspección será obligación del Contratista la demolición a su cargo de las construcciones existentes con todos los recaudos técnicos y reglamentarios imprescindibles que garanticen su correcta ejecución y seguridad.

Una vez terminados los fundamentos, se rellenará con cuidado los espacios vacíos por capas de veinte centímetros de espesor bien apisonados, previo humedecimiento. El Contratista

sacará de la obra y a su costa, las tierras, material de demolición y los detritos extraídos hasta el lugar asignado por la Inspección y hasta una distancia no mayor a 5,00 Km. (Cinco Kilómetros), salvo que, a juicio de la misma, aquellas hallaren empleo en terraplenamientos de algún punto de la obra.

7.3.2.1.2 Desmante y retiro de capa vegetal

Esta tarea consiste en realizar previamente un destape del material superficial vegetal y otros suelos considerados en los estudios de suelos y cálculos estructurales, de forma tal de garantizar una subrasante de sustento de las demás capas estructurales que se encuentran sobre esta.

La Contratista realizará el desmante de la capa de tierra vegetal y todo suelo no apto para soportar los pesos de cálculo, en toda el área del edificio, playa de maniobras, estacionamiento y acceso vehicular, y debiendo considerar las recomendaciones del estudio de suelos, cálculos de suelos, estructura y observaciones de la Inspección de Obra. El retiro de este material de destape se deberá de ejecutar con motoniveladora, cargadores frontales y camiones volcadores para su transporte.

7.3.2.2 Excavación de bases

Comprende la cava mecánica o manual, carga y transporte de la tierra proveniente de todas las excavaciones, la que, tratándose de excedentes no aprovechables, deberá ser retirada según el criterio establecido por la Inspección de Obra.

Las zanjas o pozos tendrán un ancho igual al de la banquina o zapata que deban contener o el necesario para proporcionar al mismo tiempo, adecuadas condiciones de trabajo a los operarios. El fondo de las excavaciones se nivelará y compactará correctamente y los paramentos serán verticales o con talud de acuerdo a las características del terreno.

Tendrán en todos los casos la profundidad recomendada por el ensayo de suelos. Si la resistencia hallada en algún punto de las fundaciones fuera juzgada insuficiente, la Inspección de Obra deberá previamente aprobar la solución que proponga la Empresa para que no se superen las tensiones de trabajo admisibles para el terreno.

Si existieran dudas sobre este aspecto, la Inspección podrá ordenar antes de avanzar en la ejecución de la fundación, la realización preventiva de pruebas o ensayos de carga para verificar la capacidad del terreno. Los gastos emergentes serán a cargo del Contratista.

7.3.2.3 Relleno compacto bajo contrapisos

Para estos rellenos se deberá procurar una óptima humectación de los suelos y una muy firme compactación, a los efectos de impedir posibles hundimientos futuros en las proximidades de las fundaciones.

De resultar necesario, se efectuarán riegos de agua. De acuerdo al área a compactar y su accesibilidad, se emplearán pisonos mecánicos o de tipo manual según resulten más adecuados. Si terminada la compactación, se advirtiera la presencia de zonas elásticas o compresibles en exceso a la aplicación de cargas o los ensayos ejecutados no resultaran satisfactorios, la Inspección de Obra ordenará el reemplazo de esos suelos y su recompactación.

7.3.2.4 Rellenos sobre fundaciones

Para la ejecución de los rellenos de fundaciones, las capas se irán humedeciendo lentamente, asentando con pisonos mecánicos mientras sea posible procediéndose, en caso contrario, con pisonos de mano. Una vez terminadas las fundaciones, los espacios vacíos serán rellenados con capas sucesivas de veinte centímetros (20 cm) de espesor de tierra bien seca, suelta, limpia, sin terrones ni cuerpos extraños.

El material de relleno podrá ser humedecido previamente al apisonado. En el caso de las zanjas de conductales, el relleno se efectuará con arena y compactación cuidadosa

7.3.3 Estructura resistente de hormigón armado

El presente pliego especifica en general el diseño, calidad, prestaciones mínimas de las obras y los materiales, para los trabajos o tareas a realizar en LA PLANTA DE SEPARACIÓN DE RSU EN LA CIUDAD DE HERRERA.

El Oferente podrá proponer ingenierías alternativas superadoras, en sustitución de las propuestas con la condición de que las mismas respeten las calidades y las prestaciones solicitadas. Esas proposiciones deberán contar con la aprobación de la Inspección de Obra, antes de su implementación.

Dentro de estas pautas deben ser prioritarias las que conduzcan a reducir los costos de operación y mantenimiento. La construcción y la elección de los materiales de terminación deberán apoyar la premisa del partido arquitectónico de la obra.

Dichos trabajos se ejecutarán de acuerdo a lo que indiquen los planos respectivos, el presente Pliego de Especificaciones Técnicas, el CIRSOC 201 - edición 2005 - (Proyecto,

cálculo, y ejecución de estructuras de Hormigón Armado y Pretensado) redactado por el Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles, complementado por la nueva norma DIN 1045 con sus anexos de cálculo (cuadernos Nro. 220, 240 y 300 de la Comisión Alemana del Hormigón Armado - Traducidos por el IRAM).

Las cargas y sobrecargas gravitatorias se ajustarán a lo establecido en el CIRSOC 201 y la documentación técnica de las estructuras. La acción del viento sobre paredes y techos será contemplada considerando las presiones y succiones que fija el CIRSOC 102 utilizando los coeficientes de forma correspondiente a cada situación particular, y el reglamento CIRSOC 101.

7.3.3.1 Generalidades

El Contratista asumirá la responsabilidad integral como Constructor de la estructura y verificará la compatibilidad de los planos de encofrado con los de arquitectura e instalaciones y los de detalles, agregando aquellos que sean necesarios para contemplar todas las situaciones particulares y las planillas de armadura.

Todo lo precedentemente establecido deberá ser presentado con la suficiente anticipación a la Inspección de Obra para su conformidad. La aprobación de la documentación no significa la delegación de responsabilidades en la Inspección de Obra, siendo el Contratista el único responsable por la correcta ejecución de la estructura.

El Contratista deberá contar con un Representante Técnico, quien debe ser Profesional matriculado de primera categoría con antecedentes que acrediten su idoneidad a satisfacción de la Inspección de Obra. Dicho representante entenderá en todos los temas de carácter técnico debiendo ejercer una vigilancia permanente sobre la ejecución de la obra. Durante el transcurso de la obra deberán entregarse dos carpetas técnicas conteniendo la totalidad de los detalles, planillas y resultados de los ensayos (probetas) realizados durante las distintas fases de hormigonado, que aseguren las calidades requeridas.

Además, deberán entregarse conjuntamente con el resto de la documentación, fotografías de las distintas secuencias del proceso, encofrados, armaduras, hormigonado, etc en las ocasiones que la Inspección de Obra así lo exija. Al finalizar los trabajos, y previa a la firma de la recepción definitiva de las obras, deberá confeccionar y firmar los planos conforme a obra, de acuerdo a las reglamentaciones municipales.

7.3.3.1.1 Encofrados

Los encofrados podrán ser de madera, plástico o metálicos. El Contratista deberá presentar con anticipación (mínimo de 15 días) a su uso en obra, un cálculo y detalles de los encofrados a utilizar. Se emplearán maderas sanas, perfectamente planas y rectas. Los cantos serán vivos, de manera que el encofrado no presente separaciones entre tablas.

El Contratista deberá efectuar el proyecto, cálculo y construcción de los apuntalamientos, cimbras, encofrados y andamios y puentes de servicio teniendo en cuenta las cargas del peso propio y del hormigón armado, sobrecargas eventuales y esfuerzos varios a que se verá sometido el encofrado durante la ejecución de la estructura.

Tendrán la resistencia, estabilidad, forma y rigidez necesarias para no sufrir hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales y asegurar que las dimensiones resultantes de las piezas estructurales sea la prevista en los planos de encofrado, salvo las tolerancias que autorice expresamente la Inspección de Obra. Los planos y cálculos correspondientes formarán parte de los documentos de obra, y tanto éstos como su construcción serán de total responsabilidad del Contratista.

Previo al hormigonado, los encofrados serán cuidadosamente limpiados y bien mojados con agua limpia hasta lograr la saturación de la madera. En verano o en días muy calurosos esta operación de mojado se practicará momentos antes del hormigonado.

Se autorizará el empleo de líquidos desencofrantes, siempre y cuando los líquidos y/o materiales usados, no afecten la adherencia del azotado con concreto, la terminación y/o pintado del hormigón según se indique en los planos respectivos.

En cada losa se fijarán las reglas indicadoras del espesor de las mismas. Deberán preverse todos los pasos de cañerías y accesorios, así como canaletas para instalaciones mecánicas. Por ello el Contratista deberá coordinar su trabajo con los respectivos Contratistas de Instalaciones diversas, de acuerdo con lo establecido más adelante, de manera de poder ubicar exactamente los tacos, cajones, etc., para dichos pasos.

Cuando sea necesario también se dejarán aberturas provisionales para facilitar y vigilar la colocación y compactación del hormigón a distintas alturas de los moldes.

Inmediatamente antes de iniciarse las operaciones de colocación del hormigón se procederá a limpiar cuidadosamente las superficies de los encofrados, de las armaduras y de los elementos metálicos que deban quedar incluidos en el hormigón.

7.3.3.1.2 Construcción de pases, nichos, insertos, canaletas y/o aberturas

El Contratista deberá prever, en correspondencia con los lugares donde se ubicarán los elementos integrantes de las distintas instalaciones de que se dotará a la planta, los orificios, nichos, insertos, canaletas y aberturas de tamaño adecuado, para permitir oportunamente el pasaje y montaje de dichos elementos.

Para ello el Contratista consultará todos los planos de instalaciones complementarias que afecten al sistema estructural y coordinará su trabajo con los Contratistas de las respectivas instalaciones, de forma tal que los tacos, cajones, etc., queden ubicados exactamente en la posición establecida.

No se considerará ningún tipo de adicional por este tipo de trabajos, como así tampoco por aquellos provisorios que más tarde deban ser completados y/o tapados y que sirvan como auxiliares de sistemas constructivos y/o para el pasaje de equipos del Contratista o de las instalaciones complementarias propias de la obra, en el momento oportuno.

Los marcos, tacos y cajones provistos a tal efecto, serán prolijamente ejecutados y preparados, de manera que la conicidad de las caras de contacto con el hormigón, lisura de las superficies y aplicación de la película anti adhesiva, facilite su extracción, operación esta que el Contratista ejecutará simultáneamente con el desencofrado de la estructura.

7.3.3.1.3 Remoción de encofrados y cimbras

En general los puntales y otros elementos de sostén se retirarán en forma gradual y uniforme de manera que la estructura vaya tomando carga paulatinamente; este requisito será fundamental en aquellos elementos estructurales que en el momento del desencofrado queden sometidos a la carga total de cálculo.

La Inspección de Obra exigirá en todo momento el cumplimiento de los plazos mínimos de desencofrado que se establecen en el artículo 12.3.3. del CIRSOC 201M, para lo cual es imprescindible llevar correctamente el “Registro de Fechas de Hormigonado”.

No se retirarán los encofrados ni moldes sin aprobación de la Inspección de Obra y todos los desencofrados se ejecutarán en forma tal que no se produzca daño al hormigón. Se esperará para empezar el desarme de los moldes a que el hormigón haya fraguado completamente y pueda resistir su propio peso y al de la carga a que pueda estar sometido durante la construcción. Las operaciones de desencofrado serán dirigidas personalmente por el Representante Técnico de la Empresa.

Además, deberá tener en cuenta el ritmo de hormigonado para no solicitar un elemento con cargas superiores a las previstas en el cálculo. Si al desencofrar se verificase que alguna parte de la estructura ha sufrido los efectos de una helada, ésta será demolida en su totalidad.

Los soportes de seguridad que deberán quedar, según lo establecido, permanecerán posteriormente por lo menos en las vigas y viguetas 8 días, y 20 días en las losas.

Los moldes y los puntales serán quitados con toda precaución, sin darles golpes ni someterlos a esfuerzos que puedan ocasionar perjuicios al hormigón.

7.3.3.1.4 Reparaciones al hormigón

Las reparaciones de imperfecciones de hormigones moldeados se completarán tan pronto como sea posible después del retiro de los encofrados y, cuando sea posible, dentro de las 24 hs después de dicho retiro. El Contratista mantendrá informada a la Inspección de Obra cuando se deban ejecutar reparaciones al hormigón, las que se realizarán con la presencia de la Inspección de Obra, salvo autorización en contrario de esta última en cada caso particular.

En todas las superficies de hormigón, los agujeros, oquedades, nidos de piedras, esquinas o bordes rotos y todo otro defecto no serán reparados hasta que hayan sido inspeccionados por la Inspección de Obra.

Después de la inspección por parte de ésta última, y a menos que se ordenara otro tratamiento, se repararán todos los defectos extrayendo los materiales no satisfactorios hasta un espesor mínimo de 2 cm. y colocando hormigón nuevo hasta obtener una buena terminación a juicio de la Inspección de Obra. Estas reparaciones recibirán un tratamiento de curado idéntico al del hormigón común. En caso que a solo juicio de la Inspección de Obra, la estructura no admita reparación, deberá ser demolida.

7.3.3.1.5 Componentes del hormigón

Todos los materiales componentes de la estructura deberán cumplir las condiciones establecidas en estas Especificaciones y en el capítulo del CIRSOC 201 respectivo. Antes de ser utilizados todos los materiales deberán contar con la aprobación de la Inspección de Obra.

Desde el punto de vista mecánico, la calidad de hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica de rotura a compresión sobre probetas cilíndricas normales moldeadas y curadas de acuerdo a lo que establece la norma IRAM 1524 y ensayadas según norma 1546.

La dosificación del hormigón se determinará en forma experimental, para lo cual con la suficiente anticipación se efectuarán ensayos previos sobre pastones de prueba de distinta dosificación.

Estos ensayos deberán ser realizados por laboratorios especializados y de reconocida capacidad de tecnología del hormigón y serán sometidos a la aprobación de la Inspección de Obra.

La dosificación del hormigón y la relación agua-cemento se elegirán teniendo en cuenta la resistencia exigida, el grado de trabajabilidad mínimo necesario en cada parte y el asentamiento previsto en el CIRSOC 201

Dicha relación agua-cemento, salvo expresa autorización de la Inspección de Obra, no deberá ser superior a 0,55 (considerando los áridos secos) y el contenido mínimo de cemento será de 300 kg/m³. Los agregados arena, canto rodado o roca partida, y cemento se medirán en peso debiendo el Contratista disponer en la planta los elementos necesarios a tales efectos. El acondicionamiento de los materiales, la elaboración del hormigón y el moldeo y preparación para ensayo de las probetas se realizarán de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 1524. El ensayo a compresión se realizará de acuerdo a la norma IRAM 1546.

7.3.3.1.5.a) Cementos

Los cementos serán provistos a granel, o en bolsa y deberán ser de primera calidad. Serán almacenados en locales adecuados que los protejan contra la acción de la intemperie y de la humedad del suelo y las paredes. El Contratista se abstendrá de utilizar cemento almacenado durante un tiempo superior a 45 días.

Para la ejecución de las estructuras se emplearán únicamente cemento portland de tipo normal aprobado oficialmente que permitan obtener un hormigón que cumpla con los requisitos de calidad de la norma IRAM 1503.

El cemento embolsado se depositará de manera que las bolsas se apilen sobre un piso adecuado a los fines indicados al principio del artículo y que los costados de las pilas estén alejados de las paredes del depósito por lo menos 50 cm. Las pilas no deben superar en el sentido vertical las 20 bolsas.

7.3.3.1.5.b) Agregados finos y gruesos

El árido fino estará constituido por partículas finas limpias, duras, estables, libres de películas superficiales. Además, no contendrá otras sustancias nocivas que puedan perjudicar

el hormigón o a las armaduras. El árido fino que no cumpla con las anteriores condiciones de limpieza será sometido a un proceso de lavado adecuado.

En el momento de su introducción a la hormigonera el contenido de humedad superficial será menor al 8% referido al peso de la arena seca.

El árido grueso estará constituido por canto rodado o piedra granítica partida o una combinación de las mismas.

Sus partículas serán duras, limpias, estables, y libres de películas superficiales y no contendrán otras sustancias nocivas que puedan perjudicar al hormigón o a las armaduras. El árido grueso que no cumpla las anteriores disposiciones será sometido a un adecuado proceso de lavado.

Ambos deberán tener la granulometría adecuada por cálculo y de acuerdo a lo establecido por el método propuesto en reglamento CIRSOC 201.

7.3.3.1.5.c) Agua

El agua utilizada para el amasado del hormigón, así como para su curado o limpieza de sus componentes, será potable, limpia y exenta de impurezas, libre de glúcidos (azúcares), aceites y sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del hormigón, o sobre las armaduras. En caso de no poder contar con agua en tales condiciones en la obra, el Contratista deberá efectuar el tratamiento químico o físico que fuera preciso, cuyo gasto será por su cuenta.

7.3.3.1.5.d) Aditivos

El Contratista podrá emplear sustancias químicas y comerciales con el objeto de producir aire incorporado o densificar el hormigón cuya utilización será ordenada por la Inspección de Obra, o aprobada por ésta, a propuesta del Contratista.

Todos los ensayos para la evaluación del aditivo serán por cuenta del Contratista. Los aditivos serán medidos en peso, con un límite de tolerancia del 3% de su peso efectivo. Los aditivos pulverulentos ingresarán al tambor de la hormigonera conjuntamente con los áridos. Si los aditivos son solubles, deberán ser disueltos en agua e incorporados a la hormigonera en forma de solución, salvo indicación expresa del fabricante en sentido contrario.

Los aditivos para el hormigón, se almacenarán bajo techo y se protegerán de la congelación. Se dispondrá el almacenamiento en forma tal que estos materiales sean usados en el mismo orden en que llegaron al emplazamiento. Cualquier aditivo que haya estado

almacenado durante más de tres meses después de haber sido ensayado o que haya sufrido congelamiento, no se utilizará hasta que se haya vuelto a ensayar a expensas del Contratista y se haya comprobado su comportamiento satisfactorio.

Todos los aditivos utilizados en la estructura deberán cumplir las condiciones establecidas en la norma IRAM 1663; deberán ser acompañados por los certificados de fabricación con detalle de su composición, propiedades físicas y datos para su uso.

7.3.3.1.6 Ejecución del hormigón

El hormigón será mezclado hasta obtener una distribución uniforme de todos los materiales componentes únicamente en forma mecánica. Queda expresamente prohibido el mezclado manual. El tiempo de mezclado será de 90 segundos contando a partir del momento en que todos los materiales entraron en la hormigonera. El tiempo máximo no excederá de 5 minutos.

La carga de los agregados, cemento y líquidos en el tambor de mezclado se hará en forma controlada, el agua comenzará a fluir continuamente mientras se introducen los sólidos, de forma que toda el agua haya sido cargada durante el primer cuarto del tiempo de mezclado. El cemento se incorporará simultáneamente con los agregados una vez iniciada la carga de éstos.

7.3.3.1.6.a) *Consistencia*

La consistencia del hormigón será la necesaria y suficiente para que, con los medios de colocación disponibles, el hormigón se deforme plásticamente en forma rápida, permitiendo un llenado completo de los encofrados, especialmente en los ángulos y rincones de los mismos, envolviendo perfectamente las armaduras sin solución de continuidad y asegurando una perfecta adherencia entre las barras y el hormigón.

Ello deberá conseguirse sin que se produzca la segregación de los materiales sólidos, ni se acumule un exceso de agua libre, ni de lechada sobre la superficie del hormigón.

Como regla general el hormigón se colocará con el menor asentamiento posible que permita cumplir con las condiciones enunciadas. Los pastones de hormigón colocados en la misma sección de la estructura, tendrán consistencia uniforme.

7.3.3.1.6.b) *Transporte*

El hormigón será transportado desde las hormigoneras hasta los encofrados lo más rápidamente posible, empleando métodos que impidan la segregación o pérdida de componentes.

7.3.3.1.7 **Colocación**

El Contratista deberá proveer aquellos equipos y emplear solamente aquellas disposiciones de los equipos y los métodos que reduzcan la segregación de los áridos gruesos del hormigón a un mínimo. El equipo deberá ser capaz de manipular o colocar con facilidad un hormigón con el asentamiento mínimo compatible con la buena calidad y mano de obra.

No se comenzará con las tareas de hormigonado sin la presencia de la Inspección de Obra o de un representante de la misma, para lo cual el Contratista notificará a la Inspección de Obra, con una anticipación mínima de 48 hs, el lugar y el momento en que se colocará el hormigón. Solamente en presencia de la Inspección de Obra o de las personas por ella designadas podrá procederse a la colocación del hormigón.

No se colocará hormigón cuando las condiciones del tiempo sean, en opinión de la Inspección de Obra, demasiado severas como para no permitir su colocación adecuada y un proceso normal de fragüe. Si el hormigón hubiera sido colocado sin conocimiento y aprobación previos de la Inspección de Obra, ésta podrá ordenar su demolición y sustitución por cuenta del Contratista.

En caso de que por la importancia de la estructura sea necesario hormigonar en varias etapas, se convendrá con la Inspección de Obra las juntas de trabajo y el procedimiento a seguir para su unión con el resto de la estructura al reanudarse el hormigonado. Dichas juntas se realizarán donde menos perjudiquen la resistencia, estabilidad y aspecto de la estructura.

La capacidad de colocación disponible deberá ser tal que pueda mantenerse el ritmo de trabajo en todas las partes de la construcción con hormigón, de manera de evitar las juntas "frías"; es decir, aquellas juntas de construcción en que, debiéndose continuar esta última, permanezcan mucho tiempo sin retomar el trabajo, lo que haría que se produjera el contacto de dos hormigones de distinta edad en estas juntas.

En la medida de lo posible se colocará hormigón en su posición final, y no se lo hará desplazar lateralmente en forma que pudiera segregarse el árido grueso, el mortero o el agua de su masa. El hormigón se colocará en los encofrados dentro de los 45 minutos del comienzo de

su mezclado, cuando la temperatura ambiente sea superior a los 12° C y dentro de una hora cuando la temperatura sea de 12° C o inferior.

Se prestará atención para evitar la segregación especialmente en los extremos de las tolvas, en las compuertas de las mismas, y en todos los puntos de descarga. El hormigón deberá caer verticalmente en el centro de cualquier elemento que deba contenerlo.

Cuando deba caer dentro de encofrados o en una tolva o balde, la porción inferior del derrame será vertical y libre de interferencia. La altura de caída libre del hormigón no será mayor de 1,50 m.

Si al ser colocado en el encofrado el hormigón pudiera dañar tensores, espaciadores, piezas a empotrar y las mismas superficies de los encofrados, o desplazar las armaduras, se deberán tomar las precauciones de manera de proteger estos elementos utilizando un tubo o embudo hasta pocos decímetros de la superficie del hormigón. Una vez terminada la etapa de hormigonado se deberán limpiar los encofrados y los elementos antes mencionados de toda salpicadura de mortero u hormigón.

7.3.3.1.7.a) Compactación y vibrado

El hormigón deberá colocarse en los moldes de modo que se obtenga el más perfecto llenado de los mismos. Para asegurar la máxima densidad posible, sin producir su segregación, el hormigón será compactado por vibración mecánica de alta frecuencia, debiendo estar éstas comprendidas entre 3000 y 4500 revoluciones por minuto. La aplicación de vibradores, no deberá afectar la correcta posición de las armaduras dentro de la masa del hormigón, y se tratará de evitar el contacto con los encofrados.

Una vez alcanzado el tiempo de fraguado inicial (IRAM 1662) se evitará el vibrado de la masa de hormigón. En ningún caso se permitirá el uso de vibradores para desplazar el hormigón dentro de los moldes. Los vibradores serán de accionamiento eléctrico, electromagnético, mecánico o neumático, del tipo de inmersión.

7.3.3.1.7.b) Protección y curado

Todo hormigón deberá ser sometido a un proceso de curado continuo desde la terminación de su colocación hasta un período no inferior a 7 (siete) días. Los métodos a emplear deberán ser capaces de evitar pérdida de humedad del hormigón durante dicho período. En general el curado del hormigón se practicará manteniendo la superficie húmeda con materiales saturados de agua, por rociado mediante sistemas de cañerías perforadas, con

rociadores mecánicos, con mangueras porosas o cualquier otro método aprobado por la Inspección de Obra, cuidando de no lavarse la superficie.

El agua para el curado deberá cumplir los requisitos especificados en Agua para la elaboración del hormigón. El equipo usado para el curado con agua será tal que no aumente el contenido de hierro del agua de curado, para impedir el manchado de la superficie del hormigón.

La temperatura superficial de todos los hormigones se mantendrá a no menos de 10° C, durante los primeros 4 días después de la colocación. La máxima variación gradual de temperatura de superficie del hormigón no excederá de 10° C en 24 hs

7.3.3.1.8 Armaduras

En las estructuras se utilizarán aceros del tipo establecido en las Especificaciones Técnicas Particulares y/o en la documentación técnica del proyecto. Las partidas de acero que lleguen a la obra, deberán ser acompañadas de los certificados de fabricación, que den detalles de la misma, de su composición y propiedades físicas.

Si se desea acopiar armaduras previamente a su empleo, éstas deberán tener suficiente resistencia y rigidez como para ser apiladas sin sufrir deformaciones que luego no permitan ser colocadas en su correcta posición en los moldes. Las barras podrán ser almacenadas a la intemperie, siempre y cuando el material se coloque cuidadosamente sobre travesaños de madera para impedir su contacto con el suelo.

Las barras de armadura se cortarán y doblarán ajustándose expresamente a las formas y dimensiones indicadas en los planos y otros documentos del proyecto. Previamente a la colocación de las armaduras se limpiará cuidadosamente el encofrado; las barras deberán estar limpias, rectas y libres de óxido. Su correcta colocación siguiendo la indicación de los planos será asegurada convenientemente arbitrando los medios necesarios para ello (soportes o separadores metálicos o plásticos, ataduras metálicas, etc.).

Deberán cumplimentarse con las directivas de armado de la norma mencionada (CIRSOC 201), recalcando especialmente en lo que se refiere a longitudes de anclaje y empalme, diámetros de mandril de doblado para ganchos o curvas, recubrimientos mínimos y separaciones. Deberá cuidarse muy especialmente la armadura en articulaciones y apoyos, fundamentalmente en sus anclajes.

Las barras que constituyen la armadura principal se vincularán firmemente y en la forma más conveniente con los estribos, zunchos, barras de repartición y demás armaduras.

Para sostener o separar las armaduras en los lugares correspondientes se emplearán soportes o espaciadores metálicos, de mortero, o ataduras metálicas. No podrán emplearse trozos de ladrillos, partículas de áridos, trozos de madera ni de caños. Todos los cruces de barras deberán atarse o asegurarse en forma adecuada, excepto en aquellos casos en que la distancia entre barras, en ambas direcciones sea menor de 30 cm. En este caso las intersecciones se atarán en forma alternada.

En lo posible, en las barras que constituyen armaduras, no se realizarán empalmes, especialmente cuando se trata de barras sometidas a esfuerzos de tracción. No podrán empalmarse barras en obra que no figuren empalmadas en los planos salvo expresa autorización de la Inspección de Obra, colocando adicionalmente las armaduras transversales y de repartición que aquella o sus representantes estimen necesarias.

Todas las barras deberán estar firmemente unidas mediante ataduras de alambre N°16. El alambre deberá cumplir la prueba de no fisuración ni resquebrajarse, al ser envuelto alrededor de su propio diámetro. Las armaduras, incluyendo estribos, zunchos, barras de repartición, etc., contenidos en los elementos estructurales, serán protegidos mediante un recubrimiento de hormigón, moldeado conjuntamente con el correspondiente elemento. En ningún caso se colocarán armaduras en contacto con la tierra.

7.3.3.2 Bases de columnas de hormigón armado

En las fundaciones se deberá ejecutar siempre un contrapiso de hormigón simple o de limpieza, de 5 cm como mínimo. No podrá comenzarse con la colocación del hormigón sin que la Inspección de Obra haya verificado la correcta ubicación de las armaduras. Siempre y antes de cualquier trabajo de hormigonado se comunicará con la suficiente anticipación la fecha de la tarea de modo tal que la Inspección de Obra pueda efectuar la revisión.

Se tomará el máximo cuidado de no aplastar o correr la posición de los hierros durante la colocación del hormigón. Donde vaya a producirse junta de hormigonado se agregarán armaduras suplementarias cuya sección será de un 0,2 a 0,5% de la armadura principal.

Se ejecutarán bases de H°A° según cálculo, cuyas armaduras deberán ser calculadas teniendo en cuenta las cargas propias de la estructura metálica del galpón a montar y las correspondientes sobrecargas de uso, por la Contratista. Previo a la colocación de las armaduras se colocará una lámina de polietileno de alta densidad de 200 micrones de espesor mínimo. La lámina deberá cubrir toda la superficie horizontal de las bases y de las vigas que apoyan sobre

el terreno. De ser posible se utilizará una sola lámina de polietileno de una sola hoja, si fuera necesario utilizar varios paños, los mismos se solaparán 20 cm como mínimo.

Se utilizará acero tipo ADN 420. Cada partida de acero entregada en obra estará acompañada por el certificado de calidad o garantía emitido por la firma fabricante, de acuerdo a lo especificado por el Reglamento CIRSOC.

La preparación, elaboración del hormigón, moldes, armadura, colada, etc. Deberá realizarse ajustándose al cálculo estructural y sus especificaciones. Se realizará sustracción del suelo orgánico en toda el área de la construcción, con la profundidad necesaria y con aprobación de la Inspección de Obra. El suelo orgánico deberá reservarse para su reutilización posterior o para la reubicación según decisión de la Intendencia.

Se deberá emplear un hormigón H-25 o superior elaborado en planta, con una relación agua cemento menor o igual a 0,40; podrá agregarse un aditivo plastificante a base de lignosulfonatos. Los materiales de la calidad descrita en la presente especificación se mezclarán en proporción necesaria para obtener un hormigón de la resistencia característica cilíndrica a compresión a los 28 días indicada en los documentos del proyecto.

Otras características del hormigón a utilizar deben ser:

- Tipo de cemento portland de acuerdo al grado de agresión del suelo.
- Contenido mínimo de cemento portland 350 kg/m³ de hormigón.
- Relación agua/cemento máximo 0,45
- Asentamiento máximo 6 cm.

Los hormigones a usarse en Obra deberán cumplir con esta especificación y lo establecido por el CIRSOC 201 en su última revisión, sus anexos y las normas allí indicadas. Esta especificación cubre los requisitos mínimos exigidos a los hormigones que se elaborarán para la obra, ya sea in situ como provistos elaborados desde planta externa.

El hormigón elaborado será transportado hasta la obra (CIRSOC 201 9.3.2.) con vehículos de transporte provistos de dispositivos agitadores. Deberán tenerse en cuenta los tiempos de transporte especificados en el CIRSOC 201.

7.3.3.3 Vigas de fundación

Esta especificación se refiere a las condiciones y características que rigen para la ejecución de los encadenados y vigas de hormigón armado, las cuales se construirán de acuerdo con las formas, dimensiones y detalles indicados en los planos de Proyecto Ejecutivo realizado

por la Contratista, esta especificación, las demás piezas del Contrato y las órdenes de la Inspección de Obra.

Los materiales deberán cumplir con:

- Hormigón: se utilizará hormigón de calidad H-20 o superior según cálculo estructural.
- Acero para armadura: la armadura será de barras de acero ADN 420 especial.

Se deberá brindar seguridad permanente a los obreros y al edificio en cuestión, por lo que la Contratista deberá prever todos y cada uno de los trabajos necesarios de apuntalamiento en tal sentido.

Los encofrados se ejecutarán colocando tablas planas reforzadas con tirantes sobre las caras libres del elemento a modelar. Todos los moldes serán planos y rígidos y estarán bien arriostrados provisionalmente de modo que puedan resistir el vaciado del hormigón y se armarán perfectamente a nivel y a plomo, bien alineados y sin partes alabeadas desuniones o rajadas.

Así mismo el Contratista deberá prever, en correspondencia con los lugares donde se ubicarán los elementos integrantes de las distintas instalaciones de que se dotará al galpón, los orificios, nichos, insertos, canaletas y aberturas de tamaño adecuado, para permitir oportunamente el pasaje y montaje de dichos elementos.

Para ello el Contratista consultará todos los planos de instalaciones complementarias que afecten al sistema estructural verificando todas las instalaciones, de forma tal que los tacos, cajones, etc., queden ubicados exactamente en la posición establecida, o donde la Inspección de Obra lo considere necesario.

La ejecución de todos los pases, canaletas, tacos, etc. en vigas, losas, columnas, etc., previstos en planos y/o planillas, y/o planillas de cálculo, y sus refuerzos correspondientes, deberán estar incluidos en el precio global de la propuesta. No se considerará ningún tipo de adicional por este tipo de trabajos, como así tampoco por aquellos provisorios que más tarde deban ser completados y/o tapados y que sirvan como auxiliares de sistemas constructivos y/o para el pasaje de equipos del Contratista o de las instalaciones complementarias propias de la obra, en el momento oportuno.

7.3.3.4 Columnas de fundación

Este trabajo comprende la provisión integral por parte de la Contratista de materiales, equipos y mano de obra para la ejecución de columnas de hormigón armado indicadas en los

Planos de Proyecto. Esta especificación se refiere a las condiciones y características que rigen para la ejecución de columnas de hormigón armado, las cuales se construirán de acuerdo con las formas, dimensiones y detalles indicados en los planos de Proyecto Ejecutivo realizado por la Contratista, esta especificación, las demás piezas del Contrato y las órdenes de la Inspección de Obra.

Los materiales deberán cumplir con:

- Hormigón: se utilizará hormigón de calidad H-25 o superior según cálculo estructural.
- Acero para armadura: la armadura será de barras de acero DN-A 420 especial.

Se deberá brindar seguridad permanente a los obreros y al edificio en cuestión, por lo que la Contratista deberá prever todos y cada uno de los trabajos necesarios de apuntalamiento en tal sentido. Los encofrados se ejecutarán colocando tablas planas reforzadas con tirantes sobre las caras libres del elemento a moldear. Todos los moldes serán planos y rígidos y estarán bien arriostrados provisionalmente de modo que puedan resistir el vaciado del hormigón y se armarán perfectamente a nivel y a plomo, bien alineados y sin partes alabeadas desuniones o rajadas.

Se deberá prever los respectivos pases de instalaciones eléctricas.

7.3.3.5 Losas macizas de hormigón armado

Este trabajo comprende la provisión integral por parte de la Contratista de materiales, equipos y mano de obra para la ejecución de losas de hormigón armado indicadas en los Planos de Proyecto. Esta especificación se refiere a las condiciones y características que rigen para la ejecución de losas de hormigón armado, las cuales se construirán de acuerdo con las formas, dimensiones y detalles indicados en los planos de Proyecto Ejecutivo realizado por la Contratista, esta especificación, las demás piezas del Contrato y las órdenes de la Inspección de Obra.

Los materiales deberán cumplir con:

- Hormigón: se utilizará hormigón de calidad H-20 o superior según cálculo estructural.
- Acero para armadura: la armadura será de barras de acero DN-A 420 especial.

Se deberá brindar seguridad permanente a los obreros y al edificio en cuestión, por lo que la Contratista deberá prever todos y cada uno de los trabajos necesarios de apuntalamiento en tal sentido. Los encofrados se ejecutarán colocando tablas o paneles, planos reforzados con

tirantes sobre las caras libres del elemento a moldear. Todos los moldes serán planos y rígidos y estarán bien arriostrados provisionalmente de modo que puedan resistir el vaciado del hormigón y se armarán perfectamente a nivel y a plomo, bien alineados y sin partes alabeadas desuniones o rajadas. Se deberá contemplar los respectivos pases de instalaciones eléctricas, de ser necesarios.

El espesor debe ser de 15cm con capitel en coincidencia con las columnas de los pórticos, se utilizará Hormigón H-25; las armaduras estarán conformadas por una malla Sima, o calidad superior, de 15x15cm de separación y barras de 6mm de diámetro.

Se asentará sobre suelo resistente, debiéndose ejecutar una barrera de vapor debajo de la misma, mediante la colocación de polietileno de baja densidad (PEBD) de 200 micrones de espesor. El acabado superficial se realizará mediante la colocación de endurecedor Sika Chapdur o calidad similar, y se deberán seguir todas las especificaciones técnicas del producto.

7.3.4 Estructura resistente metálica

La presente especificación tiene por objeto establecer las condiciones técnicas a las que se han de ajustar el origen y calidad de los materiales, la ejecución, el montaje y el control de los trabajos de estructura, elementos metálicos y cubierta para la construcción enmarcados dentro del proyecto.

La nave a diseñar ya calculada se trata de una superficie de 432 m² aprox, con una luz libre de 16,00 metros y 27,00 metros de largo, con una altura libre de 7,50 metros en los extremos y 8,30 metros en la parte central.

En el anteproyecto se prevé una estructura de cerchas triangulares a dos aguas repetidas con intervalos de 5,40 metros.

Columnas y cerchas son de celosías reticuladas de perfiles ángulo, con forma tipo Pratt, sostenidas por cordones de perfiles conformados en frío, y un sistema de correas de perfiles PGC, que conforman la grilla estructural secundaria, dispuestas en la cubierta y en los laterales alrededor de la nave, que será el sostén de los paneles que finalmente resolverán la envolvente exterior.

7.3.4.1 Generalidades

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras, la cubierta metálica con todas sus piezas, partes y

accesorios y el montaje de las mismas. No es aplicable esta especificación a las armaduras de las obras de hormigón. Están comprendidas las siguientes tareas:

- Ejecución de los planos de taller y montaje precisos.
- El suministro de todos los materiales empleados, tales como perfiles, bulones, chapas, conectores, aparatos de apoyo, etc.
- La elaboración en taller de los diferentes elementos integrantes de la estructura.
- La fabricación y envío al contratista de las obras de hormigón, en caso de ser otro distinto, de todos aquellos elementos de la estructura que hayan de quedar anclados o embebidos en la parte no metálica, incluidos los correspondientes espárragos o bulones de anclaje.
- La carga, transporte, descarga y movimientos interiores de todos los elementos.
- El montaje de la estructura, incluyendo las estructuras de soporte provisionales, construcciones parciales por elementos o módulos y el ensamblaje parcial o total, las uniones.
- Los trabajos de protección superficial, incluyendo limpieza, granallado, imprimación y acabado, así como repasos que se deban efectuar en el sistema de pintado una vez terminado y montado.
- Todos los materiales, medios auxiliares y personal necesario para la ejecución de los trabajos.

El suministro objeto del presente documento deberá cumplir como mínimo con los requisitos de las Normas y Reglamentos indicados a continuación y con los Pliegos de Condiciones Generales y Particulares del Contrato:

1. CIRSOC 101 Cargas y Sobrecargas Gravitatorias para el Cálculo de Estructuras de Edificios.
2. CIRSOC 102 Acción del viento sobre las Construcciones.
3. CIRSOC 103 Normas Argentinas para las Construcciones Sismorresistentes.
4. CIRSOC 301 Proyecto Cálculo y Ejecución de Estructuras de Acero para Edificios
5. CIRSOC 302 Fundamentos de Cálculo para los Problemas de Estabilidad del Equilibrio de las Estructuras de Acero.
6. CIRSOC 303 Estructuras Livianas de Acero (Recomendación)
7. CIRSOC 304 Estructuras de Acero Soldadas
8. Reglamentos CIRSOC – Emisión anterior al año 2000

9. También son aplicables complementariamente, las normas extranjeras indicadas en los apartados siguientes, en aspectos no contemplados en las normas arriba citadas

7.3.4.1.1 Materiales

Salvo indicación en contrario en los planos las propiedades de estos aceros son las especificadas en la NORMA CIRSOC 301, o, de lo contrario, será de uso el acero F-24 propuesto.

El empleo como material de base de la estructura de cualquier otro tipo de acero, distinto de los mencionados en el apartado anterior, deberá ser justificado exhaustivamente por el Contratista, señalando sus características mecánicas, de soldabilidad y sensibilidad a la rotura frágil, y la repercusión de las mismas sobre los distintos documentos del presente proyecto.

7.3.4.1.2 Bulones, tuercas y arandelas

Se definen como bulones los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión. Los bulones serán provistos según CIRSOC 301.

Alternativamente se admitirán bulones

- Ordinarios según ASTM A-307
- De alta resistencia según ASTM A-325/A-490 o bien ISO 8.8 (iguales a los ASTM A-325 M).

En todo caso cumplirán con lo especificado para ellos en la norma AISC. El Contratista debe suministrar todos los bulones necesarios para el montaje de la estructura o de cualquier elemento mecánico con un exceso de por lo menos un 5%, pero en ningún caso menos de dos piezas por cada tipo de bulón.

7.3.4.1.3 Bulones de anclaje

Para la vinculación de las estructuras metálicas a las estructuras de hormigón se adoptarán bulones, previamente fijados a las estructuras de hormigón. Para el dimensionado de estos bulones se tendrán en cuenta especialmente los coeficientes de seguridad adicionales indicados en el reglamento CIRSOC 301.

La fijación de los bulones a las estructuras de hormigón se podrá realizar en primera o segunda etapa indistintamente, para lo cual el Contratista deberá presentar la correspondiente

memoria de cálculo justificando la solución adoptada. Para la correcta nivelación y montaje de la estructura se deberá prever el espacio necesario entre la misma y el tope de los fustes, la cual una vez puesta a plomo la estructura, será llenada con mortero expansivo (grout) marca Sika, Procem u otra marca de reconocida calidad.

Los bulones llevarán arandela tipo pesado y tuerca con contratuerca para su ajuste.

7.3.4.1.4 Electrodo y otras soldaduras

El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldadura en ángulo será de tres milímetros (3 mm). El espesor máximo no superará el ochenta por ciento (80%) del espesor de la pieza más delgada. Como excepción, en uniones a tope de elementos sólo accesibles por el exterior, el espesor máximo de garganta puede llegar a ser igual al espesor de pared del perfil más delgado.

Para cordones en ángulo entre chapas, los espesores de garganta se elegirán de entre los admitidos “Reglamento Argentino de Construcciones de Acero”.

Para cordones en ángulo entre perfiles laminados o entre perfiles laminados y chapas, los espesores de garganta no serán superiores a los indicados en la citada norma.

Los cordones en ángulo cumplirán, además, las limitaciones en cuanto a longitudes y disposiciones indicadas en el apartado “Reglamento Argentino de Construcciones de Acero”; se prohíbe expresamente el uso de cordones discontinuos cuando la pieza haya de estar sumergida o en contacto con el agua.

En general, quedan prohibidas las soldaduras de botón y de ranura para asegurar contra el pandeo local a los planos anchos que forman parte de una pieza comprimida, cuando no sea posible hacerlo por otro procedimiento. En este caso, el ancho de la ranura ha de ser, por lo menos, igual a dos veces y media el espesor de la chapa cosida; la distancia libre en cualquier dirección entre dos ranuras consecutivas no será inferior a dos veces el ancho de la ranura ni superior a treinta veces el espesor de la chapa; la dimensión máxima de la ranura no excederá de diez veces el espesor de la chapa.

Los planos que hayan de unirse mediante soldadura de ángulo en sus bordes longitudinales a otro plano o a un perfil para construir una barra compuesta, no deberán tener una anchura superior a treinta veces su espesor.

Los planos de taller indicarán la forma de efectuar la toma de raíz en las soldaduras a tope con penetración completa, el empleo de chapa dorsal, si no fuera posible la toma de raíz, o el procedimiento de garantizar la penetración completa, cuando no sea posible efectuar la

toma de raíz ni recomendable el empleo de chapa dorsal, por ejemplo, en piezas sometidas a esfuerzos dinámicos.

En los planos de taller figurarán todos los empalmes que sean precisos a efectuar. El director podrá autorizar, para series importantes de elementos del mismo perfil, el realizar empalmes, en piezas de laminación de longitudes inferiores a las habituales para no producir un despunte excesivo. En este caso figurará en los planos de taller la zona de la pieza en donde puede efectuarse el empalme y el número máximo de piezas de la serie que pueden ser empalmadas. En ningún caso se autorizará más de un empalme por pieza que no sea estrictamente necesario.

7.3.4.1.5 Ejecución de las obras

7.3.4.1.5.a) Empalmes

Los empalmes deberán respetar las indicaciones dadas en los planos del proyecto, tanto en lo que se refiere a los tipos de empalme como a su localización. La calidad de la soldadura responderá a las condiciones establecidas en la norma CIRSOC 304.

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier sobrecarga estática o dinámica que pueda provocar daño en los elementos. Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas, y los procesos de ejecución, se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto. En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo, especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramiento, articulaciones, apoyos simples, etc.).

7.3.4.1.5.b) Ejecución en taller

Los planos de taller contendrán:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos y piezas de la estructura.
- Los empalmes que sea preciso efectuar.
- La disposición y situación de todas las uniones, incluso las provisionales de armado.
- El diámetro y forma de ejecución de los taladros.

- Las clases, diámetro y longitudes de los bulones, el esfuerzo de pretensado y la forma de aplicarlo.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, las preparaciones de bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- La forma de efectuar la toma de raíz en las soldaduras a tope con penetración completa, el empleo de chapa dorsal si no es posible la toma de raíz, o el procedimiento para garantizar la penetración completa, cuando no sea posible efectuar la toma de raíz ni recomendable el empleo de chapa dorsal (piezas sometidas a esfuerzos dinámicos).
- Las indicaciones sobre tratamiento térmico y mecanizado de los elementos que lo requieran.
- Indicación de los perfiles, clases de acero, pesos y marcas de todos los elementos

Para la preparación de los planos de taller se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldadura en ángulo será de 3 mm. El espesor máximo no superará el 80 % del espesor de la pieza más delgada.
- En todo caso, los espesores de garganta cumplirán las disposiciones de la normativa aplicable CIRSOC 304

El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller, someterá los planos a la revisión de la Inspección, que señalará las correcciones a efectuar, a partir de las cuales el Contratista entregará nuevas copias para su aprobación definitiva.

7.3.4.1.5.c) Preparación de los materiales

Deben eliminarse las rebabas de laminación en todos los perfiles y chapas que se utilicen en la construcción de las estructuras. Asimismo, deben suprimirse las marcas de laminación en relieve, en todas aquellas formas de un perfil que hayan de entrar en contacto con otro en alguna de las uniones de la estructura.

El aplanado y enderezado de las chapas y perfiles debe ejecutarse con prensa o con máquina de rodillos, no permitiéndose el uso de la maza o del martillo. Tanto las operaciones anteriores como las de curvado o conformación de los perfiles deben realizarse preferentemente en frío, pero con temperaturas del material no inferiores a 0 °C.

Las deformaciones locales y permanentes deben mantenerse dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquellas no excedan en ningún punto el 2,5 %, a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. Se prohíbe el uso directo del soplete en las operaciones de conformación y enderezado.

Deben tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del material, ni introducir tensiones parásitas, durante las fases de calentamiento y enfriamiento. El calentamiento debe efectuarse a ser posible en horno; el enfriamiento, al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

7.3.4.1.5.d) *Trazado*

Antes de proceder al trazado, se debe comprobar que los distintos planos y perfiles presentan la forma exacta, recta o curva, deseada y que están exentos de torceduras.

El trazado debe realizarse por personal calificado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos y las tolerancias máximas permitidas, y de acuerdo con los métodos de fabricación.

7.3.4.1.5.e) *Corte*

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla, plasma u oxicorte, debiéndose eliminar posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde producidas. No está permitido el corte por arco eléctrico.

Aunque en los planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no deben cortarse nunca las chapas o perfiles de forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Cuando no se puedan eludir estos ángulos deben redondearse siempre en su arista con el mayor radio posible.

7.3.4.1.5.f) *Taladrado*

Se deben ejecutar con taladro los agujeros para bulones, no estando permitida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico. Solamente en piezas de acero F-24 sometidas a cargas predominantemente estáticas está permitido el punzonado, siempre que el espesor de la pieza no sea superior a quince milímetros (15 mm) y el diámetro del agujero no sea inferior a vez y media el espesor de la misma. En todos los demás casos se debe emplear el perforado con taladro.

Los agujeros destinados a alojar bulones calibrados deben efectuarse siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir. Siempre que sea posible deben taladrarse de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, engrapándolas o atornillándose fuertemente.

Después de taladradas, las piezas se separarán para eliminar las rebabas. Análogamente se procederá con los agujeros taladrados cuando haya que rectificar su coincidencia.

7.3.4.1.5.g) Ejecución abulonada y soldada

Las tuercas deben apretarse por medio de llaves dinamométricas calibradas, de acuerdo con los valores de par y las tolerancias indicadas en los planos. A ambos lados de la tuerca, tanto al exterior como hacia la espiga sin roscar, debe sobresalir al menos un filete de rosca (además de la terminación de la misma).

Cuando se emplean bulones no pretensados, es conveniente bloquear las tuercas en estructuras no desmontables, empleando un sistema adecuado: arandela de seguridad, contratuerca, matado de la rosca o punto de soldadura.

El diámetro nominal del bulón ordinario es el de su espiga. El diámetro del agujero será un milímetro mayor que el nominal de la espiga. Se debe comprobar la coincidencia de los agujeros introduciendo un calibre cilíndrico, de diámetro 1,5 mm menor que el diámetro nominal de agujero.

La longitud mínima de la espiga será igual a la suma de espesores a unir más un milímetro, sin alcanzar la superficie exterior de la arandela, quedando dentro de esta al menos un filete. Los asientos de las cabezas y tuercas deben estar perfectamente planos y limpios. Es obligatoria la colocación de arandelas bajo la tuerca.

Si el perfil a fijar tiene la cara inclinada, se debe emplear arandela de espesor variable en su cara exterior normal al eje del bulón, para un correcto apoyo de la tuerca. Esta arandela se debe colocar también bajo la cabeza del bulón si ésta apoya sobre la cara inclinada.

Para la colocación de bulones de alta resistencia se debe verificar, antes de realizar la unión, que las superficies de las piezas a unir son absolutamente planas. También se debe comprobar antes de realizar la unión que estas superficies están completamente limpias y sin pintar (libres de pintura, polvo, grasa, óxido, cascarilla de laminación, etc.). La grasa que pudiera haber se debe limpiar con disolventes adecuados.

Se debe colocar siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. Estas arandelas deben tener bisel cónico en bordes externo e interno de la cara en contacto con la cabeza y con la tuerca.

Se recomienda ejecutar los chaflanes o biseles de preparación de bordes para soldadura mediante oxicorte o máquinas herramientas, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones contenidas en el presente artículo.

Las soldaduras se definirán en los planos del proyecto y de taller según la notación simbólica que se indica en la norma “Reglamento Argentino de Construcciones de Acero”.; puede emplearse también, haciéndolo constar en los planos, la simbolización que se indica en la norma ISO.

Las uniones soldadas podrán ejecutarse por cualquiera de los procedimientos que se citan a continuación sin necesidad de aprobación previa:

- Soldeo eléctrico manual con electrodo fusible revestido.
- Soldeo eléctrico, semiautomático o automático por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible, prohibiéndose la transferencia en cortocircuito.
- Soldeo eléctrico semiautomático o automático por arco con alambre electrodo tubular.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo fusible.

Procedimiento de soldeo:

1. Tipo de electrodos para el soldeo manual.
2. Posiciones de soldeo.
3. Variables: intensidad, voltaje, velocidad.
4. Temperatura de precalentamiento y entre pesadas, si fuese necesario, en función de los espesores de las piezas a unir o de su composición química.

Para unir dos piezas de distinta sección, la de sección mayor se achaflanará en la zona próxima a la unión con pendiente no superior al veinticinco por ciento (25%) para obtener una transición suave de la sección.

No será preciso efectuar dicho achaflanado cuando la diferencia de espesores no sea superior a tres milímetros (3 mm) o al diez por ciento (10 %) del espesor de la pieza más delgada.

Las piezas a soldar se presentarán y fijarán en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que aseguren, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

Entre los medios de fijación provisionales se autoriza la utilización de puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir; el número e importancia de estos puntos se limitará al mínimo compatible con la inmovilidad de las piezas. Se permite englobar estos puntos en la soldadura definitiva, siempre que hayan sido efectuados mediante un procedimiento aprobado por el director, no presenten fisuras u otros defectos y hayan quedado limpios de escoria.

Asimismo, se comprobará la limpieza de dichos bordes, que han de estar exentos de cascarilla, herrumbre o suciedad y, muy especialmente, de grasa y pintura.

7.3.4.1.5.h) Especialidades respecto de las soldaduras

Previamente el comienzo de las operaciones de soldeo el contratista entregará al director una relación nominal con los soldadores que hayan de intervenir en la ejecución de dichas operaciones, incluyendo los datos de los correspondientes exámenes u homologaciones.

No se recomienda el empleo de los electrodos de gran penetración. En el uso de los electrodos seguirán las instrucciones del suministrador fabricante.

En particular, los electrodos básicos deben ser suministrados en envases herméticamente cerrados. En caso de que algún envase muestre señales de haber sido dañado, o cuando hayan transcurrido más de cuatro horas desde la apertura del envase sin que los electrodos hayan sido consumidos, se desecarán en estufa durante dos horas a temperatura comprendida entre 230 y 260 °C, a no ser que las instrucciones del fabricante indiquen otras temperaturas.

Después de sacar los electrodos de los envases herméticos o de la estufa de secado deben mantenerse hasta su uso en envases calorifugados a temperatura no inferior a 120 °C, por un tiempo no superior al ya indicado. No se permite secar más de una vez los electrodos. Los electrodos humedecidos o mojados no deberán ser utilizados en ningún caso.

El flux usado en el procedimiento de soldeo por arco sumergido estará seco y libre de polvo, óxido u otras impurezas. Se suministrará en envases que permitan un almacenamiento por un tiempo mínimo de seis meses sin pérdida de sus características y propiedades. El flux procedente de envases dañados debe desecharse o secarse en estufa a 120 °C durante una hora antes de su uso.

La máxima intensidad de corriente a emplear en el procedimiento de arco sumergido es de seiscientos amperios, cuando se utiliza un solo electrodo. Para cordones en ángulo puede aumentarse la intensidad hasta mil amperios.

Cuando se emplee la soldadura por acero bajo atmósfera gaseosa es preciso proteger la zona de soldeo del viento mediante los oportunos apantallamientos, de forma que, en ningún caso, la velocidad del viento en la vecindad de la soldadura sea superior a 7 km/h.

Durante el soldeo se mantendrán bien secos y protegidos de la lluvia tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar en una zona suficientemente amplia alrededor de la zona en que se esté soldando.

Después de ejecutar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo de alambre u otros medios para eliminar todo rastro de escoria. Para facilitar esta operación y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones sea lo más regular posible y no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí ni con los bordes de la pieza.

Queda prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras por medios artificiales.

Debe procurarse que el depósito de los cordones de soldadura se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. Con este fin, el contratista habrá de disponer de las disposiciones adecuadas para poder orientar las piezas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar solicitaciones que puedan dañar a las pasadas ya depositadas o a las propias piezas.

7.3.4.1.6 Montaje

7.3.4.1.6.a) Montaje en blanco

Se debe realizar un montaje en blanco en taller para garantizar la coincidencia de los elementos a unir y la configuración geométrica de la estructura.

Las manipulaciones necesarias para la carga, transporte, descarga, almacenamiento a pie de obra y montaje, se deben realizar con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura.

Se deben cuidar especialmente, protegiéndose si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

7.3.4.1.6.b) Montaje en obra de la estructura

El proceso de montaje será el previsto en el proyecto. El contratista podrá proponer alternativas al director, quien las aprobará si, a su juicio, no interfiere con el Programa de

Trabajos de la obra y ofrecen una seguridad al menos igual a la que ofrece el proceso de montaje indicado en el proyecto.

La preparación de las uniones que se vayan a efectuar en montaje debe efectuarse siempre en taller, en particular la preparación de bordes para las soldaduras y la perforación de agujeros para los bulones. Antes de proceder al montaje se debe corregir cuidadosamente cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Cuando el defecto no pueda ser corregido, o se presuma que después de corregido, puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, debe rechazarse la pieza en cuestión marcándole debidamente para dejar constancia de ello.

Durante su montaje, la estructura se debe asegurar provisionalmente mediante cualquier medio auxiliar adecuado, de tal forma que se garantice su estabilidad y resistencia hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

Los elementos provisionales que, por razones de montaje u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desarmarán posteriormente con soplete, nunca a golpes, procurando no dañar la propia estructura.

En el montaje se debe prestar la debida atención al ensamblaje de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el proyecto, debiéndose comprobar cuantas veces fuese necesario la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se comenzará el atornillado definitivo o la soldadura de las uniones de montaje hasta que se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida y que la posible separación de su forma actual, respecto a la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Las tolerancias en las dimensiones de los biseles de preparación de bordes y la garganta y longitud de las soldaduras serán las indicadas en la Norma CIRSOC 304.

Las placas de asiento de los soportes o aparatos de apoyo sobre las fábricas se harán descansar provisionalmente sobre cuñas o tuercas de nivelación y se inmovilización una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos. No se procederá a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto.

El lecho de asiento de las placas se efectuará de cemento. Se adoptarán las precauciones necesarias para que dicho mortero rellene perfectamente todo el espacio comprendido entre la superficie inferior de la placa y la superior del macizo de apoyo. Se

mantendrá el apoyo provisional de la estructura hasta que haya alcanzado el suficiente endurecimiento del mortero.

7.3.4.2 Columnas

Se deberá realizar el montaje de pórticos (columnas y vigas metálicas), según los planos adjuntos e indicación de la Inspección de Obra. Los elementos estructurales deberán ser fijados a las fundaciones por insertos y arriostrados entre sí por cruces de San Andrés, debiendo la constructora proveer todo otro elemento de sujeción necesario.

Las columnas estarán conformadas por hierro conformado en frío “U” de 180x70x3,20 en celosía con perfiles L de 45x45x3,20, según lo establecido en Planos y Memoria de cálculo. En su base esta columna se unirá con los troncos de H° A° a través de piezas metálicas en forma de placa de anclaje, conformada por placas rectangulares que estarán soldadas a las columnas conformando un cajón protector. La unión se hará mediante tornillos de punta en curva a 180°.

7.3.4.3 Dinteles

Las vigas estarán compuestas por la estructura igual a la de las columnas, según planos y cálculo estructural, que apoyarán sobre las columnas antes descritas. La unión será materializada con perfiles U que estarán soldados a las celosías y a los cordones de los elementos a unir, facilitando su montaje y su izaje.

7.3.4.4 Correas de techo y laterales

Se deberán proveer y colocar correas formadas por perfiles “C” galvanizados colocados con una separación prevista según cálculo, y fijados por medio de bulones, tirafondos, o uniones soldadas en paredes y cubierta.

Los pórticos serán sostenidos mediante perfiles PGC de 120 mm de alto puestos en forma de cajón para rigidizar la estructura en sentido longitudinal

7.3.4.5 Tensores

Se contemplan en este punto todos los refuerzos estructurales que, según cálculos y verificación del Contratista durante el Proyecto Ejecutivo, sean necesarios.

La estructura de refuerzo original son tensores de $\frac{5}{8}$ tensados con un sistema de cables trenzados, sostenidos en cruz entre el primer y el último pórtico según la descripción dada en el Anteproyecto.

Cualquier otro refuerzo deberá ser acompañado con su planilla de cálculo, planos y verificaciones correspondientes. Dichas estructuras y refuerzos adicionales serán desarrollados de acuerdo a lo que se indique en planos. Se deberá desarrollar dentro del Proyecto Ejecutivo y estará sujeto a la aprobación por parte de la Inspección de Obra.

7.3.5 Cerramientos y cubiertas

Los cerramientos y las cubiertas serán de paneles tipo sándwich según especificación de Obra, y de acuerdo a lo que la Contratista disponga, donde la Inspección de Obra decidirá su aprobación o no del uso de materiales distintos a los especificados de estos pliegos.

7.3.5.1 Paneles de cubierta

Los paneles a utilizar en la cubierta son aptos para cubiertas inclinadas con una pendiente mínima del 7%.

Las fijaciones son con un sistema de tornillería con fijación vista, que se realiza en el solape en la greca de dos paneles contiguos mediante tornillo autotaladrante que se completa con un puente (o “cappellotti”) situado en la parte alta del nervio fabricado en acero con EPDM. El diseño de esta pieza garantiza la absoluta estanqueidad de la cubierta del edificio.

La longitud mínima de solape es de 200 mm con junta diseñada en fábrica, y utilizando una correa de solape de ancho de 100 mm mínimo, según pliegos y especificaciones de la empresa fabricante.

7.3.5.1.1 Transporte, descarga y manipulación del material

La descarga de paneles debe realizarse siempre con eslingas de nylon con un ancho suficiente para no marcar el panel y equipadas con una protección rígida de longitud mayor al ancho del paquete, tanto por la parte superior como por la inferior del mismo.

En paquetes con longitud mayor a 6,00 m será necesario el uso de un balancín para su descarga y posicionamiento del material por medios de elevación, realizado con material suficientemente resistente y que debe disponer de suficientes puntos de anclaje, con una separación máxima de 4,00 m entre ellos.

Para la manipulación con carretilla elevadora, será importante asegurar que debido a la longitud del panel, el paquete no flecte excesivamente y pueda provocar daños en la cara inferior del mismo o incluso rotura o resquebrajado del panel. Se utilizarán carretillas indicadas

para este uso, con una longitud y apertura de las palas suficientes para manipular el paquete correctamente, siendo estas suficientemente largas y anchas, con los cantos redondeados.

Para toda manipulación del panel, los operarios irán debidamente equipados con los EPP correspondientes y en perfecto estado, según normativa de aplicación vigente. Además se podrán ayudar de eslingas o similar, siempre que no dañen los cantos del panel.

Para desembalar el material se usarán herramientas o útiles que no puedan rayar, marcar o afectar a los paneles total o parcialmente. Los paneles se extraerán, de manera individual para su montaje, de cada paquete recibido en obra sin arrastrar uno sobre el otro y transportándose en posición vertical, para evitar una flecha excesiva y por tanto una flexión que pudiera afectar a la unión entre chapas y aislamiento interior.

7.3.5.1.2 Montaje de paneles de cubierta

Para la correcta ejecución y montaje de este tipo de paneles, primero se debe verificar la planeidad de la superficie en la cual se colocarán los paneles de cubierta, de manera tal de que no sufran deformaciones o roturas indebidas que comprometan el aislante que se le confiere de fábrica.

Se procede a izarlos mediante medios mecánicos que la Contratista disponga, asegurando los paneles a la estructura portante para evitar alabeos, y alineándose con su posición de colocación final. Los paneles deben de colocarse desde un extremo en voladizo, desde la cara frontal de la estructura, donde el eje lateral de la cubierta coincida con el eje lateral de la estructura ya montada. Se procede a comprobar la rectitud de colocación del panel respecto del sistema de soportes previo izaje del siguiente panel, donde las correcciones angulares, de posición y de rectitud serán respecto del panel extremo de referencia.

En el montaje de los sucesivos paneles, se deben coincidir las crestas sobresalientes de la unión con la cresta que presenta aislación en el otro extremo del panel contiguo, siendo aseguradas mediante tornillos autotaladrantes, con la unión “cappellotti” anteriormente descrita, u otros medios mecánicos que la Contratista encuentre conveniente para asegurar la estanqueidad de la unión.

Cada panel será fijado al anterior sin dejar ninguno libre o suelto, y se tratará de que el tornillo perfore la correa de asiento para asegurar su sujeción. El ajuste puede ser mediante destornilladores automáticos, taladros u otra herramienta de mano que asegure la presión necesaria para llevar a cabo el montaje de la forma más rápida posible.

El solape debe ser teniendo en cuenta el sentido de los vientos dominantes, y la colocación debe asegurar la mayor rigidez posible, ya que de lo contrario pueden originarse roturas, abollamientos, hundimientos u otros defectos indeseables en la cubierta. En caso de producirse inevitablemente su falla, se deberán de retirar los paneles afectados, marcarlos, y reemplazarlos por otros en condiciones óptimas de fijación, a cuenta de la Contratista.

Para el montaje de los lucernarios alveolares de policarbonato, deben de instalarse guías sobre las correas de fijación que salven la diferencia de espesor (30 mm entre paneles), colocando implementos de fábrica que permitan elevar el panel translúcido a la altura de las chapas de H°G°N°25 de los paneles sándwich.

Para su fijación a los paneles contiguos, se deberán taladrar agujeros de diámetro nominal mayor a los tornillos autoperforantes utilizados para la fijación de paneles, de esa manera se asegura que no ocurran daños sobre el policarbonato y no se producen roturas en la chapa translúcida, asegurados con arandelas estancas para evitar el ingreso de humedad.

Cuando resulte necesario efectuar un sellado de las juntas, debe asegurarse la compatibilidad del policarbonato con el sellante (es recomendable una silicona especial para policarbonato). Previa a la colocación de la placa, se aplica un cordón de silicona en la parte superior de la greca del panel anterior sobre la zona a atornillar para garantizar la estanqueidad. Indistintamente del tipo de tornillo usado en la fijación, éste dispondrá de una arandela de goma.

Durante la manipulación en la cubierta para el montaje, hay que tener precauciones y no arrastrar la placa sobre la cubierta metálica, ya que podría provocar rayaduras en la parte posterior del mismo. La placa se puede cortar fácilmente con sierras circulares mecánicas (con cuchillas de diente pequeño), o sierras para metales (en estos casos hay que sujetar la placa para evitar vibraciones). No puede pisarse y no deberá utilizarse para caminar sobre él o apoyarse en las operaciones de mantenimiento, instalación o limpieza.

El solape de los paneles en las líneas sucesivas se hace montando los 200mm libres de panel sobre el que se encuentra debajo, ya que no tiene aislante a tal fin, y se debe de utilizar un agente fijador para evitar el ingreso de líquidos y suciedad al sistema, más la fijación de tornillo-arandela en las crestas de los paneles con aislante de neopreno para evitar el ingreso de humedades.

En las cumbreras es importante asegurar la continuidad de los nervios a fin de evitar que se produzcan ingresos de suciedad, y que no quede la cubierta aislada como debería ser. Luego de ello se rellena el espacio con espuma de poliuretano, y se doblan las chapas de los extremos para asegurar que quede más superficie de aislante descubierta. Luego se colocará la

junta de sellado tipo esponja, y por encima, la chapa torneada de cumbrera que le proveerá el sello necesario a la nave para evitar el ingreso de agua en la parte superior.

La fijación de ésta última pieza se hará mediante tornillos autoperforantes y tuercas que permitan un par de ajuste que evite el ingreso de agua por los huecos.

7.3.5.1.3 Almacenamiento de los paneles

Los paneles deben almacenarse en lugar cubierto, ventilado y seco. Si no fuera posible, se deberán proteger con lonas o plásticos, garantizando una correcta ventilación, con el fin de evitar la reacción del zinc que contiene el acero y que puede provocar "óxido blanco", que no afecta a la resistencia del material, pero sí a su estética. En caso de tener los paneles film protector, éste deberá retirarse lo antes posible. Pasados 10 días de almacenamiento el film resulta cada día más difícil de retirar y puede llegar a dañar el revestimiento del panel.

Los paquetes nunca se apoyarán directamente sobre el terreno y se depositarán sobre apoyos suficientemente anchos y largos para no dañar el material. Se almacenarán en una superficie plana y estable. Además, debe dotarse el conjunto de una pequeña pendiente mínima del 5% con el objetivo de no acumular agua de las posibles condensaciones entre paneles.

No apilar nunca más de tres alturas, evitando en lo posible el almacenamiento prolongado de paquetes apilados. Se recomienda la instalación de los paneles suministrados en el menor tiempo posible, sin superar los 60 días desde su fabricación con el fin de mantener al máximo todas sus propiedades originales. Se retirará el film protector de inmediato una vez instalado.

7.3.5.2 Paneles laterales de fachadas

Los paneles a utilizar en la fachada proporcionan un cerramiento compuesto por 2 chapas de acero y núcleo aislante de poliuretano que garantiza las máximas prestaciones de aislamiento térmico. Se puede instalar tanto en vertical como en horizontal.

En ambos casos la unión entre paneles es mediante junta machihembrada con sistema de tornillería con fijación oculta. Su acabado superficial puede ser liso, semiliso, grecado o microperfilado, a elección de la Contratista y según la Inspección de obra considere correcto.

El montaje sigue directivas similares a las de los paneles de cubierta, tanto en el transporte como la descarga y almacenamiento.

Los paneles de muros deberán apoyarse en piso y fijarse lateralmente a las correas metálicas de la estructura a razón de una fijación por panel y por correa. El método de fijación propuesto es el especificado en el plano de detalles que acompaña a este pliego.

El sistema contemplará una serie de accesorios para resolver todos los encuentros y uniones, facilitando la total hermeticidad de los espacios e impidiendo la penetración de insectos y todo tipo de vectores, garantizando así óptimas condiciones de higiene y salubridad.

Las uniones entre paneles se resolverán mediante el sistema de enchufe de encastre lateral en altura, lo que garantizará una superficie constante y sin juntas. También es posible la utilización en ambas caras, de perfiles de aluminio extruido tipo “H”

Para la colocación de los paneles de cubierta, el desplome debe ser de un máximo de 15 mm respecto de la vertical, y con una tolerancia de alabeo de 8 mm entre parantes extremos.

Para el montaje vertical de paneles, se debe colocar primero el remate de sellado de juntas que permite crear una elevación de 60 cm respecto del suelo, soportado por una estructura o pequeño murete de material, al que se debe atornillar para poder sostener el panel. Luego, se procederá a posicionar el panel respecto del borde deseado, y se aploma para verificar su verticalidad. A continuación, se procede a la sujeción mediante sargentos, para sostener firme el panel y sobre la línea más externa, se colocan tornillos autoperforantes con taladro manual o alguna otra herramienta que la Contratista disponga para fijar el cerramiento a la estructura

Los cerramientos tendrán a su vez un anclaje oculto mediante grapas pequeñas de chapa metálica y tornillos que permiten la sujeción desde dentro y hacia el interior del panel, pero que quedan invisibles en la cara exterior. El resto de los paneles se colocará mediante encaje de la junta machihembrada, tapando el tornillo autoperforante, y encastrando perfectamente, para luego ser sujetados mediante tornillos y arandelas en el otro extremo. Este proceso se repite para las 4 caras de la nave industrial de la planta de separación.

Para realizar los cortes de paneles se utilizarán caladoras aptas para hojas metálicas, sierras circulares u otras herramientas de mano que permitan la división, debiendo marcarse la línea sobre el material y colocándose una cinta por encima para evitar la voladura de elementos metálicos y para evitar el daño del panel por fricción o desvíos de la máquina de corte.

Para vanos, deberán utilizarse remates de forma Z para paneles de fachada, y para los hastiales (la “fachada” y “contrafachada”), deberán de cubrirse la cubierta con remates en forma de L que tapen el aislante y eviten así penetración de humedad o daños en el panel de poliuretano.

Las esquinas también tendrán remates tipo L que se encastrarán a los paneles, protegiendo las esquinas donde el aislante se encuentra expuesto, y permitiendo así que la estructura se encuentre totalmente cerrada y aislada del exterior.

7.3.5.3 Extractores eólicos

Se colocarán 8 (ocho) extractores de 24" (60 cm.) con boca de aspiración, fabricado con tapa superior de aluminio remachada con 48 alabes galvanizados, montado con 2 rodamientos blindados auto lubricados. Sus respectivas bases serán construidas con chapa H°G°N°28, cuyo espesor es de 0,36 mm con corte en ambos extremos para ser instaladas en chapa sinusoidal. Se respetará la inclinación del techo y serán sujetas con tornillo autoperforante de punta aguja con arandela de goma y adhesivo de silicona neutra.

7.3.6 Contrapisos, Carpetas y Pisos

7.3.6.1 Generalidades

Los espesores indicados de los contrapisos son nominales, se deberán realizar los mismos con los espesores necesarios para cumplir con los niveles de piso terminado consignados en los planos y sus pendientes respectivas.

El Contratista deberá revisar, previamente a la ejecución de contrapisos, los niveles de terreno, calzada y acera, corrigiendo aquellas que presenten protuberancias o desniveles excesivos a juicio de la Inspección de Obra y exigiéndose especial precisión en los sectores en que deban aplicarse; el Contratista tendrá a su cargo la verificación de niveles definitivos para poder realizar si fuese necesario los aportes de suelo en aquellos sectores donde sea imprescindible, a fin de alcanzar el nivel de piso requerido e indicado en planos. Todos los contrapisos sobre terreno natural se ejecutarán encima de los trabajos de sub-base de suelo seleccionado y su ejecución mantendrá las normas indicadas para la totalidad de los contrapisos.

7.3.6.1 Contrapisos

Los contrapisos se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en los documentos licitatorios y lo establecido en los Planos de Replanteo Aprobados (Proyecto Ejecutivo), considerando las pendientes y los niveles previstos para pisos terminados y los espesores que impongan las carpetas y solados.

Las superficies de los contrapisos, deberán enrasarse perfectamente con las guías que se empleen en su ejecución. Estas guías se formarán con tubos metálicos o tirantes derechos, que se dispondrán como directrices, previa nivelación aprobada por la Inspección de Obra.

Los hormigones de los contrapisos se ejecutarán con la cantidad estrictamente necesaria de agua, para su fragüe y se apisonará o vibrará adecuadamente para que fluya en su superficie, una lechada de material ligante.

El Contratista deberá tener en cuenta el tipo de piso que se colocará sobre los contrapisos y carpetas a fin de determinar el grado de prolijidad en las terminaciones requeridas. Los contrapisos o carpetas que reciban solados duros adheridos con morteros deberán presentar una superficie rugosa que permita la adherencia de la mezcla. Todos los contrapisos, además deberán quedar bien nivelados ya sea con cota constante o con las pendientes adecuadas, según corresponda.

7.3.6.1.1 Juntas de dilatación

Las juntas de dilatación en los contrapisos, si no se produjeran daños a otras capas o mantos y expresamente lo autorizara la Inspección, podrán obtenerse por aserrado posterior a su fraguado, pero siempre su ubicación responderá a lo previsto en los planos o croquis aprobados, y deberán coincidir con las respectivas juntas de las carpetas y pisos inmediatamente superiores al mismo.

7.3.6.1.2 Ejecución de contrapisos

Los espesores serán los que en cada caso determinen las Planillas de Locales. En ningún caso podrán ser menores a diez (10) centímetros.

Todos los locales cerrados de planta baja deberán poseer la aislación hidrófuga que se defina en el pliego licitatorio, la que podrá estar proporcionada por un film de polietileno negro de 200 micrones (184 gr./m²), ubicado debajo del contrapiso y unido con pintura asfáltica al cajón hidrófugo de las paredes, o, por un manto de concreto hidrófugo extendido y alisado a cuchara ubicado encima, con siete (7) mm de espesor mínimo, el que será ejecutado inmediatamente antes de la colocación de la mezcla de asiento del solado, o con la ejecución de carpetas si correspondiera.

En todos los casos deberá asegurarse la perfecta continuidad de esta aislación con las que correspondan a las horizontales de las paredes.

Si se emplea hormigón de cascotes, los mismos deben seguir las siguientes proporciones: 1/5 de cemento, 3 de arena y 5 de cascotes sin presencia de yesos y cales.

Inicialmente se colocará un film de polietileno de 200 micrones. Luego se apoyará una malla de 4,2 o 6 sobre la cual se ejecutará el contrapiso que estará compuesto por una capa de hormigón simple o de cascote.

En todos los casos se dejarán juntas en los bordes que estén en contacto con la platea y con una abertura de 15 mm. Las juntas de dilatación se ejecutarán con poliestireno expandido de 1" de espesor, densidad 20 kg/m³ con material de respaldo y sellado tipo Sikaflex o similar. En el caso de ensanche de vereda se materializará una pendiente de 2% hacia la canaleta de desagüe.

Deberá cumplimentar lo establecido y especificado en los planos generales y de detalles correspondientes y en los artículos precedentes del presente Pliego de Especificaciones Técnicas, bajo la supervisión de la Inspección de Obra

7.3.6.2 Carpetas

Antes de extender los morteros de los mantos hidrófugos o de las carpetas que correspondan y para evitar su "quemado" y obtener una apropiada adherencia, los contrapisos cuando sean de cascotes deberán ser convenientemente humedecidos, y tratados con un barrido de lechada de cemento.

Cuando sean de hormigón se emplearán productos adecuados para proveer un eficaz puente de adherencia. Se cuidará especialmente el correcto nivelado de las guías cuando las carpetas deban ser planas y horizontales, o una exacta disposición siguiendo las pendientes proyectadas, según las cotas de nivel a alcanzar.

Se emplearán con preferencia guías metálicas o caños de electricidad bien asentados con mortero, sobre los que se desplazarán reglas igualmente metálicas. Se terminarán fratasadas, o con la textura que se requiera, sin rebabas o resaltos.

7.3.6.2.1 Carpeta de nivelación

Se ejecutará sobre contrapiso, una carpeta cementicia para absorber los posibles desniveles e irregularidades del contrapiso. Las mismas serán terminadas a la llana metálica con un prolijo control de la horizontalidad de sus superficies y las pendientes de escurrimiento, en proporción tipo 1:3 de cemento y arena.

7.3.6.3 Pisos

Los solados, como así también las medidas y demás características de sus elementos componentes, se encuentran consignados en el presente capítulo y están indicados en los planos generales y de detalle. El oferente deberá tener en cuenta al formular su propuesta, que todos los solados a emplear en obra se ajusten en todos los casos a la mejor calidad, debiendo responder a la condición uniforme sin partes diferenciadas.

Con tal motivo deben considerarse incluidos en los precios, la terminación correcta de los solados según lo verifique la Inspección de Obra, sin lugar a reclamo de adicional alguno en relación con estas exigencias.

En general, los solados colocados presentarán superficies planas y regulares, estando dispuestos con las pendientes, alineaciones y niveles que se indiquen en los planos y que complementariamente señala la Inspección de Obra.

La disposición y dispositivos referentes a juntas de dilatación se ajustarán a las reglas del arte de la construcción y a las indicaciones de los planos, serán coincidentes con las del contrapiso y deberán contar con la aprobación de la Inspección de Obra.

7.3.6.3.1 Piso de cemento alisado reforzado

Se realizará carpeta de alisado de cemento con endurecedor de superficie (tipo Sika), los paños no deberán ser mayores de 12 m². Asimismo, se preverán juntas de dilatación, las que se ejecutarán con un sellador, siguiendo las especificaciones correspondientes del fabricante Ormiflex, Sika o similar.

Se hará con una primera capa de 2 cm mínimo de espesor, con un mortero que contenga 1 parte de cemento y 3 partes de arena mediana. La mezcla se amasará con una cantidad mínima de agua y será comprimida, cuidando la nivelación.

Antes del fragüe de la primera capa, se aplicará una segunda de 2 mm de espesor con un mortero constituido por 1 parte de cemento y 2 partes de arena fina. Esta segunda capa se alisará hasta que el agua fluya sobre la superficie, luego se emparejará la superficie y se pasará un rodillo metálico, salvo indicación en contrario, el piso se cortará en paños de 90 cm x 90 cm, antes de terminar el fraguado. La ubicación de los cortes en cada piso será indicada por la Inspección de Obra.

A las 48 hs se cubrirá la superficie con una capa de aserrín o arena, de 1" de espesor, mojándose 2 veces diarias durante 5 días.

7.3.6.3.2 Conformación del hormigón

En cuanto a su resistencia, como mínimo, se utilizará un hormigón con las características siguientes: resistencia a la compresión de 250 kg/cm² a 28 días, con un contenido mínimo de cemento de 350 kg/m³ de hormigón, y un asentamiento de 8 cm.

El agregado grueso cumplirá con la granulometría gruesa según el CIRSOC 201, y el agregado fino será arena con granulometría continua comprendida dentro de los límites de las curvas A y B del CIRSOC 201 y demás especificaciones del mismo.

Como aditivos, se utilizarán las siguientes mezclas:

- Fluidificantes: para mantener la relación agua-cemento por debajo de 0,50 se utilizarán fluidificantes tipo SP11, SP10 o SP101, en cantidades especificadas por el fabricante.
- Fibras plásticas: el hormigón será fibrado con fibras plásticas tipo Fibrofiller de multifilamento de nylon o similar, debiendo cumplir:
 - Espesor máximo de filamento = 42
 - Dosificación sugerida = 1kg/m³

La dosificación de las fibras plásticas deberá ser óptima para el reemplazo de la malla de acero necesaria para soportar las sollicitaciones del tránsito peatonal intensivo, siendo responsabilidad del Contratista la presentación de documentación especializada que avale la propuesta de la misma, quedando a criterio de la Inspección de Obra la aceptación o no de dichas condiciones.

- Endurecedor de superficie: se utilizará un endurecedor no metálico CB-30Q o similar, cuyo color será definido en obra para cada sector del solado. La cantidad de endurecedor será de 3 kg/m².

7.3.6.3.3 Elaboración de juntas

Se construirán dos tipos de juntas a saber:

- Juntas de dilatación: se materializarán en todos los encuentros con los cordones de hormigón pétreo y en los encuentros con cualquier elemento existente. Las juntas deberán realizarse con planchas de poliestireno expandido de 10 mm de espesor, prensado y/o aserrado a las 24 hs. de endurecido el material, una vez desparramado manualmente y vibrado. Posteriormente se deberá tomar las juntas con caucho de siliconas de color similar al piso, tomando todos los recaudos para una prolija terminación.

- Juntas de contracción: son las que se producen en el interior de los paños, siguiendo el diseño especificado en el plano. El tamaño de los paños no deberá sobrepasar, para cada lado del paño, los 44 espesores del solado (para un espesor de 0,09 m=3,96m). Asimismo, la relación entre los lados de los paños no debe ser mayor a 1,50.

Estas juntas serán aserradas mecánicamente mediante máquina con disco circular diamantado, aprobado por la Inspección de Obra.

El espesor y la profundidad de la junta será según planos, siendo el mínimo 1,5 cm y 1/3 espesor del solado, respectivamente. La ejecución de las juntas aserradas se hará cuando el hormigón esté lo suficientemente endurecido para poder realizar un buen corte sin descascaramientos ni desprendimientos.

El hormigón no deberá estar tan endurecido para que se hayan formado fisuras erráticas de retracción y el corte resulte demasiado costoso por la edad del hormigón. Una vez nivelado el hormigón y estando fresco, se aplicará el endurecedor no metálico incorporado a la masa fresca, usando el mínimo de 3 kg/m². Luego se realizará la textura antideslizante sobre la superficie del hormigón.

Por último, una vez bien seco y limpio, se procederá a sellar la superficie con un polímero acrílico, con consumo mínimo de 5 m² por litro. En las guardas de borde no se realizará la impronta antideslizante, dejando una superficie alisada.

7.3.6.3.4 Reparaciones de los solados

Se recomienda una planificación cuidadosa para la ubicación de los desagües u otros elementos que normalmente se encuentran por debajo del piso de forma tal que, ante una rotura o modificación eventual que obligue a demoler algún sector del pavimento, sólo se altere mínimamente la calidad estética del solado.

Para esto es razonable colocar las cañerías lo más en coincidencia posible con las juntas del piso, no ubicar cámaras al centro de los paños, etc. Se hace notar que en otros casos, como por ejemplo los pisos de mosaicos o, más generalmente, embaldosados, se presentan también situaciones no deseables cuando hay que encarar modificaciones, como por ejemplo el aspecto final de "parche" que presentan los sectores reparados, tanto sea porque las partidas de granítico disponibles casi nunca coinciden con las colocadas inicialmente, o no tienen la misma edad que las originales, sin contar con el habitual deterioro que los trabajos producen en los bordes de los viejos elementos.

Para minimizar las consecuencias de estas modificaciones o reparaciones en el caso de pisos monolíticos conviene seguir rutinas de trabajo ya estandarizadas. El aspecto de las reparaciones será prolijo, disminuirá poco la calidad estética de los pisos y, si bien se notará inicialmente una diferencia de color entre los sectores preexistentes y los sectores reparados, ésta se disimulará muy rápidamente con el uso.

7.4 Cómputo y Presupuesto

En este apartado se establece el cómputo, presupuesto y precio de la estructura de hormigón armado y de la estructura metálica diseñada y calculada en los artículos anteriores, más los pisos aptos para tránsito y los cerramientos y cubiertas correspondientes más sus respectivas ventilaciones, a excepción de sus aberturas, instalaciones y accesorios como pinturas para considerarla totalmente terminada. A este precio se lo comparará con el de anteproyecto, para los mismos rubros e ítems, para saber si el cálculo aproximado fue correcto y para conocer el metro cuadrado del esqueleto cerrado completo, en comparación con otros índices de precios como el de la revista ARQ del diario Clarín, o los precios del CAPSF (Colegio de Arquitectos de la Provincia de Santa Fe).

Otros lugares donde se han consultado los precios son los proporcionados por el CAPER (Colegio de Arquitectos de la Provincia de Entre Ríos), la revista Vivienda, y otros artículos de consulta disponibles como la revista AyC (Arquitectura y Construcción) y revista Sismat.

Los valores de los ítems que componen el presupuesto son determinados mediante un análisis de precios detallado. Los precios unitarios se obtienen de las fuentes mencionadas anteriormente, y de esa manera se vuelcan al presupuesto sin uso del coeficiente de resumen k.

De todas formas, se trató de mantener el mismo coeficiente k que en los anteproyectos, de 1,53, valor que se compone de los gastos generales (15%), beneficio de la empresa (10%) e impuestos (IVA de 21%). El porcentaje aplicado a gastos generales proviene de gastos directos e indirectos de la empresa que no son abarcados en los rubros e ítems del presupuesto, como son gastos administrativos, gastos en energía y alquileres, equipamientos de oficina, planos, seguros, sueldos de representante técnico, pañolero, sereno, etc.

A continuación, se presenta el presupuesto final de la nave de esos ítems, cuyo monto en pesos al mes de Mayo es de CIENTO OCHO MILLONES OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA CON 91 CENTAVOS (AR\$ 108.085.540,91), que, a valor dólar

de referencia del día 30/06/2023 a tipo de cambio oficial es de AR\$ 256,76 = USD 1,00, da como resultado CUATROCIENTOS VEINTE MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO CON 82 CENTAVOS (USD 420.975,82).

El costo por metro cuadrado del área intervenida (465m²) es de AR\$ 232.442,02. En comparación con la revista ARQ, el costo por m² de un galpón simple terminado es de AR\$ 210.394,00, para una superficie de 289,04 m². Si bien el costo es más elevado, debe de considerarse que el galpón modelo es de cerramientos simples de chapa de hierro galvanizado sinusoidal N°25 sobre muro de bloques de hormigón, sin uso de aislantes de poliuretano o paneles sándwich, y la terminación del piso no es de tránsito con fibras plásticas y pulidas de polímero antideslizante, sino que es hormigón terminado a la llana sin pulir. En resumen, para ser un galpón mucho más grande (61% más grande en área), el costo considerando la tecnología aplicada es adecuado con los índices de precios dados.

Comparando con el CAPSF, un galpón de características similares a la del modelo N°9 de la revista ARQ, el costo por m² es de AR\$ 206.781,15 para un galpón suburbano, por lo que se considera correcto el uso de los materiales y el costo por m².

Si se analiza el cómputo preliminar del anteproyecto, para la nave industrial, considerando los ítems dados anteriormente del 2.01 al 2.12 y el 2.19, actualizando los precios a mayo 2023 con un coeficiente del índice CAC de 3.448,3, con ese coeficiente, el resultado es CIENTO TRECE MILLONES SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y DOS CON 75 CENTAVOS (AR\$ 113.649.582,75), y el costo por m² de esa nave es de AR\$ 244.407,70, y se considera entonces el presupuesto anterior correcto, que da por demás por haber sido un cálculo más grueso el utilizado para obtenerlo.

Rubro N°	Item N°	Descripción de los trabajos	Unidad de medida	Costo unitario \$	Cantidad métrica	Parcial \$	Incidencia ítem	Total rubro \$	Incidencia rubro
1	Trabajos preliminares							\$ 13.050.057,73	12,07%
	1.01	Limpieza inicial del terreno	m2	\$ 1.919,20	465,00	\$ 892.429,64	6,84%		
	1.02	Obrador, instalaciones, conexiones, etc (20% de la sup. Comp.)	m2	\$ 91.796,79	93,00	\$ 8.537.101,01	65,42%		
	1.03	Nivelación del terreno y replanteo de obra	m2	\$ 1.934,59	465,00	\$ 899.585,21	6,89%		
	1.04	Cartel de Obra: Chapa DD, bastidor-estructura Madera y Hierro	m2	\$ 41.152,34	8,93	\$ 367.506,83	2,82%		
	1.05	Cerco de Obra: Perimetral tipo Olímpico s/murete	m	\$ 23.686,21	61,50	\$ 1.456.701,73	11,16%		
	1.06	Limpieza periódica y final de obra (estimado por m2 sup. cub.)	m2	\$ 2.075,77	432,00	\$ 896.733,31	6,87%		
	1.07	Luz y fuerza de obra	mes	\$ 35.237,09	12,00	\$ 422.845,12	3,24%		
2	Movimiento de suelos							\$ 1.840.063,04	1,70%
	2.01	Desmonte: retiro capa 20/30cm terreno (a máquina)	m3	\$ 2.186,55	131,83	\$ 288.246,84	15,67%		
	2.02	Excavación de zanjas para vigas de fundación	m3	\$ 7.329,75	8,25	\$ 60.492,42	3,29%		
	2.03	Excavación de bases para columnas	m3	\$ 7.329,75	70,10	\$ 513.831,89	27,92%		
	2.04	Relleno compacto para bases y contrapisos con suelo seleccionado	m3	\$ 10.774,82	90,72	\$ 977.491,89	53,12%		
3	Estructuras de hormigón							\$ 20.743.621,43	19,19%
	3.01	Bases de columnas de H ² A°	m3	\$ 163.369,32	16,38	\$ 2.676.642,96	12,90%		
	3.02	Viga de fundación de H ² A°	m3	\$ 212.089,99	7,86	\$ 1.667.027,30	8,04%		
	3.03	Columna de H ² A°	m3	\$ 226.908,23	3,87	\$ 878.588,66	4,24%		
	3.04	Losa maciza de H ² A°	m3	\$ 239.527,20	64,80	\$ 15.521.362,51	74,82%		
4	Estructuras metálicas							\$ 35.393.796,60	32,75%
	4.01	Perfiles PGU - montados en obra y elaborados en taller	kg	\$ 3.738,02	4692,49	\$ 17.540.626,42	49,56%		
	4.02	Perfiles ángulo normales	kg	\$ 2.237,31	2894,30	\$ 6.475.466,62	18,30%		
	4.03	Perfiles PGC para cubiertas y laterales	kg	\$ 1.643,27	5680,31	\$ 9.334.306,87	26,37%		
	4.04	Tensores metálicos de cable trenzado	kg	\$ 4.912,89	415,93	\$ 2.043.396,69	5,77%		
	4.05	Placa de anclaje más bulones de amarre a hormigón	kg	\$ 2.852,81	159,97	\$ 456.357,55	1,29%		
5	Contrapisos							\$ 6.609.829,66	6,12%
	5.01	H ² Cascotes e=12 cm	m2	\$ 15.300,53	432,00	\$ 6.609.829,66	100,00%		
6	Pisos							\$ 9.704.148,68	8,98%
	6.01	Carpeta cemento alisado bajo pisos	m2	\$ 6.152,67	432,00	\$ 2.657.955,08	27,39%		
	6.02	Cemento alisado terminado a la llana metálica	m2	\$ 16.310,63	432,00	\$ 7.046.193,59	72,61%		
7	Cubiertas							\$ 9.291.324,94	8,60%
	7.01	Panel de cubierta de 3 crestas relleno con poliuretano, e=40mm	m2	\$ 18.695,50	399,84	\$ 7.475.210,28	80,45%		
	7.02	Panel de cubierta translúcido simple, e=10mm	m2	\$ 18.168,41	99,96	\$ 1.816.114,66	19,55%		
8	Cerramientos							\$ 10.454.948,11	9,67%
	8.01	Panel de fachada tipo sandwich relleno con poliuretano (no incl. Acc.), e=40mm	m2	\$ 15.136,96	690,69	\$ 10.454.948,11	100,00%		
9	Equipamientos de la nave industrial							\$ 997.750,73	0,92%
	9.01	Extractor cónico tipo domo de 24" (60cm) de diámetro y 48 álabes de aluminio	u.	\$ 124.718,84	8,00	\$ 997.750,73	100,00%		
TOTAL DE OBRA PRESUPUESTADO								\$ 108.085.540,91	100,00%

Presupuesto 10| Presupuesto final de la nave de separación de residuos. Elaboración propia

El análisis de precios se encuentra en el Anexo correspondiente con sus debidos montos por ítem y los conceptos discriminados descritos anteriormente.

7.5 Plan de trabajos

Manteniendo como foco principal la estructura de hormigón y metálica del edificio, el plan de trabajo que se presenta a continuación tiene en cuenta los rubros de la obra y cómo son los pasos de ejecución de cada uno de ellos hasta llegar al paso final.

Se determina un cronograma en el cual se establecen las actividades a desarrollar, la sucesión y duración en el tiempo de cada una de estas.

Para el desarrollo de las actividades, las tareas se dividen en cuadrillas de albañilería y de montaje de estructuras metálicas, estas se componen de 4 personas (1 oficial, 2 medios oficiales y 1 ayudante), en las tareas regulares se contará con un total de 4 (cuatro) equipos. Según los requerimientos de la obra se sumará mano de obra especializada.

Para los rendimientos se tuvieron en cuenta las listas de rubros dadas de distintas bibliografías, y en el diagrama se marcan las tareas críticas en rojo, y las tareas secundarias en azul, siendo la duración de 110 días o bien 5 meses de trabajo considerando fines de semana no laborables:

7.6 Análisis financiero

Para el análisis financiero, se consideraron todas las tareas realizadas en el plan de trabajos y del presupuesto, presentándolas por rubros, y de ahí se obtienen conclusiones al respecto de la marcha de la estructura de la nave, y de todas las tareas necesarias hasta la finalización de la obra proyectada según los pliegos

Este análisis toma en cuenta la incidencia de cada ítem sobre el costo total de la obra y el avance mensual de cada uno de ellos.

A continuación, se observan los gráficos de avance mensual de la obra en pesos y en porcentaje del total del rubro. También se muestran las curvas de avance acumulado porcentual y en pesos.

Es importante este análisis para conocer los desembolsos al momento de ejecutar la obra, y sobre todo, para evaluar las certificaciones en comparación con los gastos que pueden hacerse en cada etapa:

Tabla 126| Rubros contenidos en el plan de trabajo. Elaboración propia

NAVE DE SEPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE RSU					
Rubro	Descripción	Importe	Duración	Predecesoras	Incidencia
1	Trabajos preliminares	\$ 13.050.057,73	19,5 días	-	12,07%
2	Movimiento de suelos	\$ 1.840.063,04	2 días	1	1,70%
3	Estructuras de hormigón	\$ 20.743.621,43	27 días	1:2	19,19%
4	Estructuras metálicas	\$ 35.393.796,60	33,5 días	3	32,75%
5	Contrapisos	\$ 6.609.829,66	11 días	4	6,12%
6	Pisos	\$ 9.704.148,68	8,5 días	5	8,98%
7	Cubiertas	\$ 10.289.075,67	6 días	5	9,52%
8	Cerramientos	\$ 10.454.948,11	8 días	5	9,67%
		\$ 108.085.540,91			100,00%

Tabla 127| Plan de trabajo por porcentaje de avance. Elaboración propia

CONTROL		PLAN DE TRABAJOS EN % DE AVANCE DE INCIDENCIA													
		MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5					
100%	4.83%	4.83%	1.81%	0.60%											
100%				1.70%											
100%				0.96%	0.96%	3.84%	9.60%								
100%						1.64%	1.64%	1.64%	3.27%	21.28%					
100%										4.28%	1.83%				
100%												8.08%	0.45%		
100%												4.76%	2.86%	1.90%	
100%												4.84%	2.90%	1.93%	
PARCIAL MES		12.07%			11.30%		14.51%		32.11%		30.01%				
ACUM.MES		12.07%			23.37%		37.88%		69.99%		100.00%				

Tabla 128| Plan de trabajos por desembolso de dinero en pesos. Elaboración propia

PLAN DE TRABAJOS														
MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5		
\$ 5.200.033,09	\$ 1.957.508,66	\$ 652.502,89	\$ 1.017.183,07	\$ -1.148.244,29	\$ 10.171.810,71	\$ 1.769.689,83	\$ 1.769.689,83	\$ 3.539.379,66	\$ 3.539.379,66	\$ 11.605.967,39	\$ 4.626.880,76	\$ 1.982.548,90	\$ 8.733.733,81	\$ 485.207,43
\$ 1.569.662,64	\$ 1.017.183,07	\$ 1.017.183,07	\$ 1.017.183,07	\$ -1.148.244,29	\$ 10.171.810,71	\$ 1.769.689,83	\$ 1.769.689,83	\$ 3.539.379,66	\$ 3.539.379,66	\$ 11.605.967,39	\$ 4.626.880,76	\$ 1.982.548,90	\$ 8.733.733,81	\$ 485.207,43
\$ 1.017.183,07	\$ 1.017.183,07	\$ 1.017.183,07	\$ 1.017.183,07	\$ -1.148.244,29	\$ 10.171.810,71	\$ 1.769.689,83	\$ 1.769.689,83	\$ 3.539.379,66	\$ 3.539.379,66	\$ 11.605.967,39	\$ 4.626.880,76	\$ 1.982.548,90	\$ 8.733.733,81	\$ 485.207,43
\$ 13.660.087,73	\$ 13.660.087,73	\$ 13.660.087,73	\$ 12.711.633,76	\$ 25.241.933,48	\$ 12.711.633,76	\$ 15.688.980,21	\$ 40.842.811,69	\$ 15.688.980,21	\$ 76.644.419,56	\$ 15.688.980,21	\$ 34.711.607,97	\$ 108.082.540,91	\$ 108.082.540,91	\$ 108.082.540,91

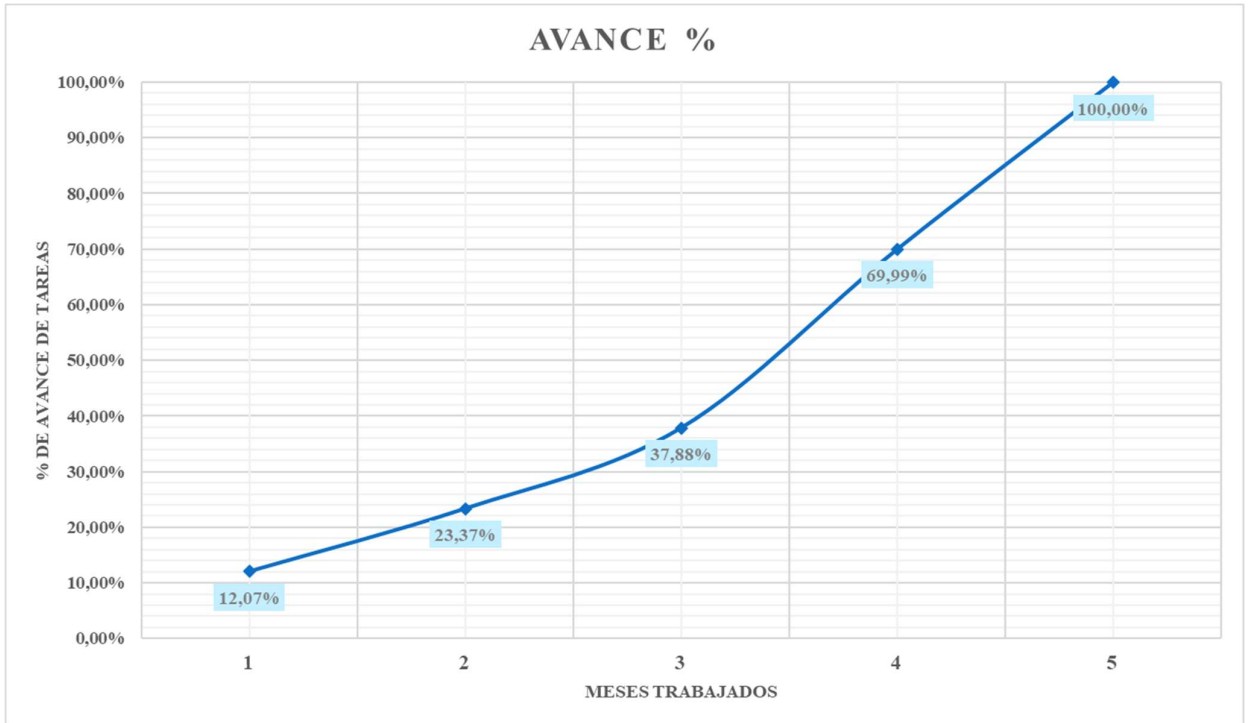


Gráfico 22| Curva de avance porcentual. Elaboración propia

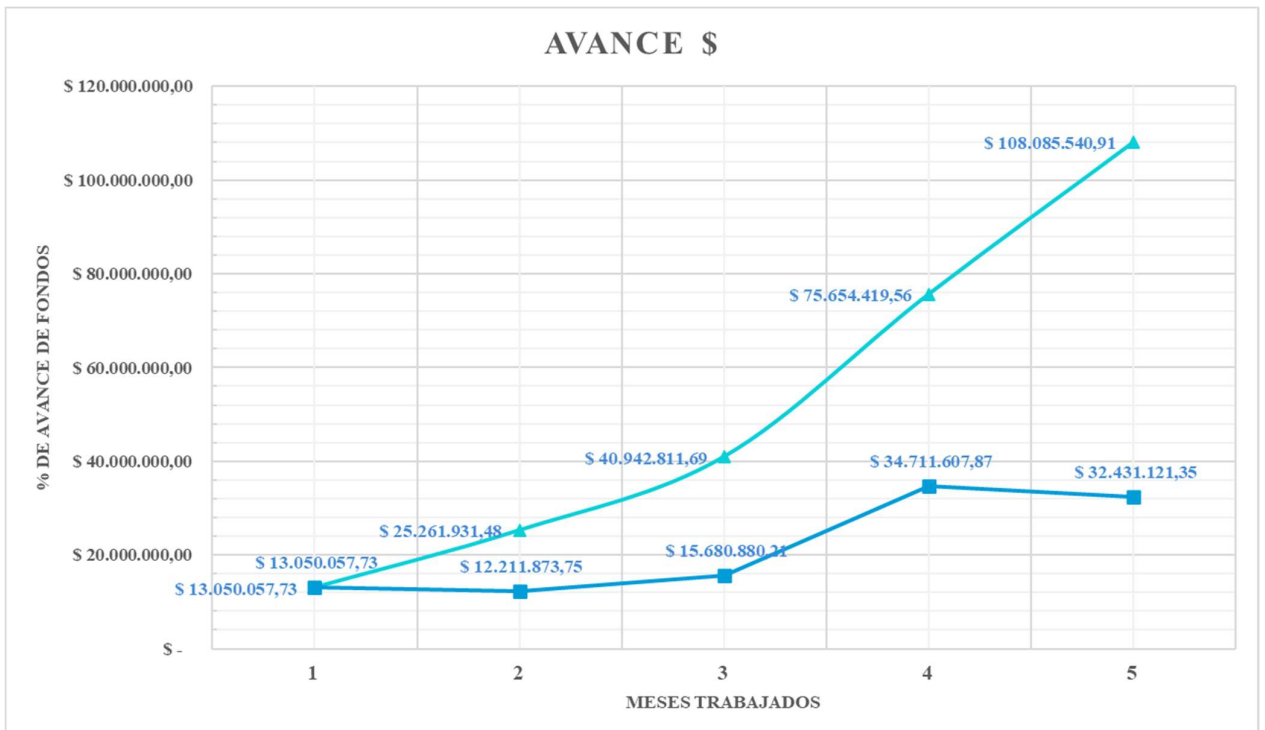


Gráfico 23| Curva de avance en pesos, acumulada y por mes de trabajo. Elaboración propia

8 IMPACTO AMBIENTAL

8.1 **Análisis de impacto ambiental**

Toda obra de ingeniería civil produce una modificación en el medio, transformándolo de lo que era originalmente para emplazar en su sitio algo nuevo, que introduce cambios que resultan positivos para la población, pero que siempre deben medirse respecto del ambiente en el cual se encuentra de manera que el daño provocado por su ejecución sea el menor posible.

Habiendo dicho esto, el emplazamiento de un relleno sanitario, de operación semi-mecánica, con mezcla de operación manual y uso de máquinas, supone un cambio no sólo constructivo, sino global; las personas en principio pueden hasta rechazar la creación de un relleno sanitario bajo la idea de que puede llegar a ser más peligroso ambientalmente que un basural a cielo abierto por la ideología del NIMBY, las técnicas de operación y disposición final ya no son las acostumbradas, y se deben gestionar campañas y proyectos en torno a la comunicación y al cambio de pensamiento en pos de un funcionamiento adecuado del vertedero.

A su vez, el impacto sobre el ecosistema es otro, debe de operarse limpiamente, reduciendo la presencia de vectores a cero o lo más baja posible, evitando la emisión de particulados volantes o restos de desperdicios al aire, tratando de bloquear la contaminación a las napas, y todo en un marco que sea seguro ambientalmente para la flora y fauna que rodea al sitio del proyecto, y haciendo que la sociedad no retorne al basural a cielo abierto por ser muy complejo de operar.

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), constituye una preocupación prioritaria en distintos ámbitos sociales y políticos del país, debido a los potenciales efectos perjudiciales sobre la salud y la calidad de vida de la población, como así también sobre el medio ambiente.

Teniendo en cuenta estas premisas, se encara el Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) para la ciudad de Herrera en la Provincia de Entre Ríos. A su vez, este proyecto se enmarca en el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Entre Ríos, el cual tiende a la implementación de la Gestión Integral de estos residuos, en todo el territorio provincial, cuyos objetivos prioritarios son: la reducción, el reciclado, el compostaje, la construcción de rellenos sanitarios como centros de disposición

final ambientalmente adecuado y socialmente aceptable, y el cierre de los basurales a cielo abierto.

En función de estos objetivos se proyectó el Relleno Sanitario, el cual consta de una Planta de Separación de RSU y Relleno Sanitario, y cuya Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se desarrolla en el presente capítulo. El Centro Ambiental fue proyectado en el mismo predio de vertido de RSU que actualmente se lleva a cabo en Basural a Cielo Abierto.

De este modo, las obras diseñadas no afectarán de manera negativa áreas pobladas circundantes, áreas naturales protegidas, ni hábitats sensibles, dado que se trata de una ampliación y mejora de las instalaciones existentes de manera de llevar a cabo una buena gestión de Residuos a nivel local, que sirve de ejemplo para la región.

Además, el Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) que fue descrito, forma parte de la misma etapa, con ejecución continua desde el inicio de las obras, ya que constituye una readaptación del sistema actual que se está llevando a cabo, e incluye la remediación del actual basural a cielo abierto.

La metodología utilizada para evaluar el proyecto fue mencionada a lo largo del cuerpo del trabajo en numerosos capítulos y subcapítulos, títulos y secciones, basada en múltiples ejemplos reales de rellenos sanitarios para grandes cantidades de población (más de 300.000 habitantes), a otros de envergadura media a pequeña (que atienden a menos de 30.000 habitantes).

En base a los antecedentes mencionados, se identificaron los impactos ambientales positivos y negativos relevantes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, debidos a las distintas acciones de cada fase del proyecto sobre cada uno de los componentes del ambiente, cuya metodología se basa en el empleo de la Matriz de Bejerman, y la eventual evolución de los eventos conforme avanza el tiempo.

8.1.1 Objetivos del análisis de impacto ambiental

Los objetivos la Evaluación de Impacto Ambiental efectuada, fueron los de identificar los impactos ambientales, tanto negativos como positivos, de potencial ocurrencia, a partir de las actividades vinculadas a la gestión de los RSU, que se pueden manifestar en distintos aspectos considerados del medio (físico, biológico y socioeconómico). La Evaluación de Impacto Ambiental tuvo como objetivos específicos los siguientes:

- Conocer la situación ambiental que puede provocar la implantación del relleno en el sitio actual del BCA de Herrera
- Identificar los efectos ambientales que la actividad de la GIRSU tiene sobre el ambiente y la sociedad.
- Evaluar la magnitud y el significado de los impactos determinados.
- Identificar las posibles medidas de adecuación y corrección, tendientes a minimizar los impactos reconocidos.

Siendo el principal objetivo de este proyecto, la implementación de una Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), que ostenta como pilares la minimización, la separación en origen, la recolección diferencial y el reciclaje.

La GIRSU tiene un impacto positivo sobre la salud pública, la conservación y la protección sobre el medio ambiente, siendo las ventajas:

- Mejora de la calidad de vida y la salud pública.
- Disminución del volumen de residuos a tratar y disponer.
- Minimización de las potenciales cargas contaminantes, así como la preservación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

8.1.2 Naturaleza, importancia y parámetros del impacto ambiental

8.1.2.1 Normativa vigente de estudio

Para la normativa y el marco legal consultado al respecto, se puede resaltar la Ley N°4.977, de la Provincia de Entre Ríos, sancionado por la Secretaría de Medio Ambiente, que es el ente regulador de estudios de impacto ambiental, y que no permitirá la ejecución de ningún proyecto hasta haberse aprobado por este organismo.

Uno de sus artículos enuncia que: *“Los emprendimientos o actividades se encuadran en tres categorías, a saber: Categoría 1: De Bajo Impacto Ambiental, cuando no presentan impactos negativos o, estos sean mínimos, dentro de lo tolerado y previsto por la legislación vigente; ó cuando el funcionamiento del emprendimiento o actividad involucren riesgos o molestias mínimos a la población y al ambiente. Categoría 2: De Mediano Impacto Ambiental, cuando pueden causar impactos negativos moderados, pudiendo eliminarse o minimizarse sus efectos mediante medidas conocidas y fácilmente aplicables; ó cuando el funcionamiento del emprendimiento o actividad constituya un riesgo potencial moderado y en el caso de emergencias o accidentes puedan ocasionar daños moderados a la comunidad, al ambiente o*

a los bienes materiales. Categoría 3: De Alto Impacto Ambiental, cuando pueden presentar impactos ambientales negativos significativos, contemple ó no el proyecto medidas de prevención y mitigación; o cuando el funcionamiento del emprendimiento o actividad constituya un riesgo potencial alto y en caso de emergencias o accidentes pueden llegar a ocasionar daños graves a la comunidad, al ambiente o a los bienes materiales.”

Según la ley, la actividad desempeñada es de categoría 2, cuyo índice es: **9000.11 - Recolección, reducción y eliminación de desperdicios urbanos, industriales (no especiales), comerciales, vía pública, etc.**

Al ser de categoría 2, debe llevar un EsIA, a fin de comprobar que sus efectos no son tan perjudiciales como la categoría 3.

8.1.2.2 Metodología adoptada y variables

Existen diversos sistemas para identificar y evaluar el impacto ambiental que varían entre listas de control, diagrama de flujos, matrices, entre otros. La matriz causa-efecto es uno de los procedimientos más comúnmente utilizados para este tipo de tareas. Se trata de un método analítico el cual consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas a los factores ambientales que pueden ser afectados, y como columnas a las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos.

Existen diversas matrices causa-efecto, siendo utilizado para este caso el sistema propuesto por el Geólogo Norberto Jorge Bejerman, mediante la cual resulta posible categorizar la importancia de los impactos que se generan como consecuencia de la ejecución de las tareas que componen a la obra.

El análisis está basado en una expresión matemática, que toma en cuenta el algoritmo utilizado para definir la interrelación acciones/factores ambientales. Luego cada atributo es valorado numéricamente y a continuación, por medio de una expresión matemática, se define la importancia del impacto.

El algoritmo utilizado por Bejerman en su sistema considera los siguientes atributos:

1. **Naturaleza (N)**: hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de las acciones.
2. **Intensidad (I)**: se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental.
3. **Extensión (EX)**: es el área de influencia del impacto.

-
4. **Momento en que se produce (MO):** alude al plazo de manifestación del impacto, es decir el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.
 5. **Persistencia (PE):** se refiere al tiempo que, presuntamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor ambiental retornaría a las condiciones previas a la acción, ya sea naturalmente o por la implementación de medidas correctoras.
 6. **Reversibilidad (RV):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción de las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción por medios naturales y una vez que esta deja de actuar sobre el medio.
 7. **Recuperabilidad (RE):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la acción ejecutada. Es decir que refleja la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Una vez determinados los atributos, los mismos deben ser ponderados según el siguiente gráfico:

Tabla 129| Factores utilizados para medir un impacto positivo o negativo. Elaboración propia

Naturaleza (N)	
+	Positivo o beneficioso
-	Negativo o perjudicial
x	Previsible pero difícil de clasificar
Extensión (EX)	
a	Puntual
b	Parcial
c	Extenso
Intensidad (I)	
1	Baja
2	Media
3	Alta
Momento en que se produce (MO)	
A	Inmediato
B	Mediato
C	Largo Plazo
Persistencia (PE)	
1	Fugaz
2	Temporal
3	Permanente
Reversibilidad del efecto (RV)	
a	Corto plazo
b	Mediano plazo
c	Largo plazo
d	Irreversible
Recuperabilidad (RE)	
A	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata
B	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo
C	Mitigable, parcialmente recuperable
D	Irecuperable

8.1.2.3 Importancia del impacto

Con el objeto de verificar que el plan de mitigación de impactos considera aquellos que requieren ser abordados, se elaboraron matrices reducidas utilizando el concepto de importancia del impacto. El mismo se refiere al efecto de una acción sobre un factor ambiental y no se le debe confundir con la importancia del factor ambiental afectado (Bejerman, 2002).

A los fines de su definición, en el caso de impactos perjudiciales, se utilizó la expresión que se detalla a continuación, siendo condición necesaria que el algoritmo incluya todos los atributos:

$$\text{Importancia del impacto} = 3I + 2EX + MO + PE + RV + RE$$

La asignación de valores para los diversos atributos se llevó a cabo mediante el empleo de la siguiente tabla:

Tabla 130| Atributos del estudio de impacto ambiental según el método. Elaboración propia

Naturaleza (N)	
+	Positivo o beneficioso
-	Negativo o perjudicial
x	Previsible pero difícil de clasificar
Extensión (EX)	
1	Puntual
3	Parcial
6	Extenso
Intensidad (I)	
1	Baja
3	Media
6	Alta
Momento en que se produce (MO)	
1	Inmediato
3	Mediato
6	Largo Plazo
Persistencia (PE)	
1	Fugaz
3	Temporal
6	Permanente
Reversibilidad del efecto (RV)	
1	Corto plazo
3	Mediano plazo
6	Largo plazo
10	Irreversible
Recuperabilidad (RE)	
1	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata
3	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo
6	Mitigable, parcialmente recuperable
10	Irrecuperable

Considerando los valores obtenidos, que varían entre 9 y 62, se definieron cuatro categorías:

Tabla 131| Colores y categorías para impactos negativos. Elaboración propia

Categoría	Valor	Color identificador	Descripción
<i>Irrelevante</i>	<14		Verde vivo
<i>Moderado</i>	15-27		Amarillo
<i>Severo</i>	28-44		Anaranjado
<i>Crítico</i>	>45		Rojo

En el caso de los impactos beneficiosos la expresión a utilizar es la siguiente (Bejerman, 2009):

$$\text{Importancia del impacto} = 3I + 2EX + MO + PE$$

Una vez utilizada la expresión precedente, se debió definir la categoría del impacto de acuerdo con la siguiente tabla (de las cuales los valores de empleo únicamente son +2 o temporal y +3 o permanente):

Tabla 132| Colores y categorías para impactos positivos. Elaboración propia

Categoría	Valor	Color identificador	Descripción
<i>Beneficioso</i>	<17		Azul claro
<i>Muy beneficioso</i>	18-27		Azul medio
<i>Sumamente beneficioso</i>	>28		Azul oscuro

8.1.3 Acciones consideradas

Por cada ámbito/rama del proyecto existen acciones a tener en cuenta de manera tal que engloben, en forma resumida, la mayor cantidad de áreas posibles para la ejecución, operación y cierre del relleno, como de cada uno de sus componentes.

8.1.3.1 Acciones provocadas por la planta de separación

De la Planta de Separación, se pueden considerar dos etapas importantes, la de *Construcción*, y la de *Operación*.

De la construcción, se desprenden:

1. **Desmonte y desmalezamiento del área:** dicha acción involucra el retiro de la flora arbustiva y arbórea presente en el área, así como el destape del suelo por remoción del horizonte superficial, dejando al descubierto el suelo natural mismo del sitio
2. **Nivelación y consolidación del terreno:** esta acción comprende tareas de nivelación para compensar desniveles naturales y consolidar el terreno a través de la compactación de material calcáreo para realizar la fundación de las estructuras de soporte, principalmente de la losa de apoyo de la nave, y de los elementos auxiliares además del pavimentado de la zona de estacionamientos, playa de maniobras y zona de almacenamiento de vehículos
3. **Construcción de bases y estructuras primarias:** en esta etapa se construirán las bases cementicias y las estructuras de las naves industriales previstas a través de columnas metálicas y material modular.
4. **Construcción de estructuras complementarias:** se prevé la construcción de estructuras complementarias como sanitarios, vestuarios y oficinas, con estructura tipo Steel Frame, en una nave anexa separada de la Planta de Separación, más una garita de vigilancia con una balanza para camiones, y una nave industrial de características similares a la planta de separación pero que servirá para lavado de vehículos.

-
5. **Tareas finales de acondicionamiento:** limpieza del área e instalaciones para su posterior uso. Acondicionamiento del suelo en los laterales para la construcción de caminos y parqueización del área disponible, más forestación e implantación de especies arbóreas y arbustivas como complemento a las áreas a elaborar.

Mientras que de la operación:

1. **Recepción de residuos, con descarga en áreas destinadas a tal fin y su clasificación pertinente manual:** los camiones llegarán a la zona de recepción, donde serán pesados. Posteriormente, los camiones, volcarán los residuos en la playa de descarga, desde donde los operarios dirigirán los materiales a distintas áreas o recipientes para luego poder seleccionarlos mejor en definitiva, mediante el uso de las manos y elementos de protección
2. **Selección mediante procesos mecánicos y manuales:** una vez hecha la preclasificación a mano, los obreros realizarán la separación y clasificación manual de los residuos inorgánicos recuperables a saber: papel, cartón, vidrio, material ferroso, plásticos y latas.
3. **Prensado y embalado de fardos:** los materiales clasificados serán embalados y prensados para facilitar y optimizar el transporte hasta las plantas de reciclaje.
4. **Triturado y destrucción de otros:** al igual que los fardos, algunos otros reciclables serán triturados y almacenados de manera tal de darles valor agregado para las plantas de reciclaje.
5. **Almacenamiento y acopio de cada rama de RSU:** los diferentes materiales recuperados, una vez embalados serán almacenados hasta alcanzar el volumen necesario para completar la carga, o, en su defecto, hasta que un comprador elija llevar el producto hacia su destino final.
6. **Rechazo:** los residuos no recuperados serán derivados a la disposición final.
7. **Limpieza de las instalaciones y mantenimiento general:** luego de finalizada la jornada laboral, se deberá realizar la limpieza y desinfección general de la PSC y los elementos de trabajo, además de que los trabajadores deberán tener que desinfectarse por la insalubridad de su tarea y las condiciones de trabajo (manejo de residuos)

8.1.3.2 Acciones provocadas por la cancha de compostaje

Así como la planta y las obras civiles anexas, se considera la zona de tratamiento de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos como un ítem aparte, puesto que lleva un tratamiento diferente al del resto de los inorgánicos, siendo su proceso ya tratado durante el cuerpo del proyecto.

Debido a que su construcción está en la misma etapa y es una fracción de la construcción de la planta de separación de RSU, se considera que las etapas de desmonte y desmalezamiento ya fueron cubiertas, mientras que su operación comprende cuatro actividades, que se englobarán en el interior de un sólo ítem llamado “**Operación de la Cancha de Compostaje**”, a saber:

- **Chipeado y trituración de la fracción gruesa**
- **Depositado en la cancha de compostaje:** a razón de capas de 20 cm, donde se intercalan residuos “verdes”, con residuos “marrones” de la chipeadora y combinaciones de tierra negra y arena, hasta lograr la altura deseada
- **Acopio y maduración**

8.1.3.3 Acciones producidas por el relleno sanitario de trincheras

En este apartado, al igual que en la Planta de Separación, se considera su construcción y su operación, como también el cierre, es decir, tres etapas diferentes ya que el cierre del relleno es el cese de toda actividad del mismo. En el caso de la construcción, se tiene lo siguiente:

1. **Limpieza y destape de suelo vegetal:** se excavará una profundidad mínima de 20 cm, incrementándose si es necesario hasta retirar completamente la vegetación existente, incluidos sus tocones y raíces. Se retirará la totalidad de la tierra vegetal y materiales que contengan orgánicos, turbas o cualquier otro tipo de materia orgánica. La retirada del suelo vegetal se efectuará con cuidado, especialmente con la capa más superficial, para evitar su deterioro por compactación, preservando su estructura, y con ello evitar la muerte de microorganismos edáficos, riesgos de erosiones, etc., permitiendo su uso posterior, sobre todo para la cubierta de cierre y clausura del relleno. La capa superior representa uno de los escalones principales para el cese de actividad, y también para la elaboración de compost

El material extraído se cargará y transportará dentro del propio complejo hasta el área reservada al efecto, donde se depositará en acopios, cuya disposición tendrá en cuenta el régimen de escorrentía de las aguas superficiales. Asimismo, tendrán taludes estables que eviten cualquier derrumbe. Su disposición evitará la posibilidad de arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y no obstaculizará la circulación por los caminos que se hayan establecido. La tierra vegetal extraída se utilizará como capa superior final del “paquete” de capas que integran la cobertura superior del relleno.

2. **Excavación, carga y transporte:** el módulo se irá excavando hasta profundidades promedios de 3 metros. La excavación se ejecutará en las áreas de implantación de las trincheras, una vez realizada la limpieza y desmalezamiento ya mencionado. Se efectuará el replanteo de las excavaciones, definiendo los límites perimetrales y las cotas que determinan la profundidad de la explanación. Finalmente se excavará el terreno de acuerdo con dicho replanteo, realizando también la carga de los materiales extraídos y su transporte hasta las zonas de acopio. Tanto en los fondos de la excavación como en los bordes terraplenados se dejará el perfil previsto en el proyecto ejecutivo, con las terminaciones según planos o pliegos a tal fin. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no desmontado adyacente a las excavaciones, y se tratará de lograr la compactación adecuada a tal fin.
3. **Construcción de bases y perfilado:** Para la construcción de terraplenes, y la obtención de pendientes, posterior a la obra de excavaciones y ejecución de trincheras. Para construir los mismos se empleará suelo seleccionado libre de restos de materia orgánica (vegetales, ramas secas), preferiblemente suelo natural nativo del lugar por su baja permeabilidad. El suelo será extendido y compactado por capas de modo de conformar un asiento de adecuada resistencia y baja permeabilidad a una densidad equivalente al 98% de la obtenida para el ensayo Proctor Normal.
4. **Construcción de caminos:** sobre el suelo natural, debido a que los módulos no se extienden en altura, se ejecutarán caminos perimetrales en broza compactada o bien ripio sobre base granular, los cuales tendrán un ancho de coronamiento

de 3 metros, y serán provistos de cunetas de 1 metro de ancho elaboradas en hormigón para la eliminación de aguas pluviales

5. **Impermeabilización:** se propone para la impermeabilización de fondo del relleno sanitario la siguiente distribución estructural (de abajo hacia arriba):
 - a. Perfilado y recompactado de suelo de baja permeabilidad en fondo y taludes interiores de la trinchera, mediante una capa de 0,30 m de espesor al 95% de densidad del ensayo Proctor T-99, utilizando suelo nativo
 - b. Base perfilada con pendiente del 1% hacia los laterales, para permitir el flujo de líquidos lixiviados
 - c. Membrana Flexible de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) deberá tener un espesor mínimo de 1,5 mm. Debe estar instalada en contacto directo y uniforme con el suelo y una permeabilidad vertical menor o igual a 1×10^{-7} cm/seg y se logrará su protección y estancamiento mediante el uso de dados de tierra que sirvan de anclaje. La membrana será soldada con bolsas de aire entre soldaduras para mayor resistencia.

6. **Construcción de estructuras de recolección y conducción de líquidos lixiviados:** se prevé un sistema relativamente sencillo, comenzando con la recepción y conducción de lixiviados por el fondo de las trincheras mediante el aprovechamiento de pendientes y una red de drenaje consolidada por un único colector principal donde se instala el caño maestro que conduce el caudal total de cada módulo hasta una cámara de inspección que se ubica en la zona aledaña al relleno en el punto de concentración y/o más bajo del drenaje, de cada trinchera, que será independiente del resto por sendas tapas ciegas para caños de PEAD. Habrá una cámara en cada tercio de la trinchera, siendo dos por la misma, donde se colectan el agua de lixiviados mediante bombas tipo sapo.

El filtrado de líquido se hace en forma gravitatoria escurriendo el mismo por la pendiente dada del relleno hasta los canales de recepción, que constan de una geomalla textil para filtrar la fracción gruesa, y como un pre filtrado más fino se utiliza canto rodado en fracción pequeña para de esa manera encauzar el líquido, y por debajo de cada caño, una cama de asiento de arena

Desde esta cámara de inspección en adelante el líquido lixiviado es conducido por presión hasta el pozo de recirculación, donde se hace uso de los NFU rellenos de piedra bola tipo canto rodado para permitir que el líquido pueda esparcirse.

En esta instancia el líquido se eleva y se lo conduce de nuevo al interior del relleno, y el restante será enviado mediante tubería o por transporte de líquidos hasta la laguna de acopio de líquidos lixiviados.

Para la operación del relleno, se tienen otras etapas, a saber:

1. **Recepción y descarga de residuos:** la zona de descarga tendrá un encargado responsable del ordenamiento de los vehículos, de la adecuada distribución, trituración y compactación de los residuos, de la limpieza y de otras tareas propias de esa zona de trabajo, a modo de supervisor que pueda orientar a los operarios en las conductas correctas de higiene y seguridad, a su vez de las buenas prácticas en el manejo de residuos. Una vez colocado el camión en posición, se procederá a la descarga propiamente dicha. Finalizada la misma, el chofer verificará que se haya vaciado totalmente la carga, colocará y ajustará los seguros de la caja y el camión se dirigirá a la salida del predio, circulando por la misma calle que ingresó, hasta llegar al egreso del mismo. El guardia registrará el horario de salida en su planilla. En caso de que no se posea la tara de algún vehículo, el mismo ingresará, luego de la descarga a la báscula para su pesaje. Concluida esta operación saldrá de dicha zona donde será nuevamente controlado por el personal de guardia registrándose el horario de salida. El playón de descarga tendrá una capacidad para que opere el nuevo recolector compactador de 17 m³, a los lados de las trincheras. Este sector estará bien consolidado evitando situaciones de riesgo y asegurando la maniobrabilidad del camión, ya que será parte de la red de caminos integrales alrededor de las trincheras, más que cuenta con el espacio necesario entre trincheras de trabajo para su operación.
2. **Topado y distribución de los residuos:** Descargados los residuos en la playa de descarga, se procederá a su distribución mediante minicargadora o similar, tratando que ésta se realice de tal forma que la capa de residuos no supere los 0,30 m de altura a fin de facilitar las tareas de compactación. La pendiente del frente de avance, hacia el interior de la celda con residuos será aquella que permita la correcta labor de los equipos sobre cada manto de residuos, del tipo 1:3. De esta forma se disponen hacia adelante o frente de trabajo el movimiento de residuos.

3. **Trituración y compactación de los residuos:** Teniendo en cuenta que la recepción de los residuos es sólo 3 días a la semana, se opera simultáneamente la descarga y la distribución junto con la compactación de los residuos. Realizada la distribución de los residuos, se procederá a la compactación de los mismos en capas de aproximadamente 0,30 m de espesor, de tal forma de lograr una mejor y más eficiente compactación de los residuos. Para ello, las máquinas que realicen esta tarea harán sucesivas pasadas con el objeto de romper las bolsas y obtener densidades de compactación mínimas equivalentes a 600 kg/m^3 . Esta tarea se llevará a cabo sucesivamente hasta lograr una altura de residuos compactados de 1,00 m de altura como máximo, de acuerdo a los cálculos.
4. **Coberturas periódicas:** culminada las tareas de distribución y compactación de los residuos, se procederá a realizar la tapada de los mismos con suelo, en capas de espesor aproximado de 0,12 m, que cubren la totalidad de la superficie en que han sido distribuidos. El avance de esta tarea como máximo cada 72 hs a fin de garantizar que los residuos sean tapados periódicamente, sin dejar por ningún motivo residuos sin cobertura. Si, por algún motivo, se alcanzará la altura máxima de residuos compactados de 1,00 m antes de concluir las 72 hs, se procederá a cambiar el frente de trabajo y se tapan los residuos respetando las exigencias de la tapada periódica. Esta tarea tiene por objeto evitar la proliferación de vectores y roedores, como así también la dispersión de elementos livianos (voladuras) debido a los efectos del viento, evitar los olores y crear un ambiente reductor que favorezca la descomposición anaeróbica de los residuos. El material utilizado para la cobertura diaria será recuperado de la que ha sido extraída previamente para el armado del relleno. Dicho material será necesario durante toda la vida útil de la celda, y se abastecerán únicamente con el cavado sucesivo de las trincheras, ya que su esponjamiento permite su acopio lateral y será suficiente para el volumen a disponer, usándose para otras tareas en el mismo relleno, sin necesitar de aportes externos de tierras.
5. **Actividades de mantenimiento general:** comprenden las acciones rutinarias de reparación de caminos internos, zona de descarga y maniobras, control del estado de taludes e impermeabilización, control de zonas de anegamiento y de cunetas o desagües pluviales.

-
6. **Sistema de captación de gases de relleno:** El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de piedra que funciona como chimenea o tubo de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno y se construyen durante la operación del relleno sanitario. Los conductos de ventilación pasiva estarán conformados por 4 perfiles de hierro ángulo con una malla metálica formando una jaula de base de 0,15 m x 0,15 m de malla electrosoldada SIMA, formando una caja compacta, que se completa con roca o piedra partida hasta casi la altura de la cobertura diaria, donde por encima se coloca una tubería perforada de PVC 200 mm, para luego rellenar el volumen restante con la misma piedra grava utilizada en los canales de drenaje de lixiviados. Para la ventilación del biogás se utilizará un acople de PVC no perforado de 0,50 m de longitud, por debajo del cual se realiza el sellado de la chimenea con una capa mineral de 0,30 m; al igual que la propia chimenea, tanto la capa de sellado como el acople de ventilación, se elevarán directamente al inicio de obra, ya que la altura a cubrir es de 3,00 metros únicamente, y puede armarse sin necesidad de tiempos de espera elevados, donde sólo será conveniente la colocación de los tubos de PVC en las tareas finales de terminación para protegerlo de los golpes. El tubo que conforma cada chimenea será de PVC de 20 cm de diámetro y será llenado en su interior con piedra o grava.
 7. **Captación y recirculación de lixiviados:** al igual que ocurre con el sistema de captación de gases, los lixiviados deben de poder recircularse y rebombearse a tal fin para poder tratar las aguas provenientes de la descomposición de los residuos y de las lluvias. Para eso, sobre sendas cámaras de inspección, se montan caños de PEHD de 60 cm de diámetro que permitan la captación de las aguas lixiviadas, mediante bombas sapo sumergibles, que se dedican a extraer desde el fondo los líquidos lixiviados a la superficie mediante tuberías a tal fin que sean fáciles de montar y desmontar, o bien mangueras, para luego llevarlas a los sumideros de líquidos lixiviados. En los sumideros, se produce un riego superficial con leve anegamiento que permite el escurrimiento de los lixiviados al interior, de los cuáles siempre se debe tener recaudos de no producir roturas o resquebrajamientos de las geomembranas puesto que la contaminación producida puede ser elevada para el suelo como para las napas inferiores de agua subterránea. Se plantea a futuro poner un sistema de tratamiento modular de las

aguas lixiviadas para así generar efluentes limpios, post-cierre o clausura del predio

Por último, la etapa de cierre a analizar es la de cierre y clausura de cada trinchera, a saber:

1. **Cobertura Final:** cuando los residuos triturados y compactados alcancen la cota final del proyecto, serán cubiertos inmediatamente con una capa de suelo compactado de 0,80 m de espesor. Dicha cobertura estará compuesta por tres capas:
 - a. Manto de piedra partida o de canto rodado igual o similar al sistema de captación de lixiviados o de efluentes de gases de la descomposición de residuos, que permita el flujo transversal de gases hacia los puntos de salida, sin contaminar el suelo por buscar vías subterráneas de escape entre los microporos
 - b. Manto de suelo arcilloso compactado después de alcanzada la cota del proyecto, con un espesor de 0,40 m, para evitar el ingreso de aguas de lluvia, generación de lixiviados y evacuación de gases.
 - c. Manto de suelo vegetal, obtenido del desmonte del predio o de la cancha de compostaje, con un espesor compactado mínimo de 0,20 m. La superficie resultante será uniforme y libre de zonas con desniveles, para disminuir la acumulación de agua sobre el terreno, la misma también será diseñada con pendientes específicas para minimizar los efectos de la erosión y simultáneamente evacuar las aguas de lluvia en forma efectiva.
2. **Actividades post-clausura:** según punto 5.2.3.1.17.

8.1.4 Mitigación del impacto ambiental

La importancia de identificar un impacto ambiental radica en la necesidad de minimizar los perjuicios y maximizar los beneficios al medio ambiente que conlleva una acción o actividad, a fin de garantizar el uso sustentable de los recursos involucrados y la protección del ambiente, incluyendo tanto los aspectos que hacen a la integridad del medio natural como socioeconómico. Este es el objetivo de las medidas de mitigación.

Se define como medidas de mitigación de impactos ambientales al conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y/o compensación de impactos

ambientales negativos. Por extensión, también se consideran medidas de mitigación aquellas que mejoran, propician y/o potencian los impactos ambientales positivos.

Las medidas de mitigación se basan, preferentemente, en la prevención y no en la corrección de los impactos ambientales. Este criterio se apoya en la necesidad de minimizar con eficiencia los efectos ambientales y en que el costo de corrección es generalmente superior al de prevención.

Las medidas de mitigación ambiental establecidas, tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto, en todas cada una de sus etapas (constructiva, operativa y de cierre).

Este plan incluye medidas que:

- Impiden o evitan completamente el efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- Minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.

En líneas generales, algunas de las medidas propuestas, han sido contempladas en el proyecto ejecutivo, como son el doble arbolado perimetral y la cobertura periódica de las celdas, sin embargo, son contempladas de acuerdo a cada acción y factor ambiental específico en los planes particulares que se detallan a continuación:

Plan de mitigación de impactos - Predio del Relleno Sanitario de RSU en Herrera

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO DE RELLENO SANITARIO

ID	Acción	Aspecto ambiental	Fase	Impacto Identificado	Grado de impacto	Medidas propuestas
1	Desmante y desmalezamiento del área	Suelos	Construcción	Remoción del horizonte superficial	Severo	<p>Seleccionar para la actividad una zona con la menor densidad y diversidad posible de especies.</p> <p>Restringir la extracción de cubierta vegetal del suelo al área que será utilizada en el proyecto.</p> <p>Conservar un porcentaje de las especies arbóreas y arbustivas que se encuentran en el espacio y destinarlo junto con un circuito de la planta a un proyecto de educación ambiental o para simple parqueado.</p> <p>Establecer una plantación de especies autóctonas importantes o con riesgo de conservación en otras zonas de la ciudad/departamento, y minimizar el impacto provocado por la remoción de suelo fértil al utilizarlo para creación de cancheros, o bien para la cancha de compostaje y/u otros usos en el municipio</p>
2		Suelos	Construcción	Erosión	Moderado	
3		Vegetación	Construcción	Pérdida de vegetación arbórea/arbustiva	Severo	
4		Vegetación	Construcción	Pérdida de vegetación herbácea	Severo	
5		Paisaje	Construcción	Visibilidad	Moderado	
6		Paisaje	Construcción	Denudación de superficies	Crítico	
7		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Severo	
8		Socio-Económico	Construcción	Cambio de usos del suelo	Severo	
9		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Severo	

10	Nivelación y consolidación del terreno	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Severo	Controlar que la realización de las excavaciones y la remoción de suelo sean las estrictamente necesarias. Restringir las instalaciones de obra y estacionamiento a las zonas que posteriormente serán ocupadas por otras actividades o construcciones del proyecto, además de conservar y proteger el suelo en las zonas que quedarán libres de explotación en el proyecto
11		Suelos	Construcción	Modificación de la calidad edáfica	Severo	Controlar que la realización de las excavaciones y la remoción de suelo sean las estrictamente necesarias. Para ello se deberá conservar la capa de suelo vegetal para ser luego utilizado en la superficie de las trincheras del relleno o bien en otras zonas que así se requiera. Deberán considerarse factores como la pendiente del terreno, los canales de escorrentía de agua de lluvia y la dirección de los vientos al momento de seleccionar los sitios de acopio del material.
12		Aire	Construcción	Aumento de niveles de emisión	Moderado	Limitar la velocidad de acceso de los camiones y otros vehículos. Seleccionar materiales de trabajo de zonas lo más cercanas posibles y así restringir las distancias de movilización de suelo removido. Mantener la humedad en la superficie del material trasladado por camiones, los caminos y la superficie de las zonas de trabajo, habiendo previamente creado una cortina forestal en el predio.
13		Ruido	Construcción	Incremento de niveles sonoros	Severo	Controlar que sean estrictamente necesarias las actividades de remoción de suelo y la circulación y acceso de camiones y maquinarias. Prohibir a los camiones, maquinarias y otros vehículos estacionados mantener encendidos sus motores. Realizar un mantenimiento periódico del estado y calidad de la combustión de las maquinarias y equipos involucrados en las operaciones, procurando evitar el uso de motores que generen combustión incompleta y realizando un cambio periódico de filtros de aire.
14		Ruido	Construcción	Incremento de vibraciones	Severo	
15		Fauna	Construcción	Afectación de la microfauna	Severo	Conservar la capa de suelo vegetal extraída para ser luego implantada en la superficie de celdas y taludes del relleno. Conservar el suelo extraído en una zona donde se evite su dispersión con las escorrentías.
16		Fauna	Construcción	Efectos sobre aves	Moderado	
17		Fauna	Construcción	Efectos sobre mamíferos	Moderado	Resguardar espacios naturales y vegetación aledaños como corredores biológicos que permitan contener especies en ellos y que así puedan moverse. Trabajar en horarios diurnos para facilitar el movimiento de especies a otras zonas sin alterar sus ritmos.
18		Fauna	Construcción	Efectos sobre reptiles	Moderado	Si aparecen especies de baja movilidad realizar su captura y traslado dirigidos por un especialista.

19		Fauna	Construcción	Efecto barrera para la dispersión	Moderado	
20		Paisaje	Construcción	Visibilidad	Moderado	Ubicar las instalaciones a construir y el obrador y estacionamiento en una de las zonas con mayor capacidad de absorción visual del predio. Instalar previamente una cortina forestal densa en el predio que impida visualizar desde lugares aledaños la actividad, combinada con las especies nativas. Restringir la zona de trabajo a la menor área posible al limitar y minimizar la circulación de vehículos hacia el predio a lo estrictamente necesario.
21		Paisaje	Construcción	Intrusión visual	Severo	
22		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Severo	Limitar la velocidad de los vehículos en el camino de acceso y hacia el interior del predio y señalizar la vía con las advertencias correspondientes sobre la construcción y maquinarias en labor. Proveer a los trabajadores de elementos de protección personal adecuados y capacitación pertinente a los cuidados en la actividad
23	Construcción de bases y estructuras primarias	Aire	Construcción	Aumento de niveles de emisión	Moderado	Limitar la velocidad de acceso de los camiones y otros vehículos. Seleccionar materiales de trabajo de zonas lo más cercanas posibles y así restringir las distancias de movilización de suelo removido. Mantener la humedad en la superficie del material trasladado por camiones, los caminos y la superficie de las zonas de trabajo, habiendo previamente creado una cortina forestal en el predio. Controlar que sean estrictamente necesarias las actividades de remoción de suelo y la circulación y acceso de camiones y maquinarias. Prohibir a los camiones, maquinarias y otros vehículos estacionados mantener encendidos sus motores. Realizar un mantenimiento periódico del estado y calidad de la combustión de las maquinarias y equipos involucrados en las operaciones, procurando evitar el uso de motores que generen combustión incompleta y realizando un cambio periódico de filtros de aire.
24		Ruido	Construcción	Incremento de vibraciones	Moderado	
25		Fauna	Construcción	Efectos sobre aves	Moderado	Resguardar espacios naturales y vegetación aledaños como corredores biológicos que permitan contener especies en ellos y que así puedan movilizarse
26		Paisaje	Construcción	Visibilidad	Moderado	Ubicar las instalaciones a construir y el obrador y estacionamiento en una de las zonas con mayor capacidad de absorción visual del predio. Instalar previamente una cortina forestal densa en el predio que impida visualizar desde lugares aledaños la actividad, combinada con las especies nativas. Restringir la zona de trabajo a la
27		Paisaje	Construcción	Intrusión visual	Severo	

28		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Severo	menor área posible al limitar y minimizar la circulación de vehículos hacia el predio a lo estrictamente necesario.
29		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Moderado	Limitar la velocidad de los vehículos en el camino de acceso y hacia el interior del predio y señalizar la vía con las advertencias correspondientes sobre la construcción y maquinarias en labor. Proveer a los trabajadores de elementos de protección personal adecuados y capacitación pertinente a los cuidados en la actividad
30	Construcción de estructuras complementarias	Aire	Construcción	Aumento de niveles de emisión	Moderado	Limitar la velocidad de acceso de los camiones y otros vehículos. Seleccionar materiales de trabajo de zonas lo más cercanas posibles y así restringir las distancias de movilización de suelo removido. Mantener la humedad en la superficie del material trasladado por camiones, los caminos y la superficie de las zonas de trabajo, habiendo previamente creado una cortina forestal en el predio. Controlar que sean estrictamente necesarias las actividades de remoción de suelo y la circulación y acceso de camiones y maquinarias. Prohibir a los camiones, maquinarias y otros vehículos estacionados mantener encendidos sus motores. Realizar un mantenimiento periódico del estado y calidad de la combustión de las maquinarias y equipos involucrados en las operaciones, procurando evitar el uso de motores que generen combustión incompleta y realizando un cambio periódico de filtros de aire.
31		Ruido	Construcción	Incremento de vibraciones	Moderado	
32		Fauna	Construcción	Efectos sobre aves	Moderado	Resguardar espacios naturales y vegetación aledaños como corredores biológicos que permitan contener especies en ellos y que así puedan moverse
33		Paisaje	Construcción	Visibilidad	Moderado	Ubicar las instalaciones a construir y el obrador y estacionamiento en una de las zonas con mayor capacidad de absorción visual del predio. Instalar previamente una cortina forestal densa en el predio que impida visualizar desde lugares aledaños la actividad, combinada con las especies nativas. Restringir la zona de trabajo a la menor área posible al limitar y minimizar la circulación de vehículos hacia el predio a lo estrictamente necesario.
34		Paisaje	Construcción	Intrusión visual	Severo	
35		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Severo	

36		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Moderado	Limitar la velocidad de los vehículos en el camino de acceso y hacia el interior del predio y señalar la vía con las advertencias correspondientes sobre la construcción y maquinarias en labor. Proveer a los trabajadores de elementos de protección personal adecuados y capacitación pertinente a los cuidados en la actividad
37	Tareas finales de acondicionamiento	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Severo	Implantar suelo vegetal en las zonas aledañas de la construcción que la hayan perdido, que sirva de soporte para el suelo en los alrededores de la instalación y otras zonas del predio que estén desprovistas de ello.
38		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Moderado	Limitar la velocidad de los vehículos en el camino de acceso y hacia el interior del predio y señalar la vía con las advertencias correspondientes sobre la construcción y maquinarias en labor. Proveer a los trabajadores de elementos de protección personal adecuados y capacitación pertinente a los cuidados en la actividad
39	Recepción de residuos, con descarga en áreas destinadas a tal fin y su clasificación pertinente manual	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Moderado	Minimizar en lo posible la circulación de camiones hacia y dentro del predio. Trabajar en horarios diurnos. Prohibir que los camiones o maquinarias estacionados mantengan sus motores encendidos.
40		Paisaje	Operación	Visibilidad	Severo	Mantener y cuidar la cortina forestal implantada para que no pierda sus condiciones protectoras y de barrera visual. Limitar la cantidad de vehículos en el acceso al predio
41		Paisaje	Operación	Intrusión visual	Severo	Optimizar los tiempos de recepción de RSU para evitar la permanencia de vehículos en la vía de acceso y en los alrededores de la planta
42		Socio-Cultural	Operación	Calidad de vida	Severo	Trabajar en horarios diurnos. Evitar la generación de polvo y ruidos molestos.
43		Socio-Cultural	Operación	Cambio en las condiciones de circulación	Moderado	Optimizar y organizar los tiempos de recepción de RSU para evitar el bloqueo de la circulación en la vía de acceso al predio, o para evitar tiempos de espera en el estacionamiento de la planta. Restringir la velocidad y periodicidad de circulación de vehículos hacia el predio
44		Socio-Económico	Operación	Incremento de transporte	Moderado	Apoyar las estrategias de separación en origen y reducción de residuos en la ciudad para minimizar la cantidad de viajes de vehículos hacia el predio

45		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	Señalizar la planta con las advertencias correspondientes a: a) elementos de protección personal a utilizar en el área b) organización del espacio c) indicaciones de seguridad del funcionamiento de las maquinarias d) indicaciones de higiene y seguridad con respecto al manejo de los residuos. Capacitar al personal sobre los conocimientos de higiene y seguridad pertinentes al manejo de los residuos y maquinarias y otros aspectos de organización de la actividad. Proveer a los trabajadores de elementos de protección personal adecuados.
46	Selección mediante procesos mecánicos y manuales	Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	Capacitar al personal sobre los conocimientos de higiene y seguridad pertinentes al manejo de los residuos y maquinarias y otros aspectos de la actividad. Proveer a los trabajadores de los elementos de protección personal adecuados.
47	Prensado y embalado de fardos	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Severo	Establecer superficies y barreras aislantes. Trabajar en horarios diurnos. Prohibir que la maquinaria mantenga sus motores encendidos cuando no está en funcionamiento.
48		Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	
49		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	
50	Trituración y destrucción de otros residuos	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Severo	Establecer superficies y barreras aislantes. Trabajar en horarios diurnos. Prohibir que la maquinaria mantenga sus motores encendidos cuando no está en funcionamiento.
51		Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	
52		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	
53	Almacenamiento y acopio de cada rama de RSU	Paisaje	Operación	Visibilidad	Severo	Evitar el exceso de acumulación de materiales por encima de la capacidad dispuesta. Optimizar los tiempos de permanencia de los materiales en almacenamiento para evitar el exceso de volumen de los mismos y la frecuencia de circulación de vehículos en la vía de acceso. Mantener y cuidar la cortina forestal implantada alrededor del predio para que no pierda sus condiciones protectoras y de barrera visual.
54		Paisaje	Operación	Intrusión visual	Severo	

55		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	Capacitar al personal sobre los conocimientos de higiene y seguridad pertinentes al manejo de los residuos y maquinarias y otros aspectos de la actividad. Proveer a los trabajadores de los elementos de protección personal adecuados.
56	Rechazo	Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	Capacitar al personal sobre los conocimientos de higiene y seguridad pertinentes al manejo de los residuos y maquinarias y otros aspectos de la actividad. Proveer a los trabajadores de los elementos de protección personal adecuados.
57	Limpieza de las instalaciones y mantenimiento general	Socio-Económico	Operación	Accidentes	Moderado	Capacitar al personal sobre los conocimientos de higiene y seguridad pertinentes al manejo de los residuos y maquinarias y otros aspectos de la actividad. Proveer a los trabajadores de los elementos de protección personal adecuados.
58	Operación de la cancha de compostaje	Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	Trabajar en horarios diurnos. Prohibir que los vehículos o maquinarias mantengan sus motores encendidos cuando no están en uso
59		Paisaje	Operación	Visibilidad	Moderado	Restringir la zona de trabajo a la menor área posible. Mantener y cuidar la cortina forestal implantada para que no pierda sus condiciones protectoras y de barrera visual. Cuidar e implantar vegetación alrededor de la construcción. Conservar y valorizar zonas de monte nativo en el predio para así mantener la vegetación y las zonas de llegada de especies para su resguardo y movimientos
60		Paisaje	Operación	Cambio en la estructura paisajística	Severo	
61		Socio-Económico	Operación	Incremento de transporte	Severo	Apoyar estrategias de separación en origen y reducción de residuos en la ciudad para minimizar la cantidad de viajes de vehículos hacia el predio.
62		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	Capacitar al personal sobre los conocimientos de higiene y seguridad pertinentes al manejo de los residuos y maquinarias y otros aspectos de la actividad. Proveer a los trabajadores de los elementos de protección personal adecuados.

Plan de mitigación de impactos - Predio del Relleno Sanitario de RSU en Herrera

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO DE RELLENO SANITARIO

ID	Acción	Aspecto ambiental	Fase	Impacto Identificado	Grado de impacto	Medidas propuestas
1	Limpieza y destape de suelo vegetal	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Crítico	Se tratará de no afectar otras zonas fuera de las de trincheras para evitar altos impactos en el terreno, avanzando conforme al proyecto y evitando ejecuciones antes de tiempo de nuevas cavas
2		Suelos	Construcción	Modificación de la calidad edáfica	Crítico	Relevamientos periódicos de calidad de agua para detección de potenciales contaminantes por infiltración
3		Suelos	Construcción	Remoción del horizonte superficial	Crítico	Conservación del horizonte superficial para cobertura parcial y total de celdas y para combinación en proceso de compostaje
4		Suelos	Construcción	Erosión	Moderado	Construcción de canales de conducción de aguas pluviales excedentes provisorios y permanentes
5		Aire	Construcción	Aumento de niveles de emisión	Severo	Implantación de cortina forestal en períodos iniciales y mantener la nativa para evitar molestias. Reducción de emisiones mediante el uso de herramientas que cuenten con mantenimiento al día
6		Ruido	Construcción	Incremento de niveles sonoros	Moderado	Reducción de molestias mediante trabajo en horarios diurnos, de actividad normal.
7		Ruido	Construcción	Incremento de vibraciones	Moderado	
8		Vegetación	Construcción	Pérdida de vegetación arbórea/arbustiva	Severo	Erradicación de individuos afectados estrechamente a la zona de construcción, dejando ejemplares para conformación de cortina forestal nativa y parches menores dentro del predio.
9		Vegetación	Construcción	Pérdida de vegetación herbácea	Severo	
10		Fauna	Construcción	Afectación de la microfauna	Moderado	Conservación de horizonte superficial para cobertura final de celdas, con capacidad de recuperación de microfauna edáfica
11		Fauna	Construcción	Efecto sobre aves	Severo	Facilitar vías de escape de fauna, mediante el trabajo centralizado en un solo frente de obra. Limpieza de terreno de manera gradual, facilitando el acogimiento de fauna en parches linderos al frente de trabajo
12		Fauna	Construcción	Efecto sobre mamíferos	Severo	

13		Fauna	Construcción	Efecto sobre reptiles	Severo	
14		Paisaje	Construcción	Denudación de superficies	Crítico	Evitar el desmantelamiento de superficie en zonas que no estén afectadas a la obra
15		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Severo	Conservación de cortina forestal natural lo más que se pueda y parches menores de bosque al fondo del predio
16		Socio-Económico	Construcción	Cambio de usos del suelo	Moderado	Impacto no mitigable hasta el cierre del predio por el destino del mismo
17		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Moderado	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
18	Excavación, carga y transporte	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Crítico	Se tratará de no afectar otras zonas fuera de las de trincheras para evitar altos impactos en el terreno, avanzando conforme al proyecto y evitando ejecuciones antes de tiempo de nuevas cavas
19		Suelos	Construcción	Modificación de la calidad edáfica	Severo	Relevamientos periódicos de calidad de agua para detección de potenciales contaminantes por infiltración
20		Suelos	Construcción	Remoción del horizonte superficial	Crítico	Conservación del horizonte superficial para cobertura parcial y total de celdas y para combinación en proceso de compostaje
21		Suelos	Construcción	Erosión	Moderado	Construcción de canales de conducción de aguas pluviales excedentes provisorios y permanentes
22		Aire	Construcción	Aumento de niveles de emisión	Severo	Implantación de cortina forestal en periodos iniciales y mantener la nativa para evitar molestias. Reducción de emisiones mediante el uso de herramientas que cuenten con mantenimiento al día
23		Ruido	Construcción	Incremento de niveles sonoros	Moderado	Reducción de molestias mediante trabajo en horarios diurnos, de actividad normal.
24		Ruido	Construcción	Incremento de vibraciones	Moderado	
25		Fauna	Construcción	Efecto sobre aves	Moderado	Facilitar vías de escape de fauna, mediante el trabajo centralizado en un solo frente de obra. Limpieza de terreno de manera gradual, facilitando el acogimiento de fauna en parches linderos al frente de trabajo
26		Fauna	Construcción	Efecto sobre mamíferos	Moderado	
27		Fauna	Construcción	Efecto sobre reptiles	Moderado	

28		Fauna	Construcción	Efecto barrera para la dispersión	Severo	
29		Paisaje	Construcción	Visibilidad	Severo	Mantenimiento de cortina forestal natural e implantada en sectores desnudos.
30		Paisaje	Construcción	Denudación de superficies	Severo	Evitar el desmantelamiento de superficie en zonas que no estén afectadas a la obra
31		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Crítico	Conservación de cortina forestal natural lo más que se pueda y parches menores de bosque al fondo del predio
32		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Severo	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
33	Construcción de bases y perfilado	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Crítico	Se tratará de no afectar otras zonas fuera de las de trincheras para evitar altos impactos en el terreno, avanzando conforme al proyecto y evitando ejecuciones antes de tiempo de nuevas cavas
34		Geomorfología	Construcción	Estabilidad de taludes	Severo	Se cuidará de que las tareas sean controlando la estabilidad del suelo y conforme a pliegos técnicos de obra
35		Suelos	Construcción	Modificación de la calidad edáfica	Severo	Extracción y conservación (acopio) del material edáfico para cobertura superior final de celdas.
36		Suelos	Construcción	Erosión	Moderado	Construcción de canales de conducción de aguas pluviales excedentes provisorios y permanentes
37		Fauna	Construcción	Afectación de la microfauna	Severo	Conservación de horizonte superficial para cobertura final de celdas, con capacidad de recuperación de microfauna edáfica
38		Fauna	Construcción	Efecto barrera para la dispersión	Severo	Facilitar vías de escape de fauna, mediante el trabajo centralizado en un solo frente de obra.
39		Paisaje	Construcción	Visibilidad	Severo	Mantenimiento de cortina forestal natural e implantada en sectores desnudos.
40		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Crítico	Conservación de cortina forestal natural lo más que se pueda y parches menores de bosque al fondo del predio
41		Socio-Económico	Construcción	Cambio de usos del suelo	Moderado	Corrección del impacto en la fase de cierre del sitio, mediante cobertura superior de cierre y parquizado final
42		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Moderado	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.

43	Construcción de caminos	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Severo	Se tratará de no afectar otras zonas fuera de las de trincheras para evitar altos impactos en el terreno, avanzando conforme al proyecto y evitando ejecuciones antes de tiempo de nuevas cavas
44		Suelos	Construcción	Modificación de la calidad edáfica	Severo	Relevamientos periódicos de calidad de agua para detección de potenciales contaminantes por infiltración
45		Suelos	Construcción	Remoción del horizonte superficial	Severo	Conservación del horizonte superficial para cobertura parcial y total de celdas y para combinación en proceso de compostaje
46		Suelos	Construcción	Erosión	Moderado	Construcción de canales de conducción de aguas pluviales excedentes provisorios y permanentes
47		Aire	Construcción	Aumento de niveles de emisión	Moderado	Implantación de cortina forestal en períodos iniciales y mantener la nativa para evitar molestias. Reducción de emisiones mediante el uso de herramientas que cuenten con mantenimiento al día
48		Ruido	Construcción	Incremento de niveles sonoros	Severo	Reducción de molestias mediante trabajo en horarios diurnos, de actividad normal.
49		Ruido	Construcción	Incremento de vibraciones	Severo	
50		Vegetación	Construcción	Pérdida de vegetación arbórea/arbustiva	Severo	Erradicación de individuos afectados estrechamente a la zona de construcción, dejando ejemplares para conformación de cortina forestal nativa y parches menores dentro del predio.
51		Vegetación	Construcción	Pérdida de vegetación herbácea	Severo	
52		Fauna	Construcción	Afectación de la microfauna	Severo	Conservación de horizonte superficial para cobertura final de celdas, con capacidad de recuperación de microfauna edáfica
53		Fauna	Construcción	Efecto barrera para la dispersión	Moderado	Facilitar vías de escape de fauna, mediante el trabajo centralizado en un solo frente de obra.
54		Paisaje	Construcción	Denudación de superficies	Severo	Evitar el desmantelamiento de superficie en zonas que no estén afectadas a la obra
55		Paisaje	Construcción	Cambio en la estructura paisajística	Severo	Conservación de cortina forestal natural lo más que se pueda y parches menores de bosque al fondo del predio
56		Socio-Económico	Construcción	Accidentes	Moderado	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.

57	Impermeabilización	Geomorfología	Construcción	Modificación del relieve	Severo	Se tratará de no afectar otras zonas fuera de las de trincheras para evitar altos impactos en el terreno, avanzando conforme al proyecto y evitando ejecuciones antes de tiempo de nuevas cavas. La colocación de la impermeabilización provocará cambios paulatinos en la calidad de suelo conforme pase el tiempo por la barrera al paso del agua que produce
58		Suelos	Construcción	Modificación de la calidad edáfica	Severo	Relevamientos periódicos de calidad de agua para detección de potenciales contaminantes por infiltración, conservación del recurso mediante la acción de colocación de membrana, que puede verse afectado por la disminución de la humedad del suelo en puntos localizados donde fue colocada
59		Fauna	Construcción	Afectación de la microfauna	Severo	Fauna edáfica reducida por movimientos de suelo previos mitigados a partir de la conservación de horizonte superficial para cobertura final de celdas, con capacidad de recuperación de microfauna. Aún así, evita su proliferación en caso de querer ascender a la superficie, creando nuevos horizontes por debajo del nivel de proyecto
60	Recepción y descarga de residuos	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Severo	Operatoria en horarios diurnos, con mantenimiento adecuado de las herramientas para evitar ruidos molestos por desgaste.
61		Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	
62		Socio-Cultural	Operación	Efectos sobre la salud	Severo	Molestias por olores y material particulado en suspensión por el tránsito de vehículos, disminuido por el riego de caminos internos y mediado de velocidades máximas admitidas en el predio
63		Socio-Económico	Operación	Incremento de transportes	Severo	Optimización del recorrido y capacidad de cargas para disminuir costes, de acuerdo al plan GIRSU
64		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Crítico	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
65		Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Severo	Operatoria en horarios diurnos, con mantenimiento adecuado de las herramientas para evitar ruidos molestos por desgaste.
66		Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	

67	Topado y distribución de residuos	Socio-Cultural	Operación	Efectos sobre la salud	Severo	Molestias por olores y material particulado en suspensión por el tránsito de vehículos, disminuido por el riego de caminos internos y mediado de velocidades máximas admitidas en el predio. También, las coberturas diarias minimizan los olores lo suficiente para que su umbral sea pequeño a imperceptible
68		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Crítico	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
69	Trituración y compactación de los residuos	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Severo	Operatoria en horarios diurnos, con mantenimiento adecuado de las herramientas para evitar ruidos molestos por desgaste.
70		Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	
71		Socio-Cultural	Operación	Efectos sobre la salud	Severo	Molestias por olores y material particulado en suspensión por el tránsito de vehículos, disminuido por el riego de caminos internos y mediado de velocidades máximas admitidas en el predio
72		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Severo	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
73	Cobertura periódica	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Moderado	Operatoria en horarios diurnos, evitando molestias a actividades próximas al proyecto, con mantenimiento adecuado de las herramientas para evitar ruidos molestos por desgaste.
74		Ruido	Operación	Incremento de vibraciones	Moderado	
75		Paisaje	Operación	Visibilidad	Severo	Impacto visual por maquinaria trabajando, mitigado por la cortina forestal que rodea el predio
76		Paisaje	Operación	Cambio en la estructura paisajística	Severo	Elevación del terreno como resultado del acopio de coberturas de suelo natural, que también es un impacto contemplado en la etapa de cierre, que puede ser mitigado mediante la implantación de ejemplares arbóreos.
77		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Moderado	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
78	Actividades de mantenimiento	Ruido	Operación	Incremento de niveles sonoros	Moderado	Operatoria en horarios diurnos, evitando molestias a actividades próximas al proyecto, con mantenimiento adecuado de las herramientas para evitar ruidos molestos por desgaste.
79		Aire	Operación	Aumento de niveles de emisión	Severo	Ventilación permanente por medio del sistema de venteo de gases, permitiendo de esta manera la emisión progresiva y no de manera puntual de gases de efecto invernadero a medida que los residuos se descomponen en la vida útil del proyecto. Sin embargo, este sistema incrementaría las molestias por olores.

80	Sistema de captación de gases del relleno	Socio-Cultural	Operación	Efectos sobre la población activa	Moderado	Molestias por olores a las actividades próximas al proyecto, mitigadas por disminución de movimiento de masas de aire a partir de la cortina forestal proyectada en los límites del predio. Afecta a la población trabajadora del relleno como a los predios linderos, que no pueden mitigarse satisfactoriamente en el corto plazo, solo puede acelerarse con el sistema de recirculación para reducir la emanación de olores un 15% antes de lo proyectado
81		Socio-Cultural	Operación	Efectos sobre la salud	Moderado	
82	Captación y recirculación de lixiviados	Hidrología Subterránea	Operación	Modificación de la calidad de agua subterránea	Moderado	Debe de controlarse la calidad del agua a lo largo de la vida útil del relleno más un tiempo de amortiguación de igual cantidad de años, para monitorear si existe o no fugas hacia las napas subterráneas
83		Hidrología Superficial	Operación	Reservorios artificiales	Moderado	Si bien la laguna es un reservorio artificial, el impacto por los olores se encuentra mitigado por la cortina forestal, y debe de tenerse precaución de que no sufra rajaduras o rebalses que pueden ser peligrosos. Ante esos casos, se debe vigilar siempre el nivel y en todo caso, deberá contactarse a un camión desobstructor para retirar excedentes
84		Fauna	Operación	Afectación de la microfauna	Moderado	Relevamientos periódicos de calidad de agua para detección de potenciales contaminantes por infiltración
85		Socio-Económico	Operación	Accidentes	Moderado	Aplicación de protocolos y medidas de seguridad adecuadas a la actividad.
86		Cobertura final	Suelos	Cierre	Modificación de la calidad edáfica	Severo
87	Ruido		Cierre	Incremento de niveles sonoros	Moderado	
88	Ruido		Cierre	Incremento de vibraciones	Moderado	
89	Paisaje		Cierre	Visibilidad	Severo	
90	Paisaje		Cierre	Intrusión visual	Crítico	
91	Paisaje		Cierre	Cambio en la estructura paisajística	Severo	
92	Socio-Económico		Cierre	Cambio de usos del suelo	Severo	

8.1.5 Monitoreo de impactos del relleno sanitario

Este punto fue tratado en cada etapa operativa y de construcción en los ítems 5.2.3.1.16.a) al 5.2.3.1.16.g)

8.1.5 Análisis de riesgos, Seguridad y Salud en el Trabajo

La implementación de Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo por parte de los empleadores trae innumerables beneficios para la salud de los trabajadores, quienes de hecho y derecho son los beneficiarios indiscutidos de este importante “tablero de herramientas”. Los empleadores también se benefician al fijar un norte en la mejora continua y poder demostrar su compromiso con la Seguridad y Salud en el Trabajo.

El soporte principal para el análisis de riesgos es la ISO 45.001. Esta norma se convierte en el primer estándar internacional que establece los requisitos para llevar a cabo la implantación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Como el resto de normas ISO, la ISO 45.001, es de carácter voluntario y con su adopción, las organizaciones proporcionan lugares de trabajo seguros y saludables, en los cuales se previenen lesiones y daños a la salud, que están vinculados con el trabajo. Del mismo modo, este estándar mejora el desempeño de SST

A su vez, la Ley N°24.557 protege el derecho de los trabajadores a la salud y seguridad en el trabajo, por lo que el Estado debe adoptar las medidas apropiadas para garantizar su plena efectividad.

Que un ambiente de trabajo saludable y seguro es también factor de productividad y competitividad en las empresas, concepto que supera la simple valoración de los costos indirectos de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, para concebir el trabajo en términos de calidad total, cuyo presupuesto es la calidad de vida en el trabajo.

La protección de los trabajadores contra las enfermedades, dolencias y accidentes relacionados con el trabajo forma parte del mandato histórico de la OIT. Las enfermedades y los incidentes no deben ir asociados con el puesto de trabajo ni tampoco la pobreza puede justificar que se ignore la seguridad y la salud de los trabajadores

En líneas generales, deberían identificarse y evaluarse los peligros y los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores sobre una base continua. Las medidas de prevención y protección deberían aplicarse con arreglo al siguiente orden de prioridad:

- A. Supresión del peligro/riesgo;
- B. Control del peligro/riesgo en su origen, con la adopción de medidas técnicas de control o medidas administrativas;
- C. Minimizar el peligro/riesgo, con el diseño de sistemas de trabajo seguro que comprendan disposiciones administrativas de control, y
- D. Cuando ciertos peligros/riesgos no puedan controlarse con disposiciones colectivas, el empleador debería ofrecer equipo de protección personal, incluida ropa de protección, sin costo alguno y debería aplicar medidas destinadas a asegurar que se utiliza y se conserva dicho equipo.

Con el fin de objetivar los posibles riesgos que puedan presentarse, se tuvo la metodología propuesta en las normas OHSAS 18.001” Resumen sobre el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo”, para lo cual se utiliza una tabla donde se entrecruzan columnas: Baja, Media, Alta y en la otra columna se pondera la severidad del daño el cual podrá ponderarse en: ligeramente dañino, dañino y extremadamente dañino.

El entrecruzamiento de estas, genera otro valor que puede variar entre los siguientes: trivial, tolerable, moderado, importante, intolerable, los cuales además poseen un código de colores para que su identificación sea más fácil.

Tabla 133| Clasificación de riesgos según la matriz IPER. Elaboración propia

Grado de riesgo		Severidad		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad de ocurrencia	Baja	TRIVIAL	TOLERABLE	MODERADO
	Media	TOLERABLE	MODERADO	IMPORTANTE
	Alta	MODERADO	IMPORTANTE	INTOLERABLE

La matriz resultante se conoce como matriz IPER. Es una herramienta desarrollada para evaluar los procesos de cualquier empresa. El uso correcto de la matriz IPER ayudará a las empresas a cumplir con los requerimientos establecidos por las leyes en cuestiones de seguridad, para mejorar los procesos de capacitación de empleados y la planificación de nuevos trabajos. Su nombre viene de “Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos”

Se reconoce el riesgo como una conjunción de la probabilidad de que ocurra un incidente y la severidad de este. Para la Matriz IPER, el riesgo será crucial para determinar si se requiere o no un control sobre el proceso estudiado. Los diferentes tipos de riesgo son:

- **Riesgo trivial:** aquel riesgo que ha sido controlado y no representa una amenaza a la integridad de los trabajadores.

- **Riesgo tolerable:** a pesar de no necesitar de una acción que lo revierta, estos riesgos deben mantenerse vigilados para asegurarse de que no dañen la productividad
- **Riesgo moderado:** aquél que requiera de alguna acción para ser revertido de forma permanente
- **Riesgo importante:** cuando el proceso debe ser detenido hasta que el riesgo sea mitigado
- **Riesgo intolerable:** cuando la situación pone en peligro la integridad de personas o bienes materiales. El proceso queda prohibido hasta que el riesgo sea controlado.

Primero que nada, se deben especificar los diferentes procesos que serán analizados. Para un mejor resultado, se sugiere que se capacite al mayor número de empleados para que aprendan a reconocer los riesgos y a calificarlos. Los procesos a evaluar deben ser aquellos implementados de forma regular en la empresa.

Se identificaron los diferentes riesgos específicos determinados para la planta de separación, clasificación y disposición final de RSU, los mismos fueron los divididos en dos tipos:

1. **Riesgos propios de funcionamiento:** contaminación de aguas subterráneas, derrame de residuos, accidente vehicular o incidentes de transporte de fardos o de ingreso y egreso de camiones, incendios, explosiones, derrames de aceites y/o combustibles, fuga de combustibles, accidentes de trabajo, falla de maquinarias
2. **Riesgos naturales:** inundaciones, tormentas peligrosas

Para el caso de los factores, los riesgos se clasifican por su probabilidad:

1. *Baja:* El incidente se ha presentado una vez o nunca en el área (durante un año)
2. *Media:* El incidente se ha presentado entre 2 y 11 veces en el área (durante un año)
3. *Alta:* El incidente se ha presentado 12 veces o más en el área (durante un año)

Y también por su severidad:

1. *Ligeramente dañinos:* primeros auxilios menores, rasguños, contusiones, erosiones leves.

2. *Dañinos*: lesiones que requieren tratamiento médico, esguinces, torceduras, quemaduras, fracturas, dislocación, laceración que requiere suturas, erosiones profundas.
3. *Extremadamente dañinos*: fatalidad, para/cuadriplejia, ceguera, incapacidad permanente, amputación, mutilación.

Así, la matriz asociada viene con un puntaje, el cual es:

Tabla 134| Valoración de riesgos. Elaboración propia

Grado de riesgo		Severidad		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad de ocurrencia	Baja	12 a 20	12 a 20	24 a 36
	Media	12 a 20	24 a 36	40 a 54
	Alta	24 a 36	40 a 54	60 a 72

Tabla 135| Puntajes según probabilidad y severidad. Elaboración propia

Tipo	Riesgo	Puntaje
Probabilidad de ocurrencia	Baja	3
	Media	5
	Alta	9
Severidad	Ligeramente dañino	4
	Dañino	6
	Extremadamente dañino	8

La forma correcta de actuar ante los peligros identificados, así como su severidad y probabilidad de ocurrencia, es necesario controlar o mitigar de la forma que más resulte apropiada. Las formas más comunes de control (ordenadas de acuerdo a su prioridad, es decir, de las más adecuadas hasta los últimos recursos) son las siguientes:

- Eliminar el proceso: cuando se trata de riesgos importantes.
- Sustituir el proceso: encontrar un equivalente menos riesgoso.
- Control de ingeniería: reparar, reinstalar, etc.
- Control administrativo: planear el proceso de una forma diferente.
- Equipos de protección individual: ante riesgos tolerables el uso de casco, etc.

La lista de situaciones, sus lugares de ocurrencia, su probabilidad, su severidad, su puntaje y su factor de riesgo se listan en la tabla de abajo.

Tabla 136| Matriz de análisis de riesgos del relleno. Elaboración propia

Naturaleza	Riesgo	Lugar	Probabilidad	Severidad	Resultado	Grado de riesgo
Propios de funcionamiento	Contaminación de aguas subterráneas	Trincheras de disposición final	Baja	Extremadamente dañino	24	MODERADO
	Derrame de residuos	En todo el predio	Media	Ligeramente dañino	20	TOLERABLE
	Accidente vehicular fuera de la planta	Calles y caminos internos	Baja	Dañino	18	TOLERABLE
	Accidente vehicular en zona de planta	Planta de Separación de RSU	Baja	Extremadamente dañino	24	MODERADO
	Incendios	En todo el predio	Media	Extremadamente dañino	40	IMPORIANTE
	Explosiones	En todo el predio	Baja	Extremadamente dañino	24	MODERADO
	Derrames de combustibles y/o aceites	Área de almacenamiento de vehículos y/o las calles de circulación internas	Baja	Ligeramente dañino	12	TRIVIAL
	Accidentes de trabajo	En todo el predio	Media	Dañino	30	MODERADO
	Falla de las maquinarias	Planta de Separación de RSU	Media	Dañino	30	MODERADO
	Inundaciones	En el sector más bajo del predio o en una trinchera en operación	Baja	Ligeramente dañino	12	TRIVIAL
Naturales	Tormentas severas	En todo el predio	Baja	Dañino	18	TOLERABLE

Se destacan como el riesgo más importante el relacionado a los posibles incendios, seguidos por los riesgos que presentaron una valoración de moderado siendo estos: explosiones, accidentes vehiculares en la planta, contaminación de aguas subterráneas, fallas de máquinas y accidentes de trabajo, finalmente y con un grado menor de relevancia se ubican: derrame de residuos, derrames de aceites o combustibles, accidentes vehiculares fuera de la planta, tormentas severas e inundaciones.

Para cada uno de los riesgos, que fueron valorados como moderado e importante, se diseñó un plan de acción, en caso de que el evento ocurra.

- 1. Plan de acción antincendios y explosiones:** Todo personal que detecte un incendio o presencia una explosión, deberá avisar a su superior de forma inmediata, y se dará parte de forma urgente a los bomberos. Al momento de que se conozca el suceso, se suspenderán las actividades en el lugar, se cortará el suministro de energía eléctrica y se detendrá todo proceso relativo a la empresa actuando en el sitio afectado. Se delimitará el área a fin de que nadie pueda ingresar al sector. Si fuese posible el maquinista deberá tapar con tierra los residuos que queden expuestos a fin de evitar la combustión de los mismos, en caso de que no haya peligro de explosividad.

Todos los operarios deberán ser evacuados a una zona segura. Se iniciarán las acciones básicas de control de incendios, mediante extintores, siempre que el siniestro sea de pequeña dimensión, o bien, con el uso de mangueras y otros medios que vuelvan inerte el peligro. Si el siniestro es de gran dimensión, se esperará a que actúen las brigadas de bomberos.

En caso de explosión deberán monitorearse permanentemente las conducciones de biogás, a fin de determinar la posible fuga del mismo, y remediar el suceso, por lo cual se debe seguir el plan de monitoreo que se nombró anteriormente.

- 2. Plan de acción ante accidentes vehiculares:** Para este punto está contemplada la problemática vial dentro del predio, en donde en toda ocasión se priorizará la atención de las personas que estén involucradas en el evento, sin importar el daño causado a las instalaciones o a los vehículos implicados. En función de la gravedad del suceso, se deberá convocar a las emergencias médicas como a los bomberos, para asistir lo más rápido posible a los damnificados. Si existen personas que participaron en el hecho y se encuentran conscientes y no posean ninguna lesión aparente, se las tratará de ayudar para que puedan salir del

vehículo. Se deberá impedir el ingreso de vehículos que no sean ambulancias, bomberos o policía al predio.

Si se generase un principio de incendio, se deberá tratar de eliminarlo con extinguidores a tal fin, por lo cuál para ello fueron dispuestos los extintores con ruedas o móviles. Si existe derrame de combustible desconectar la batería del o de los vehículos, y por último, se intentará remover los vehículos del camino, y disponerse en la nave de almacenamiento de máquinas y vehículos hasta tanto pueda ser llevado a un sitio para reparar, o un mecánico pueda asistir con la reparación de los mismos.

- 3. Plan de acción ante accidentes de trabajo y falla de máquinas:** Sea cual fuera la magnitud del mismo deberá quedar debidamente asentado en una planilla de control.

Primero, se debe comunicar inmediatamente al superior a cargo, si el suceso es de poca importancia, y se comenzará con las acciones básicas de curación, limpieza etc., en función de los elementos con los que cuente el botiquín, que estará siempre a disposición del personal. Posteriormente se llamará al servicio de emergencias, o se transportará al accidentado a un centro de atención, en función de lo que se crea conveniente. Simultáneamente se evacuará a todo el personal del lugar del accidente. Una vez controlada la emergencia se hará una evaluación de los hechos que originaron el accidente y la magnitud de su gravedad. Se desarrollarán posteriormente capacitaciones relacionadas al evento a fin de que no vuelva a ocurrir

- 4. Plan de acción ante la contaminación de aguas subterráneas:** debido a que el suceso puede deberse a una rotura o rajadura de las membranas que se encargan de impermeabilizar el fondo de cada trinchera, al momento de la detección del suceso se dará aviso de forma inmediata a su superior, quien deberá informar al encargado de la planta de disposición final de RSU. Se determinará la magnitud de la problemática y se definirá cómo actuar en consecuencia.

Si se determina que la rotura es de un tamaño menor, se suspenderá la incorporación de residuos en ese sector a fin de poder realizar la reparación, y se habilitará otro lugar de celda para disponer los residuos que continúen llegando.

Si la magnitud de la rotura fuera considerable se realizará los siguientes pasos:

- Se contactará de forma inmediata a quien realice reparaciones y soldaduras de membranas.
- Se detendrá la incorporación de residuos en toda la trinchera y se dispondrá una nueva celda para que no se genere acumulación de residuos. Si no se cuenta con una habilitada, se dispondrá en el predio un lugar transitorio para el volcado de los residuos hasta tanto se realice la reparación.
- Durante todo el proceso se prestará principal cuidado en las cañerías de recolección del gas y se tomarán las medidas necesarias para la minimización de incendio.
- A través de los freáticos instalados se realizará un seguimiento de la calidad del agua subterránea a fin de verificar las implicancias de la rotura en el acuífero

8.2 Matriz de impacto ambiental resultante

8.2.1 Matrices de impacto ambiental

La matriz de impacto ambiental resultante se adjunta en las siguientes páginas a tal fin para visualizar el desarrollo del impacto ambiental de relleno en sus etapas de construcción, operación y cierre y de la planta de separación de RSU en sus etapas de construcción y operación.

Las matrices de Bejerman puestas en orden son:

1. Matriz de impacto ambiental de la Planta de Separación (términos)
2. Matriz de impacto ambiental de la Planta de Separación (valores)
3. Matriz de impacto ambiental del Relleno (términos)
4. Matriz de impacto ambiental del Relleno (valores)

8.2.2 Impactos ambientales encontrados

8.2.2.1 Impactos producidos por el relleno sanitario

Como se ha mencionado, el relleno sanitario está dividido en 3 etapas, cada una analizada preferentemente para conocer cuál es el impacto generado y qué medidas pudieron tomarse a tal fin. En la etapa constructiva, se reconocen los siguientes impactos:

- **Impactos críticos:** se han reconocido impactos críticos por la modificación del relieve al introducir depresiones en la elaboración de trincheras, y todas las tareas a tal fin. También, en la modificación de la calidad edáfica y la remoción del horizonte superficial, por las tareas propias de obtener un terreno apto para disponer los RSU, y en la denudación de suelos consecuentemente por estas tareas, al igual que el cambio paisajístico temporal por los movimientos de suelos originados.
- **Impactos severos:** están asociados a la modificación del relieve, no siendo críticos por las modificaciones menores sobre las cavas, y la estabilidad lateral de taludes para ingreso y egreso de vehículos. También se incluyen los aumentos de emisiones (sobre todo de partículas de la remoción del horizonte superficial) y los sonidos y vibraciones de los caminos perimetrales. A ello se le suma la pérdida de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea por esas razones, y la microfauna edáfica que ya no habitaría en el humus del suelo. Las aves, mamíferos y reptiles ven bloqueadas sus salidas, y el pasaje por el predio (que está en contacto con un monte natural al lado de las vías), y se puede ver reducida la visibilidad de los lugares por los montículos de tierra, como la denudación de superficies en las tareas menores. Por último, cabe destacar el incremento de accidentes en las etapas de operación de las cavas ya que involucran grandes movimientos de suelo y muchas máquinas trabajando simultáneamente.
- **Impactos moderados:** se deben principalmente a la erosión del suelo, a los aumentos de niveles sonoros y vibraciones en cada etapa de la construcción del relleno por el movimiento vehicular y las tareas de acondicionamiento y preparación del predio. A ello se le incluye la microfauna y los animales afectados por las tareas de acondicionamiento, y el efecto barrera asociado, y la posibilidad baja de accidentes como los cambios de uso del suelo (que si bien

dejaría de ser un BCA, los residuos quedarían enterrados, modificando su destino)

- **Impactos irrelevantes:** son las emisiones, ruidos y vibraciones producidas por las tareas de mantenimiento y la impermeabilización, que no son tan intensas como otras etapas, como el efecto barrera producido por el desmonte y limpieza del predio ya que no serán suelos útiles de construcción y se tratarán de acopiar. A su vez, esa vista no interrumpe tanto la visibilidad, aunque su presencia es llamativa, y los caminos perimetrales tampoco se consideran una gran intrusión ya que son a nivel del suelo, y moviéndose siguiendo las líneas municipales del predio. Tendrán pequeñas incidencias sobre la salud de las personas por las voladuras de suelo y material particulado, y los caminos originarán un cambio pequeño en la circulación (tránsito) por el movimiento de las máquinas al predio. Por último, cabe destacar la presencia de accidentes reducidos por la impermeabilización y las estructuras para captar gases, ya que se trabajan con elementos montables pero que pueden romperse.
- **Impactos sumamente beneficiosos:** no se han encontrado impactos sumamente beneficiosos en la etapa de construcción.
- **Impactos muy beneficiosos:** se considera muy beneficiosa la actividad económica inducida de la construcción de caminos, ya que en esa etapa puede mezclarse suelo natural con cemento para obtener la mezcla deseada, se pueden perfilar los terrenos, conocer a grandes rasgos cuánto suelo natural negro disponible podrá usarse, y comerciar el resto de las tierras o destinarla para otros usos.
- **Impactos beneficiosos:** son beneficiosas todas las actividades relacionadas a la construcción del predio, y que ayudan a la gestión del municipio porque el dinero obtenido permite pagar sueldos a los empleados para la ejecución, o permitir la licitación a una empresa dedicada, generando empleo temporal por cada vez que se construyan más caminos y más trincheras.

En la etapa operativa, se reconocen los siguientes impactos:

- **Impactos críticos:** se pueden identificar como impactos críticos los accidentes relacionados con la operación de las trincheras durante la etapa de recepción de RSU y el triturado y distribución de los mismos en la trinchera, por la presencia de accidentes de tránsito, o bien, de elementos que puedan comprometer la

integridad de las máquinas. A su vez, una mala tarea de conducción o de guía de los vehículos puede resultar en un problema o una caída.

- **Impactos severos:** se identifican los aumentos de niveles de emisión de gases de efecto invernadero y metano producto del sistema de captación de gas, el incremento de los niveles sonoros durante el soterrado de residuos, por el movimiento de máquinas, que, si bien es puntual, involucra tareas de carga, descarga y topado que tienen niveles sonoros mayor a 60 u 80 dB. También se ve modificada la visibilidad por la cobertura periódica por los movimientos de montículos de suelo, y por ende, produce un cambio en el paisaje (por la barrera de suelo producida para estas tareas). Toda tarea de manejo de RSU genera efectos adversos de la salud porque no se pueden evitar la presencia de vectores, de voladuras de material particulado, ni tampoco el no entrar en contacto con los residuos mientras ello ocurre. Por último, se cuenta el riesgo de accidentes producidos por el soterramiento de residuos, que puede llevar acarreado el riesgo de incendios, explosiones, u otros accidentes laborales, y el incremento de transporte que se puede identificar por la disposición final diaria de residuos.
- **Impactos moderados:** se cuentan como moderados los impactos producidos por los aumentos de niveles sonoros y de vibraciones del soterramiento de residuos, la posible modificación de la calidad de agua subterránea por las tareas de recirculación de lixiviados, la presencia de reservorios artificiales (ya que se dispone una laguna de evaporación y acopio de lixiviados excedentes), y la afectación de la microfauna que se encuentra en el suelo de cobertura por la recirculación de lixiviados. También se incluye los efectos de la salud de la captación de gases por los malos olores del venteo de biogás, y los efectos en los trabajadores (población activa), que deben convivir con esas condiciones. Por último, se cuentan los riesgos de accidentes en la cobertura periódica por mal enterramiento de residuos, por escape de gases, o por presencia de vectores, y los de recirculación de aguas lixiviadas producto de que pueden ocurrir derramamientos en el predio de líquidos, rebalse de la laguna de lixiviados o fugas.
- **Impactos irrelevantes:** son irrelevantes todas las emisiones de todas las etapas de operación del relleno, a excepción de la emisión de gases, el incremento de niveles sonoros de la recirculación de lixiviados (producto del uso de bombas

recirculadoras), y la visibilidad afectada por las tareas de enterramiento. A ello se le suman las bajas probabilidades de accidentes en las tareas generales de mantenimiento.

- **Impactos sumamente beneficiosos:** en esta etapa no se han identificado impactos sumamente beneficiosos para la población (directa e indirectamente).
- **Impactos muy beneficiosos:** tampoco se han identificado impactos muy beneficiosos para la etapa operativa
- **Impactos beneficiosos:** los impactos beneficiosos se encuentran en la gestión municipal, ya que el relleno es operado por el municipio, la generación de empleo durante el tiempo de duración del relleno (por eso su efecto permanente), y las actividades económicas que pueden derivarse de la recirculación de lixiviados, ya que pueden tener un beneficio para el riego forestal como efecto de tratamiento, o bien, porque pueden incorporarse, sin grandes gastos, sistemas de tratamiento de aguas lixiviadas para obtener agua limpia, en forma modular.

Por último, en la etapa de cierre y posclausura del relleno sanitario, se tienen en cuenta los siguientes impactos:

- **Impactos críticos:** es la intrusión visual (pero temporaria) de cierre de cada trinchera, ya que viene incluido el inicio de la siguiente, por la generación de nuevos montículos y grandes movimientos de suelos
- **Impactos severos:** como severos se pueden identificar la modificación de la calidad edáfica, por las capas de suelos que contiene, y porque los gases, con el tiempo, pueden (aunque para eso fue diseñado el relleno), disiparse, y contaminar el suelo que sirve para revegetar, pero ya no con árboles o arbustos como estaba originalmente. También la visibilidad por las tareas mencionadas anteriormente en el impacto crítico, y el cambio en la estructura paisajística asociado. También se cuenta el riesgo de accidentes por las celdas cerradas, que fueron nombrados en el plan de acción y prevención de riesgos, y los cambios en el uso del suelo, que por cada trinchera cerrada, el suelo ya no tiene las condiciones originales en un principio.
- **Impactos moderados:** se consideran el incremento de los niveles sonoros y las vibraciones por el cierre de cada trinchera y consecuentemente el inicio de una trinchera nueva.

- **Impactos irrelevantes:** incluye el aumento del nivel de emisiones de partículas y de polvo por el movimiento de suelo asociado.
- **Impactos sumamente beneficiosos:** no se han identificado impactos sumamente beneficiosos para la sociedad.
- **Impactos muy beneficiosos:** los impactos muy beneficiosos vienen acompañados de las tareas de pos-clausura del predio, luego de sus 15 años de funcionamiento. En primer lugar, la modificación de las costumbres por el uso recreativo que se le puede dar, por ser un predio que se puede parquear, como también, que el municipio pueda gestionar un sistema de emprendimientos que fueron mencionados en el subcapítulo 5.2.3.1.17, que generarían grandes beneficios económicos y generales a la población por su aprovechamiento.
- **Impactos beneficiosos:** se incluye la modificación de la calidad edáfica, luego de su cierre, por la reforestación y la presencia de nueva vegetación, el suelo poco a poco irá retomando fuerza y mejores condiciones hasta quedar totalmente parqueado. A su vez es mejor la visibilidad, ya que no sería un relleno sanitario, sino que pos-clausura sería un parque. Por la misma razón, mejora el uso del suelo como cultivo en lugares donde no haya residuos enterrados, y la generación de empleo, todo bajo la esfera del municipio. Por último, constituye un beneficio la modificación urbanística ya que estos suelos constituyen una nueva área verde donde la ciudad puede crecer como área de esparcimiento.

8.2.2.2 Impactos producidos por la Planta de separación de RSU

A diferencia del relleno, la planta tiene dos etapas, la construcción de la misma, y la operación (ya que el cierre del relleno se cuenta como cierre de la planta). Dentro de los impactos que se pueden mencionar en la etapa de construcción, se pueden enunciar:

- **Impactos críticos:** en la etapa de construcción la denudación de superficies en forma puntual, ya que la remoción del horizonte superficial es un impacto irrecuperable, irreversible, y necesario para lograr una base de apoyo para la planta, las oficinas, y las zonas de maniobras más la nave de almacenamiento de vehículos.
- **Impactos severos:** se encuentran aquí las tareas de modificación del relieve por una explanada uniforme, los movimientos de suelo de nivelación y consolidación del suelo, y las tareas finales de acondicionamiento. A ello se le

suman la remoción del horizonte superficial, y el aumento de niveles sonoros y vibraciones durante las etapas de nivelación y consolidación, por el área que ocupan todas las tareas. La pérdida de vegetación arbórea y arbustiva y la de la microfauna por el ordenamiento del predio son impactos importantes, pese a que no están en el relleno, porque son modificaciones irreversibles e irrecuperables. La construcción genera intrusiones visuales y cambios en la visibilidad al generar una estructura que antes no estaba en ese lugar, modificando el paisaje, por ende. Por último, se considera el cambio en los usos del suelo, ya que ha sido mejorado y tratado para soportar estructuras, en vez de ser un suelo natural, y el riesgo de accidentes laborales en las etapas de construcción, como de los accidentes y roturas de maquinarias en los primeros momentos.

- **Impactos moderados:** dentro de los moderados, se cuentan todas las afectaciones a la visibilidad por el movimiento de suelos, las tareas, las voladuras de polvo, y la creación de estructuras, y cómo afectan a todo tipo de fauna para poder pasar por ahí por el efecto barrera que genera emplazar una construcción en ese lugar. También se incluyen la erosión producida en el suelo por la corta remoción del horizonte superficial hasta la creación de bases para todo el sistema de separación y tratamiento de residuos, y las emisiones y vibraciones ocurridas durante las etapas de construcción por la concentración de maquinaria. También, los accidentes que pueden ocurrir durante las últimas etapas, que, si bien son de baja probabilidad, incluyen rotura de máquinas o peligros menores para los obreros.
- **Impactos irrelevantes:** los irrelevantes son los cambios en la calidad de vida por la voladura de polvo y material particulado inerte producto de la compactación, de la nivelación y otros movimientos de suelos para crear el sistema conjunto, y el cambio en las condiciones de circulación por la presencia de maquinarias y obreros trabajando, y yendo hacia el predio. A su vez, los movimientos de las máquinas y las tareas de acondicionamiento generan impactos irrelevantes de emisiones, vibraciones y ruidos.
- **Impactos sumamente beneficiosos:** no pueden identificarse impactos sumamente beneficiosos en esta etapa
- **Impactos muy beneficiosos:** no pueden identificarse impactos muy beneficiosos en esta etapa de la planta de RSU

- **Impactos beneficiosos:** los impactos beneficiosos asociados son la gestión municipal, no sólo durante la construcción, sino también a la imagen de ser una ciudad a la vanguardia en materia de sustentabilidad y residuos, en términos de GIRSU, y la generación temporal de empleo durante su construcción. También las actividades económicas inducidas de quitar el suelo o tierra negra por las mismas razones que el relleno sanitario, y las etapas de nivelación ya que pueden producirse ahorros de suelo para poder crear explanadas en base a la remoción de terraplenes y la tapada de desmontes. Por último, el incremento de transporte resulta beneficioso para las etapas de construcción sobre todo durante la etapa de mudanza de la planta, al trasladar los materiales al lugar, y permitir que se vayan acomodando los caminos para la recepción de vehículos pesados a futuro.

Y dentro de los impactos operativos, se pueden contar:

- **Impactos críticos:** no se han identificado impactos críticos durante esta etapa.
- **Impactos severos:** dentro de los impactos moderados se evalúan el uso de máquinas para enfardado y trituración, ya que los indicadores de sonido pueden medir presiones de 80 o más dB por la destrucción de reciclables, como también el almacenamiento de fardos y acopio de otros elementos, ya que no todos irán dentro de la planta, ya sea para dejar más lugar para más stock o bien porque es más seguro disponerlos afuera, y cómo se ve afectado el paisaje por el compost, que si bien es beneficiosa la creación de un sistema de compostaje, son en esencia montículos de tierra que pueden percibirse. Por último, cabe destacar los accidentes que pueden ocurrir en todas las etapas de la empresa, a excepción de la limpieza, ya que los riesgos asociados a los accidentes laborales pueden ocurrir allí, sobre todo en la descarga de RSU, que puede acarrear elementos cortopunzantes u otros que pueden ocasionar daños físicos a las personas si no se manejan con cuidado
- **Impactos moderados:** dentro de los moderados se encuentran los aumentos de niveles sonoros y de vibración por el uso de vehículos y máquinas en cada etapa, sobre todo en la trituración que la máquina puede vibrar en el lugar por la lentitud de su movimiento y por la tarea de desgranado. A su vez se cuentan los impactos producidos por los accidentes en la desinfección y limpieza de la planta por los malos olores, los elementos en descomposición que se encuentren o porque puedan llegar a haber vectores que deben de eliminarse, además del incremento

de transporte respecto de las condiciones normales por el ingreso de RSU y la salida de los mismos.

- **Impactos irrelevantes:** Quedan como irrelevantes otros sonidos y vibraciones durante la ejecución de las tareas en la planta y la visibilidad de los elementos de rechazo que deben de acopiarse y dejarse al alcance de las maquinarias cuando se vayan a disponer en las trincheras.
- **Impactos sumamente beneficiosos:** no se han identificado impactos sumamente beneficiosos en esta etapa.
- **Impactos muy beneficiosos:** como muy beneficiosos pueden identificarse las actividades económicas inducidas por la creación de una cancha de compostaje, ya que el municipio puede vender las bolsas, crear un mercado a base de ello, o permitir que las personas en el Plan GIRSU compitan económicamente por la producción de compost en un entorno sano de proliferación de emprendimientos, y la modificación de las costumbres logradas en la población para lograr la creación de la cancha de compostaje, ya que puede aprovecharse el compost para huerta, jardinería, viveros, otros usos, o bien, para impartir talleres sobre reducción de la huella de carbono y aumentar la huella verde de la población, entre otros.
- **Impactos beneficiosos:** como beneficiosos son la creación de empleo permanente que trabaje en la planta, todo bajo la gestión municipal por ser manejada por el estado, otras actividades económicas inducidas (venta particular de la chatarra por parte de los recuperadores que les genera ganancias extras por ejemplo, o bien la venta de leños ecológicos o el material tratado con mayor valor agregado para las empresas que las compran), y los efectos ya conocidos de reducción del relleno y la contaminación y el mejor aprovechamiento del compost para uso particular o general de los habitantes de Herrera.

8.3 Conclusiones del estudio de impacto ambiental

Como pudo verse en el estudio de impacto ambiental, hay muchas medidas para mitigar impactos, los cuáles fueron contempladas, en términos de seguridad en distintos puntos del cuerpo del proyecto, así como un plan de contingencias de riesgos y la elaboración de un plan de monitoreo, y alternativas de cierre y clausura.

Más allá de eso, todos los impactos contemplados, como pudieron verse, son en mayor o menor medida mitigables, siendo los críticos principalmente los que tienen que ver con el uso del suelo, ya que la basura irá enterrada, y la misma introduce cambios edáficos que deben de minimizarse lo más que se pueda en la medida de lo posible para evitar la contaminación de los recursos.

Fuera del monitoreo propuesto, siempre debe tenerse en cuenta el cuidado y las precauciones correspondientes para salvaguardar el agua subterránea, ya que es el recurso natural del cual la ciudad se sirve para consumo de agua potable.

También, muchos de los cambios estéticos (como la creación de la cortina forestal, o la adaptación de canteros y zonas de arbolado) son útiles a la hora de mitigar impactos, ya que la cortina forestal y la implantación de especies o la mantención de puntos de especies naturales sirven para absorber gran cantidad de los daños producidos, manteniendo un ambiente seguro para las personas alrededor del relleno.

Sin embargo, cabe mencionar que pese a todos los recaudos, las condiciones de trabajo son insalubres, y la seguridad, como se ha visto en el trabajo, es materia importante siempre en este tipo de lugares por la peligrosidad a la que las personas se encuentran expuestas a diario, dato no menor para tener en cuenta durante toda la vida útil del predio. Por eso, mitigar, contener, disminuir y en lo posible evitar accidentes y riesgos es fundamental para el buen funcionamiento de la planta y la creación de un ambiente laboral agradable para los operarios como para el público en general, desde administrativos a visitantes.

9 CONCLUSIÓN

Como un análisis final al proyecto ejecutivo, en particular, y al resto de los anteproyectos vistos, ha de destacarse que para abordar la nave de separación de residuos fueron evaluados minuciosamente todos los aspectos, ya que un proyecto de esta magnitud no sólo debe analizarse desde los conceptos propios de la Ingeniería Civil, sino también, desde la salud y seguridad de las personas, de la salud ambiental del entorno y desde el punto de vista sociocultural, tarea que no fue sencilla de completar desde una única mirada, por lo que fue imprescindible la participación de todas las personas en el desarrollo de todo el cuerpo del trabajo.

Es de resaltar que tanto las tareas como todas las actividades directa o indirectamente relacionadas al tratamiento de RSU son importantes, independientemente de los actores y al público al que esté dirigido, porque conducen a un ambiente sano, a un futuro mejor y a una mejor calidad de vida en términos generales, y que debe cuidarse tanto al trabajador como al resto de las personas pues involucra labores peligrosas, y riesgos eventuales, a los que los sujetos intervinientes deben estar preparados, como se ha visto en el análisis de riesgos.

Por otro lado, una obra de esta índole siempre (al igual que las demás) genera impactos ambientales negativos, que pueden destacar aún más que los positivos, pero, es a fin de cuentas el cómo se disponen los residuos y a dónde apuntan las gestiones que el futuro de un relleno termina siendo positivo, ya sea por las actividades económicas que de él se desprenden como del uso que se le puede dar una vez que haya cumplido su vida útil.

Es de resaltar que es materia común de la Agenda 2030 el tratamiento de los RSU, ya que es de las primeras causas que desencadenan mayores efectos negativos en las urbes y en las personas en situación de vulnerabilidad, tarea que se debe corregir a priori para asegurar una mejor salud general.

Es de mencionar que durante los relevamientos se observaron muchas problemáticas distintas, y se deja abierta la oportunidad a futuro a quién corresponda de poder ahondar más en la situación de poblados como el de Herrera, ya que continuamente surgen necesidades en la población en las que una obra puede solucionar muchas deficiencias estructurales y urbanas que son tema de conversación entre los habitantes.

En la creación de este proyecto, se utilizaron los conocimientos adquiridos y se incorporaron nuevos, ya que las dificultades que fueron surgiendo necesitaban de una

readaptación por parte del equipo para abordar a la mejor solución posible que sea de utilidad y aplicabilidad a la situación que se estaba encarando, con la respectiva seriedad que el tema merece, como lo es el tratamiento de RSU o bien la modificación de la traza vial.

Se destaca la buena predisposición de cada una de las partes que ha colaborado en este proyecto para hacerlo posible, y la actitud comedida y solidaria para con el grupo de investigación en cuanto a las consultas realizadas hasta su finalización, agradeciéndole a cada uno de ellos por el acompañamiento que han dado durante esta etapa que actualmente culmina.

10 BIBLIOGRAFÍA

- AbyPer S.A. (s.f.). *Abecom*. Recuperado el 13 de Octubre de 2022, de Compactadoras Enfardadoras Verticales EV: <https://www.abyper.com.ar/abecom/compactadoras-enfardadoras-verticales-EV>
- Administración de Parques Nacionales. (2020). *Lista de árboles y arbustos recomendados - para la "Cuenca del A° Palmar" - Entre Ríos, Argentina*. Recuperado el 17 de Marzo de 2023, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria | Argentina.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-1_pn_inta_fvs_rboles_arbustos_recomendades_ne_erios.pdf
- Agencia de Administración de Bienes del Estado. (14 de Septiembre de 2017). *Manual de Estándares*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2022, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aabe_manualdeestandares_0.pdf
- Agüero, E. (Septiembre de 2014). *Lineamientos para una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Frías, Santiago del Estero*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de RDU - UNC: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1543/Proyecto%20Integrador%20-%20Ag%C3%BCero%20Eugenia.pdf?sequence=1>
- Aguilar Virgen, Q., Armijo de Vega, C., Taboada González, P., & Aguiar, X. (1 de Julio de 2010). Potencial de recuperación de residuos sólidos domésticos dispuestos en un relleno sanitario. *Revista de Ingeniería, Vol. 32(N°1)*, 16-27. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/rdi/article/view/7234>
- Alberto Tasi, H. A. (Febrero de 2009). *Aplicación de las Cartas de Suelos en Entre Ríos, Argentina, para evaluar Índices de Productividad específicos para los principales cultivos agrícolas*. La Coruña, España: Universidad da Coruña. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Tesis Doctoral: file:///C:/Users/marti/Downloads/Tasi_HugoArmandoAlberto_TD_2009.pdf
- Altertecnia. (10 de Junio de 2021). *Las claves para el diseño de un buen layout | ALTERTECNIA*. Recuperado el 20 de Abril de 2023, de Altertecnia: <https://altertecnia.com/claves-disenar-buen-layout/>

-
- Altos Hornos de México S.A. (2013). *Manual de Diseño para la Construcción con Acero* (Primera ed., Vol. I). Grupo AZero. Obtenido de https://grupoazero.mx/docs/MANUAL_AHMSA_2013-2.pdf
- Amico, I. (Agosto de 2011). Cortinas Forestales. *Revista Forestal*, Vol. 22(Nº1), 99-102. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_forestal22_alamos_cortinas.pdf
- AñosLuz. (11 de Agosto de 2021). *Calcular la bandeja portacables adecuada – Años luz*. Recuperado el 2 de Junio de 2023, de Años luz: <https://xn--aosluz-wwa.com.ar/consejos-para-elegir-la-bandeja-portacables-adeuada/>
- Argentina.gob.ar. (s.f.). *Consumo básico de electrodomésticos*. Recuperado el 2 de Junio de 2023, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/enre/uso-eficiente-y-seguro/consumo-basico-electrodomesticos>
- Argentina.gob.ar. (s.f.). *Financiamiento internacional/BID*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/financiamiento-bid>
- Arnal, E., Gutiérrez, A., Montemayor, F., & Achabal, F. (2014). *Proyecto y Construcción de Galpones Modulares* (Primera ed., Vol. I). PAG MARKETING SOLUCIONES S.A. Obtenido de https://www.academia.edu/44013052/Proyecto_y_construccion_de_galpones_modulares
- Asociación Internacional de Seguridad Social. (2017). *Visión Zero - Las 7 reglas de oro para un trabajo saludable y sin accidentes* (Primera ed.). Asociación Internacional de Seguridad Social. Obtenido de <https://visionzero.global/sites/default/files/2017-08/3-Vision%20Zero%20Guide-Web.pdf>
- Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. (16 de Abril de 2019). Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de Ecología y Ecobiografía: <https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=140d4525a0c94744b3b7bfd8423a1294>
- Avalos, B. E., & Mettler, D. L. (2019). *Planta de tratamiento de residuos sólidos*. Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de RIA UTN: <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4452/2020.05.07.PF.Avalos.Mettler%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
-

-
- Calcule la cantidad necesaria de extractores para su instalación.* (s.f.). Recuperado el 23 de Mayo de 2023, de Extractores Eolicos Pugliese: <https://tecnologiaeolica.com.ar/calculo.html>
- Calo, D., Souza, E., & Marcolini, E. (2014). *Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón* (Primera ed.). Instituto del Cemento Portland Argentino.
- Camaño, E., & Guinle, M. (3 de Septiembre de 2004). *Ley N°25.916 - Gestión Integral de Residuos Domiciliarios*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <http://www.entrierios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/Nacionales/Ley%20Nro25916.pdf>
- Cámara Argentina de Comercio y Servicios. (Abril de 2019). *Estudio sobre asimetrías regionales en Argentina Introducción*. Recuperado el 14 de Junio de 2022, de Cámara Argentina de Comercio y Servicios: https://www.cac.com.ar/data/documentos/33_Estudio%20sobre%20asimetr%C3%ADas%20regionales%20en%20Argentina%20-%20abril%202019%20-%20versi%C3%B3n%20final.pdf
- CAPITULO 2 ~ DISEÑO DE CANALES.* (s.f.). Recuperado el 13 de Febrero de 2023, de Repositorio PUCP: https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/41245/mecanica_fluidos_cap02.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Carmona Muñoz, R. (s.f.). *Cómo calcular nave industrial o galpón con CYPE3D – EasyCte*. Recuperado el 15 de Mayo de 2023, de EasyCte: <https://easycyte.com/como-calcular-nave-industrial-galpon-cype3d/>
- CEAMSE. (Junio de 2012). *Diseño de un relleno sanitario*. Recuperado el 23 de Marzo de 2023, de CEAMSE: <https://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/disenio-relleno-sanitario.pdf>
- CEAMSE. (Junio de 2012). *Resolución N°1.143/02*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2022, de CEAMSE: <https://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/1143-2002.pdf>
- Cerana, J. A., Wilson, M., De Battista, J. J., Noir, J., & Quintero, C. (Abril de 2006). Estabilidad estructural de los vertisoles de entre ríos en un sistema arrocerero regado con agua subterránea. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, Vol. 35(N° 1)*, 87-106. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/864/86435106.pdf>
-

-
- Cháves Vargas, M., Núñez Morales, J., Obregón Matamoros, K., Rojas Ballesteros, R., & Trejos Elizondo, A. (Junio de 2018). Diseño del Sistema de Drenajes de la celda 2 en el Relleno Sanitario, Parque Eco Industrial, Miramar. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de https://content.meteoblue.com/en/research-education/scientific-cooperations/results-outcomes/20180619_CR_Instituto-Tecnologico-de-Costa-Rica-sede-central-Cartago-Costa-Rica_Maricela-Chaves-Vargas-et-al_Disenodel-Sistema-de-Drenajes_ES.pdf
- Colegio N°2 "Manuel Belgrano". (s.f.). *Colegio de Herrera*. Recuperado el 23 de Julio de 2022, de Escuela Secundaria N° 2 "Gral. Manuel Belgrano" - Herrera, Entre Ríos: <http://colegio2herrera.blogspot.com/>
- Comisión del Código de Edificación. (2015). Código de Edificación de Concepción del Uruguay. Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina: Municipalidad de Concepción del Uruguay. Recuperado el 3 de Mayo de 2023, de [cdeluruguay.gov.ar: https://cdeluruguay.gov.ar/images/couyce/codigodeedificacion/CodigoEdificacionUNIFICADO4209y8624II.pdf](https://cdeluruguay.gov.ar/images/couyce/codigodeedificacion/CodigoEdificacionUNIFICADO4209y8624II.pdf)
- Congreso de la Nación Argentina. (2008). *Constitución de la Provincia de Entre Ríos* (Primera ed.). Presidencia de la Nación. Obtenido de <https://www.congreso.gov.ar/constituciones/ENTRE-RIOS.pdf>
- Consejo Federal de Inversiones. (2012). *Diagnóstico del sistema de agua potable y saneamiento básico de la provincia de Entre Ríos | Consejo Federal de Inversiones*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Biblioteca CFI: <http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/diagnostico-del-sistema-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-de-la-provincia-de-entre-rios/>
- Consejo Federal Vial. (2014). *Red Vial Nacional*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Consejo Vial Federal: http://www.cvf.gov.ar/red_vial_nacional.php
- Consejo Federal Vial. (2019). *Red Vial Provincial*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Consejo Vial Federal: http://www.cvf.gov.ar/red_vial_provincial.php
- Consortio GIRSU Virch-Valdés. (s.f.). *¿Qué son los RSU y qué es la GIRSU?* Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de Consortio GIRSU: <https://consorciogirsu.com.ar/info-util-girsu/que-son-los-rsu-y-que-es-la-girsu/>
- Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado. (2011). *CEAMSE*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Capítulo 2 – Aspectos Biofísicos: <https://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Plan%20Girsu/A%20->
-

%20Area%20de%20Estudio/2-
%20Aspectos%20Biof%C3%ADsicos/Capitulo%202%20-
%20Aspectos%20Biofísicos.pdf

- Corena Luna, M. (2008). SISTEMAS DE TRATAMIENTOS PARA LIXIVIADOS GENERADOS EN RELLENOS SANITARIOS. 105. UNIVERSIDAD DE SUCRE.
- Correal, M., & Laguna, A. (Mayo de 2018). Estimación de costos de recolección selectiva y clasificación de residuos con inclusión de organizaciones de recicladores - Herramienta de cálculo y estudios de caso en América Latina y El Caribe. (1433), III. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://latitudr.org/wp-content/uploads/2018/08/Estimacion-de-costos-de-recoleccion-selectiva-y-clasificacion-de-residuos-con-inclusion-de-organizaciones-de-recicladores-Herramienta-de-calculo-y-estudios-de-caso-en-America-Latina-y-El-Caribe.pdf>
- CREA. (s.f.). *Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo Provincia de Entre Ríos*. Recuperado el 14 de Julio de 2022, de Mapa de OTBN con estado de planes financiados por Ley N°10.284, Decreto 1329/15: https://www.crea.org.ar/mapalegal/wp-content/uploads/2021/02/ficha_planes_entre_rios.pdf
- Cruz Toral, R. (1988). *Manual de Estacionamiento* (Primera ed.). Universidad Autónoma Popular del Estado de Puebla. Obtenido de <https://es.slideshare.net/cureno525/manual-estacionamiento>
- Cuartas Hernández, M. (12 de Diciembre de 2012). Optimización del diseño de vertederos de residuos sólidos basada en modelización. 330. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.
- CUENCA DEL RÍO GUALEGUAYCHÚ Cuenca N° 46 La Cuenca del río Gualeguaychú se ubica en el sudeste de la provincia de Entre Ríos*. (s.f.). Recuperado el 29 de Julio de 2022, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/46.pdf>
- Dal Molin, A., Knack, Y., & Villavicencio, M. (2016). CENTRO RECREATIVO, DEPORTIVO, SOCIAL Y CULTURAL. Aldea San Antonio, Entre Ríos, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de RIA UTN: <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/4840>
- Decreto 779-95 Anexo L*. (1995). Recuperado el 26 de Abril de 2023, de Artículo 22 de la Ley N° 24.449: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30389/dto779-1995-anexoL.htm>
- Díaz, E., Duarte, O., Cerana, J., & Fontanini, P. (2003). AJUSTE METODOLÓGICO EN LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA SATURADA “IN SITU” EN

-
- SUELOS VERTISOLES Y ENTISOLES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE GUELPH. *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo*, Vol. VI(Nº 1), 153.158. Obtenido de http://www.zonanosaturada.com/zns03/publications_files/p153-158.pdf
- Diehl, A., & Mendoza, G. (2016). Complejo Ambiental del Consorcio para la GIRSU del Área Metropolitana Corredor Ruta N°1.-. Santa Fe, Santa Fe, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/1477/PFC%20Diehl%2c%20Mendoza%20-%20Tomo%20II.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Dirección General de Alumbrado de Buenos Aires. (8 de Octubre de 2020). *MANUAL ALUMBRADO PÚBLICO*. Recuperado el 3 de Mayo de 2023, de Pliegos de Especificaciones Técnicas: <https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/PE-DEC-AJG-AJG-380-20-ANX-6.pdf>
- Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Entre Ríos. (2019). *Anuario Estadístico de la Provincia de Entre Ríos* (Primera ed.). Dirección General de Estadísticas y Censos. Obtenido de <https://www.entrerios.gov.ar/dgec/wp-content/uploads/2022/01/Anuario-Estadistico-DGEC-2019.pdf>
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (s.f.). *Mapas Temáticos | Dirección General de Estadística y Censos*. Recuperado el 15 de Julio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/dgec/mapas-tematicos/>
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (s.f.). *Proyecciones y Estimaciones | Dirección General de Estadística y Censos*. Recuperado el 15 de Julio de 2022, de <https://www.entrerios.gov.ar/dgec/proyecciones-y-estimaciones/>
- Dirección General de Planificación de la Provincia de Entre Ríos. (Septiembre de 2005). *“DESARROLLO TERRITORIAL, ESCENARIOS PROSPECTIVOS E INFRAESTRUCTURAS”*. Recuperado el 19 de Julio de 2022, de Ministerio del Interior: <https://mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-prov/ENTRERIOS/Desarrollo-Territorial-Escenarios-Prospectivos-e-Infraestructuras.pdf>
- Dirección General de Recursos Naturales. (25 de Septiembre de 1948). *Ley Nacional N°13.273 - Riqueza Forestal*. Recuperado el 17 de Marzo de 2023, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/REC%20NATURALES/MONTES>
-

%20NATIVOS/Ley%20Nacional%20de%20Riqueza%20Forestal%20-
%20Ley%20N%C2%BA%2013273%20M%20N.pdf

Dirección Nacional de Gestión Integral de Residuos. (s.f.). *GUÍA PARA LA FORMULACIÓN Y PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE OBRAS EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS* Dirección Nacional de Gesti. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia-para-la-formulacion-y-presentacion-de-proyectos-de-obras.pdf>

Dirección Nacional de Sustancias y Productos Químicos. (2020). *Residuos*. Recuperado el 18 de Abril de 2023, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/residuos.pdf>

Dirección Nacional de Vialidad. (2010). *Norma DNV 2010 - Capítulo 3*. Dirección Nacional de Vialidad.

Dirección Nacional de Vialidad. (2010). *Norma DNV 2010 - Capítulo 6* (Primera ed.). Dirección Nacional de Vialidad.

Dirección Nacional de Vialidad. (2010). *Normas DNV 2010 - Capítulo 5* (Primera ed.). Dirección Nacional de Vialidad.

Dirección Nacional de Vialidad. (2010). *Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial*. EICAM - Universidad Nacional de San Juan.

Dirección Nacional de Vialidad. (2013). *Manual de Señalamiento Horizontal* (Primera ed.). Ministerio de Transporte de Argentina.

Dirección Nacional de Vialidad. (2017). *Manual de Señalamiento Vertical* (Primera ed.). Ministerio de Transporte de Argentina.

Dirección Nacional de Vialidad. (2017). *PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS particulares PARA iluminación*. Recuperado el 4 de Mayo de 2023, de Ministerio de Transporte de la Nación: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/petp_iluminacion_0.pdf

Dirección Provincial de Obras Sanitarias. (2017). *Sitio oficial | DPOSER*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrierios.gov.ar/oser/>

E-Class. (24 de Octubre de 2022). *Matriz IPER: Qué es y para qué sirve*. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Blog eClass: <https://blog.eclass.com/en-que-consiste-la-metodologia-iper>

Eco-sistema de la Pampa - Ecorregion, ecosistema pampeano. (s.f.). Recuperado el 15 de Julio de 2022, de ArgentinaXplora: <https://argentinoxplora.com/activida/natural/pampa.htm>

-
- El Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina. (6 de Noviembre de 2002). *LEY GENERAL DE AMBIENTE*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de POLÍTICA AMBIENTAL ARGENTINA: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Élez Reche, D. (2014). *Diseño de Estructura Básica de Nave Industrial*. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Diseño: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74289/%C3%89LEZ%20-%20DISE%C3%91O%20ESTRUCTURA%20B%C3%81SICA%20DE%20NAVE%20INDUSTRIAL.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Engler, P., Rodríguez, M., Cancio, R., Handloser, M., & Vera, L. M. (2010). *Zonas Agroecológicas Homogéneas Entre Ríos*. Recuperado el 6 de Julio de 2022, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria | Argentina.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_zonas_agroecologicas_homogeneas_entre_ros.pdf
- Espinosa Silva, A., & González García, Á. (1 de Enero de 2001). La Acumulación de Basuras como Material Geotécnico II: Comportamiento de la Basura. *Revista de Ingeniería*, 14(Nº1), 56-70. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/rdi/article/view/6944>
- Estrucplan. (16 de Diciembre de 2016). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Parte 1 – Estrucplan*. Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de Estrucplan: <https://estrucplan.com.ar/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-parte-1-2/>
- Estructuras Frame Ec. (s.f.). *Galpones industriales, características y materiales*. Recuperado el 15 de Mayo de 2023, de Estructuras metálicas: <https://estructurasframe.ec/galpones-industriales-ecuador/>
- Estructuras metálicas Colombia. (s.f.). *Diseño y montaje de pórticos con estructura metálica*. Recuperado el 10 de Mayo de 2023, de Construcción en acero y montaje de estructuras metálicas: <https://www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-metalicas/porticos/construccion-de-porticos>
- Ex Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación. (1 de Agosto de 1990). *Resolución N°79.179/90*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2022, de Normativa | Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/recurso/93051/texact/htm>
-

-
- Flores Palenzona, M. (31 de Mayo de 2018). *Inventario de Plantaciones y Censo de Aserraderos Entre Ríos*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de Entre Ríos Forestal: <http://entreriosforestal.blogspot.com/2018/05/inventario-de-plantaciones-y-censo-de.html>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2022). *Manual de Compostaje Del Agricultor: Experiencias en América Latina*. FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo. (2010). *Manual Técnico de Estructuras Metálicas*. TecNAR. Obtenido de <https://www.herrerargentinos.com.ar/archivos/manual-estructuras-metalicas-7d58.pdf>
- GeotecniaFácil. (s.f.). ▷ *Cálculo "online" del coeficiente de balasto vertical y horizontal*. Recuperado el 30 de Abril de 2023, de Geotecnia Fácil: <https://geotecniafacil.com/modulo-balasto-horizontal/>
- GeotecniaFácil. (s.f.). *Cálculo online de la carga hundimiento terreno según CTE-SEC*. Recuperado el 30 de Abril de 2023, de Geotecnia Fácil: <https://geotecniafacil.com/formula-general-carga-hundimiento-cte/>
- Giorgi, N., & Luca, M. d. (2016). *Residuos sólidos urbanos, RSU: estudio de estrategia y factibilidad*. Cámara Argentina de la Construcción, Área de Pensamiento Estratégico.
- Giraldo, E. (1 de Enero de 2001). Tratamiento de Lixiviados en Rellenos Sanitarios: Avances Recientes. *Revista de Ingeniería, Vol. 14(Nº1)*, 44-55. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/rdi/article/view/6946>
- Gobierno de Entre Ríos. (25 de Abril de 1985). *Ley Orgánica N°3001*. Recuperado el 16 de Junio de 2022, de Ley N°3001 – Municipios: <http://www.entrerios.gov.ar/relmun/normas/3%20LEY%203001.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (2 de Marzo de 2006). *DECRETO N° 603 MGJEOYSP.- EXPTE. UNICO N° 591501 SMOYSP.- PARANA, 2 de Marzo de 2006 VISTO: La Ley Provincia*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/Provinciales/Decreto%20603-06.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (28 de Septiembre de 2009). *ANEXO I a la Resolución N°133/09*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de ANEXO I: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/ANEXO%20I%20Res%20133.pdf>
-

-
- Gobierno de Entre Ríos. (28 de Septiembre de 2009). *ANEXO II a la Resolución N°133/09*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de ANEXO II: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/ANEXO%20II%20Res%20133.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (28 de Septiembre de 2009). *ANEXO III de la Resolución N°133/09*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de ANEXO III: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/ANEXO%20III%20Res%20133.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (28 de Septiembre de 2009). *ANEXO IV de la Resolución N°133/09*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de ANEXO IV: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/ANEXO%20IV%20Res%20133.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (28 de Septiembre de 2009). *Resolución N°133/09*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/PDF/resolucion%20133-09.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (13 de Junio de 2014). *Ley N°10.311 - Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: http://www.entrerios.gov.ar/reلمun/userfiles/files/8_%20Ley%20N%C2%BA%2010311%20-%20Gesti%C3%B3n%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos.pdf
- Gobierno de Entre Ríos. (18 de Marzo de 2014). *Población por áreas de gobierno local*. Obtenido de Provincia de Entre Ríos según área de gobierno local. Población por sexo. Año 2010: <https://web.archive.org/web/20140318022507/http://www.entrerios.gov.ar/dec/paginas/municipios.html#>
- Gobierno de Entre Ríos. (11 de Noviembre de 2016). *Decreto N°3.499/16*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: http://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/DECRETO_3499_2016_GOB.pdf
- Gobierno de Entre Ríos. (2016). *Informe de Gestión - Apertura del 137° Período de Sesiones Ordinarias de la Legislatura Provincial*. Gobierno de la Provincia de Entre Ríos. Obtenido de <https://portal.entrerios.gov.ar/static/media/GESTION2015.c77af543.pdf>
-

-
- Gobierno de Entre Ríos. (11 de Abril de 2017). *Resolución N°177/17*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2022, de Almacenamiento de Residuos Peligrosos Resolución 177/17 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable: <https://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/NORMATIVAS/Almacenamiento%20de%20Residuos%20Peligrosos.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (23 de Marzo de 2017). *Resolución N°177/17 Anexo I*. Recuperado el 21 de Septiembre de 2022, de República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional 2017 - Año de las Energías Renovables Informe Número: Referencia: CUDAP: EXP-: <https://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/NORMATIVAS/ANEXO.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (3 de Diciembre de 2020). *Ley N°10.859 Gestión Estatal Sustentable*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/NORMATIVAS/Ley%2010859%20gesti%C3%B3n%20estatal%20sustentable.pdf>
- Gobierno de Entre Ríos. (2022). *Competencias - Ministerio de Gobierno y Justicia*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/mingob/index.php?codigo=75&codppal=75>
- Gobierno de Entre Ríos. (s.f.). *Gobierno de Entre Ríos*. Recuperado el 15 de Junio de 2022, de La Provincia - Información General: <https://www.entrerios.gov.ar/portal/index.php?codigo=32&codsubmenu=65&menu=menu&modulo=>
- Gobierno de España - Vicepresidencia Tercera del Gobierno. (s.f.). *Residuos Domésticos*. Recuperado el 26 de Febrero de 2023, de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/>
- Gobierno de Jujuy. (19 de Agosto de 2016). “*GALPON COMUNIDAD WARMI*”. Recuperado el 8 de Julio de 2023, de Gobierno de Jujuy: <http://jujuy.gob.ar/wp-content/uploads/sites/19/2016/08/GALPON-COMUNIDAD-WARMI-CONCURSO.pdf>
- Gobierno de Mendoza. (2014). *Anexo 2-Memoria Técnica y Operativa*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/Anexo-2-Memoria-T%C3%A9cnica-y-Operativa.pdf>
- Gobierno de Mendoza. (2014). *Anexo 3 - Memoria de Cálculo Ventilación*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp->
-

content/uploads/sites/34/2019/10/Anexo-3-Memoria-de-C%C3%A1lculo-Ventilaci%C3%B3n.pdf

Gobierno de Mendoza. (2014). *Anexo 4 - Memoria de Cálculo de Iluminación*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/Anexo-4-Memoria-de-C%C3%A1lculo-de-Iluminaci%C3%B3n.pdf>

Gobierno de Mendoza. (2014). *Anexo 6: Memoria Cálculo Lixiviados*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/Anexo-6-Memoria-C%C3%A1lculo-Lixiviados.pdf>

Gobierno de Mendoza. (2014). *Anexo 7 -Memoria Cálculo Biogás*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/Anexo-7-Memoria-C%C3%A1lculo-Biog%C3%A1s.pdf>

Gobierno de Mendoza. (2017). *ANEXO 23*. Recuperado el 22 de Febrero de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/Anexo-23-15-Generaci%C3%B3n-de-Lixiviados-y-Sistema-de-Gesti%C3%B3n.pdf>

Gobierno de Mendoza. (2019). *ANEXO 28*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Ciudad de Mendoza: <https://ciudaddemendoza.gob.ar/wp-content/uploads/2019/11/Anexo-28-19-Evaluaci%C3%B3n-Econ%C3%B3mico-Financiera.pdf>

Gobierno de Mendoza. (9 de Mayo de 2023). *Anexo 17 - Cálculo de Iluminación en lugares de trabajo*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Proyecto Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Zona Metropolitana de Mendoza: <https://www.mendoza.gov.ar/dpa/wp-content/uploads/sites/34/2019/10/ANEXO-17-17-C%C3%A1lculo-Iluminaci%C3%B3n-en-lugares-de-trabajo.pdf>

Godoy López, Y. (16 de Diciembre de 2022). *PROYECTO EJECUTIVO DE SEIS (6) CENTROS AMBIENTALES DISTRIBUIDOS EN EL NORTE DEL TERRITORIO ARGENTINO ANEXO 5.3.1 (ACTIVIDAD 2.5)*. Recuperado el 15 de Febrero de 2023, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/01/memoria_de_calculo_de_la_planta_de_tratamiento_de_lixivados.pdf

González, G. L. (2011). *Residuos sólidos urbanos Argentina : situación actual y alternativas futuras* (Primera ed.). FODECO.

-
- González, J. (Diciembre de 2014). *Alternativas de captación y tratamiento del biogás de Piedras Blancas, Córdoba*. Recuperado el 22 de Febrero de 2023, de RDU - UNC: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1635/Alternativas%20de%20captaci%C3%B3n%20y%20tratamiento%20de%20biogas%20en%20el%20vertedero%20de%20Piedras%20Blancas.pdf?sequence=1>
- González, R. (30 de Noviembre de 2016). Diseño y Cálculo de Placa Base. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/31889812/DISE%C3%91O_Y_C%C3%81LCULO_DE_PLACA_BASE_MOMENTO_Y_CARGA_AXIAL_EXCENRICIDAD_GRANDE
- Grupo ESGInnova. (6 de Septiembre de 2016). *¿En qué consiste Sistema Gestión Seguridad Salud Trabajo(SG-SST)?* Recuperado el 27 de Junio de 2023, de ISOTools: <https://www.isotools.us/2016/09/06/consiste-sistema-gestion-la-seguridad-salud-trabajo-sg-sst/>
- Grupo ESGInnova. (26 de Mayo de 2022). *Matriz de Riesgos IPER. ¿Cómo llenarla correctamente? | HSE Software*. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Software HSE: <https://hse.software/2022/05/26/matriz-de-riesgos-iper-como-llenarla-correctamente/>
- Hernández Barrios, C. P., Wehenpohl, G., & Heredia Cantillana, P. (2006). *Manual para la supervisión y control de relenos sanitarios* (Tercera ed., Vol. I). Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/315/T628.52%20T629.pdf?sequence=2>
- Hilbert, J. A. (s.f.). *Manual de biogas*. Recuperado el 20 de Marzo de 2023, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria | Argentina.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_para_la_produccion_de_biogs_del_iir.pdf
- Honorable Cámara de Diputados de Entre Ríos. (4 de Noviembre de 2016). *PROYECTO DE LEY*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2022, de Cámara de Diputados de Entre Ríos: <https://hcdcr.gov.ar/archivosDownload/textos/E21722-04112016-o.pdf>
- Honorable Cámara de Diputados de Entre Ríos. (25 de Marzo de 2019). *Ley Provincial*. Recuperado el 17 de Marzo de 2023, de Cámara de Diputados de Entre Ríos: <https://www.hcdcr.gov.ar/archivosDownload/textos/E23443-25032019-o.pdf>
-

-
- Honorable Cámara de Senadores. (7 de Noviembre de 2002). *Ley N°9.467*. Obtenido de HCS:
<https://web.archive.org/web/20170820115558/https://www.entrerios.gov.ar/juridica/archivosjuridica/leyesprovinciales/2002/9467.pdf>
- Honorable Cámara de Senadores de Entre Ríos. (Diciembre de 2021). *Honorable Cámara de Senadores de Entre Ríos*. Recuperado el 17 de June de 2022, de Reglamento de la Honorable Cámara de Senadores:
<https://www.senadoer.gob.ar/archivos/reglamento/Reglamento%20Oficial%20H.C.S.%202021v2.pdf>
- Honorable Concejo Deliberante de Herrera. (2001). *Ordenanza de Compras 10/2001*. Recuperado el 22 de Julio de 2022, de Municipalidad de Herrera:
http://www.muniherrera.gov.ar/concejo/ordenanzas/95-ord_des/72-ord-compras.html
- Honorable Concejo Deliberante de Herrera. (14 de Mayo de 2012). *Ordenanza N°08/12*. Recuperado el 22 de Julio de 2022, de Municipalidad de Herrera:
http://www.muniherrera.gov.ar/concejo/ordenanzas/93-ord-2012/99-ord_8_2012.html
- Honorable Concejo Deliberante de Herrera. (21 de Junio de 2016). *HCD Ordenanza N° 136/16.- Modificando Planta Urbana*. Recuperado el 22 de Julio de 2022, de Municipalidad de Herrera:
http://www.muniherrera.gov.ar/concejo/ordenanzas/102-ord_2016/377-ord_136_16.html
- Honorable Concejo Deliberante de Herrera. (23 de Noviembre de 2021). *HCD Texto Ordenado Ord. N° 313/21 Impositiva 2022*. Recuperado el 22 de Julio de 2022, de Municipalidad de Herrera: http://www.muniherrera.gov.ar/concejo/ordenanzas/95-ord_des/660-to313-21.html
- Honorable Congreso de la Nación Argentina. (16 de Diciembre de 1998). *Ley N°25.080 - LEY DE INVERSIONES PARA BOSQUES CULTIVADOS*. Recuperado el 18 de Marzo de 2023, de Gobierno de la Nación: <http://argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25080-55596/texto>
- Hurtado Cruz, E. R. (Diciembre de 2016). *El método de minimos cuadrados*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2022, de UNAM:
https://sistemas.fciencias.unam.mx/~erhc/calculo3_20171/derivadas_parciales_direccionales_2016_12.pdf
- Idrovo Muñoz, K. M., & Pagalo Tayupanda, D. G. (2017). *“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS LIXIVIADOS GENERADOS EN EL RELLENO SANITARIO DE DAULE”*. Recuperado el 22 de Febrero de 2023, de ESCUELA
-

SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/42640/1/D-CD70243.pdf>

InCoSe. (2018). *Manual de Recomendaciones para Construir con Steel Framing* (Primera ed., Vol. I). InCoSe. Obtenido de <https://www.puertoseco.com.ar/docs/manual-steel-framing-incose-v2018b.pdf>

Industria Básica S.A. (2013). *Bandejas Portacables: Manual de Utilización* (Primera ed., Vol. I). Ing. Carlos Galizia. Obtenido de <https://nuban.com.ar/bandejas-portacables/wp-content/uploads/2013/07/manual-nuban-20131.pdf>

Instituto Geográfico Nacional. (16 de Abril de 2019). *Atlas Interactivo Nacional de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de Suelos: <https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=909f432ca3c540609871ac04334588bd>

Instituto Geográfico Nacional. (16 de Abril de 2019). *Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de Geología de Argentina: <https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=ab1131d6c3c142a09b3f2a62722a3a79>

Instituto Geográfico Nacional. (16 de Abril de 2019). *Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de Clima de Argentina: <https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=b58d8b8841ef472e962317cac879e87f>

Instituto Geográfico Nacional. (16 de Abril de 2019). *Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de Aguas superficiales: <https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=9afbdac4af82412d9a7657168198e5f3>

Instituto Geográfico Nacional. (16 de Abril de 2019). *Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 31 de Mayo de 2022, de Aguas subterráneas: <https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/MapJournal/index.html?appid=7cc4ba9c758148f9b6176eb9cc2d79f2>

Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. (16 de Abril de 2019). *Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 13 de Mayo de 2022, de Argentina y el mundo: Rasgos y componentes del Territorio Argentino: https://static.ign.gob.ar/anida/fasciculos/fasc_rasgos_componentes.pdf

-
- Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. (16 de Abril de 2019). *Atlas Nacional Interactivo de Argentina - ANIDA*. Recuperado el 27 de Mayo de 2022, de Argentina y el mundo: Organización Política: https://static.ign.gob.ar/anida/fasciculos/fasc_organizacion_politica.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas - Tomo I* (Primera ed.). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 - Tomo II* (Primera ed.). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo2.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013). *Estadísticas y Proyecciones 2010-2040. Total del País* (Primera ed.). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/publicaciones/proyeccionesyestimaciones_nac_2010_2040.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (6 de Octubre de 2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados definitivos*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de INDEC: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (23 de Abril de 1997). *Guía Técnica sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado el 24 de Mayo de 2023, de Real Decreto 485/1997: <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+sobre+se%C3%B1alizaci%C3%B3n+de+seguridad+y+salud+en+el+trabajo>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI. (2005). *Manual para la Sensibilización Comunitaria y Educación Ambiental*. Recuperado el 9 de Febrero de 2023, de PROBIOMASA: http://www.probiomasa.gob.ar/_pdf/Manual_EA_GIRSU.pdf
- INTA Entre Ríos. (2002). *Caracterización de zonas y subzonas RIAP Entre Ríos*. Recuperado el 5 de Julio de 2022, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria | Argentina.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_caracterizacin_zonas_y_subzonas_entre_ros.pdf
- INTA. (s.f.). *Promedios, mínimos y máximos mensuales históricos (1981-2010)*. Recuperado el 19 de Febrero de 2023, de Agrometeorología:
-

-
- https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_cdelu_-_promedios_historicos_estacion_meteorologica_convencional.pdf
- Interstate Technology Regulatory Council. (2006). *Characterization, Design, Construction, and Monitoring of Bioreactor Landfills* (Primera ed., Vol. I). Alternative Landfill Technologies Team.
- Ireland. Environmental Protection Agency. (1995). *Landfill Site Design*. Environmental Protection Agency.
- ISOTools. (27 de Noviembre de 2018). *Norma ISO 45001: conceptos clave y matriz IPER - Software ISO*. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de ISOTools: <https://www.isotools.us/2018/11/27/norma-iso-45001-conceptos-clave-y-matriz-iper/>
- Ixtaina, P., Armas, A., Bannert, B., & Bufo, N. (Diciembre de 2017). Nota técnica | Iluminación led de autopistas argentinas. *Revista Luminotecnica, Primero*(140), 50-55. Obtenido de https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/lu140_ixtaina_iluminacion_autopistas.pdf
- Jaramillo, J. (2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES* (Vol. Volumen I). Universidad de Antioquía.
- Jiménez, T. (2021). *Trabajo Fin de Grado Ingeniería Química Generación de lixiviados en vertederos*. Recuperado el 22 de Febrero de 2023, de idUS: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/126799/TFG-3657-JIMENEZ%20GONZALEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Junta de Andalucía. (s.f.). 3. *SISTEMAS Y TÉCNICAS PARA EL COMPOSTAJE*. Recuperado el 16 de Marzo de 2023, de Junta de Andalucía: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/sistemas_y_tecnicas_para_el_compostaje.pdf
- Kaszubska, M., & Wzorek, M. (Junio de 2017). The bioreactor: An innovative method of disposal of solid waste. *Economic and Environmental Studies, 17*(2), 347-361. Obtenido de https://www.econstor.eu/bitstream/10419/178975/1/ees_17_2_12.pdf
- LABEIN - Tecnalía. (2008). *BUENAS PRÁCTICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN ACERO - EDIFICACIÓN INDUSTRIAL* (Primera ed., Vol. I). LABEIN-Tecnalía. Obtenido de https://www.academia.edu/43776406/Eurobuild_industrial_ES_7f26301aa78ab24362a4af229716dc
- LED SIN DRIVER. (17 de Febrero de 2017). *SOLUCIONES DE ALUMBRADO LED PARA NAVES INDUSTRIALES - Nuestra tecnología: LED SIN DRIVER*. Recuperado el 1 de
-

-
- Junio de 2023, de Led sin Driver: <https://ledsindriver.es/blog/soluciones-de-alumbrado-led-para-naves-industriales/>
- LED Solution. (29 de Enero de 2023). *Iluminación para galpones*. Recuperado el 20 de Mayo de 2023, de Iluminación industrial Led Argentina: <https://www.ledsolution.com.ar/iluminacion-para-galpones--news--1-1025>
- Lederhos, E., Nattero Burgos, F., Segovia, D. E., & Zaffaroni Unrein, J. (2022). *Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos*. Pueblo General Belgrano. Pueblo General Belgrano, Entre Ríos, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Obtenido de RIA UTN: <file:///C:/Users/alfon/Downloads/Proyecto%20Final%20de%20Carrera%20-%20Lederhos%20Nattero%20Segovia%20Zaffaroni.pdf>
- Ley N°10.311 - Gestión Integral de RSU*. (13 de Junio de 2014). Recuperado el 10 de Junio de 2023, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/PDF/GIRSU.pdf>
- Lissarrague, M., Ruppell, H., Rossi, F., & Andiarana, D. (Octubre de 2017). *XL CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIOS DE COSTOS Título: “Modelo teórico para la normalización del costo de di*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de IAPUCO: <https://iapuco.org.ar/wp-content/uploads/2019/09/mendoza-2017-04.pdf>
- Llanos, C. A., Méndez, R. J., Gálvez, Ó. H., Chávez, J. S., & Morales, S. P. (2005). C.700 Iluminación Vial. En *Manual de Carreteras* (Primera ed., Vols. 6 - Manual de Seguridad, pág. 924). Consultora R&Q ingeniería S.A.
- Lobo-García de Cortázar, A., Hernández-Berriel, M., & Mañon-Salas, M. (2016). BIORRELLENOS: PERSPECTIVAS TRAS DOS DÉCADAS DE EXPERIENCIAS EN EL MUNDO. *Revista Interior-Contaminación y Ambiente (Especial Residuos Sólidos)*, 32(1), 91-111. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/36ef/469e39bf7cb11ceab346a1b2d1a54646fb80.pdf>
- Lopez Vega, M. E., & Santos Herrero, R. (12 de Marzo de 2012). Estudio preliminar del comportamiento de rellenos sanitarios como biodigestores a escala de laboratorio. *Afinidad, LXIX*(558), 113-119.
- López, B. (Octubre de 2018). *Manejo y Reciclaje de los residuos urbanos*. Recuperado el 15 de Marzo de 2023, de Educación Neuquén: <https://www.neuquen.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/MANEJO-Y-RECICLAJE-DE-LOS-RESIDUOS-URBANOS.pdf>
-

-
- Lorda, H., Roberto, Z., Bellini Saibene, Y., Sipowicz, A., & Belmonte, M. L. (Octubre de 2008). *Descripción de zonas y subzonas agroecológicas RIAP*. Recuperado el 5 de Julio de 2022, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria | Argentina.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-dt_96_zonas_riap.pdf
- Lupi, A. M., Gil, R., Carfagno, P., García, M. d., Ingaramo, L., Boca, T., & Díaz, D. (2010). EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE LA COSECHA FORESTAL Y SU EFECTO SOBRE LA HUMEDAD EDAFICA. *Instituto de Suelos, Vol. I(Nº 1)*, 1-13. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_efecto_manejo_de_residuos_sobre_humedad_suelos.pdf
- Manjón Acáz, E. (29 de Abril de 2010). *DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA EMPRESA DE MECANIZADO*. Recuperado el 25 de Mayo de 2023, de ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN: <https://core.ac.uk/download/pdf/10850329.pdf>
- Maquieyra, M., El Sulkaria, S., Rezinovsky, D., Crescimbeni, C., Frigerio, F., Mendoza, J., . . . Morales Gorleri, V. (2021). *Proyecto de Ley El Senado y la Cámara de Diputados de la Nación Argentina... PROHIBICION DE BASURALES A CIELO ABIERTO ARTICUL*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2022, de HCDN: <https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2021/PDF2021/TP2021/3000-D-2021.pdf>
- Marín Calderón, V. J. (Enero de 2015). “Evaluación del escalamiento a campo de la biodegradación acelerada de los residuos sólidos urbanos”. Toluca, Metepec, Estado de México: Instituto Tecnológico de Toluca. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4083/1/Tesis%20MCIA.pdf>
- Marrama, S. (28 de Junio de 2018). Relocalización de basural a cielo abierto. *Repositorio Institucional UCA*. Obtenido de <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/11176/1/relocalizacion-basural-cielo-abierto.pdf>
- Máster dBplus. (19 de Enero de 2016). *Ruido industrial | Absorción en la industria | Soluciones en recintos industriales*. Recuperado el 20 de Mayo de 2023, de dBplus, ingeniería acústica: <https://www.dbplusacoustics.com/ruido-industrial-absorcion-acustica/>
- Medina Arévalo, A. (2006). LA RECIRCULACIÓN DE LOS LIXIVIADOS Y SUS EFECTOS EN LA COMPACTACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS. México D.F., México,
-

México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/997/1/MEDINA_AREVALO.pdf

Mi provincia, mi país. (2018). En *Avanza #Ciencias Sociales 4* (págs. 6-11). Kapelusz. Obtenido de https://www.editorialkapelusz.com/wp-content/uploads/2018/01/61080801_AVZ_CS4_EntreRios_capModelo.pdf

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (15 de Abril de 2020). *Características de la región*. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de Provincia de Entre Ríos: <https://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/informacion-por-region/entre-rios.pdf>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (s.f.). *Tablero de Plantaciones Forestales*. Recuperado el 12 de Julio de 2022, de Plantaciones Forestales en Entre Ríos: <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/inventarios/tablero.php>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social. (13 de Junio de 2020). *República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional 2020 - Año del General Manuel Belgrano Resolución Número: Referencia: EX-2020*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reglamento_operativo_-_junio_2020.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social. (24 de Febrero de 2022). *Guía para la Implementación de la Gestión Integral e Inclusiva de Residuos*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2022, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/guia_para_la_implementacion_giirsu_24_feb_2022.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Basurales a cielo abierto: situación socioambiental y propuestas de solución integral*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2022, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/accion/basurales>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Economía circular: todo junto es basura pero separado son recursos*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2022, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/economia-circular>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (Octubre de 2020). *Marco de Gestión Ambiental y Social GIRSU*. Recuperado el 27 de Marzo de 2023, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/02/mgas_girsu_-_actualizado.pdf

-
- Ministerio de Desarrollo Social de Argentina. (s.f.). *Guía operativa de procesos de reciclado*. Recuperado el 15 de Marzo de 2023, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anexo_8.0._guia_operativa_de_procesos_de_reciclado_-_argentina_recicla.pdf
- Ministerio de Desarrollo Social de Argentina. (s.f.). *Plan de mantenimiento integral de reciclado*. Recuperado el 15 de Marzo de 2023, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anexo_10.0._plan_de_mantenimiento_integral_de_reciclado.pdf
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador. (2014). *Estructuras de Acero* (Primera ed., Vol. I). Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON). Obtenido de https://www.academia.edu/37047690/ESTRUCTURAS_DE_ACERO
- Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas. (12 de Marzo de 2009). *Decreto N°614 MEHF Codificación General de Jurisdicciones Político Administrativas de la Provincia de Entre Ríos*. Recuperado el 5 de Julio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/notariado/userfiles/files/normativas/decretos/Decreto%20614%20MEHF%20Codificacion%20de%20jurisdicciones.pdf>
- Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas. (Junio de 2011). *Informe de la Provincia de Entre Ríos*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/minecon/InformeEconomicoProvinciadeEntreRios.PDF>
- Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas. (2015). *Provincia de Entre Ríos*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: https://www.entrerios.gov.ar/minecon/userfiles/files/otros_archivos/inf_eje_prov.pdf
- Ministerio de Educación de Entre Ríos. (3 de Febrero de 2014). *Escuelas Rurales del departamento*. Recuperado el 23 de Julio de 2022, de tabla dpto. Uruguay: [https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/tabla%20dpto_%20%20Uruguay\(1\).pdf](https://www.entrerios.gov.ar/minpro/userfiles/files/tabla%20dpto_%20%20Uruguay(1).pdf)
- Ministerio de Energía. (2022). *Secretaría de Energía*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/secretariadeenergia/index.php?modulo=eje2>
- Ministerio de Gobierno, Justicia y Educación. (7 de Febrero de 1995). *Decreto N°232/1995*. Obtenido de MGJE: https://web.archive.org/web/20170820115752/https://www.entrerios.gov.ar/wsdecreto/archivo/DECRETO_232_1995_MGJE.pdf
-

-
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. (5 de Agosto de 1996). *Decreto Nacional 911/96*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Jus.gob.ar: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/35000-39999/38568/texact.htm>
- Ministerio de Obras Públicas de la Nación. (2021). *"Ampliación de la Red Cloacal - Zona Sur"*. ENOHSa.
- Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios. (2022). *Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/minplan/>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (1982). *CIRSOC 101 - Cargas y Sobrecargas Gravitatorias para el Cálculo de Estructuras de Edificios* (Primera ed.). INTI. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/area100/ReglamentoCirsoc_101_82.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 101 - Comentarios al Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/coment101-completo.pdf>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 101 - Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/Reglamento-cirsoc101-completo.pdf>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 102 - Comentarios al Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/ComentariosCIRSOC102-completo.pdf>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 102 - Guía para el Uso del Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/guia102-completo.pdf>
-

-
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 102 - Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones* (Primera ed.). INTI. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/Reglamentos_CIRSOC_INPRES.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 201 - Comentarios al Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón* (Primera ed.). INTI. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/area100a/comentarios201_completo.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 201 - Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area100/area100a/reglamento201completo.pdf>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 301 - Comentarios al Reglamento de Estructuras de Acero para Edificios* (Primera ed.). INTI. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/comentarios_301.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 301 - Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios* (Primera ed.). INTI. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/reglamento_301.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2005). *CIRSOC 305 - Recomendación para Uniones Estructurales con Bulones de Alta Resistencia* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/reglamentos305.pdf>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2007). *CIRSOC 304 - Reglamento Argentino para la Soldadura de Estructuras de Acero* (Primera ed.). INTI. Obtenido de https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/Reglamento304_2013_compressed.pdf
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2007). *CIRSOC 305 - Comentarios a la Recomendación para Uniones Estructurales con Bulones de Alta Resistencia* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/comentarios305.pdf>
-

-
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2018). *CIRSOC 307 - Comentarios a la Guía para la Construcción de Estructuras de Acero para Edificios* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gov.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/area300a/comentariosGuia307.pdf>
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. (2018). *CIRSOC 307 - Guía para la Construcción de Estructuras de Acero para Edificios* (Primera ed.). INTI. Obtenido de <https://www.inti.gov.ar/assets/uploads/files/cirsoc/vigencia-2013/area300/area300a/guia307.pdf>
- Ministerio de Producción, Turismo y Desarrollo Económico. (2022). *Ministerio de Producción, Turismo y Desarrollo Económico*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de Gobierno de Entre Ríos: <https://www.entrerios.gov.ar/minpro/index.php?&codppal=15>
- Ministerio de Transporte de Argentina. (2018). *Sistema de Señalización Vial Uniforme*. Recuperado el 26 de Abril de 2023, de Anexo L de la Ley N° 24.449 de Tránsito: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022/02/ansv_licencias_manual_senal_etica_2.pdf
- MINISTERIO DEL INTERIOR OBRAS PUBLICAS y VIVIENDA. (2017). PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES. Catamarca, Argentina. Obtenido de EFTP en Artes y Oficios Informáticos: <https://www.mininterior.gov.ar/licitaciones/descargar.php?i=32836>
- Morales Coloma, B. A. (30 de Agosto de 2021). Revisión y análisis de bibliografía actualizada sobre el tratamiento anaeróbico de lixiviados de rellenos sanitarios municipales. Ámbato, Ecuador: Universidad Técnica de Ámbato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33661/1/BQ%20282.pdf>
- Morales Corozo, J. P. (20 de Diciembre de 2021). Análisis hidrológico del lixiviado generado en el relleno sanitario del Cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador. *Ciencia UNEMI, Vol. 15(N° 38)*, 24-33.
- Municipalidad de Herrera. (30 de Junio de 2016). "Sigamos Avanzando en la Senda del Progreso". *Boletín Oficial, Año 1(N°007)*, 1-7. Obtenido de <http://www.muniherrera.gov.ar/component/attachments/download/52.html>
- Municipalidad de Herrera. (31 de Julio de 2020). "Herrera para Todos". *Boletín Oficial Julio 2020, Vol. I(57)*, 8.
-

-
- Municipalidad de Herrera. (30 de Junio de 2022). "Herrera para Todos". *Boletín Oficial Mayo 2022, Vol. I(79)*, 4.
- Municipalidad de Herrera. (s.f.). *Información Contable*. Recuperado el 22 de Julio de 2022, de Municipalidad de Herrera: <http://www.muniherrera.gov.ar/dpto-ejecutivo/info-contable.html>
- Municipalidad de Herrera. (s.f.). *Nuestra Historia*. Recuperado el 22 de Julio de 2022, de Municipalidad de Herrera: <http://www.muniherrera.gov.ar/la-localidad/historia.html>
- Municipalidad de Rosario. (s.f.). *Listado de Rubros*. Recuperado el 4 de Agosto de 2022, de Listado de Rubros — Normativa: <https://www.rosario.gob.ar/mr/normativa/nuevo-codigo-urbano/libro-2.-normas-urbanisticas-por-area/capitulo-4.-reordenamiento-urbanistico-del-cordon-perimetral-de-la-ciudad-de-rosario/enlaces-cordones-perimetrales/listado-de-rubros/listado-de-rubros-1>
- Muñoz, L., & Blanc, P. (Octubre de 1998). Mapa Geológico Ambiental del Departamento Uruguay. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, Volumen I(N°12)*, 113-122. Obtenido de <https://ria.utn.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12272/1201/Mapa%20geol%c3%b3gico%20ambiental%20del%20Departamento%20Uruguay.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oberschelp, G., Harrand, L., Salto, C., Flores Palenzona, M., & Mastrandrea, C. A. (2020). *Cortinas forestales: rompevientos y amortiguadoras de deriva de agroquímicos* (Primera ed., Vol. Vol. 1). Carla Salto.
- Optimizar - Servicio de Forestación. (s.f.). *Ley de Promoción Forestal*. Recuperado el 18 de Marzo de 2023, de Leyes Forestales: <https://optimizarcordoba.com.ar/ley-forestal.php>
- Organización Internacional del Trabajo. (s.f.). *Sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (Seguridad y salud en el trabajo)*. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de ILO: <https://www.ilo.org/safework/areasofwork/occupational-safety-and-health-management-systems/lang--es/index.htm>
- Organización Provincial del Desarrollo Sostenible - Provincia de Buenos Aires. (10 de Agosto de 2022). *Catálogo de Diseño y Construcción de Composteras*. Recuperado el 9 de Febrero de 2023, de Gobierno de la Nación: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/anexo_21._catalogo_de_diseno_y_construccion_de_composteras_opds.pdf
-

-
- Organización Provincial del Desarrollo Sostenible - Provincia de Buenos Aires. (10 de Agosto de 2022). *Manual del Compost Domiciliario*. Recuperado el 9 de Febrero de 2023, de Gobierno de la Nación: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/12/anexo_22._manual_de_compost_domiciliario_opds.pdf
- Orihuela Ávila, J. D., & Dávila Ríos, R. F. (1 de Diciembre de 2016). Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román. Juliaca, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621640>
- Pajoy Duran, J. A. (20 de Mayo de 2021). FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO EL ENCANTO MANEJADO POR LA EMPRESA DE AGUAS Y ASEO DE EL PITAL Y AGRADO S.A E.S.P. Popayán, Cauca, Colombia: CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA. Obtenido de <https://repositorio.uniautonomo.edu.co/bitstream/handle/123456789/558/T%20IA-P%20177%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Parque Nacional El Impenetrable. (Agosto de 2019). *LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL GEF N°8/2019 “ CONSTRUCCIÓN DE GALPÓN DE SERVICIOS EN MIRAFLORES ”*. Recuperado el 8 de Julio de 2023, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plieg-2019-84603209-apn-dgaapnac_compressed.pdf
- Pérez Rodríguez, M. (Julio de 2009). DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA Y DE LA CIMENTACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL. Madrid, España: UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID - ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR. Obtenido de DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/id/31314/PFC_Marta_Perez_Rodriguez.pdf;jsessionid=886989668B0F391ECB4ACD6CD11B7B94
- Piechocki, J., Nadal Mora, V. J., Pezzotti, S., Martiarena, J., Coppa, M., Pesarini, A., & Barberis, W. (2013). *ESTUDIO DE RUIDO EN NAVES INDUSTRIALES DE LA PLANTA ENSENADA DE YPF*. Recuperado el 10 de Mayo de 2023, de SEDICI: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37724/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
-

-
- Reyez Duran, T. (15 de Julio de 2017). *CALCULO DE GASES Y LIQUIDOS LIXIVIADOS*. Recuperado el 22 de Febrero de 2023, de Prezi: <https://prezi.com/tgiw86urbadz/calculo-de-gases-y-liquidos-lixiviados/>
- Rivas Ruzo, C. A. (2014). Proyecto y Cálculo de una Nave Industrial Metálica. Córdoba, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Obtenido de Facultad de Ciencias Exactas, Física y Matemáticas: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1595/ITF%20PS%20-%20Proyecto%20y%20c%C3%A1lculo%20de%20una%20nave%20industrial%20met%C3%A1lica%20-%20C%C3%A9sar%20Abel%20Rivas%20Ruzo.pdf;sequence=1>
- Rivera Vázquez, I. (Agosto de 2012). Determinación de Asentamientos Teóricos en Rellenos Sanitarios. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de Tesis de Grado: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6094/Determinaci%C3%B3n_asentamientos_te%C3%B3ricos_rellenos_sanitarios.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodrigo Clavero, M. E. (Septiembre de 2016). BIOLEACH: un modelo matemático para la evaluación conjunta de la producción de lixiviados y biogás en vertederos de RSU. 127. Universitat Politècnica de València.
- Rojas Valencia, M. N., Alcántar Negrete, R. F., Vaca Mier, M., Nájera Aguilar, H. A., Gutiérrez Hernández, R. F., & Araiza Aguilar, J. A. (2021). *Generación, monitoreo, caracterización y tratamiento de lixiviados generados en sitios de disposición final: una revisión de las acciones efectuadas en México* (Primera ed., Vol. Vol. I). Libertad Mexicana S.A. de C.V.
- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (Julio de 2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2022, de Repositorio CEPAL: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf
- Ruiz, G., Tello, P., & Mijailova, P. (Edits.). (2014). *Temas de ingeniería sanitaria y ambiental: visión de expertos de América Latina y el Caribe*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Runa HR. (s.f.). *¿Qué es una matriz iper y como se implementa?* Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Runa HR: <https://runahr.com/mx/uncategorized-mx/que-es-una-matriz-iper-y-como-se-implementa/>
-

-
- Samet. (22 de Julio de 2022). *¿Cómo elegir un Sistema de Bandejas Portacables?* Recuperado el 15 de Mayo de 2023, de Samet Bandejas Portacables: <http://blog.samet.com.ar/2022/07/como-elegir-un-sistema-de-bandejas.html>
- Samet. (21 de Febrero de 2022). *Seguridad de los Sistemas de Bandejas Portacables*. Recuperado el 15 de Mayo de 2023, de Samet Bandejas Portacables: <http://blog.samet.com.ar/2022/02/seguridad-de-los-sistemas-de-bandejas.html>
- Samet. (s.f.). *Catálogo SmartTray escalera*. Recuperado el 20 de Mayo de 2023, de Samet: <https://samet.com.ar/catalogo2.pdf>
- Sánchez Gauno, E. S. (8 de Abril de 2019). EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTON DAULE PROVINCIA DEL GUAYAS. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42703/1/BMAT-%20S056-%202019-%20Ing.%20CIIVIL%20-%20SANCHEZ%20GUANO%20ELIAN%20STEVEN.pdf>
- Sandoval Alvarado, L. (2011). *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de un relleno sanitario mecanizado* (Primera ed., Vol. I). Ministerio del Ambiente del Gobierno de Perú. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>
- Sandri, L. M. (s.f.). *Diseño de una planta de tratamiento de efluentes lixiviados provenientes del relleno sanitario del partido de Necochea, provinc*. Recuperado el 19 de Febrero de 2023, de Repositorio Institucional de la UNSAM: <https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/1506/1/PFI%203IA%202021%20SLM.pdf>
- Sarafian, P. (s.f.). *CUENCA PROPIA DEL RÍO URUGUAY EN ARGENTINA Cuenca N° 39 La cuenca del río Uruguay se localiza en el sector noreste del país*. Recuperado el 29 de Julio de 2022, de Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/39_nueva.pdf
- Schapiro, D. (14 de Noviembre de 2017). *EL SECRETO DE ILUMINAR GRANDES ESPACIOS CON REFLECTORES LED*. Recuperado el 20 de Mayo de 2023, de DMD Iluminación: <https://dmdiluminacion.com/secreto-iluminar-grandes-espacios-reflectores-led/>
- Secretaría Central de ISO. (2018). *Norma Internacional ISO 45.001:2018* (Primera ed., Vol. I). ISO Copyright Office. Obtenido de <https://ergosourcing.com.co/wp-content/uploads/2018/05/iso-45001-norma-Internacional.pdf>
-

-
- Secretaría de Ambiente de la Provincia de Entre Ríos. (20 de Mayo de 2020). *Decreto 1.246/2020 - Aprobación de la reglamentación de la Ley Provincial N° 10.311 de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de SAIJ: [http://www.saij.gov.ar/1246-local-entre-rios-aprobacion-reglamentacion-ley-provincial-10311-gestion-integral-residuos-solidos-urbanos-e20200001246-2020-08-14/123456789-0abc-642-1000-0202evorpced?q=fecha-rango%3A%5B20200226%20TO%2020200825%5D&o=331&f=Total%](http://www.saij.gov.ar/1246-local-entre-rios-aprobacion-reglamentacion-ley-provincial-10311-gestion-integral-residuos-solidos-urbanos-e20200001246-2020-08-14/123456789-0abc-642-1000-0202evorpced?q=fecha-rango%3A%5B20200226%20TO%2020200825%5D&o=331&f=Total%20)
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (22 de Junio de 2009). *Acciones de la Coordinación General para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Recuperado el 10 de Junio de 2023, de Infoleg: http://www.infoleg.gov.ar/basehome/actos_gobierno/actosdegobierno22-6-2009-3.htm
- Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de Mendoza. (2017). *MANIFESTACIÓN GENERAL DE IMPACTO AMBIENTAL*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2022, de Ciudad de Mendoza: <https://ciudaddemendoza.gov.ar/wp-content/uploads/2019/11/EIA-Metro-T3-Final-19-MOD.pdf>
- Secretaría de Economía Social. (s.f.). *Guía operativa de procesos de reciclado*. Recuperado el 10 de Mayo de 2023, de Argentina Recicla: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anexo_8.0._guia_operativa_de_procesos_de_reciclado_-_argentina_recicla.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente de Entre Ríos. (11 de Diciembre de 2009). *Decreto 4.977/09 - Reglamentación del Estudio de Impacto Ambiental*. Recuperado el 22 de Junio de 2023, de Gobierno de Entre Ríos: https://www.entrierios.gov.ar/industria/userfiles/files/industria/DECRETO_4977.pdf
- Secretaría de Transporte de la Nación. (25 de Noviembre de 1891). *Ley General de Ferrocarriles Nacionales N°2.873*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2022, de Gobierno de la Nación: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley_2873.pdf
- Sejenovich, H., Luciano, G. L., & González, V. (Abril de 2012). *Entre Ríos*. Recuperado el 1 de Octubre de 2022, de Biblioteca CFI: <http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/2012/01/50425.pdf>
- Senado de la Nación Argentina. (17 de Diciembre de 1991). *RESIDUOS PELIGROSOS Ley N° 24.051 Sancionada: Diciembre 17 de 1991. Promulgada de Hecho: Enero 8 de 1992. El Senado y Cámara d*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2022, de Gobierno de Entre Ríos:
-

-
- http://www.entferios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/Ley24051R ESIDUOS_PELIGROSOS.pdf
- Senado Entre Ríos. (s.f.). *Senadores*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Honorable Cámara de Senadores de Entre Ríos: <https://www.senadoer.gob.ar/institucional/senadores.php>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (17 de Octubre de 2018). *Anexos a la Ley*. Recuperado el 19 de Marzo de 2023, de Senasa: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019_anexo_i.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (10 de Enero de 2019). *SECRETARÍA DE CONTROL Y MONITOREO AMBIENTAL Y SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA*. Recuperado el 19 de Marzo de 2023, de Senasa: http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/resolucion_conjunta_scyma_y_senasa_1-2019.pdf
- Soler&Palau. (29 de Marzo de 2021). *Blog de ventilación eficiente*. Recuperado el 25 de Mayo de 2023, de ¿Qué tipo de sistema de ventilación es adecuado para cada nave industrial? | S&P: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-nave-industrial/>
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (1 de Febrero de 2005). *SISTEMAS DE GESTION DE LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO*. Recuperado el 25 de Junio de 2023, de Resolución 103/2005: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/103328/texto>
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (7 de Agosto de 2016). *Documentación requerida por la autoridad de aplicación (listado no exhaustivo**)* Actualización del Anexo A de la Res. SRT 52. Recuperado el 27 de Junio de 2023, de Actualización del Anexo A de la Res. SRT 523/07: https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Documentacion_requerida_por_la_autoridad_de_aplicacion.pdf
- Tchobanoglous, G. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill.
- Tolaymat, T., Kremer, F., Carson, D., & Davis-Hoover, W. (Diciembre de 2004). *Monitoring Approaches for Landfill Biorreactors. (301)*. Cincinnati, Ohio, United States of America: Environmental Protection Agency. Obtenido de Document Display: <https://nepis.epa.gov/Exec/ZyNET.exe/30006HMR.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000%20Thru%202005&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&Sear>
-

-
- chMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQField
- UNED. (s.f.). *La solución al problema de los residuos urbanos*. Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de UNED: <https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina2.htm>
- Universidad Nacional de La Plata. (10 de Noviembre de 2009). “*PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL CONSORCIO REGIÓN CAPITAL (Provincia de BUENOS AIRES, R. A.* Recuperado el 27 de Marzo de 2023, de Universidad Nacional de La Plata: <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/58/3058/a48ba8a57036e8bff8b96da665896609.pdf>
- Urribarri, S. (2013). *Informe de Gestión a la Asamblea Legislativa del Gobernador de Entre Ríos*. Gobierno de Entre Ríos. Obtenido de <https://portal.entrerios.gov.ar/static/media/GESTION2012.23e6df81.pdf>
- Urribarri, S. (2014). *Informe de Gestión a la Asamblea Legislativa del Gobernador de Entre Ríos*. Gobierno de Entre Ríos. Obtenido de <https://portal.entrerios.gov.ar/static/media/GESTION2013.5a412a3e.pdf>
- Urribarri, S. (2015). *Informe de Gestión a la Asamblea Legislativa del Gobernador de Entre Ríos*. Gobierno de Entre Ríos. Obtenido de <https://portal.entrerios.gov.ar/static/media/GESTION2014.acao77d9.pdf>
- Valencia Napán, A. (2020). Cálculo de Áreas.
- Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de Biogás* (Primera ed., Vol. Vol. I). FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
- Vázquez, M. (2021). *DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA OBTENER FERTILIZANTES DE USO AGRÍCOLA*. Recuperado el 16 de Marzo de 2023, de UVaDOC Principal: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/46553/TFG-I-1814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Venalsol - Smart Light. (s.f.). *Proyector led industrial*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Venalsol Smart Light: <https://venalsol.com/es/productos/iluminacion-led-industrial/proyector-led-serie-prm7-100-240w>
- Venalsol Smart Light. (2019). *Manual de instrucciones campana LED CAL-D1*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Venalsol Smart Light: https://venalsol.com/descargas/intrucciones/cal/ES-8_1-2019-Manual-instrucciones-CAL-D1.pdf
-

-
- Venalsol Smart Light. (s.f.). *Campana industrial CEL-T (Nichia-Sosen)*. Recuperado el 1 de Junio de 2023, de Venalsol Smart Light: https://venalsol.com/descargas/ficha_tecnica/campanas/ES-8_1-2019-FICHA-TECNICA-CEL-T-nichia-sosen.pdf
- Villanova, N., & Zelaya, L. M. (2013). Generación y Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios en la primavera del año 2012 en la localidad de Herrera - Entre Ríos. 36. UNER.
- Vivienda Joven. (s.f.). *Steel Framing*. Recuperado el 10 de Mayo de 2023, de Vivienda Joven – Steel Framing: <https://viviendajoven.com.ar/steel-framing/>
- Walsh, P., & O'Leary, P. (1 de Junio de 2002). *Lesson 6: Bioreactor Landfill Design and Operation*. Recuperado el 24 de Marzo de 2023, de Waste360: https://www.waste360.com/mag/waste_bioreactor_landfill_design
- Warith, M., Li, X., & Jin, H. (Marzo de 2005). BIOREACTOR LANDFILLS: STATE-OF-THE-ART REVIEW. *Emirates Journal for Engineering Research*, 10(1), 1-14. Obtenido de https://www.uaeu.ac.ae/en/eng/journal/issues/v10/pdf_iss1_10/p1.pdf
- WASTE MANAGEMENT ENVIRONMENTAL POLICY. (2004). THE BIOREACTOR LANDFILL. (1), 5.
- Wikipedia. (26 de Julio de 2019). *Mínimos cuadrados no lineales*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%ADnimos_cuadrados_no_lineales
- Wikipedia. (2 de Noviembre de 2022). *Mínimos cuadrados*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%ADnimos_cuadrados
- Wikipedia.org. (18 de Febrero de 2020). *Herrera (Entre Ríos)*. Recuperado el 21 de Julio de 2022, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Herrera_\(Entre_R%C3%ADos\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Herrera_(Entre_R%C3%ADos))
- Wikipedia.org. (21 de Diciembre de 2021). *Departamento Uruguay*. Recuperado el 5 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_Uruguay
- Wikipedia.org. (27 de Febrero de 2021). *Distrito fitogeográfico pampeano uruguayense*. Recuperado el 13 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_fitogeogr%C3%A1fico_pampeano_uruguayense
- Wikipedia.org. (2 de Abril de 2021). *Puerto de Concepción del Uruguay*. Recuperado el 19 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_de_Concepci%C3%B3n_del_Uruguay
-

-
- Wikipedia.org. (10 de Junio de 2022). *Provincia de Entre Ríos*. Recuperado el 17 de Junio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Entre_R%C3%ADos
- Wikipedia.org. (23 de Marzo de 2022). *Ramal Caseros-San Salvador del Ferrocarril General Urquiza*. Recuperado el 19 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Ramal_Caseros-San_Salvador_del_Ferrocarril_General_Urquiza
- Wikipedia.org. (17 de Marzo de 2022). *Ramal Concordia-Concepción del Uruguay del Ferrocarril General Urquiza*. Recuperado el 19 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Ramal_Concordia-Concepci%C3%B3n_del_Uruguay_del_Ferrocarril_General_Urquiza
- Wikipedia.org. (15 de Febrero de 2022). *Ramal Paraná-Concepción del Uruguay del Ferrocarril General Urquiza*. Recuperado el 19 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Ramal_Paran%C3%A1-Concepci%C3%B3n_del_Uruguay_del_Ferrocarril_General_Urquiza
- Wikipedia.org. (14 de Marzo de 2022). *Ramal troncal del Ferrocarril General Urquiza*. Recuperado el 19 de Julio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Ramal_troncal_del_Ferrocarril_General_Urquiza
- Wikipedia.org. (25 de Abril de 2022). *Regiones para el desarrollo económico y social*. Recuperado el 14 de Junio de 2022, de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Regiones_para_el_desarrollo_econ%C3%B3mico_y_social
- Wonner's, J. (19 de Diciembre de 2014). Tratamiento y aprovechamiento integral de los residuos sólidos urbanos: tratamientos de lixiviados y captación de gases. 78. Universidad Católica de Córdoba.
- Zafra Mejía, C., & Romero Torres, D. (1 de Diciembre de 2019). Tendencias Tecnológicas al Tratamiento de Lixiviados en Rellenos Iberoamericanos. *Revista de Ingeniería, Vol. 18(N°35)*, 125-147. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/2417>
-