Proyecto Final

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

"Tramo de Autovía desde Colón hasta Puente Gral. Artigas en Ruta Nacional N°135"

- Ingeniería Civil -

ALUMNOS:

-Buenahora Juan, Juan Pablo.

-García Pintos Chilinchabide, Joaquín.

-Rosa Heredia, Rodrigo Gabriel.

CÁTEDRA:

-Ing. Pairone, Juan Ramón.

-Arq. Mardon, Arturo.

Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Septiembre, 2016.

Prólogo

"Cuanto más grande es el caos, más cerca está la solución".

PROVERBIO CHINO.

De manera muy especial, los tres integrantes del grupo queremos dejar expreso nuestro cordial agradecimiento a cada una de las personas que de uno u otro modo colaboraron para que el presente trabajo haya sido una realidad.

Con el transcurso del tiempo se fueron presentando diversos obstáculos los cuales pudieron ser resueltos de forma adecuada gracias al gran compañerismo, donde solo se apuntó hacia el mismo objetivo.

Es por lo cual que no queremos pasar por alto las siguientes líneas y realizar una mención especial a los siguientes:

- A la institución Facultad Regional de Concepción del Uruguay por abrirnos las puertas y formarnos tanto profesionalmente como ayudarnos a crecer como personas, permitiendo así formar nuevas amistades.
- A nuestras familias y amigos que a pesar de no estar presentes físicamente en el día a día, con una simple llamada lográbamos tener un apoyo emocional y así permitían que todo esto sea mucho más sencillo.
- Al Ingeniero Juan Ramón Pairone y Arquitecto Arturo Mardon por estar siempre a disposición sea el día que fuera.
- Al Ingeniero Martín Orbe que fue un gran participe para que se llevara a cabo el proyecto.
- Al Ingeniero Diego Belvisi que nos facilitó enormemente con información y conocimientos en todo lo que refiere al ámbito vial.
- Al Arquitecto Raúl Acuña por brindarnos sus conocimientos y hacernos ver las cosas desde otro punto de vista.
- Al personal de biblioteca por su excelente atención.
- Y por último hacer alusión desde el primer hasta el último profesor a lo largo de toda la carrera que nos permitieron que hoy estemos capacitados para entrar en el ámbito profesional de la mejor manera.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCPECIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA CIVIL

"Tramo de Autovía desde Colón hasta Puente Gral. Artigas en Ruta Nacional Nº 135"

Autores: Buenahora, Juan Pablo
García Pintos, Joaquín
Rosa, Rodrigo

Directores: Pairone, Juan Ramón
Mardon, Arturo

RESUMEN: la confección de proyectos es una tarea con la que se encontrará de manera asidua el ingeniero civil a lo largo de su profesión. Por este motivo se realiza el presente Proyecto Final, con el objetivo de obtener el título de grado, logrando preparar a los alumnos para obtener un desempeño eficiente a lo largo de su profesión.

Luego de un intensivo estudio sobre la ciudad de Colón (Entre Ríos), se detectó la problemática existente en la zona suburbana que comprende el ingreso principal a la ciudad y a sus zonas aledañas sobre la Ruta Nacional Nº 135 hacia la frontera con la ciudad de Paysandú (R.O.U.). Mediante la confección de anteproyectos se buscó dar una solución en cuanto a infraestructuras viales, hidráulicas y edilicias, ahondando luego sobre uno de estos a nivel de proyecto ejecutivo. Esto teniendo siempre en cuenta el aspecto social, técnico, económico y ambiental.

PALABRAS CLAVES:

- Puente viga
- Viga pretensada
- Autovía
- Colón

INDICE GENERAL

2.3.15 Infraestructura y servicios 52
2.3.16 Relevamiento Particular 58
3. DIAGNOSTICO 69
4. PLANTEO DE OBJETIVOS Y FORMULACION DE ANTEPROYECTOS 73
4.1. OBJETIVOS GENERALES 73
4.2. OBJETIVOS PARTICULARES 73
4.3. FORMULACIÓN DE ANTEPROYECTOS 74
4.3.1. Anteproyecto Nº 1 74
4.3.2. Anteproyecto Nº 2 74
5. PLAN DE NECESIDADES 77
6. ANTEPROYECTOS 79
6.1. ANTEPROYECTO Nº1: Construcción de tramo de autovía en la RN Nº 135 79
6.1.1 Funcionamiento actual 79
6.1.2 Funcionamiento del Proyecto 81
6.1.3 Metodología de trabajo 85
6.1.4 Parámetros de diseño 85
6.1.5 Proceso de diseño 94
6.1.6 Cálculo del paquete estructural 105
6.1.7 Elementos de seguridad y control 123
6.1.8 Obras de drenaje 132
6.1.9. Presupuesto 139
6.2. ANTEPROYECTO Nº2: Refuncionalización del predio ocupado por Gendarmería 141
6.2.1 Ubicación 141
6.2.2 Estado actual 142
6.2.3 Funcionamiento del proyecto 144
6.2.4 Descripción general de la obra 146
6.2.5. Presupuesto 149
7. PROYECTO EJECUTIVO: PUENTE TIPO VIGA PARA LA NUEVA AUTOVÍA 151
7.1 MEMORIA DESCRIPTIVA 151
7.2 MEMORIA DE CÁLCULO 153
7.3 VIGAS 154
7.3.1 Análisis de cargas en vigas 154
7.3.2 Análisis de la viga más solicitada 157
7.3.3 Análisis de los esfuerzos en VIGA 1 159

7.3.4 Resumen de esfuerzos 167
7.3.5 Pretensado en la viga 167
7.4 LOSA 189
7.4.1 Análisis de cargas en losa 189
7.4.2 Análisis de esfuerzos en losa 190
7.4.3 Dimensionado de la losa 205
7.5 APOYOS DE NEOPRENO 212
7.5.1 Giros 212
7.5.2 Desplazamientos horizontales 217
7.5.3 Fuerzas horizontales 217
7.5.4 Fuerzas verticales 218
7.5.5 Pre dimensionamiento 219
7.5.6 Verificaciones 220
7.5.7 Esquemas del apoyo 224
7.6 PILOTES 225
7.6.1 Análisis de carga 225
7.6.2 Verificación de tensiones admisibles del suelo 228
7.6.3 Cálculo del pilote 228
7.7 CABEZAL CENTRAL 239
7.7.1 Análisis de cargas 239
7.7.2 Determinación de esfuerzos 241
7.7.3 Dimensionado del cabezal 243
7.7.4 Esquema del cabezal 249
7.8 FALSO ESTRIBO (Pantalla Frontal) 250
7.8.1 Vistas 251
7.8.2 Datos del suelo del terraplén 251
7.8.3 Pantalla frontal 252
7.8.4 Pantallas laterales 257
7.8.5 Esquema final del falso estribo 258
7.8.6 Detalle de armado de Pantalla Frontal 259
7.9. PRESUPUESTO 260
8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 263
8.1. INTRODUCCIÓN 263
8.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO PROPUESTO EN EL PROYECTO 263

8.2.1. Información general 263
8.2.2. Ubicación 263
8.2.3. Uso actual del sitio 264
8.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO Y DE SU ENTORNO 264
8.3.1. Fisiografía 264
8.3.2. Clima 264
8.3.3. Suelos 265
8.4. MARCO LEGAL: NORMATIVAS NACIONALES Y PROVINCIALES 265
8.4.1. Ámbito Nacional 265
8.4.2. Ámbito Provincial 266
8.4.3. Normas 267
8.5. AREA DE INFLUENCIA 267
8.6. METODOLOGÍA APLICADA 267
8.6.1. Ponderación de los Atributos 268
8.6.2. Importancia del Impacto 269
8.6.3. Identificación y Análisis de los Impactos Ambientales 271
8.6.4. Acciones desarrolladas durante la etapa de construcción del proyecto 271
8.6.5. Acciones desarrolladas durante la etapa de operación del proyecto 272
8.6.6. Factores ambientales impactados 272
8.6.7. Matriz de Bejerman del Proyecto Ejecutivo 273
8.6.8. Análisis de la Matriz de Bejerman 276
8.7. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN 276
8.8. CONCLUSION DEL EIA 277
9. CONCLUSIÓN 279
10. ANEXOS 281
10.1 Anexo de noticias 281
10.2 Anexo de Manual Sistema FREYSSINET 289
11. BIBLIOGRAFÍA 325
11.1 Libros, manuales, etc 325
11.2 Páginas de internet 326

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 1

- Introducción -

1. INTRODUCCION

En la actualidad el Ingeniero Civil está encargado de solucionar las distintas problemáticas a nivel de infraestructura para la producción de bienes y servicios del país en general. A su vez deberá ser competente en cuanto a la seguridad, mantenimiento y operación, modernización, planificación, control ecológico y eficiente reemplazo de la infraestructura, teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos. Los objetivos de la carrera de Ingeniería Civil en la UTN (Universidad Tecnológica Nacional) conducen a lograr un profesional con un perfil bien definido, que sea capaz de atender a los problemas socio-políticos y socio-económicos en los distintos ámbitos.

Según la Ordenanza 1030 de la UTN, que establece los contenidos mínimos de cada asignatura, describe el Proyecto Final de la siguiente manera:

"*El trabajo consiste en desarrollar un proyecto que resuelva una necesidad trascendente y sentida para la comunidad. Debe constituirse en una propuesta válida para la solución del tema elegido, que comprenda el diagnóstico de la situación, la formulación y evaluación del proyecto y el estudio de impacto ambiental. Según el grado de complejidad dispuesto, la propuesta podrá ser estudiada por etapas. El trabajo podrá ser personal o grupal, en función de su complejidad*".

Entonces con la realización de este trabajo, con el cual nos graduaremos, se buscará englobar la mayoría de los conocimientos que se fueron adquiriendo a lo largo de la carrera y a partir de estos lograr una resolución a una problemática real, económica y operativamente viable. Para esto se realizaron estudios generales y particulares sobre la provincia de Entre Ríos, para luego profundizar aún más sobre la ciudad de Colón. Se buscó de esta manera encontrar falencias y necesidades de la misma, para luego brindar soluciones desde la ingeniería.

Esta etapa se plantea en el segundo capítulo, donde se realizó un relevamiento general de la provincia, luego se abarcó la ciudad de Colón y por último se ahondó en un relevamiento particular en la zona donde se emplazará el proyecto. Para lograr una propicia tarea fue necesario consultar diversas autoridades y organismos. También se debieron realizar visitas a los distintos lugares para comprobar la situación actual de estos.

Luego de realizada esta etapa, y teniendo recopilada toda la información necesaria, se procedió, en el capítulo tres, a la confección de un diagnóstico de la situación en la que se encuentra el lugar. Esto se realizó detectando las falencias que incumben al campo de la Ingeniería Civil. Conjuntamente con la cátedra se decidió profundizar en el sector Sureste en las afueras de la ciudad, en zonas aledañas a la Ruta Nacional Nº 135.

En el cuarto capítulo se desarrollan los objetivos generales y particulares para satisfacer las necesidades encontradas a partir del diagnóstico. Con el fin de cumplir con dichos objetivos se desarrollaron dos anteproyectos. De acuerdo a lo planteado en cada uno de estos, y los objetivos que conllevan, se presenta en el quinto capítulo un plan de necesidades de los mismos.

Los anteproyectos se desarrollan en el sexto capítulo. El primero de ellos es la realización del tramo de autovía sobre la RN Nº 135. Este contiene un análisis del tránsito existente y a futuro, y el diseño de la autovía explicando los diferentes motivos. A su vez incluye memorias de cálculo, parámetros de diseños y metodologías de trabajo.

El segundo anteproyecto trata sobre la reordenación y refuncionabilidad del área donde se encuentra el edificio que era utilizado como aduana y actualmente está siendo usufructuado por Gendarmería. En dicho anteproyecto se plantea la solución a la problemática ocasionada por el tránsito liviano los días en los que el paso fronterizo se ve colapsado. A su vez se adecuan las instalaciones de infraestructura y servicio, proyectando un lugar para que los camiones puedan permanecer sin entorpecer el tráfico.

Luego, en el capítulo siete, se define, conjuntamente con la cátedra, el proyecto ejecutivo que saldrá de uno de los anteproyectos. Comprenderá en un documento memoria descriptiva, memoria de cálculo y presupuesto del puente tipo viga que será necesario para salvar el Arroyo de la Leche en la construcción de la autovía.

En el capítulo ocho se realizará una "Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)" para identificar, prever y mitigar las consecuencias ambientales del proyecto global. Se utilizará la técnica de la matriz de importancia propuesta por el Lic. Bejerman.

Por último se presenta una conclusión de lo que significó el Proyecto Final, y se adjunta en el Anexo información que fue necesaria y que aportó a las decisiones tomadas. Se detalla en el final la bibliografía utilizada.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 2

- Relevamiento -

2. RELEVAMIENTO GENERAL

En este capítulo se presenta un relevamiento a grandes rasgos de la República Argentina, de la provincia de Entre Ríos y un análisis más profundo de la ciudad de Colón. Finalizando se realiza un relevamiento particular de la zona de estudio.

2.1. REPUBLICA ARGENTINA

La República Argentina es un país soberano de América del Sur, ubicado en el extremo sur y sudeste de dicho subcontinente. Organizado de modo republicano, representativo y federal, se constituye de 24 entidades, 23 provincias y una ciudad autónoma, Buenos Aires, capital y sede del gobierno federal.

Sus ya más de 43 millones de habitantes promedian índices de desarrollo humano, renta per cápita y calidad de vida de entre los más altos en América Latina. Según el Banco Mundial, su PIB nominal es el 21.º del mundo.

Por sus 2 780 400 km², es el país hispanohablante más extenso del planeta, el segundo más grande de América Latina, cuarto en el continente americano y octavo en el mundo, si se considera solo la superficie continental sujeta a soberanía efectiva.

Su territorio continental americano, que abarca gran parte del Cono Sur, limita al norte con Bolivia y Paraguay, al nordeste con Brasil, al este con Uruguay y el océano Atlántico, al oeste con Chile y, siempre en su sector americano, al sur con Chile y las aguas atlánticas del pasaje de Drake.

La República Argentina está organizada en 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en donde se encuentra la sede del Gobierno federal.

Las provincias nominalmente son entidades federales y dividen su territorio en departamentos y estos a su vez se componen de municipios, con la excepción de la provincia de Buenos Aires que solo lo hace en municipios denominados partidos.

Con excepción de la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, las demás provincias han firmado tratados interprovinciales de integración conformando cuatro regiones para diversos fines:

- Región del Norte Grande Argentino, formada por las provincias de: Catamarca, Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones, Tucumán, Salta y Santiago del Estero. (758 933 km²).
- Región del Nuevo Cuyo, formada por las provincias de: La Rioja, Mendoza, San Juan y San Luis. (149 006 km²).
- Región de la Patagonia, formada por las provincias de: Chubut, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. (936 638 km²).
- Región Centro, formada por las provincias de: Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe. (377 709 km²).

Figura 1.1 – República Argentina

2.2. ENTRE RIOS

Entre Ríos es una de las veintitrés provincias que componen la República Argentina Políticamente forma parte de la Región Centro, y geográficamente es un componente de la Mesopotamia argentina, conformada por los ríos Uruguay y Paraná en el Litoral argentino. Limita al sur con la provincia de Buenos Aires, al oeste con la provincia de Santa Fe, al norte con la provincia de Corrientes y al este con la República Oriental del Uruguay. Su capital provincial es la ciudad de Paraná.

Con 78 781 kilómetros cuadrados (distribuidos territorialmente en 66 976 km² de tierra firme y 11 805 km² de islas y tierras anegadizas), es la decimoséptima provincia más extensa del país, ocupando el 2,83 % de la superficie total del mismo.

A menudo se la considera como una provincia de características insulares, por estar rodeada por ríos y arroyos. Sus principales accesos están constituidos por puentes y un túnel subfluvial. La red de agua superficial y profunda, a través de pozos, es abundante y apta para el consumo inmediato, es hasta 12 veces mayor que en cualquier otra provincia argentina.

Según el censo de 2010 (INDEC) posee 1 236 300 habitantes, lo cual la convierte en la séptima provincia más poblada del país. Dicha población equivalía al 3,1 % del total nacional.

Figura 1.2 – Provincia de Entre Ríos

2.2.1. Clima

Los climas característicos son el tropical sin estación seca al norte y el templado pampeano al sur. Es recorrida por vientos provenientes del océano Atlántico, además de vientos locales como el Pampero, la Sudestada y el Viento Norte. Cuenta con precipitaciones abundantes, con un promedio de 1.000 mm anuales. La temperatura promedio en verano es de 30 °C, desde noviembre a marzo. En el invierno, la temperatura es de 10 °C promedio; desde junio a septiembre.

2.2.2. Infraestructura ferrovial

Entre Ríos está ubicada en un corredor estratégico del Mercosur y de la conexión bioceánica sudamericana. Dado que la provincia está rodeada por ríos en todos sus límites, los puentes revisten una gran importancia para la comunicación vial de la provincia con el exterior. Tres puentes unen a la provincia con la República Oriental del Uruguay, por sobre el río Uruguay. Uno de ellos es el paso internacional "Gualeguaychú–Fray Bentos", que mediante el Puente Libertador General San Martín une la ciudad de Gualeguaychú con la ciudad uruguaya de Fray Bentos. El Puente General Artigas une a la ciudad de Colón con la ciudad uruguaya

gobierno que pueden comprender todo o parte de uno o más distritos. La mayor parte de las islas del Delta del Paraná se agrupan en secciones.

Desde la creación del Departamento San Salvador, la provincia se encuentra dividida en diecisiete departamentos, cuyos nombres según la Constitución provincia pueden ver en la *Tabla 1.1*.

Departamento	Cabecera	Superficie	Población
Colón	Colón	2.893 km²	62.160
Concordia	Concordia	3.357 km²	170.033
Diamante	Diamante	2.774 km²	46.361
Federación	Federación	3.760 km²	68.736
Federal	Federal	5.060 km²	25.863
Feliciano	San José de Feliciano	3.143 km²	15.079
Gualeguay	Gualeguay	7.178 km²	51.883
Gualeguaychú	Gualeguaychú	7.086 km²	109.461
Islas del Ibicuy	Villa Paranacito	4.500 km²	12.077
La Paz	La Paz	6.500 km²	66.903
Nogoyá	Nogoyá	4.282 km²	39.026
Paraná	Paraná	4.974 km²	340.861
San Salvador	San Salvador	1.275 km²	17.357
Tala	Rosario del Tala	2.663 km²	26.665
Uruguay	Concepción del Uruguay	5.855 km²	100.728
Victoria	Victoria	6.822 km²	35.767
Villaguay	Villaguay	6.654 km²	48.965

Tabla 1.1 – Departamentos de Entre Ríos

Figura 1.3 – Mapa Departamentos de Entre Ríos

2.2.4. Entre Ríos y su integración de la región centro

Las provincias de Córdoba y de Santa Fe firmaron el 15 de agosto de 1998 el Tratado de Integración Regional entre las Provincias de Córdoba y de Santa Fe "con el fin de promover el desarrollo económico y social en virtud de lo establecido en el Art. 124 de la Constitución Nacional y el desarrollo humano, la salud, la educación, la ciencia, el conocimiento y la cultura..." El 6 de abril de 1999 se firmó el Acta de Integración de la Provincia de Entre Ríos al Tratado de Integración Regional con lo que quedó configurada la Región Centro con la composición que tiene en la actualidad.

2.2.5. Población

El resultado definitivo del censo realizado en octubre del 2010 arrojó como resultado que en Entre Ríos habitan 1.235.994 personas, concentradas principalmente en los cuatro departamentos más importantes, Paraná, Concordia, Gualeguaychú y Concepción del Uruguay.

Del total provincial, 339.930 personas viven en el departamento Paraná, que registró un crecimiento del 6,4% con respecto al censo realizado en 2001, cuando se registraron 319.614 habitantes.

En el departamento Concordia, en tanto, la variación intercensal fue del 8,1%, ya que la población pasó de 157,291 a 170,0 personas entre 2001 y 2010.

Un movimiento similar se registró en Gualeguaychú: en este departamento la población se incrementó un 8%: sus habitantes pasaron de 101.350 a 109.461 entre ambos relevamientos.

En Uruguay se verificó una variación intercensal del 7,1%, dado que los residentes en este departamento crecieron de 94.070 a 100.728.

Un dato que se confirmó del relevamiento provisorio es que Colón fue el departamento con mayor crecimiento poblacional. Creció un 17,9% entre 2001 y 2010, pasando de 52.718 habitantes a 62.160. Federación ocupó el segundo lugar, con una suba de habitantes del 14,2%: de 60.204 a 68.736.

En el extremo contrario se ubicó Tala: allí se verificó un descenso de población del 0,9%, ya que sus habitantes se redujeron entre ambas mediciones de 25.892 a 25.665.

Los departamentos restantes apenas si incrementaron su población entre el 0,1 y el 5%.

Otro de los datos publicados por el INDEC es la densidad poblacional, que mide la cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado. El promedio provincial es de 15,7, mientras que los dos departamentos con mayor índice fueron Paraná (68,3 hab./km2) y Concordia (52,2 hab./km2). En el otro extremo está Islas, con 2,7 hab./km2 y Feliciano, con 4,8 hab./km2.

Cuadro P1-P. Provincia de Entre Ríos. Población total y variación intercensal absoluta y relativa por departamento. Años 2001-2010

Departamento	Población		Variación absoluta	Variación relativa (%)
	2001	2010		
Total	**1.158.147**	**1.235.994**	**77.847**	**6,7**
Colón	52.718	62.160	9.442	17,9
Concordia	157.291	170.033	12.742	8,1
Diamante	44.095	46.361	2.266	5,1
Federación	60.204	68.736	8.532	14,2
Federal	25.055	25.863	808	3,2
Feliciano	14.584	15.079	495	3,4
Gualeguay	48.147	51.883	3.736	7,8
Gualeguaychú	101.350	109.461	8.111	8,0
Islas del Ibicuy	11.498	12.077	579	5,0
La Paz	66.158	66.903	745	1,1
Nogoyá	38.840	39.026	186	0,5
Paraná	319.614	339.930	20.316	6,4
San Salvador	16.118	17.357	1.239	7,7
Tala	25.892	25.665	-227	-0,9
Uruguay	94.070	100.728	6.658	7,1
Victoria	34.097	35.767	1.670	4,9
Villaguay	48.416	48.965	549	1,1

Nota: la población total incluye a las personas viviendo en situación de calle.

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 y 2010.

Figura 1.4 – Datos poblacionales brindados por el INDEC

2.2.6. Turismo

Entre Ríos actualmente tiene como uno de sus ejes de desarrollo a la actividad turística, es el cuarto destino más visitado a nivel nacional. Sus principales atractivos turísticos son los complejos termales, el turismo rural, turismo de verano, la pesca deportiva, el turismo aventura y los carnavales. La provincia promociona en total diez productos turísticos que desarrolla en su sitio web oficial de actualización diaria, garantizando la calidad y veracidad de los datos e información allí brindada.

Las siguientes localidades cuentan con balnearios habilitados sobre ríos o arroyos con servicios para el turista y la mayoría además ofrece la práctica de actividades náuticas: Concepción del Uruguay, Colón, San José (1° Playa de río del país certificada en calidad), Concordia, Federación, Santa Ana, Gualeguaychú, Victoria, Diamante, Villa Elisa, Valle María y Villa Urquiza. Asimismo, la provincia cuenta con numerosos sitios de interés histórico, entre los que se destaca Palacio San José, que fuera residencia de Justo José de Urquiza.

Los complejos termales se encuentran en diversas localidades: Concepción del Uruguay, Concordia, La Paz, Federación, Colón, Villa Elisa, Chajarí, María Grande, San José, Victoria, Gualeguaychú, Basavilbaso y otros en proceso de construcción en Diamante y Villaguay.

En varias ciudades se realizan los festejos de carnaval durante los meses de verano, presentando comparsas por la calle y en los corsódromos. Los más destacados son los de Gualeguaychú - Carnaval del País, Victoria, Concepción del Uruguay, Santa Elena, Gualeguay, Concordia, Chajarí y Hasenkamp.

en Paraná y la otra en Concepción del Uruguay durante la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento.

La provincia cuenta con seis universidades con sedes en su territorio: la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), la Universidad Católica Argentina (UCA), la Universidad Adventista del Plata (UAP), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Universidad de Concepción del Uruguay (UCU) y la Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER). Además existen varias universidades con regímenes semipresenciales dentro de modalidades de educación a distancia que tienen unidades académicas en la provincia; tal es el caso de la Universidad Católica de Salta (UCASAL), la Universidad Blas Pascal (UBP) o la Universidad Nacional del Litoral (UNL), entre otras.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), ubicada en Oro Verde, es la primera institución en Sudamérica en brindar la carrera de Bioingeniería, desde 1985. El 3 de julio de 1992, se produce con 8 egresados la primera colación de Bioingenieros, fecha en la que desde entonces se celebra en Argentina el «Día del Bioingeniero».

2.2.9. Principales centros urbanos

A diferencia de otras provincias argentinas, la población de la Provincia de Entre Ríos no se encuentra concentrada en un centro urbano principal. Las diez ciudades más pobladas de la provincia se expresan en la *Tabla 1.2* y la densidad de habitantes en la *Figura 1.5*.

	CIUDADES PRINCIPALES DE ENTRE RIOS		
	Ciudades	Departamentos	Poblacón
1	Paraná	Paraná	247.863
2	Concordia	Concordia	152.282
3	Gualeguaychú	Gualeguaychú	83.116
4	Concepción del Uruguay	Uruguay	73.729
5	Gualeguay	Gualeguay	43.009
6	Chajarí	Federeación	34.848
7	Villaguay	Villaguay	34.637
8	Victoria	Victoria	31.842
9	La Paz	La Paz	25.808
10	Colón	Colón	24.835

Tabla 1.2 – Principales centros urbanos de Entre Ríos

Existen además, tres prolongaciones de dirección N-S, entre los arroyos Nogoyá y Clé; otro, entre éste y el río Gualeguay y otro, entre el río Gualeguay y el Gualeguaychú. En la zona de Diamante, Victoria y Gualeguay, las lomadas dan al paisaje un aspecto de toboganes gigantes.

Entre Ríos posee 5 tipos distintos de suelo que se muestran en la *Tabla 1.3*.

Tipo de suelo	Características
Molisoles	Suelos de estructura granular y contenido de materia orgánica, ocupan un 20% del territorio provincial, sobre la costa del Paraná.
Vertisoles	Suelos con alto contenido de arcilla, ocupan un 35% del territorio provincial, desde los departamentos Tala y Uruguay hacia el norte.
Alfisoles	Suelos claros con porcentajes variables de arcilla, ocupan un 11% del territorio provincial, en áreas elevadas y onduladas de los departamentos Feliciano, Federal, La Paz, Paraná, Tala y Villaguay.
Entisoles	Suelos profundos con textura arenosa y bajo contenido de arcilla, se ubican en el noreste de la Provincia, en una franja paralela al Rio Uruguay hasta Concepción del Uruguay.
Mezcla de Entisol e inceptisol	Ocupan un 20,5% del territorio provincial, en la zona del Delta del Paraná.

Tabla 1.3 – Tipo de suelos en Entre Ríos

2.2.12. Energía

Las principales fuentes energéticas de la provincia son la electricidad y el gas. La producción eléctrica se origina en la Represa Salto Grande. Dicha represa fue el primer complejo hidroeléctrico binacional de Latinoamérica, y provee de electricidad tanto a Argentina como a Uruguay. El suministro gasífero se debe a la conexión con el Gasoducto Subfluvial que cruza el Rio Paraná y continúa con el Gasoducto Troncal Entrerriano, una obra a cargo de la empresa Gas del Norte S.A.

2.3. COLON

Colón es la capital del Depto., Se encuentra a 295 Km de Paraná y a 320 Km. de Bs. As., se puede acceder a esta región del país a través del Puente Zárate Brazo Largo, que se conecta con la Ruta Nacional Nº 12, luego empalma con la Ruta Nacional Nº 14, hasta el destino. Desde Uruguay se logra llegar a esta región por medio del Puente Internacional Gral. Artigas que une a Colón con la ciudad de Paysandú, del vecino país.

2.3.1. Ubicación geográfica

La ciudad de Colón se encuentra a 32° 12' 50" de Latitud Sur y 58° 08' 30" de Longitud Oeste;
en la provincia Entre Ríos, de la República Argentina (Sudamérica).

Ubicada a tan sólo 320 kilómetros de la capital de Argentina.

La ciudad de Colón está en el centro mismo del Mercosur (Mercado Común del Sur),

lo que hace muy fácil el acceso a la localidad desde cualquier punto de país y otras naciones vecinas.

2.3.2. Historia

La ciudad fue fundada por el general Justo José de Urquiza, primer presidente constitucional de la Argentina, el 12 de abril de 1863.

Su condición de puerto natural, favoreció el comercio fluvial de los productos regionales, principalmente provenientes de la Colonia San José, núcleo urbano formado años antes por el mismo Urquiza con inmigrantes suizos y franceses, donde arribaron tras desembarcar en 1857 en la Calera de Espinosa, primer emplazamiento portuario de Colón.

Eran colonos que provenían de los cantones suizos, de Saboya o del Piamonte. Dedicados a la actividad agrícola ganadera, fueron acercándose a la zona aledaña al puerto, para agilizar la comercialización de los productos.

Al incrementarse cada vez más el número de habitantes en ese sector, el general Urquiza consideró necesario la creación de un nuevo poblado en las inmediaciones de la Calera Espiro.

El 13 de mayo de 1872 fue sancionada la Ley de Municipalidades (promulgada el 28 de mayo), estableciéndose una en cada ciudad o villa, con su respectivo ejido, entre las cuales se creó la de la ciudad de Colón. El 1 de diciembre tuvieron lugar en Colón las elecciones para los 11 miembros titulares de la municipalidad y 11 suplentes, pero el 16 de diciembre fueron anuladas por disturbios, practicándose nuevas elecciones el 2 de marzo de 1873. La instalación de la corporación tuvo lugar el 23 de marzo de 1873. Otro acontecimiento importante en la historia del siglo XIX de la ciudad es la fundación de Parroquia de los Santos Justo y Pastor el 9 de agosto de 1876.

2.3.3. Clima

El departamento de Colón, hacia el sur de la isohieta de 1.000 mm, está incluido dentro del clima templado pampeano. Presentando características propias de una transición entre el subtropical sin estación seca y el templado antes mencionado.

Las lluvias, bien distribuidas a lo largo del año, pero con un mínimo en invierno, son de alrededor de los 900 mm anuales. La humedad atmosférica es de moderada a alta, confrecuentes períodos de niebla y neblinas, desde principios de otoño y hasta principios de primavera.

El granizo suele caer más comúnmente en primavera ante el avance de frentes frías. Las temperaturas medias anuales son de 17º C. con las cuatro estaciones bien definidas.

Los inviernos son suaves, con heladas frecuentes y con temperatura que descienden de 0º C. en oportunidad de los ingresos de aire Antártico o del pacífico Sur.

Las nevadas son prácticamente desconocidas en esta zona, la última se produjo en el año 1918; a partir de allí, sólo se han registrado algunas precipitaciones del tipo "agua nieve".

El rocío es un fenómeno muy común desde el otoño hasta fines de la primav Los veranos no son muy calurosos, pues ocasionalmente superan los 40º C. Los vientos típicos del Departamento son el Norte Noroeste Sureste y Sur; los primeros predominan en verano y los segundos en invierno.

2.3.4. Demografía

Según datos proporcionados por el censo en el año 2010 por el INDEC, el departamento de Colón cuenta con una población total superior a los sesenta mil habitantes. Se ha producido un aumento de aproximadamente del dieciocho por ciento con respecto al censo del año 2001.

Población 2010: 62.160 habitantes.	Variación relativa: 17,9 %.
Población 2001: 52.718 habitantes	

Figura 1.6 – Población del departamento de Colón según INDEC

En lo que respecta a la ciudad de Colón la población con respecto al censo del año 2010 y su comparación se muestra en la *Figura 1.7*.

Población 2010: 24.835 habitantes, **12.025** varones y **12.810** mujeres (I_{masc} 93.87%)
Población 2001: 21.100 habitantes

Figura 1.7 – Población de la ciudad de Colón según INDEC

Se ha producido un aumento en su población en casi un dieciocho por ciento, lo cual es un valor que concuerda con el crecimiento del departamento.

En las *Figuras 1.8* y *1.9* se muestran distintos datos que son de interés como la población por grupos de edad y hogares y viviendas.

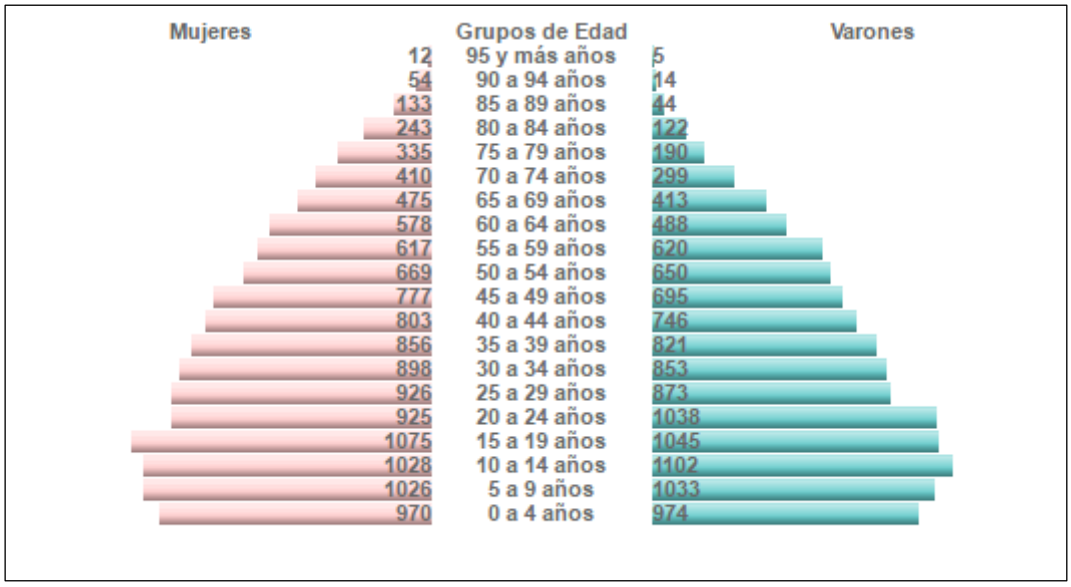


Figura 1.8 – Población por grupo de edad y sexo

TOTAL: 7.975 hogares, **10.254** viviendas

Hacinamiento del Hogar
Porcentaje de hogares

Cantidad de Personas por cuarto	Municipio	Provincia	País
Hasta 0,50	24,31%	24,77%	22,07%
0,51 a 0,99	18,16%	18,66%	17,84%
1 a 1,49	31,37%	29,50%	30,71%
1,50 a 1,99	9,61%	9,24%	9,98%
2,00 a 3,00	13,48%	14,01%	15,26%
Más de 3,00	3,07%	3,82%	4,14%

Figura 1.9 – Hogares y Viviendas

2.3.5. Zonificación

La costa del Río Uruguay frente a la ciudad de Colón se extiende al Este de la trama urbana, desde el Arroyo del medio Artalaz hasta el Arroyo de la Leche al sur de la misma, cubriendo una longitud de 3,9 Km.

Existen varias zonas a lo largo y ancho de la ciudad, las que se presentan a continuación en el *Plano 1.1*.

2.3.6. Topografía

La ciudad de Colón, al encontrarse en la provincia de Entre Ríos, integra la Mesopotamia argentina. En su gran mayoría la provincia tiene un relieve llano surcado

Departamento Colón. Se muestran en las *Figuras 1.11, 1.12, 1.13* las hectáreas cultivadas para la temporada 2014/2015 de arroz, soja y trigo respectivamente.

Producción de Arroz por Departamento

DPTO.	CAMPAÑA	SUPERFICIE (ha)	SUP. PERDIDA (ha)	SUP. COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRODUCCION (Tn)
Colón	2014/15	6900	0	6900	6700	46230
Total		6900	0	6900	6700	46230

Figura 1.11 – Cantidad de hectáreas cultivadas de arroz temporada 2014/2015

Producción de Soja por Departamento

DPTO.	CAMPAÑA	SUPERFICIE (ha)	SUP. PERDIDA (ha)	SUP. COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRODUCCION (Tn)
Colón	2014/15	37900	0	37900	2262	85730
Total		37900	0	37900	2262	85730

Figura 1.12 – Cantidad de hectáreas cultivadas de soja temporada 2014/2015

Producción de Trigo por Departamento

DPTO.	CAMPAÑA	SUPERFICIE (ha)	SUP. PERDIDA (ha)	SUP. COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRODUCCION (Tn)
Colón	2014/15	4500	0	4500	2000	9000
Colón	2014/15	15200	0	15200	2600	39520
Total		19700	0	19700	2463	48520

Figura 1.13 – Cantidad de hectáreas cultivadas de trigo temporada 2014/2015

Se muestra en las *Figuras 1.14, 1.15, 1.16* como ha variado la producción en el Departamento Colón para los tres principales tipos de cultivo. Se puede observar que a pesar de que en varios años se vio un descenso del área producida, en general hay una tendencia creciente en las actividades ordenadas a la agricultura y producción de cereales. Finalmente en la *Figura 1.17* se indican los porcentajes que representan los distintos cultivos en el Dpto. Colón en la temporada 2014/2015. El ítem "Otros" se compone de cultivos de maíz, lino, girasol y sorgo.

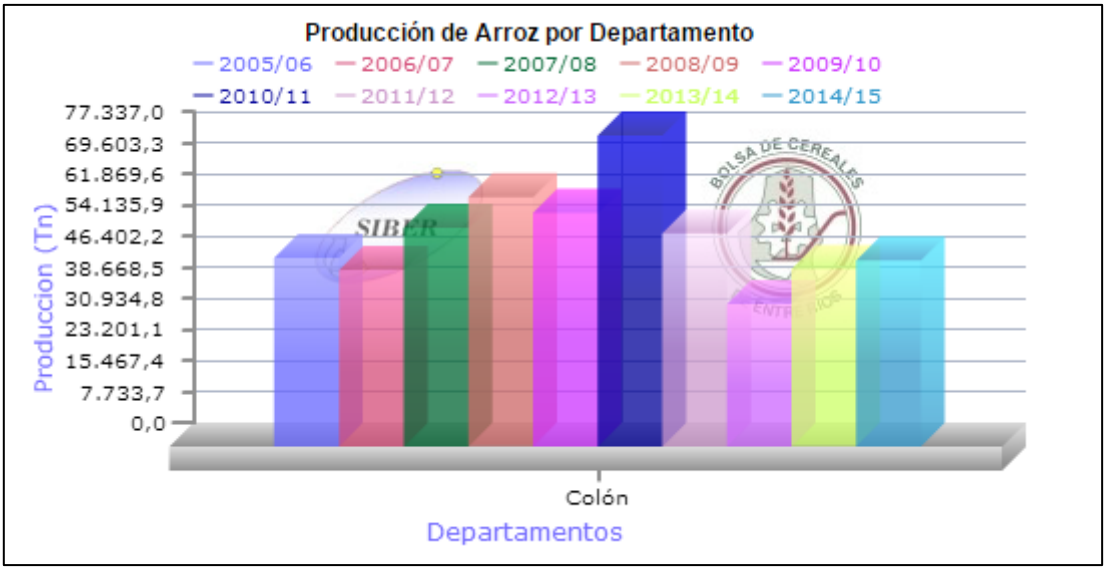


Figura 1.14 – Producción de arroz de las ultimas 10 temporadas.

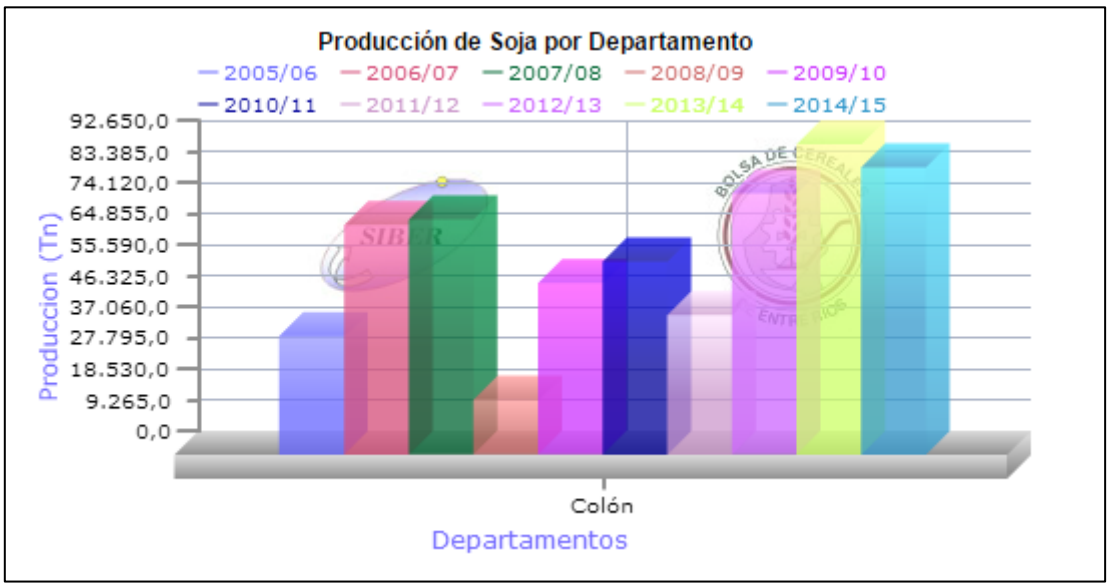


Figura 1.15 – Producción de soja de las ultimas 10 temporadas.

- ***Avicultura:*** los inicios de la avicultura en el departamento de Colón se remonta a 1857, introducida por los colonos suizos como parte de las actividades de granja, mayormente orientada a la subsistencia. A raíz de las importantes innovaciones en genética comienza, en la década de los 60, la etapa de la avicultura industrial. Durante las décadas del 70 y 80 se asiste a la creciente organización y estructuración del Complejo con el surgimiento de actividades eslabonadas y la incorporación de tecnología y servicios especializados junto con el desarrollo de organizaciones de productores y empresarios.
  Actualmente la avicultura es una de las actividades agroindustriales principales por sus aportes al Producto Bruto Geográfico, al empleo provincial y sus perspectivas de expansión y por su inserción externa debido a la capacidad para incorporar la tecnología genética. Dentro de la avicultura se pueden distinguir dos grandes Complejos: el Complejo avícola de Carnes y el Complejo avícola de Huevos. La Provincia de Entre Ríos presenta una importante especialización relativa en la producción avícola de carne, actividad que para el año 2015 abarcaba aproximadamente el 50% de la faena nacional de pollos. Ver *Figura 1.18*.

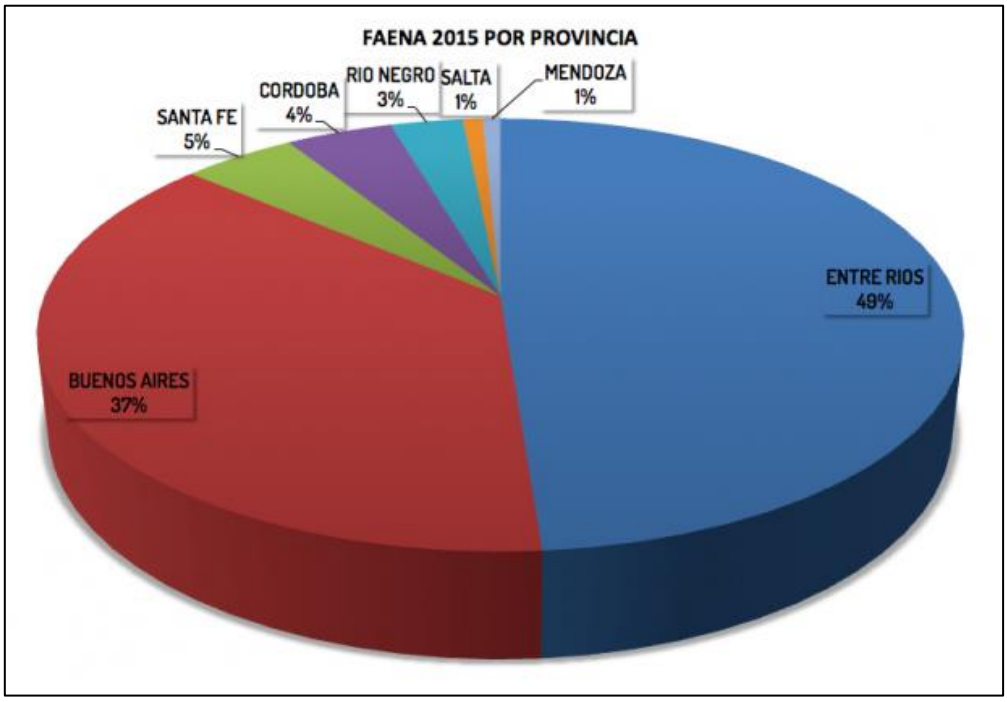


Figura 1.18 – Faena por provincias del año 2015

La distribución geográfica de los eslabonamientos en la provincia de la producción de carne se concentra principalmente en la zona de la costa del Río Uruguay, más específicamente en los departamentos de Uruguay, Colón y

Gualeguaychú. El 80% de las granjas establecidas en la zona se dedican a la producción de pollos parrilleros y el 20% a las aves de postura.
Aproximadamente el 30% de la faena de la faena provincial se localiza en el departamento de Colón.

- ***Apicultura*:** El dinamismo del complejo apícola, del cual la miel es el producto más destacado, se origina en las transformaciones que vienen registrando la actividad en las últimas décadas. Estos avances se han asentado básicamente en las sostenidas ventas externas, debido a que el consumo interno de miel es aún muy bajo.
  Entre Ríos se ha constituido como la segunda provincia productora del país con el 17% de las colmenas. Los productos de la colmena se dividen en dos grupos

- ***Industria Láctea:*** La producción láctea ha sufrido en la última década un crecimiento sorprendente. La provincia de Entre Ríos pasó de tener pequeñas explotaciones tamberas, incluso con una gran proporción destinada al consumo familiar del granjero, a producir para el mercado nacional y para satisfacer la demanda del comercio de exportación, fundamentalmente orientada al mercado brasilero.
  La aplicación de nuevas tecnologías en el ordeñe, el pastoreo, la alimentación en general y la genética, la ampliación de caminos rurales afirmados y la extensión masiva de la electrificación rural han contribuido en forma fundamental a apuntalar este crecimiento sostenido y cuyas proyecciones hacia el futuro cercano sobrepasan incluso el marco geográfico del Mercosur. Prueba de esto es el proceso ininterrumpido de inversiones que está realizando la industria del sector en sus principales empresas.
  En la *Tabla 1.4* se puede observar las distintas industrias lácteas que se encuentran habilitadas en el departamento de Colón. Se obtuvieron del sitio web de la Secretaria de la Producción de Entre Ríos.

INDUSTRIAS LÁCTEAS QUE OPERAN EN EL DPTO COLÓN	
Razón social	Localidad
Bastian Daniel Nestor	Colón
Centro Tamb. Villa Elisa	Villa Elisa
Esc. Agrt. Capt. Gral. J.J. de Urquiza	Colón
Fénix S.A.	Colón
Guifre Teodoro Marcos	Villa Elisa
Lácteos Indulacer	Villa Elisa
Morend Marta Beatriz	Colonia Mabragaña

Tabla 1.4– Listado de industrias lácteas del Departamento de Colón

Desde Santa Fe:

Se cruza el Túnel Subfluvial arribando a Paraná, donde comienza la Ruta N° 18, en dirección Este hasta Villaguay, allí se empalma con le Ruta N° 130 hasta la Ruta N. N° 14. En ese empalme se accede a San José y desde allí por Ruta N° 26 hasta Colón.

Desde Rosario:

Por el puente que une esa ciudad con Victoria (Entre Ríos), continúa por Ruta N° 26 hasta la Ruta N° 39.

Por ésta hacia el Este hasta la Ruta N. N° 14, tomando esta ruta hacia el Norte hasta el Km 151,5 donde accede a la ciudad.

Desde el Norte del país:

También se puede ingresar a través de la Ruta 14, hasta el Km 151,5 de la misma.

Desde la República Oriental del Uruguay:

Se llega a atravesando el puente internacional "General Artigas", que une a Colón con la ciudad de Paysandú, en el vecino país.

Figura 1.20 – Acceso a Colón por Rutas Nacionales

1.3.8.1 *Accesos a la ciudad*

La ciudad propiamente dicha posee dos accesos principales, el acceso Oeste (Ruta Nacional Nº 135) y el acceso Norte (Av. Presidente Perón).

En la *Figura 1.21* se puede apreciar el acceso Sur/Oeste en color rojo, para vehículos provenientes de Ruta Nacional Nº 135 (desde la República Oriental del Uruguay y desde la Ruta Nacional Nº 14), y el acceso Norte/Oeste en color verde, para vehículos provenientes de la ciudad de San José por la Av. Presidente Perón.

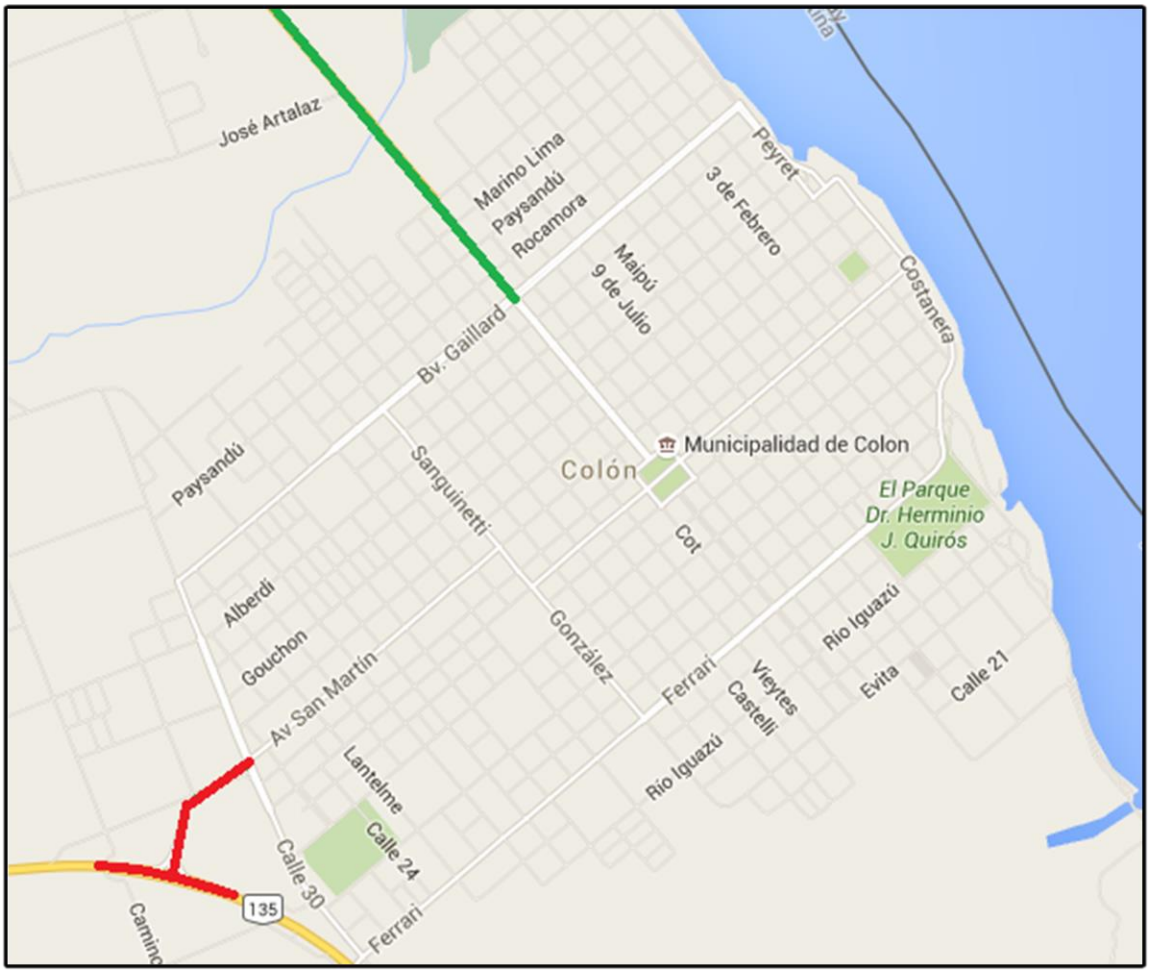


Figura 1.21 – Accesos principales a la ciudad de Colón

2.3.9. Turismo

2.3.9.1 *Playas*

Colón posee casi 10 kilómetros de arenas blancas junto al Río Uruguay. Las playas e islas son uno de los principales atractivos de la ciudad, que junto a los servicios, son un lugar ideal para el descanso y la recreación. Sobre las orillas del casco urbano se extienden los balnearios Playa Norte, Punta Colón, Piedras Coloradas, Santiago Inkier, Playa Honda y Playa Nueva, donde se puede disfrutar de sus cálidas aguas y brindando una ventaja incomparable, dada su proximidad a los principales

establecimientos de alojamientos. En temporada estival cuentan con la habilitación y protección de guardavidas y correctamente boyadas.

Por sus características el Río Uruguay es un río tranquilo, ideal para la práctica de diversas actividades náuticas, tales como la práctica de kayak, remo, windsurf, navegación a vela, esquí acuático y natación, entre otras muchas actividades.

Figura 1.22 – Playas de la Ciudad de Colón

En la siguiente fotografía satelital (*Figura 1.22*) se pueden apreciar la ubicación de las distintas playas. Vale aclarar que la fotografía es correspondiente al año 2012 debido que en años más recientes no se puede apreciar correctamente las playas debido a las crecientes presentes en el momento de tomada dicha fotografía.

2.3.9.2 Termas

Ubicado en el sector norte de la ciudad, frente al Golf Club Colón, y a escasa distancia del Rio Uruguay, el Complejo Termal Municipal "Carlos René Evequoz", ocupa un predio de 4 hectáreas y brinda aguas termales a temperaturas oscilantes entre los 33º y 40º C.

El Complejo se divide en un sector al aire libre, que despliega siete piletas con características diferentes: una de ellas cuenta con chorros a presión y duchas, dos tienen

ALOJAMIENTO 2010	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
HOTELERO (Hoteles/ Apart Hoteles)	39.358	33.015	18.381	20.755	15.961	10.159	27.924	16.417	13.663	22.928	21.353	14.755	254.669
PARAHOTELERO (Hosterías/ Residenciales/ Motels/ Cabañas/Bungalows/ Hospedajes/ Estancias)	39.863	33.140	18.141	28.548	23.779	6.697	31.096	12.158	15.484	27.010	23.100	21.872	280.888
PRIVADO (Casas/ Deptos/Habitaciones de Alquiler)	91.021	72.453	17.246	10.096	8.238	10.620	13.724	1.088	3.280	5.473	4.894	4.230	242.363
COLECTIVO (Campings/ Albergues/Refugios)	55.530	42.390	4.114	7.450	2.604	272	1.228	682	1.324	2.999	7.325	5.170	131.088
TOTAL	252.860	202.718	65.096	74.871	56.649	29.805	84.009	33.396	37.469	65.355	63.182	51.532	1.016.942
	Afectado por Creciente del Río												

Tabla 1.5 - Ocupación de Alojamientos del año 2010

ALOJAMIENTO 2011	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
HOTELERO (Hoteles/ Apart Hoteles)	47.068	40.532	29.798	19.838	13.091	13.922	28.328	17.055	27.700	20.884	16.653	20.181	295.050
PARAHOTELERO (Hosterías/ Residenciales/ Motels/ Cabañas/Bungalows/ Hospedajes/ Estancias)	100.081	92.745	35.031	15.486	11.912	12.307	28.205	21.203	21.044	27.109	23.118	25.431	413.672
PRIVADO (Casas/ Deptos/Habitaciones de Alquiler)	71.879	64.388	20.626	1.935	1.949	1.960	2.953	3.029	4.091	5.153	9.939	14.725	202.627
COLECTIVO (Campings/ Albergues/Refugios)	31.759	26.091	23.143	2.241	1.076	990	2.591	621	3.181	7.934	8.976	13.640	122.243
TOTAL	280.966	249.226	121.665	44.242	31.593	32.447	69.526	46.937	62.737	68.134	64.534	82.585	1.154.592

Tabla 1.6 - Ocupación de Alojamientos del año 2011

ALOJAMIENTO 2012	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
HOTELERO (Hoteles/ Apart Hoteles)	54.903	49.767	25.838	24.404	10.616	10.913	26.012	14.160	21.435	19.610	18.766	18.196	294.620
PARAHOTELERO (Hosterías/ Residenciales/ Motels/ Cabañas/Bungalows/ Hospedajes/ Estancias)	101.832	84.598	31.323	31.935	13.794	8.270	32.191	17.157	24.736	31.142	29.844	35.333	442.155
PRIVADO (Casas/ Deptos/Habitaciones de Alquiler)	77.079	66.730	1.478	12.903	1.420	0	14.666	1.165	3.053	2.103	4.660	8.939	194.196
COLECTIVO (Campings/ Albergues/Refugios)	127.443	99.849	42.475	21.212	2.865	1.633	5.430	2.321	3.053	1.505	6.522	15.939	330.247
TOTAL	412.498	343.110	115.272	104.381	32.440	23.376	88.506	39.742	60.769	62.023	68.131	167.688	1.517.936

Tabla 1.7 - Ocupación de Alojamientos del año 2012

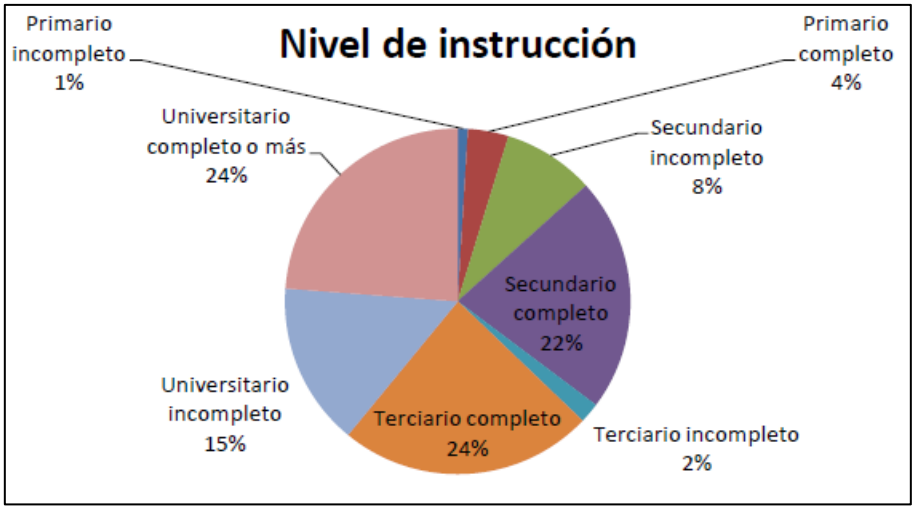


Figura 1.24 – Nivel de instrucción de los turistas.

La secretaria de turismo a su vez aporta información acerca de las distintas ocupaciones de los turistas que llegan a la ciudad obteniendo la siguiente gráfica de la *Figura 1.25*.

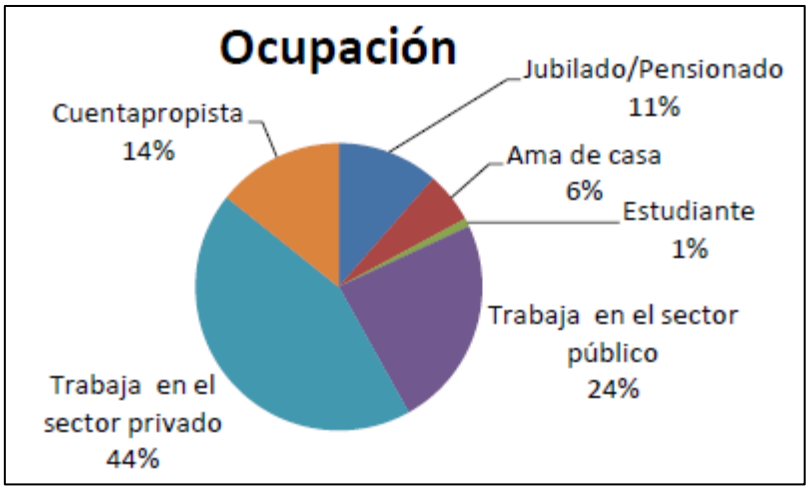


Figura 1.25– Ocupación de los turistas.

Lugar de procedencia:

En el siguiente apartado, *Figura 1.26*, se esgrimen los principales puntos de procedencia de los turistas que visitaron la ciudad de Colón.

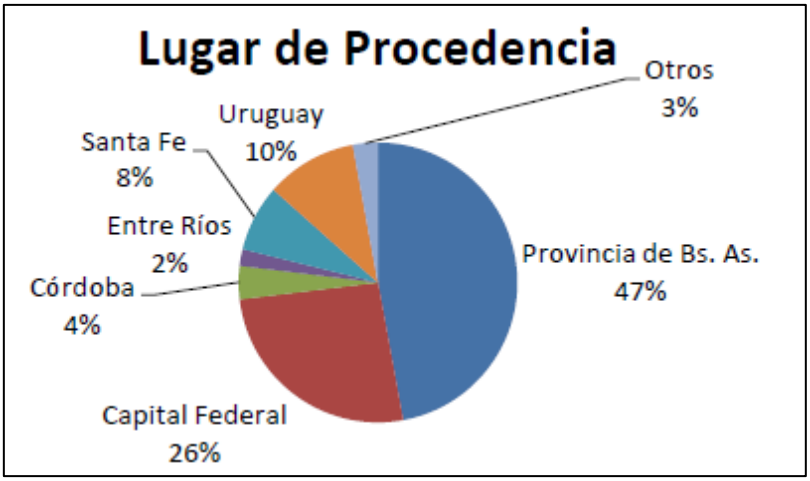


Figura 1.26 – Lugar de procedencia de los turistas

Elección de la ciudad:

En la *Figura 1.27* se puede observar los principales motivos que tuvieron presente los turistas para realizar la elección de la ciudad de Colón como destino turístico.

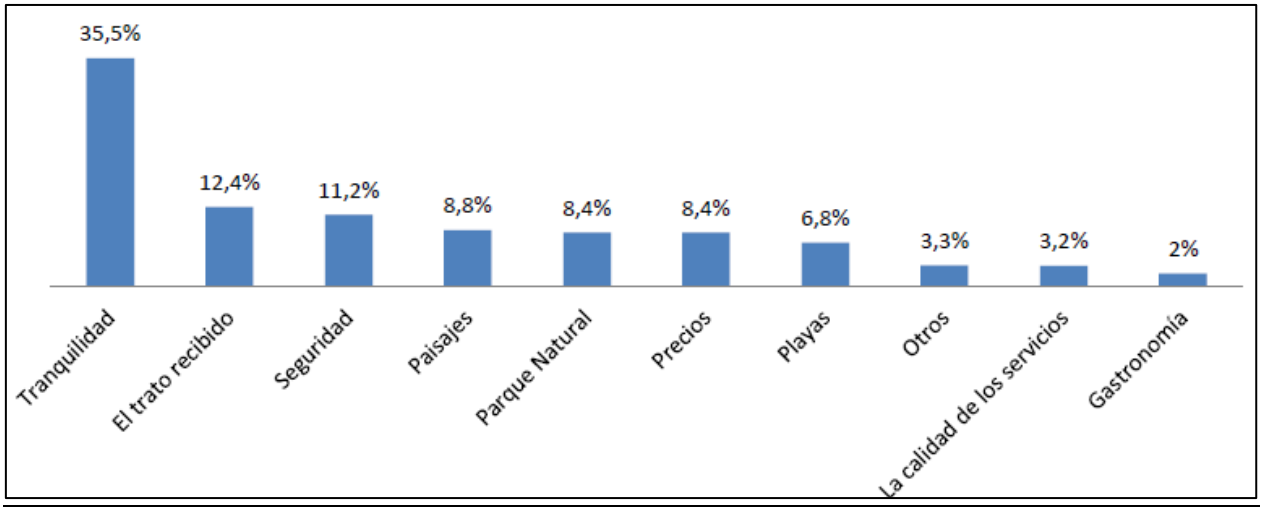


Figura 1.27 – Distintos motivos de los turistas.

Principales atractivos turísticos visitados:

En esta sección se aprecia los principales atractivos turísticos visitados. Claramente con el 40% las termas es el lugar con mayor visita de turistas seguido por Parque Nacional El Palmar. A continuación se detallan en la *Figura 1.28* todos los atractivos:

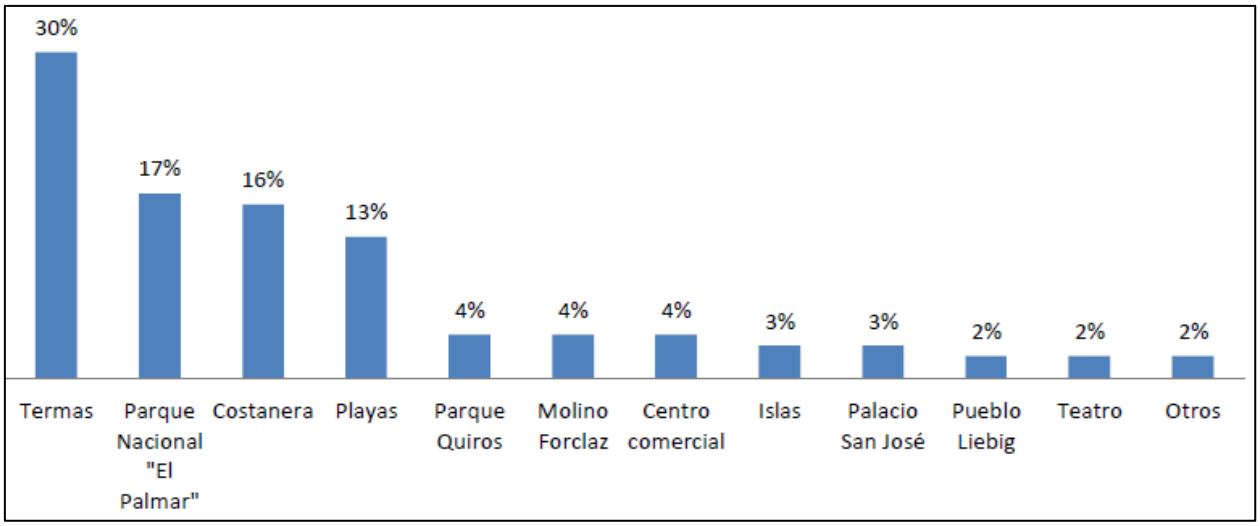


Figura 1.28 – Atractivos más visitados por los turistas.

2.3.9.9 Alojamiento

La ciudad cuenta con una capacidad de más de 20.000 plazas. La misma está conformada por una amplia variedad de hoteles de cinco a una estrella, complejos de bungalows y cabañas, casas, departamentos, centros de alquileres turísticos, camping. En las siguientes tablas se puede apreciar detalladamente la larga oferta de alojamiento con la que cuenta la ciudad.

A partir de la *Tabla 1.12* hasta la *Tabla 1.23* se detallan los tipos de alojamientos que posee la ciudad, la categoría de estos y las plazas.

En la *Tabla 1.24* se muestran los distintos complejos de camping que brinda la ciudad. Y en la *Tabla 1.25* se detallan los Centros de Alquiler Turísticos a los que pueden acceder los visitantes.

Estos datos fueron brindados por la Oficina de Turismo de Colón.

TIPO	NOMBRE	CAPACIDAD
APART HOTEL***	AURORA I	4X4 1X5
APART HOTEL **	AYRES DE COLON	12X4
APART HOTEL **	CENTRO APART HOTEL	10X2 4X4 2X6
APART HOTEL **	COLON VILLAGE	2X4 2X6
APART HOTEL*	CAPRICORNIO	7X2 1X3 3X4 1X5
APART HOTEL	ALTAVISTA COLON	8X4 4X3
APART HOTEL	ARIDAN	8X2 4X4 4X6
APART HOTEL	BAHIA	5X3 1X4
APART HOTEL	LAS TEJAS	4X6 2X2
APART HOTEL	LA MATILDE	4X2 2X3 4X5
APART HOTEL S/C	LE SOLEIL APART	6X4
APART HOTEL S/C	PANORAMAS´S SELECT	
COMPLEJO **	LA MATERA	4X3 4X4
APART BOUTIQUE	LA AGUSTINA	13X5
APART ***	11 PEYRET RENT APART	9X2 2X3 6X4
APART ***	AMANCAY DEL URUGUA-I-	3X7 3X3 2X4
APART ***	EDIFICIO PUERTO COLON	3X6
APART ***	EL SILENCIO	7X3 7X5
APART ***	GISELA MARIA	6X6 1X3
APART ***	LOS ABUS	6X4 2X3 2X5
APART ***	LUNA DE ARTALAZ	4X6
APART ***	MARINO APARTS	2X3 4X6
APART ***	VILLA MORA	1X2 2X3 1X4 1X5
APART **	AGUAS ESCONDIDAS	2X2 2X4 1X7
APART **	APART´S GUAYCURU	5X4
APART **	AYRES DE RIO	4X4 2X6
APART **	BALCONES DEL PILAR	6X7 1X5
APART **	BRISAS DEL NORTE	4X5
APART **	CABAÑAS DEL PARAISO	5X5
APART **	CANOAS APART	1X2 5X3 2X5
APART **	CAROLINA CHALET	5X5
APART **	EL EDEN	3X4
APART **	GIRASOLES	2X3 1X4 1X5
APART **	LA COLONIALITA	2X4 2X5 2X6
APART **	LA MORA	1X2 3X4
APART **	LA SIESTA	2X2 2X5
APART **	LIO-NELL	3X4
APART **	LOS MANANTIALES	3X6 1X2 2X3 1X4
APART **	LOS PREFERIDOS	1X2 2X4
APART **	MI RIO	3X2 1X4 1X6
APART **	MIS AMIGOS	2X2 4X3 3X6 1X7 2X8
APART **	MORADA DEL ARROYO	4X5
APART **	MYG	4X3 2X6
APART **	NOGUER	2X4 1X5 1X6
APART **	PAISAJE CARAGUATA	3X4 1X5
APART **	PARQUE	1X2 3X4 1X6 1X7
APART **	PARQUE PLUS	4X5
APART **	PAYSANDU	1X3 2X4 2X5 1X6
APART **	RELIQUA	3X3
APART **	RIO-SOL	7X2
APART **	TERRA AZUL	2X3 5X5
APART **	TITIN	4X5
APART **	VISTA AL GOLF	8X4
APART *	ALGAMAGO	2X3 1X4
APART *	ALTOS DEL GOLF	3X4
APART *	APART MARINA´S	1X2 6X4
APART *	BARRIO NORTE	3X3 2X2
APART *	BELLA VISTA	1X3 1X4 1X6
APART *	BERNAY LILIANA HELVECIA	2X2 2X4

Tabla 1.12 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

APART *	CATALINA	1X2 4X3 1X4
APART *	CIELOS DE COLON	2X4
APART *	CLARO DE LUNA	2X2 1X6
APART *	CUMBETO DARIO JAVIER	2X2 1X5
APART *	DEL VIEJO CAMINO	4X2
APART *	DEPARTAMENTOS ARENALES 1 y 2	5X2
APART *	DEPARTAMENTOS ISA	1X4 2X6
APART *	DEPARTAMENTOS MORENO	3X4
APART *	ELENA	1X2 1X4 1X6
APART *	EL ENSUEÑO	3X3
APART *	EL VIEJO ESPINILLO	3X2 1X6
APART *	ELVIRA PAZ	8X4
APART *	LAS CALAS	4X2 1X4
APART *	LO DE FILI	3X4
APART *	LOS NARANJOS	1X4 2X5
APART *	MARIA JUANA	4X6
APART *	MASSIOLO	2X4 1X5
APART *	MASSIOLO STELLA MARIS	1X2 1X5 2X4
APART *	ÑANDEROGA BUNGALOWS	4X4
APART *	PA'L DISFRUTE	2X4 2X6
APART *	RAQUEL	1X5 2X4
APART *	REENCUENTRO	4X4 1X6
APART *	RL DEPARTAMENTOS	2X2 1X4
APART *	SHALOM	1X2 1X5 1X6
APART *	TIO KELO	2X2 3X4
APART S/C	AIRES DEL LITORAL	3X4
APART S/C	ALCIRA DEPARTAMENTOS TURISTICOS	4X5
APART S/C	ALMA BELEN LOCACIONES	2X8 2X4
APART S/C	ALTOS DEL QUIROS	2X2 2X4
APART S/C	ANAKAR	9X4 1X5
APART S/C	APART BRISAS DEL GOLF	2X4 2X5
APART S/C	APART COLONIAL	4X4
APART S/C	ARAMI	6X3 4X5
APART S/C	ARIANA	4X4
APART S/C	ARTALAZ RESORT NEGRITA	3X4
APART S/C	ATALAYA COLON	3X4 1X5
APART S/C	AZUL MISTICO	4X2
APART S/C	BAVARIAN SUITE	3X4
APART S/C	BONIN NESTOR CLAUDIO	6X3
APART S/C	BONIN NESTOR CLAUDIO	2X6 2X7
APART S/C	BRISAS DEL LAGO	18X4
APART S/C	COMPLEJO SANTA CATARINA	3X4 2X6
APART S/C	DEPARTAMENTO POSTAL DEL RIO	4X4
APART S/C	DON ENRIQUE	2X4 1X5
APART S/C	DOÑA TINA	4X4
APART S/C	EL AMANECER DE COLON	1X4 5X6
APART S/C	EL RECREO DE COLON	3X3
APART S/C	EL RINCON DE COLON	1X2 4X6 1X8
APART S/C	FUENTE DE VIDA	6X4
APART S/C	GENERAL PAZ CENTRO	4X4
APART S/C	IGUAPE APART	3X7 1X3 8X5
APART S/C	ISLAS DE ARENA	6X4
APART S/C	JAK	2X4 1X6
APART S/C	LA CELESTINA	3X3
APART S/C	LAPACHOS DE COLON	4X4 1X6
APART S/C	LAS CAMILAS	1X3 2X5
APART S/C	LAS PINDO	4X4
APART S/C	LAS TEJAS	3X3
APART S/C	LOS MOROS	2X2 4X6
APART S/C	LOS PINOS	10X4
APART S/C	PINARES DE COLON	6X4
APART S/C	REENCUENTRO II	4X4 1X6

Tabla 1.13 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

APART S/C	RINCON DEL URUGUA-I	4X4 1X5 2X6
APART S/C	RIO Y PIEDRAS	1X2 1X5 1X6
APART S/C	RIOS DEL SUR	3X4 2X6
APART S/C	ROBIN AMILDE NOEMI	1X2 2X4
APART S/C	TERRANOVA	7X2 2X4
APART S/C	TIEMPO VERDE	3X4 2X2
APART S/C	TIERRA DE MIS SUEÑOS	4X4
APART S/C	VILLA ANGELA	1X3 1X4 1X5
BUNGALOWS ***	ALTOS COLONIALES	1X2 3X6 1X5 1X8
BUNGALOWS ***	ALTOS DEL ARTALAZ	4X4 4X5
BUNGALOWS ***	ALTOS DEL PARQUE1	1X5 2X6
BUNGALOWS ***	BRISAS DEL GOLF	1X5 3X6
BUNGALOWS ***	CABAÑAS DEL URÚ	4X3 2X4 6X6
BUNGALOWS ***	CABAÑAS DEL YSYRY	5X5 5X6
BUNGALOWS ***	CABAÑAS YVYTU	1X2 3X4 2X5
BUNGALOWS ***	CABAÑAS RANCHO UNELEN	3X5 2X6
BUNGALOWS ***	CABAÑAS RINCON DEL RIO	8X6
BUNGALOWS ***	COMPLEJO TAJAMAR	2X4 1X6 1X2
BUNGALOWS ***	ITA GUAZÚ	1X2 1X3 2X6 1X7
BUNGALOWS ***	LAS MARIAS	4X4
BUNGALOWS ***	MAYMAHUEN	3X4
BUNGALOWS ***	SUEÑO VERDE	5X4 2X6
BUNGALOWS ***	TERRAZAS DE COLON	4X4 6X6
BUNGALOWS ***	VILLAGE LE JARDIN	2X2 1X3 3X5
BUNGALOWS **	AGUAI CABAÑAS	1X3 4X4 1X6
BUNGALOWS **	BRISAS DEL CANTON	3X6 2X7
BUNGALOWS **	BUNGALOWS AMILCAR	2X6
BUNGALOWS **	CABAÑAS DEL BARRANCO	4X4 2X6
BUNGALOWS **	CABAÑAS LA ESCONDIDA	5X2 8X4 2X3
BUNGALOWS **	CABAÑAS VICTORIA	1X4 1X6 1X7 1X8
BUNGALOWS **	COSTERO SUR	2X2 2X3 2X4
BUNGALOWS **	DESCANSO DEL SOL	4X2 2X4 1X5
BUNGALOWS **	ESTRELLAS AZULES	2X6 2X4
BUNGALOWS **	EL ORIGEN	4X4 2X6
BUNGALOWS **	EL REMANSO	3X2 1X5 3X6
BUNGALOWS **	EL ZARRATEÑO	2X4 4X6
BUNGALOWS **	LAS CAÑAS I	4X6
BUNGALOWS **	LAS CAÑAS II	3X6 1X8
BUNGALOWS **	LAS GURISAS	2X6
BUNGALOWS **	LAS TEJAS	1X2 1X6
BUNGALOWS **	LAS TEJAS	3X6 2X8 1X2
BUNGALOWS **	LAS TEJAS	4X6
BUNGALOWS **	LOS NOGALES	3X4
BUNGALOWS **	PASTOS	3X5
BUNGALOWS **	PAYMA	6X5 1X2
BUNGALOWS **	PEMAUYEN	4X5
BUNGALOWS **	POSTAL DEL RIO	4X6
BUNGALOWS **	PUERTO ESCONDIDO BUNGALOWS	5X2
BUNGALOWS **	PUNTA NORTE	10X5 1X6
BUNGALOWS **	SOL Y LUNA DEL PARQUE	2X3 2X6
BUNGALOWS **	SOL Y LUNA DEL URUGUA-I	2X3 2X4 1X6
BUNGALOWS **	STELLA MARIS	1X3 2X6 2X4
BUNGALOWS **	TERRAZAS DEL QUIRÓS	4X6
BUNGALOWS **	TOLHUIN CABAÑAS	1X3 3X6 3X4
BUNGALOWS **	TORRE COLON	1X2 2X4 1X6
BUNGALOWS **	YO-JU	2X2 2X4
BUNGALOWS *	BUNGALOWS AMAMBAY	8X5
BUNGALOWS *	BUNGALOWS YATAY	3X6
BUNGALOWS *	CABAÑAS TANGO	4X4
BUNGALOWS *	CACATUA	3X2 1X4
BUNGALOWS *	EL ROCIO	2X4 2X6
BUNGALOWS *	EL SAUCEDAL	7X5 3X6 3X7

Tabla 1.14 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

BUNGALOWS *	EL SUEÑO DE PEDRO	4X4
BUNGALOWS *	LA DAIMALÉ	2X3 4X4 2X5
BUNGALOWS *	LA NUEVA PICASA	4X4
BUNGALOWS *	LOS AMIGOS	2X5 1X8
BUNGALOWS *	LOS PALMARES DEL URUGUA-I	3X3 1X4 1X5 1X6
BUNGALOWS *	LOS PINOS	1X4 1X6
BUNGALOWS *	MALESAFLOR	1X4 2X5
BUNGALOWS *	ROMDAL	1X2 1X4 1X6
BUNGALOWS *	VERDES DE ARTALAZ	2X5 2X6
CABAÑAS **	LA ARBOLADA	2X2 2X4
CABAÑAS **	MI VIEJO	2X4 1X5 1X6
CABAÑAS *	LOS CEREZOS	3X4
BUNGALOWS S/C	AIRES DEL LITORAL	3X4
BUNGALOWS S/C	AITUE COLON	2X4 2X6 1X8
BUNGALOWS S/C	ALE	2X2 1X3 1X4
BUNGALOWS S/C	ARIANA	2X6 1X4
BUNGALOWS S/C	BARRETO ROQUE RAMON	1X3 3X4
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS AMAMBAY II	1X4 1X5 1X6 1X8
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS ANGEL	1X6 1X4 1X5
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS COLON	3X5
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS EMANUEL I Y II	2X4 2X6
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS JUAN CLAU	4X4
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS LOS PAGAS	6X4
BUNGALOWS S/C	BUNGALOWS YESHUA	4X6 8X2
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS ARCO IRIS	3X3 1X4
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS CAVIAHUE	1X2 2X4
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS LA MISIONERITA	7X4
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS LOS TRES SOLES	3X4
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS LOTIPENSO	1X3 2X4 1X6
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS PATOBETO	2X4 2X3
BUNGALOWS S/C	CABAÑAS PULMAHUE	3X4 1X5
BUNGALOWS S/C	COLON-CABAÑAS	2X4 3X3
BUNGALOWS S/C	COMPLEJO EL REMANSO DEL RIO	2X2 4X4
BUNGALOWS S/C	COMPLEJO VILLA ALPINA	7X4
BUNGALOWS S/C	COSTA CANAL	4X3 1X4 2X6
BUNGALOWS S/C	COSTA DEL PARAISO	3X4 1X5
BUNGALOWS S/C	CUATRO VIENTOS	1X4 2X5
BUNGALOWS S/C	DEL ALJIBE	1X2 1X3 1X5 2X6
BUNGALOWS S/C	DI CARO	2X6 6X4
BUNGALOWS S/C	EL CHAPARRAL	3X5
BUNGALOWS S/C	EL DESCANSO	4X5 2X4
BUNGALOWS S/C	ILUSIONES	3X4
BUNGALOWS S/C	LA FINCA	4X2 12X6
BUNGALOWS S/C	LA JOAQUINA	2X5 1X7
BUNGALOWS S/C	LO DE NAI	1X4 1X5 1X6
BUNGALOWS S/C	LAS MORADITAS	3X4
BUNGALOWS S/C	LAS MORAS	2X4 1X6
BUNGALOWS S/C	LOS 3 HERMANOS	6X4
BUNGALOWS S/C	LOS CASERITOS	1X3 2X5
BUNGALOWS S/C	LOTEO EL PORTAL	2X3 2X6
BUNGALOWS S/C	LUCRECIA DE LA FRONTERA	2X4 1X5
BUNGALOWS S/C	MABEL BONIN	3X4
BUNGALOWS S/C	MAU MAR	1X4 2X6
BUNGALOWS S/C	MORA	2X4 1X5
BUNGALOWS S/C	PARAISO COLON	5X4 4X6
BUNGALOWS S/C	PUERTO SOÑADO	4X5
BUNGALOWS S/C	ROSU	3X5
BUNGALOWS S/C	SAN CARLOS	1X4 2X5
BUNGALOWS S/C	SAN RAFAEL	2X2 2X4 2X5
BUNGALOWS S/C	SOLAR DE LOS REYES	2X4 1X5 4X6
BUNGALOWS S/C	TERRAZAS DEL GOLF	8X5
BUNGALOWS S/C	TIEMPO LIBRE	3X3

Tabla 1.15 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

BUNGALOWS S/C	UNIDADES TURISTICAS COLON	8X6 2X3
CAT	ABRIL	1X2
DAT	ABRILES COLON	1X2
DAT	AIRES DEL GOLF	1X3
DAT	ALELI	2X3
DAT	ALEVI	1X4
DAT	ALMADA MARIO ENRIQUE	1X4 1X3
DAT	ALQUILERES REBORD I y II	2X2 1X5 1X6
DAT	ALTOS DEL PIAMONTE	2X4
CAT	AMBAR	1X4 2X5
DAT	ANALILI	2X4
DAT	ANITA	2X5
DAT	ANTONIO	1X2 1X4
DAT	ARCA	1X5
CAT	AROMAS DEL RIO	1X6
DAT	AYA	2X5
DAT	BONDIONI NESTOR FABIAN	1X3
DAT	BONVIN NOEMI RAQUEL	1X2
DAT	BOUVET EDGARDO DANIEL	1X4
CAT	BRISAS DEL ARTALAZ	2X6
CAT	BRUN RAUL ROGELIO	1X8
DAT	BRUN RAUL ROGELIO	2X6
DAT	BUNGALOWS AZUL	1X4
DAT	BUNGALOWS RECUERDO	2X4
CAT	BUNGALOWS YALI	1X6
CAT	CALVO IRMA INES	2X4
DAT	CAMI-DEL	1X4 1X6
CAT	CANTARES	1X5
CAT	CASITA LOS HERMANOS	2X4
DAT	CATELOTTI	1X4
CAT	COSTA CLARA	3X6 2X4 1X2 2X5 2X7 1X8
DAT	COSTANERA	1X2 1X4
DAT	DEL CARMEN	1X6 1X7
DAT	DEPARTAMENTOS ALBERDI	1X4 1X5
DAT	DEPARTAMENTO CHACABUCO	1X2 1X3 1X6
DAT	DOMMEL MIRTA LUISA	2X4
CAT	DON CECILIO	1X5
DAT	DON QUIJOTE	1X3 1X4
CAT	DOÑA HERMINDA	1X4 1X5
CAT	DULCE ATARDECER	2X2
DAT	EL LIGUSTRO	1X3
DAT	EL SOL	2X4 1X2
DAT	EL SOLAR DE MARIA	2X4
DAT	EL VIEJO CEIBO	1X5 1X7
DAT	GABY	1X4
DAT	GOMEZ RICARDO HORACIO	1X4
CAT	JOBE	1X2 1X3
DAT	JUNTOS	2X2
CAT	KUTTEL CARLOS MARIA	1X4
CAT	LA ALBORADA	2X5
DAT	LA GALLEGUITA	1X4
DAT	LA LOMA	1X5
DAT	LA RESOLANA I Y II	2X5 1X6
DAT	LAS ACACIAS	3X5 1X6
CAT	LAS LOMAS	1X6
CAT	LO DE JUAN	2X5
CAT	LO DE LUISA	1X4
CAT	LO DE SUSANA	1X4
CAT	LOS ALGARROBOS	1X4
DAT	LOS GEMELOS	2X4
DAT	LOS GRINGOS	1X3
DAT	LOS RANCHOS	2X5

Tabla 1.16 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

DAT	LUGAR SOÑADO	1X4
DAT	MABRIL	1X4
DAT	MARIA JUANA	1X2
CAT	MARTUSA	1X3 1X4
CAT	MIS SOBRINOS	1X6
DAT	MIS SOLES	1X5
CAT	NO ME OLVIDES	2X4
CAT	PERALTA URBANO	1X4
DAT	PIEDRAS BLANCAS	1X5 1X6
DAT	PLUMAS VERDES	2X5
CAT	POSADA LAS ACACIAS	2X4
CAT	POSTAL DEL PALMAR	2X4
DAT	PRALONG NORMA ISABEL	1X4
CAT	POSADA LAS ACACIAS	2X4
DAT Y CAT	QIGUAY	1X6 1X5 1X3
CAT	RIO DE LUNA 1	1X4 1X6
DAT	ROBERT	1X3
CAT	ROUDE PATRICIA AMELIA	1X6
DAT	ROUGIER	2X2
CAT	SIGOT AMALIA MARIA	1X4 1X6
DAT	SOLO DOS	1X2
CAT	SORDI	1X8
DAT	TOHAY LUIS ALFREDO	1X3 1X4
DAT	TREBOUX RAUL DARIO	1X3 1X4
DAT	TU LUGAR	2X4
DAT	TURISTICOS REAL	1X2 1X5
CAT	UN SOLO SOLCITO	1X4 1X6
CAT	VALENTINA	1X4 1X6
CAT	ZANINI JORGE DARDO	1X7
CASA/DEPTO	25 DE MAYO	1X2
CASA/DEPTO	ABUELA LALA	1X4
CASA/DEPTO	ACOSTA	1X6
CASA/DEPTO	AGUET CARLOS ALBERTO	1X4 1X6
CASA/DEPTO	AILINAS	1X5
CASA/DEPTO	AININAS	1X5 1X6
CASA/DEPTO	ALFONSINA	2X3
CASA/DEPTO	ALFONSINA I Y II	2X4
CASA/DEPTO	ALICIA-DOS HERMANOS	1X3 1X5
CASA/DEPTO	ALGARVE	1X3
CASA/DEPTO	AL PUERTO APART	1X4
CASA/DEPTO	ALTOS DEL SUR	2X7
CASA/DEPTO	AMORE MIO	1X4 1X5
CASA/DEPTO	ANALILI	2X4
CASA/DEPTO	ANDRINE ALBERTO RAUL	2X6
CASA/DEPTO	ANTONIO	1X4
CASA/DEPTO	ANGELINA	1X3
CASA/DEPTO	AQUARELA I Y II	1X3 1X5
CASA/DEPTO	ARAMI	1X4
CASA/DEPTO	ARLETTAZ MARIA ROSA	1X4
CASA/DEPTO	AYRES DEL RIO	2X4
CASA/DEPTO	AY! ROSITA	1X4 1X6
CASA/DEPTO	AUBEL CARMELO	1X4
CASA/DEPTO	AZALEAS	1X4
CASA/DEPTO	BALCARCE	1X5 1X6
CASA/DEPTO	BARRAGAN HORACIO ALBERTO	1X2
CASA/DEPTO	BARRAGAN OLGA RENEE	1X5
CASA/DEPTO	BARRETO ELENA ISABEL	1X5
CASA/DEPTO	BEL JORGE OSCAR	1X4
CASA/DEPTO	BENITEZ NORMA BEATRIZ	1X5
CASA/DEPTO	BENJAILEN	2X4
CASA/DEPTO	BENJI	1X8
CASA/DEPTO	BERARDO JAVIER	1X3

Tabla 1.17 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

CASA/DEPTO	BIDAL MARIA SARA	2X4
CASA/DEPTO	BLANC ALCIDES ROQUE	1X7
CASA/DEPTO	BONNIN	1X5
CASA/DEPTO	BONIN NESTOR CLAUDIO	2X5
CASA/DEPTO	BONVIN DIEGO ROQUE	2X4
CASA/DEPTO	BOSON FRANCISCO JAVIER	2X4
CASA/DEPTO	BOURBAND NESTOR	1X4
CASA/DEPTO	BRAMBILA HUGO CARLOS	1X5
CASA/DEPTO	BRAVO ESTELA	1X4
CASA/DEPTO	BRAVO OMAR RUBEN MARTINO	1X2
CASA/DEPTO	BRAVO SILVINA MIRIAM	2X6
CASA/DEPTO	BRITOS	1X4
CASA/DEPTO	BRUN JUDIT ISABEL	1X4
CASA/DEPTO	BUFFET NOEMI GLADYS	1X3
CASA/DEPTO	BULLRICH LUCIA MATILDE	1X6
CASA/DEPTO	BUNGALOWS FOLLONIER	2X4
CASA/DEPTO	BUNGALOWS MARTA COT	1X3 1X4
CASA/DEPTO	BUNGALOWS SOFIA	2X3
CASA/DEPTO	CABAÑAS MI SUEÑO	2X5
CASA/DEPTO	CACERES GABRIEL OMAR	1X4
CASA/DEPTO	CACHITO	1X4
CASA/DEPTO	CAMI FLOR	1X5
CASA/DEPTO	CANILU	1X4
CASA/DEPTO	CARDOZO IZAGUIRRE ELENA ALBRENCIA	1X4
CASA/DEPTO	CAROTA	1X4
CASA/DEPTO	CASA MARIA	1X6
CASA/DEPTO	CASA MARITA	1X4
CASA/DEPTO	CASA MELI	1X7
CASA/DEPTO	CASA YELLOW	1X4
CASA/DEPTO	CASTRO CARLOS HUMBERTO	1X4
CASA/DEPTO	CERICA JESUS MARIA	2X4
CASA/DEPTO	CETTOUR	1X5
CASA/DEPTO	CHALET UNELEN	1X6
CASA/DEPTO	CHALLIOL	1X5
CASA/DEPTO	CHARREUM ELENA FELICIA	1X5 1X7
CASA/DEPTO	CHIPY	2X2
CASA/DEPTO	CHITA X 4	1X4
CASA/DEPTO	CINTIA	1X4
CASA/DEPTO	CISNEROS NORMA BEATRIZ	2X8
CASA/DEPTO	COLORACION DEL TIEMPO	1X4
CASA/DEPTO	COLLIARD ERMINDA MARIA	1X6
CASA/DEPTO	COLLIARD GLADYS NOEMI	1X6
CASA/DEPTO	COLLOUD VICTOR RAMON	1X4
CASA/DEPTO	COMPLEJO ENCANTO DEL BOSQUE	2X6
CASA/DEPTO	COSTA BONITA	1X4
CASA/DEPTO	COSTA SOL	1X3
CASA/DEPTO	CUATRO VIENTOS	2X4
CASA/DEPTO	CROSA	1X5
CASA/DEPTO	DAISNER ROBERTO	1X4
CASA/DEPTO	DEBON ROSA ESTER	1X4
CASA/DEPTO	DE CESARE HUGO RICARDO	1X5
CASA/DEPTO	DEPARTAMENTO ANDRADE	1X4
CASA/DEPTO	DEPARTAMENTO NANY	1X5
CASA/DEPTO	DEPARTAMENTO TORRE 473	1X4
CASA/DEPTO	DELALOYE JORGE GABRIEL	1X4
CASA/DEPTO	DIESAN	1X2 1X5
CASA/DEPTO	DONDA MARCELO HORACIO	1X2
CASA/DEPTO	DON ELOY	2X7
CASA/DEPTO	DON ELOY	1X7
CASA/DEPTO	DON LUIS	1X4
CASA/DEPTO	DON JUAN	1X7
CASA/DEPTO	DON PEDRO	1X2 1X4

Tabla 1.18 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

CASA/DEPTO	DONAMARI	1X6
CASA/DEPTO	DOS PALMERAS	2X4
CASA/DEPTO	DROPCI NESTOR ROLANDO	2X4
CASA/DEPTO	DROZ MARIO CESAR	1X2
CASA/DEPTO	DUCRET JUAN CARLOS	1X4
CASA/DEPTO	DULCE AMANECER	2X5
CASA/DEPTO	DURAND NIDIA ODERAY	1X4
CASA/DEPTO	EL AMIGO	2X4
CASA/DEPTO	EL AURA	2X3
CASA/DEPTO	ELENA	1X5
CASA/DEPTO	ELGART MARIA LUISA	1X3
CASA/DEPTO	EL JACARANDA	1X6
CASA/DEPTO	EL LITORAL	1X3
CASA/DEPTO	EL HORNERO	1X4
CASA/DEPTO	EL PALIHUE	1X4
CASA/DEPTO	EL PASAJE	1X5
CASA/DEPTO	EL PONTON	1X7
CASA/DEPTO	EL PORVENIR CABAÑAS	2X3
CASA/DEPTO	EL RANCHO	2X4
CASA/DEPTO	EL VIEJO CEIBO	2X4
CASA/DEPTO	ENRIQUE	1X4
CASA/DEPTO	ENTRECALANDRIAS	2X4
CASA/DEPTO	ESTEFI	1X2
CASA/DEPTO	ESTELA-MAR	1X4
CASA/DEPTO	EYC	1X5
CASA/DEPTO	EVE	1X4
CASA/DEPTO	FAGUNDEZ MARTÍN	1X3
CASA/DEPTO	FARIAS ELSA ESTHER	1X8
CASA/DEPTO	FAVRE AMELIA VIVIANA	1X4
CASA/DEPTO	FERNANDEZ MARIO EVARISTO	1X3
CASA/DEPTO	FERNANDEZ TOMAS	1X5
CASA/DEPTO	FLOR I Y FLOR II	2X2
CASA/DEPTO	FLOREZ LUIS ALBERTO	1X4
CASA/DEPTO	FORCLAZ MARTHA ISABEL	1X5
CASA/DEPTO	FROSSARD ABEL ORLANDO	1X2 1X4
CASA/DEPTO	GAILLARD	1X4 1X5
CASA/DEPTO	GARNIER RUBEN ANTONIO	1X2 1X5
CASA/DEPTO	GAROTIÑA	1X6
CASA/DEPTO	GASTON RAMIRO	1X6
CASA/DEPTO	GERMANIER CARLOS BENITO	1X8
CASA/DEPTO	GIRARD	1X5
CASA/DEPTO	GIACOBONI	1X4
CASA/DEPTO	GODOY MARIO RAFAEL	1X6
CASA/DEPTO	GOMEZ MARIA CRISTINA	1X4
CASA/DEPTO	GOMEZ MATIAS EZEQUIEL	1X4
CASA/DEPTO	GONZALEZ X2	1X2
CASA/DEPTO	GUILLAUME RITA	1X5
CASA/DEPTO	GUIOT AMERICO FRANCISCO	1X5
CASA/DEPTO	HAUTEVILLE HORACIO RAUL	2X2
CASA/DEPTO	HENCHOZ MARIA CRISTINA	1X8
CASA/DEPTO	HUGO	1X4
CASA/DEPTO	HUMA	2X4
CASA/DEPTO	ISAFE	1X4
CASA/DEPTO	IZAGUIRRE VERONICA ELIZABETH	2X5
CASA/DEPTO	JACQUET ELBIO RAUL	1X2
CASA/DEPTO	JAUREGUI	1X5
CASA/DEPTO	JM	2X3
CASA/DEPTO	JOVI	1X3 1X4
CASA/DEPTO	JOURDAN RICARDO CESAR	1X9
CASA/DEPTO	JOURDAN RICARDO CESAR	2X7
CASA/DEPTO	JUANCHI	1X2
CASA/DEPTO	JUANI	1X4

Tabla 1.19 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

CASA/DEPTO	KAY GUAYRU	1X4
CASA/DEPTO	KURUMI	2X4
CASA/DEPTO	LA ALEGRIA	1X7
CASA/DEPTO	LA CASA DE PAULINA	1X4
CASA/DEPTO	LA CASITA	1X4
CASA/DEPTO	LA CASITA DE DON ROQUE	1X5
CASA/DEPTO	LA CASITA DE TERESA	1X4
CASA/DEPTO	LA CHINA	1X5
CASA/DEPTO	LA MARI	1X5
CASA/DEPTO	LA MARTINA	1X2
CASA/DEPTO	LA MATILDE	1X4
CASA/DEPTO	LA ÑATA	1X4 1X5
CASA/DEPTO	LA PERLA	2X4
CASA/DEPTO	LA PIAVE	1X3
CASA/DEPTO	LA PITANGUA	2X5
CASA/DEPTO	LA POSADA DE KIARA	1X2
CASA/DEPTO	LA ROSADITA	1X6
CASA/DEPTO	LA ROSARITO	2X3
CASA/DEPTO	LA SIRENA	2X4
CASA/DEPTO	LA SOÑADA	1X3 1X6
CASA/DEPTO	LA STREGA	2X6
CASA/DEPTO	LA TEODORA	2X2
CASA/DEPTO	LAS CAMELIAS	1X3 1X4
CASA/DEPTO	LAS HERMANAS	1X5
CASA/DEPTO	LAS MARGARITAS	1X4
CASA/DEPTO	LAS NIETAS	2X5
CASA/DEPTO	LAS PAULINAS	1X4 1X5
CASA/DEPTO	LAZCANO ESTER SUSANA	1X5
CASA/DEPTO	LEIVA	1X6
CASA/DEPTO	LESCANO JORGE ROBERTO	1X4
CASA/DEPTO	LIHUEL	1X6
CASA/DEPTO	LINARD ANA ALBA MARTA	1X5
CASA/DEPTO	LO DE LUCA	1X6
CASA/DEPTO	LO DE LUCHO	1X2 1X5
CASA/DEPTO	LO DE TINA	1X3
CASA/DEPTO	LO DEL NONO	1X3
CASA/DEPTO	LOPEZ HECTOR MARCELO	2X4
CASA/DEPTO	LOS ABUELOS	1X6
CASA/DEPTO	LOS ABUELOS	1X2
CASA/DEPTO	LOS BONOMO	1X4
CASA/DEPTO	LOS CARDONES	1X4
CASA/DEPTO	LOS CARLOS	2X4
CASA/DEPTO	LOS CERROS	2X5
CASA/DEPTO	LOS GUAYABOS	1X2
CASA/DEPTO	LOS JAZMINES	1X4 1X5
CASA/DEPTO	LOS NARANJOS	2X4
CASA/DEPTO	LOS PAPIROS	1X2
CASA/DEPTO	LOS PATOS	1X4
CASA/DEPTO	LOS ROBLES	2X5
CASA/DEPTO	LOS ROSALES	1X3 1X4
CASA/DEPTO	LOS SOLES	2X4
CASA/DEPTO	LOS TILOS	2X6
CASA/DEPTO	LUALE	1X2
CASA/DEPTO	LUCHI	1X3 1X4
CASA/DEPTO	LUDMILA	1X7
CASA/DEPTO	LUIS MARTINEZ	1X10 1X5
CASA/DEPTO	LUMI	1X5
CASA/DEPTO	M2M	2X2
CASA/DEPTO	MADDY	1X3
CASA/DEPTO	MADRESELVA	1X5
CASA/DEPTO	MADRESELVA	1X5
CASA/DEPTO	MANARY	1X4

Tabla 1.20 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

CASA/DEPTO	MARGARITA	1X6
CASA/DEPTO	MARIA	1X4
CASA/DEPTO	MARTA	1X6
CASA/DEPTO	MASSIOLO	1X5
CASA/DEPTO	MATHEY DORET BEATRIZ	1X4
CASA/DEPTO	MELLOGNO ELENA BEATRIZ	1X4 1X8
CASA/DEPTO	METRALLE MARTA ANDREA	1X4
CASA/DEPTO	MI CASITA	1X5
CASA/DEPTO	MI CASITA	1X2 1X5
CASA/DEPTO	MI CASITA de Nelida Navarro	1X7
CASA/DEPTO	MI DESEO	1X3 1X4
CASA/DEPTO	MILILU	1X4
CASA/DEPTO	MI LUGAR EN EL MUNDO	1X4 1X7
CASA/DEPTO	MINEO NORMA GRACIELA	1X3
CASA/DEPTO	MIÑO	1X4
CASA/DEPTO	MIRIAM	2X2
CASA/DEPTO	MIRIAM	1X4
CASA/DEPTO	MIS NIETOS	1X5 1X6
CASA/DEPTO	MIS NIETOS	1X4
CASA/DEPTO	MONOAMBIENTES VICTOR	2X2
CASA/DEPTO	MONTENEGRO ANTONIA	2X4
CASA/DEPTO	MORAN	1X4 1X6
CASA/DEPTO	MOREL CHEVILLET ORLANDO	1X4
CASA/DEPTO	M.T.L.	1X6
CASA/DEPTO	NANDU FRANCO	1X4
CASA/DEPTO	NELAY NANVI	1X8
CASA/DEPTO	NEPEN	1X4
CASA/DEPTO	NEUVIRT DAVID	1X5
CASA/DEPTO	NORA	1X2
CASA/DEPTO	NORMA	1X2
CASA/DEPTO	NUESTRO SUEÑO	1X2
CASA/DEPTO	NUESTRO SUEÑO DE ARTALAZ	1X2
CASA/DEPTO	NUÑEZ	1X8
CASA/DEPTO	OASIS	1X4
CASA/DEPTO	OLGA	1X4 1X5
CASA/DEPTO	OMM BUNGALOWS	2X4
CASA/DEPTO	ONIX	1X4
CASA/DEPTO	PASCAL ELSA DORA	1X3
CASA/DEPTO	PIEDRAS DEL INKIER	1X4
CASA/DEPTO	PIEROTTI	1X4
CASA/DEPTO	PINTOS	2X3
CASA/DEPTO	PLAYA SOL	1X3
CASA/DEPTO	PONTELLI ALBA TERESA	1X5
CASA/DEPTO	POSADA DEL RIO URUGUAY	2X4
CASA/DEPTO	PUERTO PARAISO	1X7
CASA/DEPTO	PUERTO PARAISO	2X4
CASA/DEPTO	PUERTO SPIRO	2X4
CASA/DEPTO	PULIDO ANA MARIA	2X2
CASA/DEPTO	PUNTE LIDIA EDIT	1X5
CASA/DEPTO	RAQUEL	2X4
CASA/DEPTO	RAVIOL MARIA JOSE	1X4
CASA/DEPTO	RAVIOL MARTHA ETHEL	1X5
CASA/DEPTO	RESIDENCIAL PABLO	1X5
CASA/DEPTO	REY-CASAS	1X4
CASA/DEPTO	RINCON DE TERMAS	1X3
CASA/DEPTO	RIO AZUL	2X5
CASA/DEPTO	RIO DE LUNA 2	1X4 1X6
CASA/DEPTO	RIO GRANDE	2X2
CASA/DEPTO	RIO MANSO	2X6
CASA/DEPTO	ROBIN ELBA JUANA	1X7
CASA/DEPTO	ROCA DE LUNA	1X3 1X5
CASA/DEPTO	ROCA MORA	1X4

Tabla 1.21 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

CASA/DEPTO	ROMERO JOSE CESAR	1X6
CASA/DEPTO	RO-MI	2X4
CASA/DEPTO	ROSA MISTICA	1X8
CASA/DEPTO	RUIZ CARMEN SARA	2X4
CASA/DEPTO	SAFFORES	2X4
CASA/DEPTO	SAN AGUSTIN	1X4 1X6
CASA/DEPTO	SANCHEZ MARCELO DIONISIO	1X5
CASA/DEPTO	SANCHEZ RICARDO HORACIO	1X4
CASA/DEPTO	SERENA	1X4
CASA/DEPTO	SILDAN	1X6
CASA/DEPTO	SILVANA DANIELA	1X4
CASA/DEPTO	SILVIA	1X4
CASA/DEPTO	SIMEONE RAUL	1X4
CASA/DEPTO	SOLARES DE COLON	1X4 1X6
CASA/DEPTO	SONIA Y LUIS	1X2
CASA/DEPTO	SOSA ABEL JESUS	1X2
CASA/DEPTO	SOSA AMADEO JOSE	1X3
CASA/DEPTO	SPIAZZI ANA MARIA RAMONA	1X2
CASA/DEPTO	SR	1X4
CASA/DEPTO	SUCCETTI MARIA GABRIELA	1X5
CASA/DEPTO	TABORDA OFELIA ESTHER	1X4
CASA/DEPTO	TATI	1X4
CASA/DEPTO	TATITA	1X5
CASA/DEPTO	TEMPO BELO	1X8
CASA/DEPTO	TEMPOBELLO	1X4
CASA/DEPTO	TERE	1X4
CASA/DEPTO	TERESITA	2X4
CASA/DEPTO	TIEMPO VERDE	1X4
CASA/DEPTO	TORRE COSTANERA II	1X2
CASA/DEPTO	TRINIDAD JORGE RAUL	1X6
CASA/DEPTO	TRON SUSANA MARIA	1X6
CASA/DEPTO	TRUKIN SOFIA	1X5
CASA/DEPTO	UFANO TURISMO COLON	2X6
CASA/DEPTO	URUTAU	2X6
CASA/DEPTO	VALDIVIESO RAFAEL ESTEBAN	1X4 1X3
CASA/DEPTO	VENEZIA APART	1X2 1X4
CASA/DEPTO	VERGEL DEL ANGEL	2X4
CASA/DEPTO	VERNAY OFELIA ELENA	1X3 1X5
CASA/DEPTO	VERNAZ MARCELO DANIEL	1X3
CASA/DEPTO	VERNAZ MIRTA ALICIA	1X4
CASA/DEPTO	VERNAZ NERI MARCELO	1X7
CASA/DEPTO	VILLALBA MARCELA YOLANDA	1X4
CASA/DEPTO	VIA LANTELME	2X4
CASA/DEPTO	VIOLLAZ ELVIRA TERESITA	1X5
CASA/DEPTO	VIR SOL	1X6
CASA/DEPTO	VIVI SOL	2X3
CASA/DEPTO	WALSER EMMA LIDIA	2X5
CASA/DEPTO	WERNER RAUL ALEJANDRO	1X8
CASA/DEPTO	YATAI CASAS	2X6
CASA/DEPTO	ZELKO JUAN CARLOS	1X8

Tabla 1.22 – Alojamientos de la Ciudad de Colón

TIPO	NOMBRE	DIRECCIÓN
HOTEL *****	INTERNACIONAL QUIRINALE	Av. Quirós 185
HOTEL ****	COSTARENAS HOTEL & SPA	Av. Quirós y 12 de Abril-
HOTEL ****	NOHA CASA DE CAMPO	Ruta 135 Km 7-
HOTEL ***	EL ALJIBE	Chacabuco 210
HOTEL ***	OLIVOS KOSTA	25 de Mayo 430-
HOTEL ***	PALMAR	Bv. Ferrari 285-
HOTEL ***	PLAZA	Belgrano y 12 de Abril-
HOTEL ***	PUNTA VIP	Av. Quirós esq. J.J. Paso-
HOTEL ***	TAJAMAR	José Artalaz S/N° (Arroyo Artalaz)-
HOTEL **	HACIENDA DON JUSTO HOTEL & SPA	Piamonte 614-
HOTEL **	CANTON DE VALAIS	Belgrano 66
HOTEL **	CEPEDA	Ba. de Cepeda 227
HOTEL **	EL COLONIAL	Bernard 326
HOTEL **	EL SOL DE COLON	Belgrano 302
HOTEL **	HOLIMASU	Belgrano 28-
HOTEL **	PAYSANDÚ	Av. Paysandú y Maipú
HOTEL **	RIO DE LOS PÁJAROS	Evita y 25 de Mayo
HOTEL **	QUEGUAY	Lavalle 525-
HOTEL **	TERMAS Y RIO	3 de Febrero 628
HOTEL *	COLÓN	Ruta 14 y Acceso-
HOTEL *	FUTURO	Av. Urquiza 168-
HOTEL *	VIEJA CALERA	Bolívar 350-
HOTEL S/C	CRISTOBAL DE COLÓN	Hernández 499
HOTEL S/C	VICTORIA	Ruta 135 Km 8,5-
HOSTERIA ***	NAHUEL	Sarmiento 136-
HOSTERIA ***	RESTAURANT DEL PUERTO	A. Peyret 158 -
HOSTERIA ***	TERRAZAS DE COLON	José Artalaz S/N° (Arroyo Artalaz)-
HOSTERIA ***	VIEJO ALMACEN	Av. Urquiza 108
HOSTERIA **	COSTA NORTE	Paso de los Andes 122
HOSTERIA **	EL ABUELO	Lavalle 701
HOSTERIA **	LA CASONA DE SUSANA	3 de Febrero 448
HOSTERIA **	LA POSADA DE DAVID	A. Peyret 97
HOSTERIA **	POSADA LOS FRESNOS	Maipú 409
HOSTERIA S/C	LA CASONA DE DON TITO	Gouchón 179
HOSTERIA S/C	LA POSADA DE COLON	Comb. de Malvinas 321
HOSTERIA S/C	LAS GRUTAS DE COLON	A. Peyret 192-
HOSTERIA S/C	POSADA LA MAISON D´AGUSTINE	José Artalaz y Bernardino Horne-
HOSPEDAJE	AL-MA-JU	Av. Paysandú 447
HOSPEDAJE	BOLIVAR	Bolívar 577
HOSPEDAJE S/C	HABANA ROOMS B&B	M. Reibel 150 (Esq. Lugones) -
HOSPEDAJE S/C	AMARELLO	Av. Urquiza 865-
HOSPEDAJE S/C	ARTIGAS	Hernández 66

Tabla 1.23 – Oferta Hotelera de la Ciudad de Colón

CAMPINGS	
NOMBRE	**DIRECCION**
AGRESTE	Camino Costero Sur y Aº de la Leche
CIRCULO STELLA MARIS	Cahacabuco y Belgrano
CLUB PIEDRAS COLORADAS	J. J. Paso y Pasaje Ansaldi
ALTOS VERDES	Andrade y Calle Nº 25
CLUB CAMPITO	Evita y Andrade
COSTERO SUR	Camino Costero Sur y Nestor Kirchner
EL MOLINO	Camino Costero Sur y Dr Alfonsin
LOS TILOS	Pte Raul Alfonsin y Alem
PLAYA NORTE	Av. Paysandu y A. Peyret
SANTIAGO INKIER	Laprida y Bernard
DEL ARROYO (a 4 km)	Ruta 135 Km 6
EL VIEJO MOLINO (a 20 km)	Ruta 14 Km 142
MARIA DE LUJAN (a 15 km)	Colonia San Anselmo
CAMPING DEL PALMAR (a 45 km)	Ruta 14 Km 198

Tabla 1.24 – Oferta de Campings de la Ciudad de Colón

CENTROS DE ALQUILERES TURISTICOS	
NOMBRE	**DIRECCIÓN**
ABC	Maipú 219
ALLAIX	Piamonte 69
ALQUILERES CAFFARATTI	Moreno 296 (esq. Berga)
ALQUILERES CHEVALLET	San Martín 889
ANDERI	San Martín 896
BELLA VISTA	A. Peyret 536
BERNAY	Alberdi 321
BRAVO	A. Peyret 27
COSTA VERDE	Bernard 362
COT MARIA LAURA	San Martín 174
DE CESARE	Lavalle 52
DEL CARMEN	Bv. Ferrari 477
DON GRASSI	A. Peyret 137
EL MARINO	San Martín 209
EL PARAISO	Fco. Creppy 366
FATIMA ALQUILERES	Andrade 473
LOCACIONES COLON	E. Berga 77
LOCACIONES TURISTICAS GERMANIER	San Martín 1345
LOZZE	Bolivar 350
SAN MARTIN	Sourigues 337
TURISTICOS REAL	A. Peyret 150
YOLANDA AQUINO	Pbro. Cot 207

Tabla 1.25 – Centros de Alquileres Turísticos de la Ciudad de Colón

2.3.10 Actividades recreativas, deportivas, turísticas y servicios

La ciudad posee diversas actividades de distinta índole en el transcurso de todo el año, como ser, recreativas, deportivas, comerciales y servicios para cubrir la demanda que genera el turismo y los mismos habitantes de la ciudad.

Las principales actividades que se ofrecen son presentadas en la *Tabla 1.26*.

Principales atractivos y servicios de la ciudad de Colón Entre Ríos	
Parques y Plazas	Plaza Gral. Artigas
	Plaza San Martín
	Plaza Washington
	Plaza de los Inmigrantes
	Parque Nacional El Palmar (a 45km)
	Parque Herminio Quirós
Servicios	El Sotano de los Quesos
	Alfajores Antigua Colón
	Bodega Vuilliez-Sermet
Deportes	Club La Unión
	Jockey Club Colón
	Club La Armonía
	Club Ñapindá
	Club Atlético Campito
	Golf Club Colón
Recreativos	Aero Club Colón
	Catamarán San Francisco
	Albatros Turismo Aventura
	Bahía del Sol
	Teatro Centenario
	Gran Teatro Colón
	América Shopping
	Casino Colón
Locales bailables	Kaimán
	Mediterraneo
	Alta Vista Disco

Tabla 1.26 – Principales atractivos y servicios de la ciudad de Colón

Cabe destacar que el patrimonio histórico de la ciudad incluye el Monumento histórico nacional y Museo provincial Molino Forclaz, Museo histórico regional Colón, Museo Islas Malvinas, Monumento histórico nacional y Museo Palacio San José; siendo estos los de mayor relevancia.

Dentro de los principales atractivos se encuentran las fiestas populares. Más precisamente en el mes de febrero se realiza la Fiesta Nacional de la Artesanía. Evento que nació en 1978 como un evento a nivel regional pero con el tiempo supo consagrarse como una Fiesta Nacional con Proyección Latinoamericana. En dicho evento se puede apreciar una gran variedad de cultura y artesanías como cerámicas, platería, madera,

cuero, entre otros; como también artistas a nivel nacional e internacional de destacada trayectoria.

En la actualidad el evento se realiza en el Parque Herminio Quirós, en el cual el mes previo se refacciona y aumenta la capacidad de servicios con el fin de poder satisfacer la gran cantidad de público.

A su vez, los tradicionales Corsos Colonenses son un evento muy reconocido en la ciudad. Los mismos se desarrollan desde mediados del Siglo XX y tuvo un variado recorrido a través de los años pasando desde calles San Martín, Urquiza, 12 de Abril; hasta plazas como la Washington y Artigas.

En lo que trata a servicios gastronómicos y alojamientos, la ciudad se caracteriza por tener una variada gama de posibilidades constituyéndose en dos de los pilares fundamentales para la atracción del turista.

Restaurantes de las más variadas especialidades, conforman un abanico de alternativas para disfrutar de comidas regionales y platos exquisitos que satisfacen a una población turística no poco exigente.

La vida nocturna en Colón es muy variada. Algunas de las alternativas son las pizzerías, heladerías, confiterías y pubs con gran variedad de tragos y la posibilidad de escuchar grupos en vivo. Ya pasada la medianoche podemos encontrar con una diversa propuesta de locales bailables y un casino de primer nivel.

En lo que se refiere al ámbito deportivo, la ciudad consta con una variada gama de clubes y deportes, ya sea profesional o recreativamente. Entre ellos se destacan fútbol, básquet, vóley, rugby, golf, entre otros.

En ciertas situaciones debido a la envergadura del evento o torneo, es utiliza el Parque Herminio Quirós con el fin de satisfacer todos los requerimientos. Este consta con cancha de fútbol, pista de atletismo, pileta, etc.

2.3.11 Medios de comunicación

La ciudad cuenta con tres principales medios de comunicación existentes: radiales, periodísticos y televisivos. La cantidad de estaciones radiales, fuentes periodísticas impresas y digitales y canales de televisión se muestran en la siguiente figura. En lo referido a las telecomunicaciones y acceso a internet, solo brinda estos servicios la empresa privada TELECOM. Los distintos medios se muestran en la *Tabla 1.27*.

MEDIOS DE COMUNCACIÓN - Colón Entre Ríos	
Medios Radiales	COSTA 103.7 FM
	RADIO EL MOJÓN 92.5 FM
	PUERTO 98.5 FM
	FM SOLUCIÓN 88.5
	INOLVIDABLE FM 107.9
	AM NUEVO MUNDO LT 26
	UNICA FM
	FM GALAXY
	FM CULTURAL FIAT LUX 90.1 MHZ
	FM LIBERTAD 90.9 MHZ
	FM IDENTIDAD 92.1 MHZ
	FM AMANECER 92.9 MHZ
	FM PAMARES 93.7 MHZ
	FM 94.5 MHZ
	FM ECOS 102.5 MHZ
	FM VOZ DE ESPERANZA 105.7
Medios Periodísticos - Impresos	EL ENTRE RIOS
	EL OBSERVADOR REGIONAL
Medios Periodísticos - Digitales	COLON DIARIO
	PROTAL COLONENSE
Medios Televisivos	NUEVO MUNDO PALMARES
	CAT´S CANAL 5

Tabla 1.27 – Medios de Comunicación de la Ciudad de Colón

2.3.12 Salud

La ciudad cuenta con distintos establecimientos que prestan los servicios básicos referidos a la salid. Algunos de estos son de carácter público, como el Hospital San Benjamín y los diversos Centros de Salud emplazados en el radio urbano local. Otros prestan los servicios de manera privada, por ejemplo el I.M.E.C.O. Este último fue reacondicionado, y se agregó una sala de atención y urgencias sobre el Bvard. Gaillard.

Como situación estable y casi permanente en los centros de salud y hospitales públicos se cuenta con un presupuesto pequeño, el cual en algunas ocasiones no alcanza para hacer frente a la compra de insumos necesarios para atender a los pacientes.

Además el Hospital San Benjamín cuenta con un hogar para ancianos en donde se da asilo a personas que no cuentan con recursos para poder solventar gastos y así poder garantizar su salud.

Los centros de salud atienden en los barrios y se encargan de atender solo urgencias de pequeña magnitud y accidentes menores. En la *Tabla 1.28* se muestran los Edificios de Salud tanto privados como públicos.

Edificios de Salud Públicos y Privados	Hospital San Benjamín
	Asilo de ancianos
	Sanatorio Médico Quirúrgico Colón
	I.M.E.C.O. - Instituto Medico Colón
	Centro de Salud Barrio Tiro Sur
	Centro de Salud Barrio Medalla milagrosa
	Centro de Salud Hipólito Irigoyen
	Centro de Salud Mariano Rebord
	Centro de Diagnóstico Dres. Hellmers

Tabla 1.28 – Centros de Salud de la Ciudad de Colón

2.3.13 Educación

En Colón se encuentran los tres niveles fundamentales y obligatorios de la educación; nivel inicial, primario (EGB 1 y 2) y secundario (EGB 3) todos se encuentran tanto en modalidades comunes como especiales. Existen carreras de nivel terciario que se dictan tanto en establecimientos públicos como privados. En establecimientos públicos se encuentran carreras como: Profesorado de nivel inicial, EGB 2, Hotelería e inglés. En tanto en las instituciones privadas se puede optar por ejemplo por el Profesorado en Tecnología y Analista en Sistemas.

En los centros educativos nocturnos se capacita a personas para que tengan una salida laboral, en distintas áreas tales como electricidad, elaboración de productos caseros y artesanales.

En la *Tabla 1.29* se muestra la cantidad de alumnos, establecimientos con matricula y cantidad de secciones, en relación con los distintos niveles educativos del departamento de Colón. Dichos datos nos fueron provistos por el Jefe del Departamento de Estadística y Censo Escolar del Consejo General de Educación de la Provincia. Los datos corresponden al relevamiento anual del año 2015.

OFERTA BASE	Alumnos	Establecimientos con Matrícula	Cantidad Secciones
Total Dpto.	16642	83	757
Jardín maternal	168	5	14
Jardín de infantes	2269	50	131
Primaria de 6 años	6822	53	342
Solo Secundaria Básica req. 6 años	34	1	3
Secundaria Completa req. 6 años	5982	23	263
SNU	729	2	2
Servicios Alternativos/Complementarios	110	1	4
Cursos de Capacitación de SNU	528	1	1

Tabla 1.29 – Estadísticas de educación según Consejo General de Educación de Entre Ríos

2.3.14 Siniestralidad vial

A continuación se muestran datos estadísticos del informe anual realizado por el ISEV (Instituto de Seguridad y Educación Vial), con respecto a la siniestralidad vial argentina correspondiente al año 2015.

Los tres índices tradicionales y genéricos de siniestralidad (cantidad de hechos graves grado 3 = fractura como mínimo), mortalidad (cantidad de decesos inmediatos) y morbilidad (cantidad de lesionados graves) lamentablemente presentan aumentos en sus valores comparados como se observa en la *Figura 1.29*.

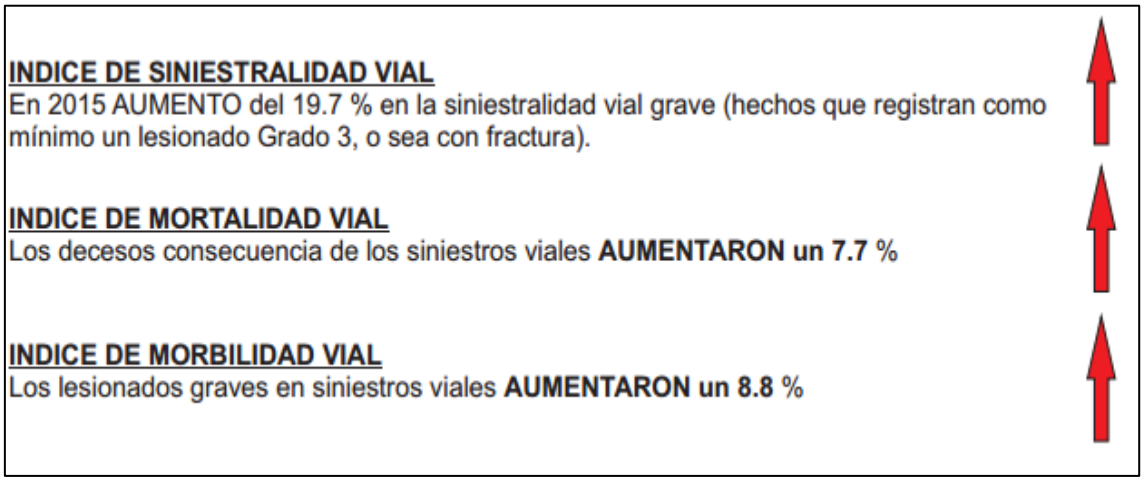


Figura 1.29 – Índices de siniestralidad, mortalidad y morbilidad según ISEV.

En los siguientes gráficos se muestran los datos de la siniestralidad, mortalidad y morbilidad desde el año 2010.

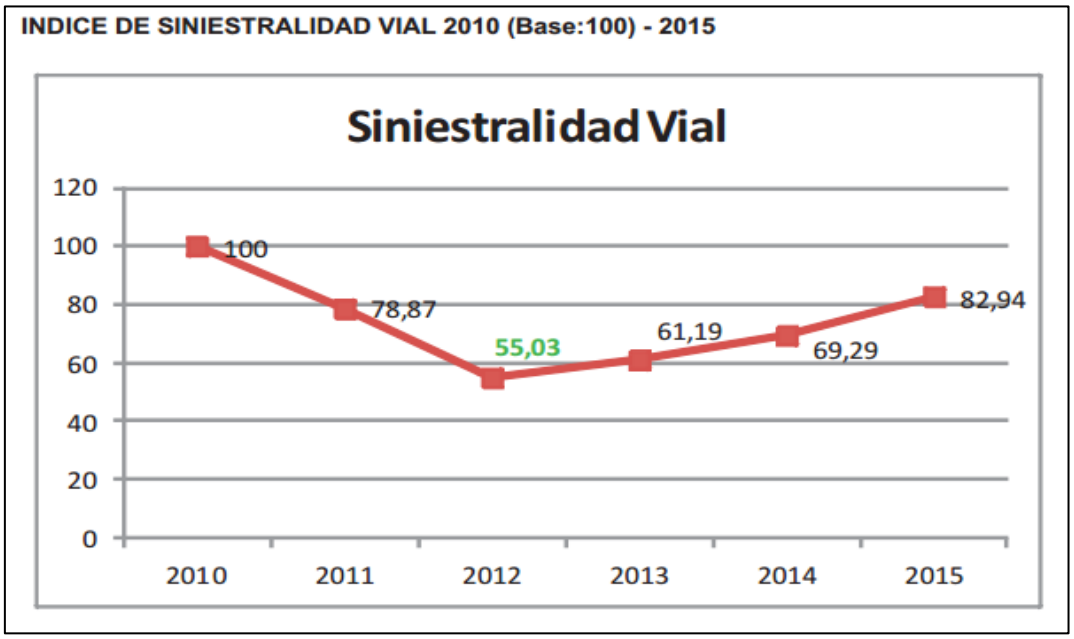


Figura 1.30 – Índices de siniestralidad según ISEV.

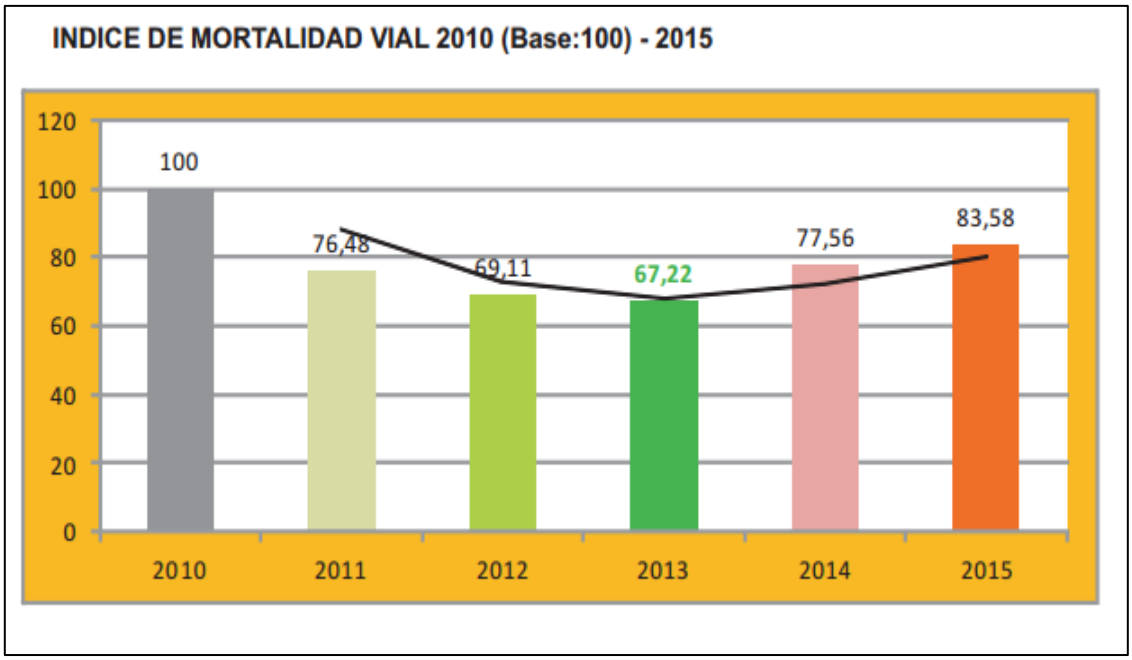


Figura 1.31 – Índices de mortalidad según ISEV.

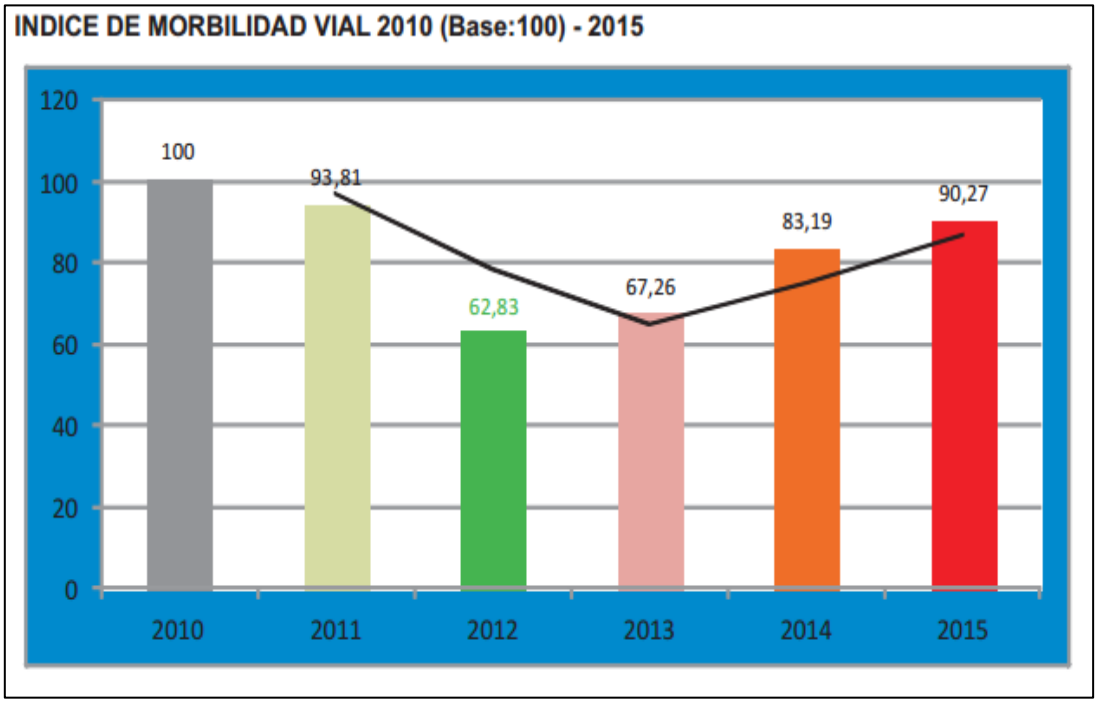


Figura 1.32 – Índices morbilidad según ISEV

Citando al informe del ISEV para dicho año:

"En la evolución de las tres TASAS tradicionales puede observarse el mismo proceso, advirtiéndose en el terreno de los hechos lo que advirtiéramos en el año 2012 por las proyecciones que iba presentando la "enfermedad de la siniestralidad vial" en nuestra sociedad.

Aún estamos a tiempo de corregir ese rumbo, aunque cada periodo anual que transcurre hará la tarea más difícil. Muchas vidas dependen de ello"

De dicho estudio también se pudieron recabar datos relacionados a las edades de los conductores, horas con mayor cantidad de siniestralidades, el día de mayor riesgo, tipo de impacto, entre otros. Estos se pueden apreciar en la *Figura 1.33*.

Figura 1.33 – Tipología mayoritaria de los siniestros según ISEV

Con lo que respecta a la ciudad de Colón, y más específicamente de la Ruta Nº 135, se solicitó información relativa a siniestralidad vial en Dirección de Transito de la Municipalidad de Colón, en Dirección Nacional de Vialidad tanto de Paraná (Capital de Entre Ríos) como de Colón. Ninguno de estos organismos pudo o quiso darnos información relacionada a accidentes de tránsito. Por último se recurrió a la Jefatura de Policía de Colón, sección Judiciales, a los cuales se tuvo que elevar una carta al Jefe de

Policía, Comisario Mayor Fabio Enrique Jurajuria, solicitando información respecto al tema.

Lamentablemente solo nos pudieron proporcionar datos de siniestros viales en la Ruta Nº135 desde el mes de Diciembre hasta el mes de Febrero. Dichos datos se pueden apreciar en la *Tabla 1.30*.

SINIESTRALIDAD VIAL EN RUTA NACIONAL Nº 135 PERIODO DICIEMBRE 2015 - FEBRERO 2016			
FECHA	**LUGAR**	**VEHICULOS INVOLUCRADOS**	**RESULTADO**
11/12/2015	RUTA NAC Nº135 KM 1,5	VOLKSWAGEN SURAN (NJP-525); RENAULT 11TS (TQQ-845); PEUGEOT PARTNER (JWR-552)	01 HERIDO CON LESIONES GRAVES
15/01/2016	RUTA NAC Nº135 KM 5	VOLKSWAGEN GOL (IAD-409); FORD F-100 (CVS-969)	SIN LESIONADOS
25/01/2016	RUTA NAC Nº135 KM 2,5	CHEVROLET CORSA CLASSIC (MAS-319)	01 MUERTO CON 03 HERIDOS GRAVES
09/02/2016	AUTOVIA J.G. ARTIGAS Y RUTA NAC Nº135 (ROTONDA)	FIAT 673N (UNK-139)	SIN LESIONADOS
15/02/2016	RUTA NAC Nº135 KM 6	TOYOTA SW4 (MAI-599); YAMAHA 110CC (S/DOMINIO)	01 MUERTO

Tabla 1.30 – Siniestralidad vial, datos proporcionados por Jefatura de Policía de Colón.

Igualmente, manteniendo una conversación con el oficial a cargo de la sección Judiciales, estiman que se produce al menos un accidente por mes en la ruta, incrementándose este valor en temporada de turismo debido al importante aumento de la plaza automotor, el desconocimiento de la zona por parte de los turistas y su imprudencia.

También se puede rescatar, viendo los datos proporcionados, que en los dos primeros meses del año corriente ya ocurriendo dos accidentes con víctimas fatales. Es un número elevado si se tiene en cuenta que la ruta solo posee 14 kilómetros.

2.3.15 Infraestructura y servicios

En esta sección, referente a infraestructura y servicios, se lleva a cabo una descripción de los principales componentes que brinda la ciudad. Dentro de estos se encuentran los servicios de tratamiento y distribución de agua potable, conducción y tratamientos de efluentes cloacales y recolección de residuos sólidos y disposición final. También los canales de desagües pluviales, cordones cuneta y calles pavimentadas.

2.3.15.1 Red vial urbana y suburbana

Las calles de la ciudad tienen un ancho promedio de 9,00 m de calzada y 4,00 m de vereda. Hay excepciones donde los anchos de calzada son mayores llegando hasta los 10,00 m y 14,00 m como es el caso de las Avenidas Rivadavia, Lasandú y Urquiza respectivamente.

Actualmente se cuenta con un valor superior a las doscientos cincuenta calles pavimentadas constituidas por los siguientes pavimentos:

-Pavimento de hormigón.
-Pavimento articulado.
-Pavimento asfáltico.

Vale destacar que la totalidad de las calles pavimentadas poseen cordones cuentas además de sus calzadas. Y a su vez tiene una cifra arriba del centenar de cordones cunetas con mejorando de ripio.

Se detallan tanto las calles pavimentadas como la distribución de cordón cuneta dentro de la ciudad en los Plano1.2 y Plano1.3, respectivamente.

Por otra parte en la actualidad existen siete semáforos en funcionamiento en la ciudad, los mismos están ubicados en las siguientes intersecciones: San Martín y Piamonte, San Martín y Bvrd. Sanguinetti, San Martín y Av. Pte. Perón, Av. Pte. Perón y Paysandú, Av. Urquiza y Bvrd. González, Av. Urquiza y Andrade, Av. Urquiza y Alem.

2.3.15.2 Potabilización y distribución del agua potable

En lo referente a la potabilización y distribución de agua se realiza una detallada descripción de los principales componentes de cada etapa para abastecer la cuidad de Colón.

Planta Potabilizadora

En esta etapa se realiza la transformación del agua cruda proveniente desde el Río Uruguay en potable. Los procesos que emplea la planta se describen a continuación.

Toma: Se realiza por medio de una torre de toma elevada 15,00 m sobre el nivel normal del rio, protegida contra la erosión por medio de un escollerado de piedra. La captación se hace por medio de dos cañerías que se encuentran a una profundidad de 0,70 m y-1,00 m con respecto al cero local, a una distancia de 10,00 m de la torre. Para impedir el ingreso de peces, ramas u otros materiales que pudieran obstruir la cañería, se protegieron las bocas de captación con canastos de alambre. La obra tiene dos bombas centrifugas de eje horizontal que pueden trabajar de manera independiente, ubicadas en la estación de toma. La cañería de conducción de la toma a la planta tiene un diámetro de 350 mm y una longitud aproximada de 45,00 m.

Medición de caudales: Se realiza por un medidor tipo Ventury con lo que se determina el caudal de ingreso a la planta y con este, la dosificación necesaria. La planta produce en el invierno 400 m3/h, para la época estival el consumo aumenta, debiéndose incrementar la producción a 720 m3/h, lo que representa un aumento del ochenta por ciento en el consumo. La planta fue diseñada para producir un caudal de 520 m3/h.

Dosificación: A partir de ensayos de laboratorios se determina la dosis de coagulante que necesita el agua cruda. La dosificación de coagulante, polielectrolitos y

cal se realiza por medio de bombas dosificadoras. El coagulante utilizado es poli cloruro de aluminio.

Dispersión: Se emplea un dispersor "in line", consistente en tres tubos verticales con orificios aguas debajo de la corriente por donde se distribuye el coagulante.

Floculación: Se realiza por medio de floculadores de tabiques tipo horizontales con parantes de asbesto cemento, interpuestos al flujo cada 0,20 m.

Sedimentadores: Son de tipo alta velocidad y cuentan con seditubos de PVC con una inclinación de 60°, la sección de los tubos es hexagonal. El vertedero es triangular y las canaletas construidas con perfiles U.

Cámara mezcla rápida: Tiene una capacidad para 12, 2 m^3 en ella se realizan el agregado de cloro y de cal.

Filtración: Cuenta con cinco unidades de alta presión, y emplea como manto filtrante arena sobre mantos de grava. Dichas unidades tienen 2,83 m de diámetro, con una longitud de 5.65 m.

Desinfección: el cloro empleado es de tipo gaseoso, el consumo es de 70 litros por día. Los ensayos que se le realizan al agua son: determinación de PH, turbiedad, contenido de cloro residual, coliformes totales, bacterias aeróbicas, etc.

Cisterna: Con un diámetro de 16,00 m y una profundidad de 10,00 m. Tiene una capacidad de almacenaje de 2.010 m^3

Tanques Comunitarios

En la actualidad se tienen dos tanques, uno ubicado en la intersección de las calles Hernández y Moreno y el otro en la intersección de Urquiza y Berin con una capacidad de 300 m3 y 100 m3 respectivamente. Se utilizan bombas para la impulsión y la cañería es de 300 mm de diámetro.

Redes de distribución de Agua Potable

La distribución del agua potable se realiza por gravedad. Las cañerías de la red son de asbesto cemento en la zona céntrica y costanera, con diámetros de van desde los 60 mm a 300 mm. El resto de la red está construida con caños de PVC de diámetros comprendidos entre 63 mm y 100 mm. La longitud aproximada de toda la red es de 80 km.

El consumo no es controlado, por lo tanto en la temporada estival, debido a los incrementos que sufre, se producen bajas en la presión de la red, teniendo algunos sectores problemas de suministro durante las horas pico de consumo. Existe una

restricción en el consumo, para las personas que adeudan más de dos meses del impuesto de obras sanitarias. Ella consiste en colocar una estrangulación a la entrada de la vivienda.
En el siguiente Plano 1.4 se aprecian tanto los tanques elevados como la red de distribución tendida a lo largo y ancho de toda la ciudad.

2.3.15.3 Tratamiento de líquidos cloacales

Por otra parte, la planta de tratamientos cloacales se encuentra ubicada entre las calles Río Iguazú, Bvrd. González, Cantón de Valais y GPNA. Es un sistema de depuración de laguna de estabilización para líquidos cloacales denominado Sistema Australiano. El mismo está constituido por dos lagunas anaeróbicas seguidas por dos facultativas que se localizan junto con la red de desagüe cloacal en el Plano1.5.

A su vez la planta no cuenta con protección por arbolado, pero está parcialmente cerrada mediante alambrados que proporcionan seguridad.

Lagunas anaeróbicas:

Son estanques de mayor profundidad de 2.5m a 4.00m (en el caso de Colón es de 2,5m de profundidad y cuadrada de 92m x 92m) y reciben cargas orgánicas más elevadas, de modo tal que la actividad fotosintética de las algas es suprimida, encontrándose ausencia de oxígeno en todos sus niveles

El efluente de estas lagunas es de color oscuro y puede haber, en condiciones desfavorables de funcionamiento, formación de sulfuros y desprendimientos hidrógeno sulfurado. Por ello se recomienda ubicar este tipo de lagunas a cierta distancia de las poblaciones y considerando los vientos predominantes en la región, establecer una forestación que actúe en forma de pantalla para evitar o disminuir el efecto de los olores.

Con este tipo de lagunas se puede obtener una remoción de la D.B.O. del 40% al 70%, bastante aceptable si la comparamos con una sedimentación simple donde se produce una remoción de la D.B.O. del orden del 30%.

Lagunas facultativas:

Son estanques con profundidad intermedia de 1.00m a 1.80m (en el caso de Colón es de 1,25 m de profundidad y rectangular de 92m x 200m de largo). El contenido de oxígeno en la masa líquida varía de acuerdo a la profundidad y hora del día. El ingreso del material o líquido se realiza mediante vertederos de hormigón y la salida por una cañería que vierte directamente sobre el Arroyo de la Leche.

En estas lagunas no conviene, por razones botánicas, que la profundidad sea menor de 1 m. a los fines de evitar el crecimiento de plantas de tallo tubular pues estas destruyen la impermeabilización del fondo y además facilitan el crecimiento de mosquitos, lo cual es perjudicial.

El fondo de las lagunas podrá tener pequeñas irregularidades siempre que las diferencias de profundidad sean menores del 15 %. Con este tipo de lagunas se puede obtener una remoción de la D.B.O. del 75 % al 85 %.

2.3.15.4 Desagües pluviales

La ciudad de Colón cuenta con canales abiertos para la conducción del agua de lluvia cuya traza no se encuentra normalizada en su totalidad. Existe una reglamentación que prohíbe realizar cualquier alteración de la traza o de la capacidad de los canales naturales de escurrimiento pluvial, sin la correspondiente autorización municipal. Cuando ocurren crecidas, algunos se inundan.

La ciudad posee nueve cuencas cuyas superficies van desde 19 hectáreas hasta 156 hectáreas.

Para encausar los caudales de dichas cuencas, la ciudad cuenta con nueve canales principales de diversas secciones y materiales dependiendo del lugar donde están emplazados.

Canal 1: ubicado en el Bvard. Gaillard, tiene una extensión de siete cuadras en su ramal principal y tres cuadras en el ramal secundario. Desemboca en el río Uruguay. Es un canal abierto de sección trapecial desde la embocadura hasta la calle 3 de Febrero, ejecutado sobre el suelo natural. Los cruces de calles están ejecutados con alcantarillas de hormigón armado.

Canal 2: este canal comienza en la calle Mipú y 12 de abril recibe el escurrimiento de calles que en su mayoría están adoquinadas. Su desembocadura se hace por un conducto cerrado de hormigón armado rectangular, enterrado hasta Chacabuco. El cruce por Peyret realizado por una alcantarilla abovedada. Por Chacabuco, entre Peyret y Belgrano, existen alcantarillas de hormigón armado. El cruce por calle Belgrano se hace por alcantarillas tubulares y rectangulares de hormigón.

Canal 3: posee dos canales secundarios que se unen en calle Tucumán y Alem y desemboca en el rio luego de atravesar la Avenida Costanera por una alcantarilla de hormigón armado con sección semicircular. La embocadura de la misma es de sección cuadrada. El canal que conduce el agua hasta la embocadura de la alcantarilla está constituido por un suelo natural, tiene una longitud de diez cuadras.

Canal 4: desemboca en el Arroyo de la Leche, con una extensión aproximada de quince cuadras. Hasta calle Evita es de suelo natural y los cruces están constituidos por cañerías de hormigón armado.

Canal 5: este canal tiene una longitud aproximada de quince cuadras y está constituido por suelo natural. La conducción comienza por calle Gouchón y Salta y luego se dirige por calle Pra. Junta desembocando en el Arroyo Artalaz. La alcantarilla para el cruce de las calles Paysandú, Rocamora y Gaillard es de hormigón armado, de sección rectangular. Para el cruce de la calle Alberdi hay dos alcantarillas de sección abovedada.

Canales 6: este canal desemboca en el rio Uruguay por calle Rio Iguazú y tiene una longitud de tan solo 3 cuadras. Está constituido por un fondo de suelo natural.

Canal 7: comienza en la calle Batalla de Cepeda y desemboca en el Arroyo Artalaz a la altura de la calle 9 de Julio. Es un canal natural de trazado irregular

Canal 8: desemboca en el Arroyo de la Leche a la altura de la calle Dr. R. Girard. También es un canal constituido por suelo natural.

Canal 9: posee dos canales secundarios que se unen en la calle Pte. Illia y Paso de los Andes para luego desembocar en el Arroyo Artalaz. Tiene características similares a los canales 7 y 8

2.3.15.5 Recolección de residuos sólidos y disposición final

La municipalidad es la encargada de la recolección de residuos sólidos de la ciudad. Servicio que se realiza de lunes a Sábado mientras que la recolección de ramas u otros elementos particulares tienen una frecuencia semanal de recolección. Dichos servicios son brindados aproximadamente al 75% de la población actual.
Según datos recabados, la generación de residuos diarios de la ciudad alcanza las 35 toneladas/día, lo que es lo mismo decir que cada persona genera 1,41 Kg./día de residuos sólidos. El equipo que dispone el municipio está constituido por cuatro camiones volcadores y tres compactadores. Son veintiún operarios asignados para esta tarea, con un rendimiento de 1,7 tn/(op.día). Este ciclo finaliza luego que la basura es recolectada y utilizada para relleno sanitario de broza compactada impermeabilizada ya que por su parte, la ciudad actualmente no cuenta con una planta para el tratamiento de residuos sólidos.

2.3.16 Relevamiento Particular

En esta sección se realizará un relevamiento de la zona Sureste sobre la Ruta Nacional Nº 135 en el tramo comprendido desde el ingreso Suroeste a la ciudad y el puesto de gendarmería ubicado previamente al puente Gral. José Gervasio Artigas. Sobre el final se resume lo obtenido gracias a las entrevistas que llevamos a cabo con diferentes personas de la zona.

Esta es una zona que se considera como semi rural en la cual se ha visto en los últimos años un considerable crecimiento principalmente en lo que respecta al sector inmobiliario. Debido al continuo crecimiento de turistas que llegan cada verano a la ciudad de Colón se ha expandido el sector alojamiento a esta zona. En esto se destaca la construcción de cabañas y casas particulares para alquiler.

En este rubro también es de destacar la construcción del barrio privado "Los Bretes", el cual aún está en crecimiento. Este tipo de emprendimiento posiblemente podría funcionar como incentivo para la construcción de lugares similares.

Previo al puesto de gendarmería se instaló un sector comercial en donde existen varias tiendas y supermercados. Siendo la estación de servicio la que más clientes atrae.

Todo esto ha llevado a que, especialmente en época estival, se utilice la ruta como un camino vecinal produciéndose así gran cantidad de situaciones que ponen en riesgo a los conductores.

La ruta es de pavimento asfáltico, el cual si bien no se encuentra en una condición optima, tampoco se puede decir que está en estado crítico. La principal falencia de dicha ruta es la carencia de banquinas. A su vez posee un déficit en cuanto a la iluminación y señalización.

El tramo analizado se muestra en la *Figura 1.34*.

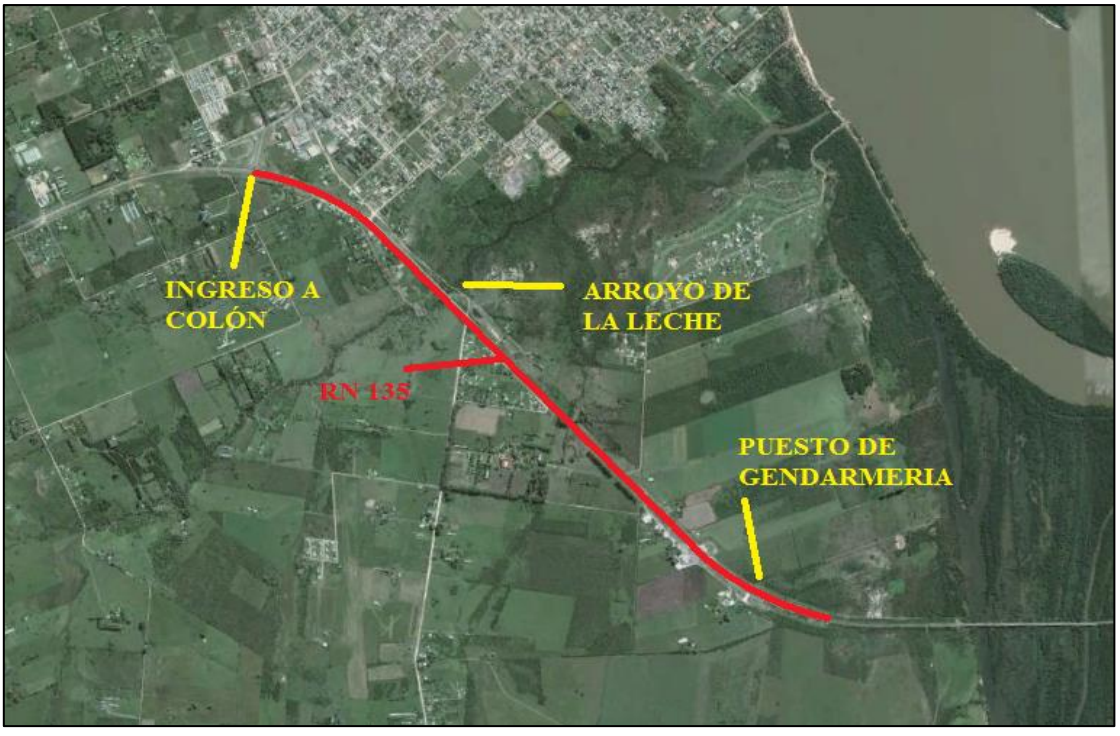


Figura 1.34 – Zona de análisis

Existen una gran cantidad de entradas a la ruta, lo que hace que el transito se enlentezca y se produzcan accidentes. Los puntos más críticos son la entrada a la ciudad por la calle Ferrari y la calle que se dirige a la escuela agrotécnica y el aeroclub.

La ruta posee un puente de 55 metros debido a la existencia del Arroyo de la Leche.

En la siguiente sección se elaboró un relevamiento de los lugares y establecimientos que se consideró de mayor importancia en esta zona.

2.3.16.1 Lugares destacados

A continuación se muestran datos y valores referentes a los lugares considerados de importancia por el grupo. Estos son: el barrio privado "Los Bretes", Bodega Vulliez Sermet, Escuela Agrotécnica J.J. de Urquiza, Aeroclub de Colón y el club de rugby "Colón Rugby Club".

- Los Bretes – Club de Campo

Los Bretes es un barrio privado ubicado en las afueras de la ciudad de Colón, más precisamente en la zona Sudeste pasando el Arroyo de la Leche. En la *Figura 1.35* se puede apreciar una imagen satelital del año corriente y esta muestra su localización con mayor claridad.

Figura 1.35 – Localización del barrio privado

Es un proyecto que comienza en el año 2003 y comprende un predio de 97 hectáreas cerca del rio Uruguay. La premisa del emprendimiento es preservar los espacios verdes y es por esto que posee solo un 20% del área destinada para la construcción

Los lotes que se ofrecen a quien quiera comprar poseen una superficie mínima de 800 metros cuadrados. Dichos lotes están provistos de agua potable que se extrae de tres pozos profundos con electrobombas y es distribuida a través de un tanque elevado mediante cañería instalada en todos los sectores. También los lotes están provistos de energía eléctrica y gas natural mediante instalaciones subterráneas, de manera tal que no afectan al entorno.

El barrio cuenta a su vez con lugares de recreación y deporte tales como cancha de golf y tenis.

La cancha de golf posee 12 hoyos y se encuentra aprobada por la Asociación Argentina de Golf. Posee un Club House de 230 metros cuadrados con terrazas con vistas al campo de golf, la ciudad de Colón, el puente Gral. Gervasio Artigas y la ciudad de Paysandú.

La cancha de tenis es del tipo con terminación de película asfáltica y pintura de goma color e iluminación artificial.

A su vez el barrio posee una rampa de cemento para la botadura y extracción de embarcaciones de hasta 6 metros de eslora. Esta rampa se encuentra en una caleta de aguas protegidas que desemboca en el Arroyo de la Leche a 150 metros del rio Uruguay.

Se puede acceder de dos formas al complejo. La primera, y principal según se nos informó, es proviniendo del Sur por un camino de broza que desemboca en la Ruta Nacional Nº 135. Es decir que la mayoría de los habitantes del barrio son usuarios de dicha ruta a diario. El otro ingreso, secundario, es desde el Noreste conectándose con la ciudad de Colón mediante el Camino Canero Sur. Este tiene la problemática de que en épocas de crecida el camino se ve cortado por el agua. En la *Figura 1.36* se puede apreciar en color azul el acceso principal y en rojo el secundario. Ambas entradas poseen casillas para el personal de seguridad con sus barreras correspondientes, en la *Figura 1.37* se muestra la entrada proveniente de la RN 135.

En la actualidad en el barrio existen unas setenta viviendas construidas y se calcula que en el futuro este valor se puede triplicar ese número.

Figura 1.37 – Accesos al barrio

Figura 1.37 – Casilla de ingreso al predio

- Bodega Vulliez Sermet

La bodega se ubica en el kilómetro 8 de la Ruta Nacional 135, prácticamente en frente de la entrada a la ciudad de Colón. En la Figura se muestra la bodega en una imagen aérea.

La casa de la bodega fue construida por un inmigrante suizo en 1874. Se transformó en una de las tantas bodegas que quedaron abandonadas luego de la ley de prohibición. En 2003, luego de levantada la prohibición, volvió a su funcionamiento. Se plantaron 3 hectáreas de viñedos y se reconstruyo la bodega siendo la primera en la provincia desde la abolición de la ley.

En la actualidad, el establecimiento, tiene una producción que supera los 70 mil botellas anuales. Sus vinos han recibidos varios premios a nivel internacional.

Cuenta con cabañas junto a los viñedos, y una casona para realizar fiestas y reuniones empresariales. Se suelen realizar degustaciones de vino dirigidas por el enólogo de la bodega.

Las cabañas tienen capacidad desde 2 hasta 6 personas. Estas se encuentran junto a la piscina y a los viñedos.

Se realizan diariamente visitas guiadas al lugar donde se explica la historia del lugar y los procesos para la vinificación. También se comercializan los distintos vinos en el lugar.

El ingreso a la bodega se realiza proviniendo de la RN 135.

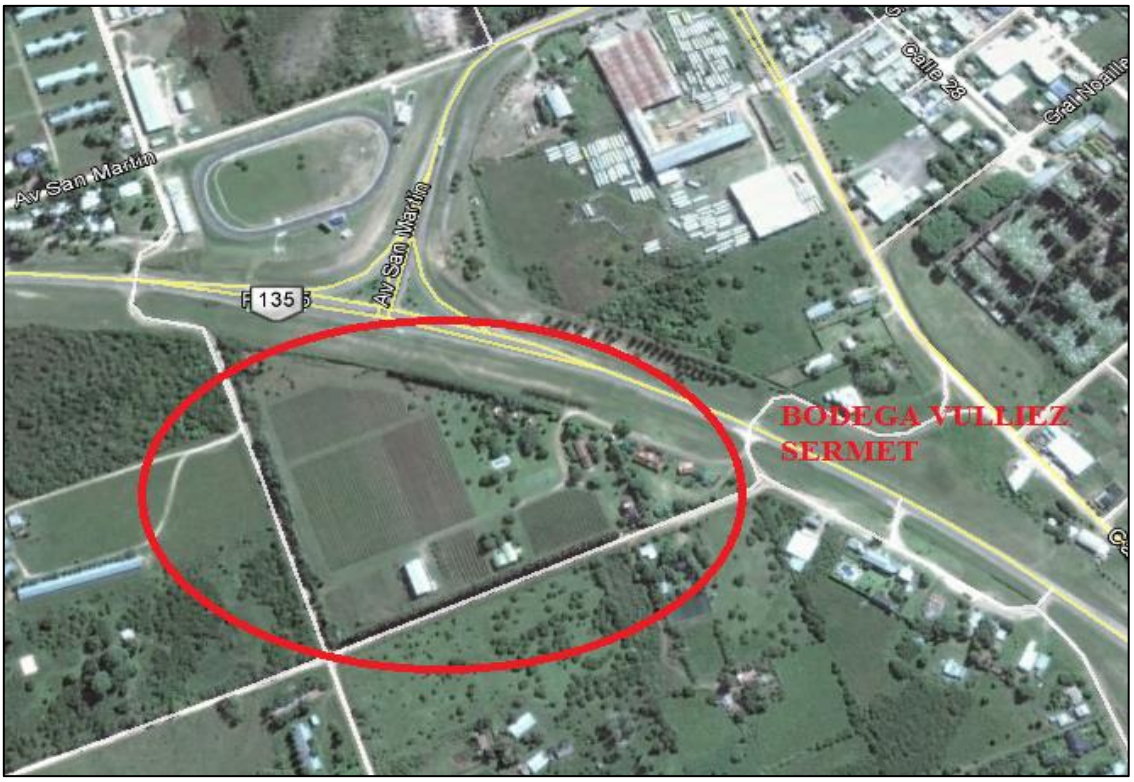


Figura 1.38 – Localización de la bodega

- Escuela agrotécnica Capitán General Justo José de Urquiza

Esta escuela está próxima a cumplir 90 años, ya que está en funcionamiento desde el año 1927. Está localizada al Sur de la ciudad de Colón, pasando el Arroyo de la Leche.

Para llegar a ésta, proviniendo desde Colón, se debe transitar la Ruta Nacional Nº 135 para luego ingresar a un camino de broza, el cual se encuentra a continuación del puente del arroyo. Dicho ingreso es considerado como peligroso ya que tiene una pronunciada pendiente y no está en forma perpendicular a la ruta, lo que complica la visual del conductor.

En la *Figura 1.39* se muestra el predio de la escuela agrotécnica y el ingreso a la misma.

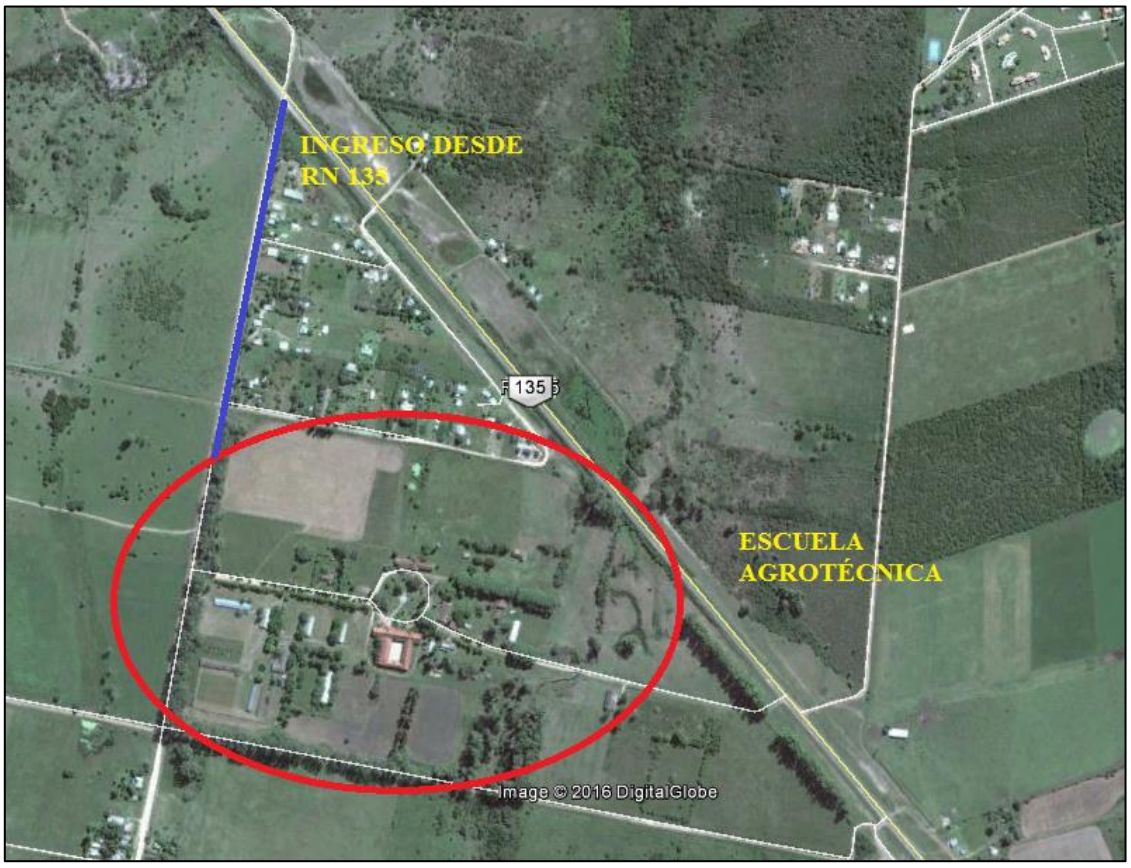


Figura 1.39 – Ubicación y acceso a la escuela J.J. de Urquiza

El tipo de institución es secundario técnico, con orientación agropecuaria. La gestión es estatal y el tipo de dependencia pertenece a la Jurisdicción Educativa Provincial. El título que ofrece es el de Técnico en Producción Agropecuaria.

En un principio funcionaba como escuela de avicultura. En la actualidad tiene un regimiento polimodal, es decir que se dictan clases como una escuela normal y producción de bienes y servicios como la parte técnica.

Se dictan materias relacionadas con la avicultura, el agro, maquinarias agrícolas, industrias lácteas y frutihorticolas y ganadería.

La escuela tiene distintas huertas y montes frutales. También posee producción de animales como el cerdo, destacándose en mayor cantidad la producción de pollos.

Según se pudo averiguar, en la actualidad, la escuela cuenta con 235 alumnos y 90 profesores para las distintas áreas. A su vez se le debe sumar el personal administrativo, de limpieza, cocina y mantenimiento.

Tiene un régimen de internado para aquellos alumnos que provienen de lugares alejados o no poseen un medio de transporte para movilizarse diariamente. El porcentaje de alumnos que utiliza el internado ha ido decreciendo debido al transporte público rural existente. Este hace un recorrido diario a la mañana y a la tarde.

- Aeroclub de Colón y Club de rugby

El aeroclub funciona como una institución privada la cual cuenta con un padrón de aproximadamente cuarenta socios. Como actividad principal está la escuela de aviación. También dentro de las actividades existe la posibilidad de realizar vuelos bautismo.

Suelen llegar aviones con pasajeros de poco porte, pero esto no es algo que ocurre con frecuencia.

El terreno que comprende el aeroclub fue cedido por la Municipalidad de Colón. Debido a que es un gran espacio abierto se realizan algunas actividades como la expo tuning, la cual reúne una gran cantidad de público.

Lindero a dicha institución funciona el Colón Rugby Club, el cual posee una cancha en la cual practican los socios. El terreno de dos hectáreas fue cedido temporalmente por el Municipio de Colón.

El club fue fundado en el año 2007 y hoy cuenta con más de cien personas practicando el deporte en las diferentes categorías. En la actualidad cuenta con más de 150 socios.

La ubicación de ambos es al sur de la ciudad de Colón y se accede por la misma calle que a la escuela agrotécnica. Esto se puede ver en la *Figura 1.40*.

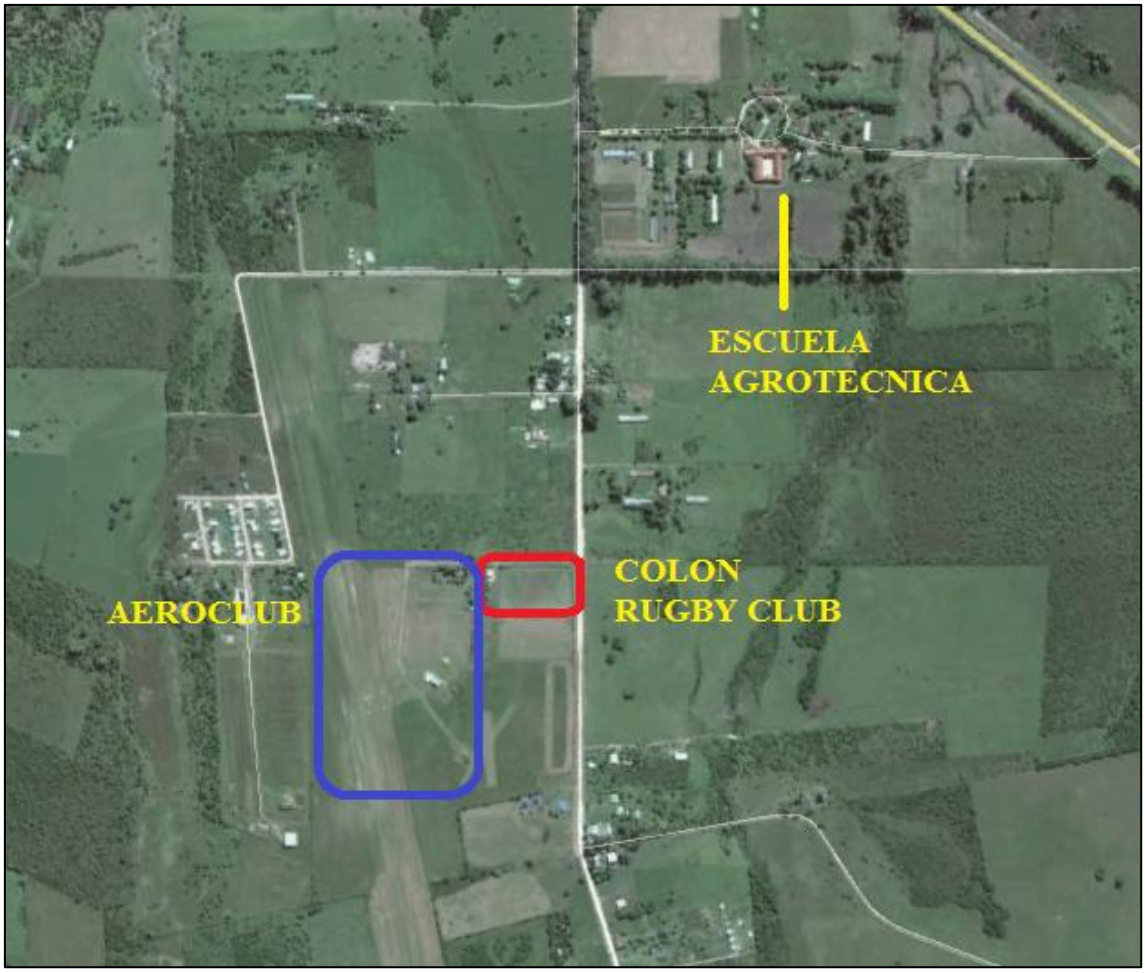


Figura 1.40 – Ubicación de Aeroclub y club de rugby

2.3.16.2 Entrevistas

Con la intención de conocer la situación con la que se encuentran a diario los habitantes y gente que trabaja en la zona aledaña a la Ruta Nacional 135, se llevó a cabo entrevistas con distintas personas. Se eligió esta zona de la ciudad debido a que el grupo considera que es un lugar con déficit, especialmente en lo relacionado a lo vial.

Los lugares para realizar las entrevistas fueron elegidos debido a la importancia que estos tienen en la zona, el flujo vehicular que implican y crecimiento a futuro. Estos lugares son: el barrio privado "Los Bretes", Escuela Agrotécnica Justo José de Urquiza, Estación de servicio YPF y Aeroclub de Colón.

A continuación se resume lo que fue la conversación en cada uno de los casos.

- *Barrio privado "Los Bretes":*

En este caso la entrevista se le realizó al encargado de seguridad del barrio. No se logró tener una comunicación con los propietarios. Como era de suponer el entrevistado no nos pudo dar mucho detalle sobre el barrio ya que se trata de un lugar

privado. Si pudimos averiguar que actualmente existen unas sesenta viviendas y que a futuro se puede triplicar ese número. También nos informó que el barrio cuenta con dos accesos; uno por la costanera de Colón y otro por la Ruta 135. El primero tiene el inconveniente de que cuando hay creciente del Rio Uruguay el camino queda bajo agua imposibilitando el paso. El acceso por la Ruta 135 es el principal, el cual usan la mayoría de los habitantes del barrio.

La persona debe trasladarse todos los días desde Colón por lo que es un activo usuario de la Ruta. Consultado por el estado de ésta y si consideraba que debería hacerse alguna mejora rápidamente contesto que la ruta no está en las mejores condiciones y que sería importante que se intervenga para mejorarla. Como principales defectos destacó la falta de banquina, la poca iluminación y los animales sueltos. Al preguntarle cuales consideraba como zonas peligrosas hizo hincapié en el tramo que pasa sobre el Arroyo de la Leche, en el cual se encuentra la entrada a una zona suburbana.

Finalmente se le pregunto si consideraba a la Ruta como un camino peligroso a lo cual contestó afirmativo, ya que según él se producen habitualmente situaciones riesgosas a lo largo de ese tramo poniendo en riesgo la vida de sus usuarios.

- *Escuela Agrotécnica Justo José de Urquiza*

Se llevó a cabo una entrevista con el Rector de la Escuela en la cual pudimos averiguar el funcionamiento de esta y cantidad de alumnado y funcionarios. La escuela posee hoy en día unos doscientos treinta y cinco alumnos. La escuela cuenta con internado, que es utilizado por todos aquellos alumnos que provienen de otras ciudades. En cuanto a la cantidad de docentes, la escuela cuenta con noventa profesores para las distintas áreas. A esta población se le debe sumar el personal de limpieza, cocina y mantenimiento.

El entrevistado utiliza la Ruta a diario para dirigirse a su trabajo. Una vez preguntado que pensaba sobre el estado de esta primero aclara que el asfaltado se encuentra en buenas condiciones pero que hay ciertas zonas de peligro. Remarcó como el lugar más peligroso al ingreso a la ruta proviniendo desde la escuela. Dicho ingreso tiene una pendiente considerable y no se encuentra perpendicular al eje de la ruta, si no que con cierta inclinación lo que hace más difícil el ingreso debido a la poca visibilidad que tiene el conductor. También hizo énfasis en el peligro que genera la cantidad de animales sueltos que hay en la zona, principalmente caballos, y la falta de banquina.

Consultado finalmente si consideraba que se debe realizar una mejora en la Ruta, el entrevistado recalcó nuevamente que considera que esta está en buen estado pero que si debe mejorarse el ingreso a la escuela, el cual se encuentra pasando el puente del Arroyo de la Leche en dirección a Paysandú. Así como también en el ingreso a la ciudad de Colón por la calle Ferrari, donde ingresan gran cantidad de camiones y suelen producir situaciones peligrosas debido a la poca señalización e imprudencia de los conductores.

- *Estación de servicio YPF*

La entrevista se realizó con el encargado de la estación. No pudimos obtener números exactos de clientes que tiene actualmente dicho negocio, pero nos pudo aproximar que en el mejor de los casos en un día pueden llegar a tener hasta 6000 vehículos que ingresan. Si uno se dirige desde Colón a la ciudad de Paysandú, el lugar se encuentra a aproximadamente trecientos metros antes de llegar al puesto de Gendarmería. La estación funciona las veinticuatro horas del día, y cerca de esta se encuentran diversos negocios.

También fue consultado por el estado de la Ruta a lo que contesto que a su consideración se debe mejorarla en todo en algunos puntos, destacando el ingreso a Colón y la zona del Arroyo de la Leche. Hizo especial hincapié en la cantidad de accidentes que se producen, mostrando especial preocupación debido a la cantidad de accidentes mortales que se han registrado. Al igual que los anteriores entrevistados resaltó la falta de banquina y el peligro de los animales sueltos.

- *Aeroclub de Colón*

En esta oportunidad se entrevistó al encargado del Aeroclub el cual nos explicó el funcionamiento de este. Es una institución privada pero es un terreno cedido por la Municipalidad. Su principal actividad es la escuela de aviación, el club cuenta con aproximadamente cuarenta socios. También se realizan vuelos con pasajeros en aviones de poco porte. El entrevistado estimo que en el Aeroclub llega aproximadamente un vuelo por mes de este tipo. El predio, en ocasiones, suele utilizarse para otros fines especiales, siendo quizás el evento social de mayor importancia la exposición-tango, la cual reúne alrededor de trecientas personas.

En lo que concierne a la Ruta 135 el entrevistado considera que uno de los mayores déficit es la falta de una correcta señalización. Argumenta esto diciendo que la ruta es transitada por muchos turistas, que al no conocer la zona suelen cometer equivocaciones o imprudencias provocando situaciones peligrosas. También considera que se debe mejorar tanto en la construcción de una banquina y mejorar accesos.

Una vez realizadas todas las entrevistas se puede apreciar varias opiniones en común entre los entrevistados. Todos consideran que se debe realizar alguna mejora a la Ruta. Se debe destacar que todos coincidieron en la relevancia de la falta de banquina. También se pudo constatar la preocupación de los entrevistados por el tramo del Arroyo de la Leche y el ingreso a Colón. En su gran mayoría recalcaron la problemática que generan los animales sueltos, y en menor número la falta de una correcta señalización.

Vale destacar que todos los entrevistados se mostraron positivos y demostraron gran interés en la realización de un Proyecto para mejorar dicha Ruta.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 3

- Diagnóstico -

3. DIAGNOSTICO

En este capítulo se procede a realizar un diagnóstico del estado actual de la ciudad y alrededores. Partiendo del relevamiento realizado en el capítulo anterior, se analiza cual es la situación del lugar buscando encontrar las distintas problemáticas.

- Se ha producido una consolidación del turismo, en los últimos años, como uno de los sectores de desarrollo económico más importantes de la ciudad y el impacto que el mismo tiene, repercute en toda la comunidad.
- Las playas, el complejo termal, el centro de la ciudad y las distintas zonas históricas constituyen un fuerte recurso de interés turístico. Así como también los diferentes eventos que se realizan durante el año como la Feria de la Artesanía.
- La oferta para alojamiento turístico es variada y amplia. Existen muchas plazas de alojamiento económico, como camping, bungalows y hoteles de baja categoría. A su vez también cuenta con hoteles de elevada categoría (dos hoteles de cuatro estrellas), y uno de máxima categoría (hotel cinco estrellas).
- Dicho alojamiento turístico se ve en constante crecimiento en la ciudad a pesar de que se ha producido un leve descenso en la ocupación en los últimos dos años. La ocupación de los alojamientos se puede ver saturada en algunas fechas especiales como Carnaval y la Fiesta de la Artesanía.
- En cuanto a la cuantificación de los flujos de visitantes, según los datos existentes, se produce en mayor número en temporada estival y fines de semana largos. El pico de ocupación se registra durante los fines de semana, desde principio de Enero hasta principios de Marzo. Esto permite inferir la atracción que generan las playas, pero se ha notado un incremento en invierno, debido a la presencia del Complejo Termal.
- El principal ingreso a la ciudad se efectúa por la Ruta 135, la cual posee 14,6 kilómetros y une la Ruta Nacional 14 con el Puente General Artigas que conduce a la ciudad de Paysandú. Esta ruta está conformada por una carpeta asfáltica sin banquinas. No posee una adecuada señalización y vinculación a los diferentes lugares rurales, suburbanos y urbanos, lo que produce un riesgo para el usuario.
- En los últimos años se ha producido un crecimiento comercial e inmobiliario de importancia en las zonas aledañas a la Ruta 135. Debido a la importante demanda de turistas que se produce principalmente en los meses de Enero y Febrero es que se ha empezado a utilizar esta zona para la construcción de alojamientos. Esto y la creación de barrios privados hace que aumente el flujo del tránsito en la ruta, produciéndose el ingreso en una forma poco organizada.
- A su vez este aumento de la población en esta zona hace que la ruta sea utilizada como un camino vecinal o urbano, no respetándose la velocidad para la cual fue diseñada.

- Existe una gran cantidad de ingresos a la ruta, sobretodo en el tramo más cercano al ingreso de la ciudad. Esto inevitablemente genera entorpecimiento del tránsito provocando innumerables situaciones de riesgo.
- El ingreso principal a la ciudad de Colón por la ruta mencionada anteriormente suele verse desbordado en ocasiones donde el flujo de turistas aumenta, generalmente cuando se produce el recambio de estos.
- Se observan dos puntos críticos en este camino: el ingreso a la ciudad mediante la calle Ferrari y el ingreso al camino que se utiliza para llegar a la Escuela J.J. de Urquiza y el Aeroclub. El primero de estos es un ingreso que era utilizado comúnmente por el tránsito pesado pero ha tenido, en los últimos años, un considerable crecimiento en lo que respecta a los vehículos livianos. En tanto el segundo ingreso, que se encuentra próximo al puente del Arroyo de la Leche, tiene como principales falencias el poseer una importante pendiente y no encontrarse de forma perpendicular a la ruta.
- En la parte final de la ruta se encuentra un ingreso que conduce al barrio privado "Los Bretes", el cual genera una importante afluencia de vehículo y se encuentra en crecimiento por lo que a futuro la situación empeorará. Por último, antes del puesto de gendarmería, se encuentra una estación de servicio y una serie de comercios. Tanto la estación como los comercios atraen una importante cantidad de cliente.
- Todos estos factores mencionados antes son causales de diversos accidentes de tránsito y situaciones riesgosas. En los últimos años estos hechos han ido en aumento, siendo esto no solo perjudicial para la gente que vive en las cercanías sino que también para el turismo.
- Al ser una zona fronteriza existe un importante flujo de vehículos pesados. Los vehículos que se dirigen en dirección a Paysandú muchas veces no tienen un lugar específico para permanecer mientras realizan los trámites necesarios. Esto conlleva a que utilicen un espacio no destinado a ello, produciendo un riesgo en la seguridad vial.
- En período estival suele producirse un congestionamiento de autos livianos en la aduana que divide ambos países debido a la importante cantidad de turistas que utilizan este medio. Cuando este congestionamiento supera la capacidad de la aduana, como no está permitido realizar colas de espera sobre el puente, los usuarios deben esperar sobre la Ruta Nacional 135 obstruyéndola y dificultando el tránsito.
- Al provocarse la cola de autos, en ocasiones se corta el ingreso a la estación de servicio. Esto aumenta la cantidad de conflictos que se generan.
- A aproximadamente 200 metros de la estación de servicio, dirigiéndose hacia R.O.U. se encuentra un edificio hoy ocupado por Gendarmería. Este edificio cumplía la función de aduana argentina pero ya hace varios años dejo de hacerlo. Dicha estructura se encuentra en deterioro y termina siendo un entorpecimiento para el tráfico.

- También en ese lugar se encuentra una balanza para vehículos pesados pero está en desuso y tiene un aspecto precario.
- La ciudad de Colón posee nueve cuencas cuyas superficies van desde 19 hectáreas hasta 156 hectáreas. Para encausar los caudales de dichas cuencas, se cuenta con nueve canales principales de diversas secciones y materiales dependiendo del lugar donde están emplazados, algunos son de suelo natural y otros de hormigón armado. A causa de las lluvias se producen inundaciones en algunas zonas habitadas de la ciudad. Esto debido a que los canales se saturan y no pueden desagotar los pluviales rápidamente, al no poseer un mantenimiento de los mismos y no estar diseñados para escurrir caudales importantes.
- Otro de los problemas que existe en los canales existentes de suelo natural es la aparición de animales como ratas, serpientes, etc., que ponen en peligro la salud de los habitantes de la zona.
- Uno de los canales más afectados, es el de la cuenca Salta. Este tiene una longitud aproximada de doce cuadras y está constituido por suelo natural. La conducción comienza por calle Gouchon y Salta y luego se dirige por calle Pra. Junta desembocando en el Arroyo Artalaz. La alcantarilla para el cruce de las calles Paysandú, Rocamora y Gaillard es de hormigón armado, de sección rectangular. Para el cruce de la calle Alberdi hay dos alcantarillas de sección abovedada.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 4

- Objetivos -

4. PLANTEO DE OBJETIVOS Y FORMULACION DE ANTEPROYECTOS

Una vez efectuado el relevamiento y realizado un análisis de la situación en la que se encuentra la ciudad de Colón, obteniendo de esta manera el diagnostico que se presentó en el capítulo anterior, se plantea en el presente capitulo los objetivos que se desean alcanzar para solucionar las problemáticas y necesidades que fueron encontradas.

4.1. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo principal de este proyecto será mejorar la circulación, y por tanto la seguridad, del tramo Sureste de la Ruta Nacional Nº 135 que va desde el kilómetro 7,8 al 11,6.

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES

Luego de analizando los diferentes puntos planteado el diagnóstico, se procede en esta sección a enumerar los distintos objetivos particulares que buscan dar una solución a las problemáticas encontradas en la zona nombrada anteriormente. Se plantea a los proyectos buscando alcanzar distintas ramas que incumben a la ingeniería civil.

- Diseñar un correcto ingreso a la ciudad de Colón que brinde un mayor ordenamiento y seguridad.
- Crear un espacio adecuado para vehículos livianos donde puedan permanecer los días en que la capacidad del paso fronterizo, del lado uruguayo, se ve desbordada.
- Acondicionar un espacio físico donde los vehículos pesados, que se dirigen hacia Paysandú, puedan realizar la espera necesaria mientras realizan los trámites pertinentes, sin entorpecer el tránsito.
- Reorganizar los numerosos y desordenados ingresos que posee la ruta, contemplando la importancia que tiene cada uno de estos.
- Lograr una adecuada interacción del tránsito generando niveles de servicio adecuados.
- Incrementar el valor de los terrenos aledaños a la zona, potenciando aún más el crecimiento inmobiliario existente.
- Darle una mayor impronta y jerarquía a lo que es la vía que conduce a una importante frontera que posee el país.
- Brindar una mayor iluminación y señalización en pos de la seguridad para los usuarios de la ruta.
- Refuncionalizar el recinto ocupado hoy en día por gendarmería.

4.3. FORMULACIÓN DE ANTEPROYECTOS

Una vez planteados los distintos objetivos y con el fin de solucionar dichas problemáticas teniendo en cuenta los requerimientos de la cátedra, se propusieron los siguientes anteproyectos:

4.3.1. Anteproyecto Nº 1

Este anteproyecto contempla la construcción de una autovía en el tramo comprendido desde la entrada principal a la ciudad de Colón y la estación de servicio YPF ubicada metros antes del puesto donde se encuentra gendarmería. Se utilizará la ruta existente como el carril que se dirige hacia Paysandú.

Se diseñarán rotondas en la entrada a la ciudad y frente a la estación de servicio. Se restringirán los ingresos a la vía, permitiéndose solamente hacerlo a la altura de la calle Ferrari y el camino que se dirige hacia la escuela agrotécnica, logrando de esta manera tener un tránsito más ordenado y seguro. A su vez se incorporarán retornos ubicados en puntos estratégicos para facilitar los cambios de dirección y accesibilidad a los distintos lugares de la zona.

En este anteproyecto se diseña tanto el paquete estructural de pavimento rígido, que será utilizado para la construcción de la nueva vía, como el paquete estructural asfáltico que será necesario para la construcción de banquinas y carriles de cambio de velocidad de la ruta existente.

Se incluye también el estudio hidrológico de la zona para el diseño de las distintas alcantarillas y cunetas que incumben a un proyecto de este tipo.

4.3.2. Anteproyecto Nº 2

En el segundo anteproyecto se buscará darle una mejor función y aspecto a la zona donde se encuentra gendarmería, más precisamente en el kilómetro 11,6 de la RN Nº 135.

El proyecto consistirá en la construcción de una playa de estacionamiento para vehículos livianos, cuya principal función será la de albergar dicho tránsito aquellos días donde la cantidad de vehículos supera la capacidad que posee el paso fronterizo del otro lado del puente, logrando de esta forma evitar un congestionamiento sobre la ruta propiamente dicha. También comprenderá la colocación de un estacionamiento donde puedan permanecer aquellos camiones que estén realizando los trámites migratorios y de aduanas correspondientes a un paso de frontera, ya que es sabido que estos trámites pueden tardarse varios días.

Se reacondicionará la fachada del edificio mejorando de esta forma la estética que posee hoy en día. Se mantendrá tal cual está la estructura principal del edificio, modificando los cerramientos exteriores buscando lograr una mejoría desde el punto de vista arquitectónico.

Serán diseñadas, dentro de este, distintas oficinas y servicios para el uso de los funcionarios, y también se realizarán servicios de carácter público tanto para los

camioneros como para los conductores de vehículos livianos que tengan necesidad de utilizarlo.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 5

- Plan de necesidades -

5. PLAN DE NECESIDADES

Una vez planteados los objetivos generales y particulares se procede a elaborar un plan de necesidades de los anteproyectos que se propusieron:

- Diseñar el trazado planialtimétrico más adecuado, teniendo en cuenta distintos factores, para la construcción de la autovía.
- Diseño de rotondas, ingresos, retornos y carriles de cambio de velocidad con la reglamentación vigente.
- Proyectar los caminos colectores al costado de la autovía.
- Calcular el volumen de suelo necesario para la realización del proyecto.
- Realizar los cálculos para determinar la base, subbase y capa de rodadura que se utilizará.
- Cálculo de los sistemas de drenaje necesarios.
- Seleccionar, siguiendo los reglamentos, la señalización vertical y horizontal.
- Diseñar una adecuada red de alumbrado público.
- Proyectar los sistemas de contención vial.
- Cálculo y diseño de un puente tipo viga para salvar el Arroyo de la Leche.
- Refuncionalizar el recinto donde se ubica Gendarmería.
- Crear y localizar de la mejor manera un estacionamiento para camiones y una playa para vehículos livianos.
- Mejorar y readecuar la fachada del edificio.
- Diseñar oficinas y servicios, tanto de carácter privado como público.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 6

- Anteproyectos -

6. ANTEPROYECTOS

En este capítulo se procede a desarrollar los anteproyectos mencionados anteriormente con el fin de solucionar las problemáticas encontradas cumpliendo con los objetivos.

6.1. ANTEPROYECTO Nº1: Construcción de tramo de autovía en la RN Nº 135

El objetivo principal de este anteproyecto es mejorar la circulación del tramo de la Ruta Nacional N°135 comprendido entre el ingreso a la ciudad de Colón hasta el kilómetro 11 donde se encuentra la estación de servicio, haciendo de este un camino más seguro para sus usuarios, tanto turistas como gente de la zona. Dándole también una mayor jerarquía al tratarse de una vía que comunica mediante el puente Gral. José G. Artigas a dos países.

El proyecto comprende la realización de una rotonda en el ingreso a la ciudad de Colón y a partir de ésta comienza una autovía hasta el kilómetro nombrado anteriormente, donde se diseñó otra rotonda de menores dimensiones. Se construirá el nuevo tramo de autovía para los vehículos que provienen desde el Sureste y se utilizará la ruta ya existente para el tránsito en la dirección contraria. A dicha ruta se la adecuará con una correcta colocación de banquinas y carriles de cambio de aceleración. Debido a la presencia del Arroyo de la Leche deberá ser necesaria la construcción de un puente para el nuevo tamo. A todo esto se le suman los retornos correspondientes y resoluciones de las entradas a la ruta.

6.1.1 Funcionamiento actual

Actualmente este tramo de la Ruta funciona como un camino rural de dos trochas por donde circula todo tipo de vehículo, realizando el recorrido que se detalla en la *Figura 6.1.1*. En la *Figura 6.1.2* se muestra como es el actual funcionamiento del principal ingreso a la ciudad de Colón.

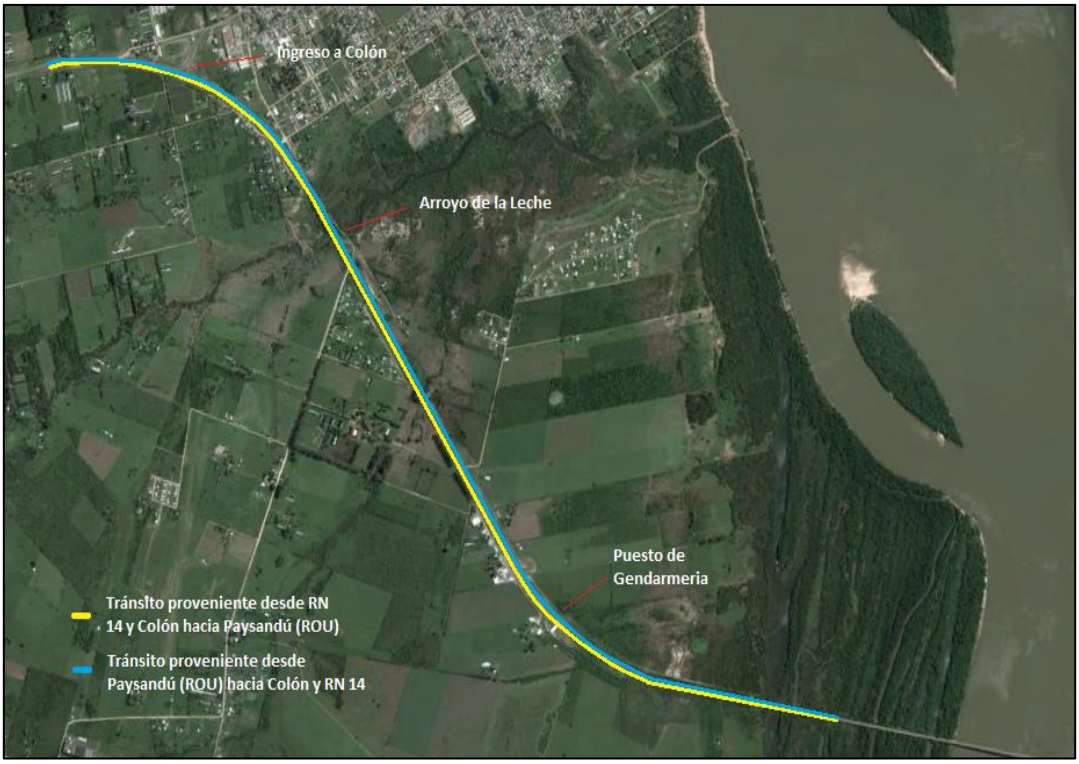


Figura 6.1.1– Funcionamiento actual

Figura 6.1.2 – Entrada a Colón

6.1.2 Funcionamiento del Proyecto

En las *Figuras 6.1.3 6.1.4 y 6.1.5* se puede apreciar en color celeste lo que es la ruta que existe actualmente y que pasaría a funcionar solamente en el sentido que se muestra. En rojo es el tramo nuevo de la autovía que se deberá construir. También se puede ver el ingreso principal a la ciudad de Colón, que se realizará mediante lo que se conoce como Rotonda Moderna. Lo mismo ocurre en el punto donde se encuentra la estación de servicio. En color azul se pueden apreciar las distintas calles colectoras que son utilizadas por las distintas poblaciones que se encuentran en el lugar. Por último se muestra donde se colocarán los retornos correspondientes.

Figura 6.1.3 – Funcionamiento del proyecto

Figura 6.1.4 – Funcionamiento del proyecto

Figura 6.1.5 – Funcionamiento del proyecto

6.1.2.1 *Justificaciones*

En esta sección se explican los diferentes motivos por los que se tomaron las distintas decisiones para el proyecto.

El proyecto comenzaría con una rotonda para la principal ingreso a la ciudad. Se decidió cambiar el tipo de intersección que se encuentra en la actualidad, perteneciente a una intersección del tipo a nivel, debido a que la cantidad de transito que se genera, sumado a la no comprensión de los conductores o imprudencias cometidas, produce situaciones riesgosas para los usuarios. Esto se incrementa notoriamente en los períodos donde el turismo toma fuerza, lográndose un importante desorden en el tránsito. Por lo tanto la construcción de una rotonda, del tipo rotonda moderna según el manual de Dirección Nacional de Vialidad (DNV), incrementaría en gran cantidad el orden y seguridad del tránsito. A su vez el ingreso a la ciudad mejoraría estéticamente, dándole mayor jerarquía, lo que favorecería aún más el turismo de la ciudad.

Se descartó la posibilidad de proyectar una intersección a desnivel debido a la diferencia económica que existe entre esta y la construcción de una rotonda. Aún más se justifica esta decisión debido a que el tránsito que concurre a dicho punto está lejos de precisar este tipo de intersecciones según el manual de la DNV.

En la actualidad se pueden observar una gran cantidad de ingresos a la ruta en el tramo del proyecto (cuando nos referimos a este tramo, es el comprendido entre el ingreso a Colón y la estación de servicio) debido a la expansión inmobiliaria que está sufriendo la zona. Esto genera un incorrecto uso de la vía ya que al haber un constante ingreso de vehículos en diferentes puntos se entorpece el tránsito y se produce mayor cantidad de situaciones riesgosas. Al ser nosotros frecuentes usuarios de esta vía podemos ser testigo de estas problemáticas, resaltando la cantidad de imprudencias que se comenten por parte de los conductores, principalmente de habitantes de la zona ya que lo usan como si fuese un camino vecinal. Es en definitiva por lo explicado anteriormente que se decidió, luego de analizar diferentes soluciones, que lo mejor sería la construcción de una autovía para este tramo, colocando ingresos en los puntos que se consideran de mayor importancia y calles colectoras que conducen a estos. De esta forma se lograría una mayor seguridad para el usuario de la ruta, disminuyendo la cantidad de accidentes. A su vez este tramo es la vía para un importante paso fronterizo que posee el país, logrando de esta manera darle una mayor impronta.

Se decidió que los únicos ingresos a la vía serian en los dos puntos de mayor conflicto. Estos son el ingreso a la ciudad por la calle Ferrari y el ingreso que se encuentra pasando el Arroyo de la Leche que lleva hacia la escuela Agrotécnica y al Aeroclub.

En cuanto al primero de los ingresos se diseñó de tal manera que los vehículos que provienen de la calle Ferrari y quieren ingresar a la autovía solo pueden hacerlo a la mano que se dirige hacia el Noroeste. Es decir que no tienen permitido el ingreso a la vía que se va hacia Paysandú. Para realizar esto último se diseñará un retorno a aproximadamente 800 metros. En cuanto a los vehículos que provienen desde Buenos Aires y quieren ingresar por dicha calle a la ciudad, se diseñó un ingreso con un respectivo carril de desaceleración. Los vehículos que deseen realizar esta maniobra

deberán obedecer la señalización de "PARE". Se buscó entonces que el lugar donde deben permanecer en espera los conductores, para atravesar la otra vía y dirigirse a la calle Ferrari, tenga la longitud necesaria para que un vehículo de diseño pueda permanecer sin entorpecer el tráfico.

Para el segundo ingreso se realizó un procedimiento similar. Es decir que todos aquellos vehículos que provengan desde la escuela, el Aeródromo o de las distintas viviendas que existen, solo pueden ingresar a la mano que va hacia Paysandú y si quieren dirigirse hacia Colón o Buenos Aires existirá un retorno también a aproximadamente 810 metros para realizar la maniobra. A diferencia de la entrada anterior no se diseñará una intersección para aquellos vehículos que provienen desde el Sureste. Se llegó a esta conclusión ya que es mínima la cantidad de vehículos que realizan esta maniobra en este punto por lo que no se justifica. Este ingreso en la actualidad posee dos importantes defectos; una pendiente considerable y no se encuentra de forma perpendicular al eje de la ruta. Esto se solucionará con una disminución de la pendiente mediante un aumento del terraplén y la colocación de la entrada a noventa grados respecto al eje de la vía.

Al finalizar se proyecta una rotonda, con menor radio que la diseñada en la entrada a Colón pero respetando las normativas, para que se realice un ingreso más ordenado a la parte de la estación de servicio y distintos comercios que se encuentran en la zona. De la rotonda parte una calle colectora que se dirige hacia el camino donde se encuentra el barrio privado "Los Bretes".

En cuanto a los retornos se determinó el radio deseable de estos utilizando las tablas proporcionadas por el manual de DNV. Se decidió entonces mantener la separación entre ambas vías ocasionada por los retornos de modo de tener un tramo recto de ruta, sin curvas, mejorando así la transitabilidad.

Sobre el tipo de pavimento que se utilizará se tomó la decisión teniendo en cuenta la vida útil de estos. Por lo tanto el nuevo tramo de autovía será construido con un pavimento rígido de hormigón, ya que posee una mayor vida útil y precisa un menor mantenimiento. De todas maneras las banquinas y carriles de cambio de velocidad de la ruta existente se construirán con material asfáltico por una cuestión de facilidad constructiva.

Se debe diseñar, inevitablemente, un puente para salvar el Arroyo de la Leche en la parte de la autovía que se construirá. Para solucionar esto se optó por la construcción de un puente tipo viga. Concretamente el puente se realizará en tres tramos, de 18 metros cada uno, con 5 vigas pretensadas buscando tener las características del puente ya existente. Es decir que se construirá a la misma cota y con la misma longitud. Los estribos del puente serán del tipo falso estribo y se utilizarán pilotes de hormigón armado para las fundaciones.

Sobre este tema se abundara en detalles y cálculos más adelante ya que se tomará como Proyecto Ejecutivo.

Luego de la rotonda de la estación de servicio se encuentra el edificio donde está actualmente Gendarmería. Esto será analizado en el anteproyecto que está a continuación de este.

Este proyecto no solo brindara una mayor seguridad a los usuarios sino que también potenciara el sector inmobiliario en la zona y aumentara el valor de los terrenos aledaños.

6.1.3 Metodología de trabajo

En este anteproyecto no solamente se explicitara los cálculos de los paquetes estructurales y sus parámetros de diseño, sino que además todos los elementos complementarios que hacen al seguro funcionamiento vial, la red de drenaje pluvial y los procedimientos en cuanto a movimiento de suelos.

6.1.4 Parámetros de diseño

Se determinaron los siguientes parámetros con el fin de brindar una vía que satisfaga las distintas condiciones de comodidad y seguridad que fueron planteadas en un principio, brindando así una solución al problema.

6.1.4.1 Análisis de transito

Para clasificar la red vial es necesario conocer su Transito Medio Diario Anual (TMDA). El mismo se determina mediante conteo manual o automático, resultando en algunos casos una tarea engorrosa o costosa. Se pudo obtener datos relacionados al tránsito para este proyecto gracias a Dirección Nacional de Vialidad (DNV), estos van desde el año 2006 hasta el año 2014. A continuación se muestra el análisis realizado de dichos datos.

- Transito Medio Diario Anual (T.M.D.A.):

En las siguientes tablas se realizó un relevamiento y resumen de los datos que presenta la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) para la Ruta Nacional Nº 135.

Los datos como se podrá observar se dividen en dos secciones. La primera sección son los datos relacionado al tramo inicial de la ruta; este va desde el empalme con la Ruta Nacional Nº 14 hasta el acceso oeste a la ciudad de Colón. En la segunda sección los datos están relacionados al tramo que va desde el acceso oeste a la ciudad de Colón hasta el límite con la República Oriental del Uruguay.

El tramo inicial va desde la progresiva 0 hasta 7,82 y se puede apreciar en la *Figura 6.1.6* en color azul. En la *Tabla 6.1.1* se resumen los datos del tránsito para este tramo.

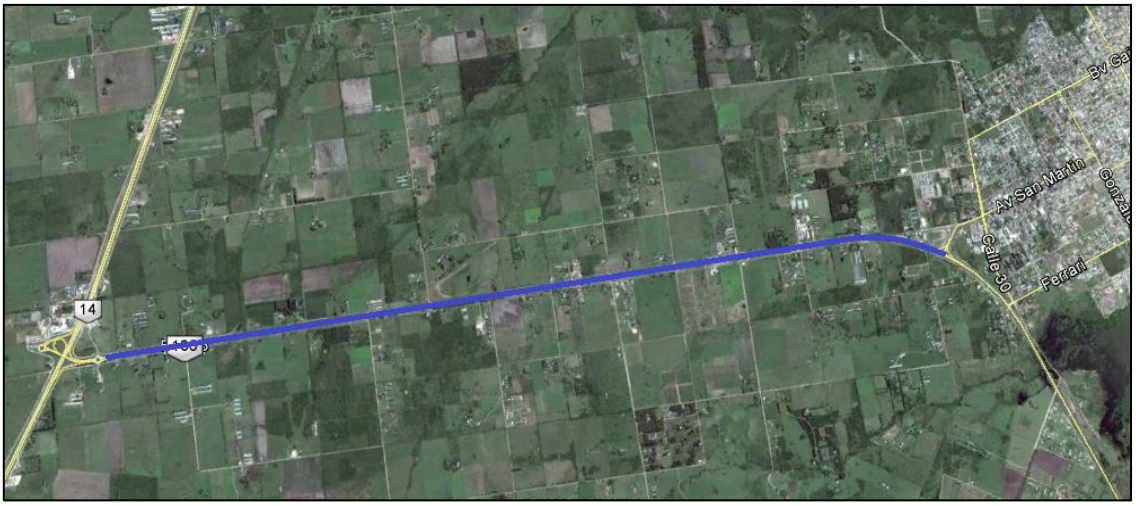


Figura 6.1.6 – Segundo tramo, progresivas 0-7,82

TRAMO RN 14 HASTA ACCESO A COLÓN - DESDE PROGRESIVA 0 HASTA PROGRESIVA 7,82													
Año	Toma de muestra		Tipo de vehículo (%)					TMD	TMDA	Velocidad			
										Veh. Livianos		Otros	
	Mes	Horas	Livianos	Bus	S/A	C/A	Semi			Perc. 85	Media	Perc. 85	Media
2006	Febrero	48	86,4	2,5	5,9	2,4	2,8	4681	3450	113,9	93,1	96,7	78,2
	Abril	48	77,3	3,4	9,6	5,2	4,5	3013					
	Julio	48	85,3	2,7	6,5	3,3	2,2	3468					
	Agosto	42	82,9	3,1	7,5	4,2	2,3	3168					
2007									3750				
2008									5200				
2009									4200				
2010									4350				
2011	Abril	48	84,6	2,6	7,2	3,5	2,1	4149	5080				
2012									5000				
2013	Febrero	48	88,8	2	5	2,5	1,7	5600	5300	109,5	90,5	91,4	77,7
	Abril	48	88	1,9	5,2	3	1,9	5125					
	Septiembre	48	86,9	2,3	6,6	2,1	2,1	5265					
	Noviembre	48	87,8	2	6,4	2	1,8	5174					
2014									5550				

Tabla 6.1.1 – Datos del tránsito desde progresiva 0 hasta 7,82

Para este tramo no se cuentan con datos sobre hora de diseño y distribución por sentido.

El segundo tramo va desde la progresiva 7,2 hasta la progresiva 14,65 y se puede apreciar con color rojo en la *Figura 6.1.7*. Los valores del tránsito correspondientes se muestran en las *Tablas 6.1.2 y 6.1.3*.

Tabla 6.1.7 – Datos del tránsito desde progresiva 7,82 hasta 14,65

TRAMO RN 14 HASTA ACCESO A COLÓN - DESDE PROGRESIVA 7,82 HASTA PROGRESIVA 14,65												
Año	Toma de muestra		Tipo de vehículo (%)					TMD	TMDA	Velocidad		
										Veh. Livianos		Otros	
	Mes	Horas	Livianos	Bus	S/A	C/A	Semi			Perc. 85	Media	Perc. 85	Media
2006	Abril	47	85	1,8	4	3,8	5,4	1639	1770	110,3	88,2	89,4	75,5
	Septiembre	48	89,7	1,9	3,1	3,7	1,6	1381					
2007	Abril	48	84,5	1,4	2,9	5,2	6	1769	2221	109,9	88	87,7	73,9
	Octubre	48	82,6	2,1	3,3	4,8	7,2	2205					
2008	Abril	48	85,9	1,3	2,9	3,5	6,4	2449	2655	108,5	84,5	88,5	75
	Noviembre	48	85,5	1,8	2,1	3,2	7,4	2402					
2009			87,2	12,8					2829				
2010	Septiembre	48	91,1	1	3	2,4	2,5	2050	2500	103	83,2	85,2	70,8
2011	Junio	48	92,1	1,1	3,6	1,6	1,6	2120	2178				
	Noviembre	48	93,4	0,9	2,5	1,7	1,5	2157					
2012	Marzo	48	91,8	1,2	3,5	1,5	2	1956	2140	107,2	86,4	88,9	73
	Julio	48	92,8	1,4	2,9	1,8	1,1	2164					
2013	Febrero	48	93,3	1,1	2,9	1,2	1,5	2475	2334	107,9	85,7	88,1	71,3
	Septiembre	48	94,3	1,2	2,5	0,8	1,2	2060					
2014	Febrero	48	95,3	0,8	2,6	0,5	0,8	2957	2554	103,4	82,6	88,5	73,6
	Septiembre	48	93,9	0,9	2,3	1,2	1,7	2152					

Tabla 6.1.2 – Datos del tránsito desde progresiva 7,82 hasta 14,65

Hora de diseño y distribución por sentido					
Año	H30	%		Vehículos	
		Asc.	Desc.	Asc.	Desc.
2006	214	36	64	637	1133
2007	261	34	64	755	1421
2008	290	38	62	1009	1646
2009	311	33	67	934	1895
2010	343	34	66	850	1650
2011	230	41	59	893	1285
2012	239	60	40	1284	856
2013	246	59	41	1377	957
2014	286	43	57	1098	1456

Tabla 6.1.3 – Datos del tránsito desde progresiva 7,82 hasta 14,65

En la siguiente tabla se analiza el TMDA a partir del año 2006, que es el año desde el cual se cuenta con datos de ambos tramos de la Ruta Nacional Nº135. El punto donde se dividen los tramos coincide con la entrada principal a la ciudad. Esto es de gran ayuda ya que dicho acceso es el punto que tendría una mayor distorsión en los datos del tránsito que circula por la ruta.

De esta manera se puede obtener fácilmente el transito que se desvía a la ciudad de Colón realizando la diferencia entre ambos tramos.

TMDA			
Año	Tramos		Intersección
	0 - 7,82	7,82 - 14,65	
2006	3450	1770	1680
2007	3750	2221	1529
2008	5200	2655	2545
2009	4200	2829	1371
2010	4350	2500	1850
2011	5090	2178	2912
2012	5000	2140	2860
2013	5300	2334	2966
2014	5550	2554	2996

Tabla 6.1.4 – Tránsito en intersección

Por lo tanto, debido a su localización y TMDA de 2554 veh/día, podemos definir el tramo desde el kilómetro 7,82 al 14,65 como una vía Primaria y de Categoría II. Para los distintos cálculos y verificaciones que competen a dicho proyecto se tomó, considerando una distribución 50/50, un TMDA de 1277 veh/día ya que se tratara de una autovía, es decir que se diseña para la mitad del flujo vehicular.

6.1.4.2 *Cálculo de cargas acumuladas equivalentes de 18000 lb en un solo eje – $ESAL_i$*

Se realiza un análisis del tránsito que circula por este tramo de la ruta con el objetivo de determinar el número de ejes estándares equivalentes a 80 kN que circularan a lo largo de la vida útil del proyecto.

En este procedimiento se utiliza la siguiente ecuación para poder calcular dichas cargas:

$$ESALi = f_d * G_{jt} * AADTi * 365 * Ni * F_{Ei}$$

Los distintos términos de esta ecuación se refieren a:

ESALi: este valor es la carga acumulada de 80 kN en un solo eje, para la categoría i de eje

f_d: factor de diseño de carril. En este caso se adoptó $f_d = 0.5$. Es decir que se considera que pasa una proporción por carril igual a 50% del tránsito total.

G_{jt}: es el factor de crecimiento teniendo en cuenta la tasa de crecimiento y el periodo de diseño. Según datos ya analizados se obtuvo una tasa de crecimiento de 5%. La vida útil para este proyecto es de 20 años. Con ambos datos ingresamos en la tabla de la *Figura 6.1.8* y obtenemos el factor de crecimiento G_{jt}

Factores de crecimiento

Periodo de diseño, años (n)	Tasa de crecimiento anual (r) porciento							
	Sin crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Figura 6.1.8 – Factores de crecimiento

Obtenemos entonces un

G_{jt} = 33,06

$AADT_i$: hace referencia al tránsito diario promedio (TPDA) en el primer año para la categoría de eje i. Tenemos entonces un $AADT_i$ = 277 vehículos.

N_i: es el número de ejes de cada vehículo de la categoría i.

F_{Ei}: es el factor de equivalencia de carga para la categoría i. Este valor lo obtenemos utilizando la tabla 20.3 del "Ingeniería de tránsito y carreteras" de Garber y Hoel. Se debe ingresar con la carga bruta por eje y el tipo de eje para así obtener, mediante interpolación, el factor de equivalencia de carga.

Se presentan a continuación los distintos tipos de vehículos que se emplearon para el cálculo y sus respectivos pesos por ejes.

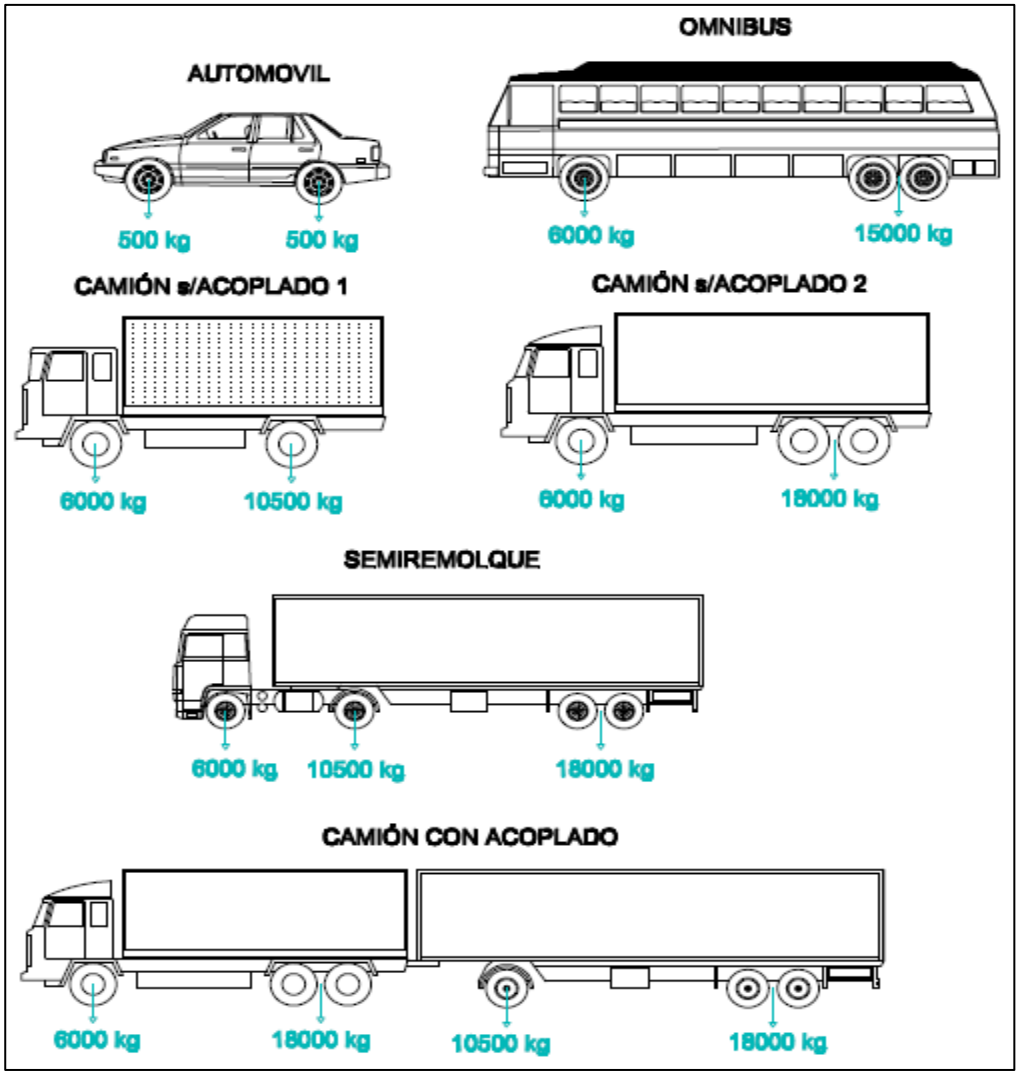


Figura 6.1.9 – Tipos de vehículos y cargas correspondientes

Se muestra el procedimiento para el cálculo del factor de equivalencia de carga para un eje sencillo con carga de 500 kg.

Para ingresar en la tabla de la *Figura 6.1.10* se debe realizar con kN como unidad, por lo tanto 500 kg = 4,9 kN.

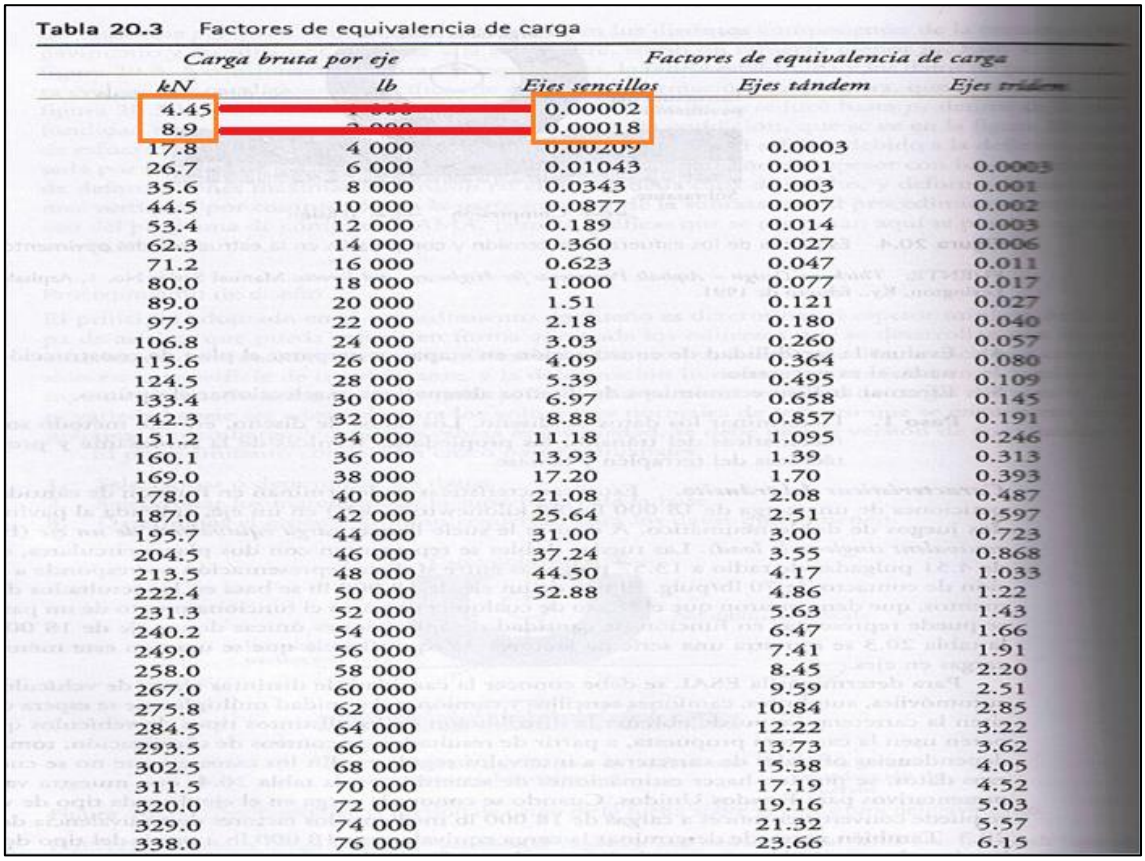


Tabla 20.3 Factores de equivalencia de carga

Carga bruta por eje		*Factores de equivalencia de carga*		
kN	*lb*	*Ejes sencillos*	*Ejes tándem*	*Ejes trídem*
4.45	[illegible]	0.00002		
8.9	[illegible]	0.00018		
17.8	4 000	0.00209	0.0003	
26.7	6 000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8 000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10 000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12 000	0.189	0.014	0.003
62.3	14 000	0.360	0.027	0.006
71.2	16 000	0.623	0.047	0.011
80.0	18 000	1.000	0.077	0.017
89.0	20 000	1.51	0.121	0.027
97.9	22 000	2.18	0.180	0.040
106.8	24 000	3.03	0.260	0.057
115.6	26 000	4.09	0.364	0.080
124.5	28 000	5.39	0.495	0.109
133.4	30 000	6.97	0.658	0.145
142.3	32 000	8.88	0.857	0.191
151.2	34 000	11.18	1.095	0.246
160.1	36 000	13.93	1.39	0.313
169.0	38 000	17.20	1.70	0.393
178.0	40 000	21.08	2.08	0.487
187.0	42 000	25.64	2.51	0.597
195.7	44 000	31.00	3.00	0.723
204.5	46 000	37.24	3.55	0.868
213.5	48 000	44.50	4.17	1.033
222.4	50 000	52.88	4.86	1.22
231.3	52 000		5.63	1.43
240.2	54 000		6.47	1.66
249.0	56 000		7.41	1.91
258.0	58 000		8.45	2.20
267.0	60 000		9.59	2.51
275.8	62 000		10.84	2.85
284.5	64 000		12.22	3.22
293.5	66 000		13.73	3.62
302.5	68 000		15.38	4.05
311.5	70 000		17.19	4.52
320.0	72 000		19.16	5.03
329.0	74 000		21.32	5.57
338.0	76 000		23.66	6.15

Figura 6.1.10 – Factores de equivalencia de carga

Interpolando estos valores con nuestra carga bruta por eje obtenemos un factor de equivalencia igual a 0,0000362.

En la *Tabla 6.1.5* se muestran los valores obtenidos.

i	Tipo de vehículo	Tipo de eje	Carga por eje (Kg)	f_d	G_{jt}	$AADT_{ix365}$	%AADTi	Ni	F_{Ei}	ESALi
1	Auto	Sencillos	500	0,5	33,06	446105	0,939	2	0,0000362	501
2	Omnibus	Sencillos	6000				0,009	1	0,294	19.512
3		Tándem	15000					1	0,985	65.372
4	Camión sin acoplado	Sencillos	6000				0,023	2	0,294	99.728
5		Sencillos	10500					1	2,66	451.148
6		Tándem	18000					1	2,018	342.262
7	Camión con acoplado	Sencillos	6000				0,012	1	0,294	26.016
8		Sencillos	10500					1	2,66	235.382
9		Tándem	18000					2	2,018	357.143
10	Semiremolque	Sencillos	6000				0,017	1	0,294	36.856
11		Sencillos	10500					1	2,66	333.458
12		Tándem	18000					1	2,018	252.976
									ESAL	2.220.353

Tabla 6.1.5 – Valores de ESALs

6.1.4.3 Vida útil

Para este proyecto se va a tener en cuenta una vida útil de 20 años. Se realiza esta elección teniendo en cuenta preservar las buenas condiciones en el tránsito por un periodo de tiempo considerable sin que se tenga que intervenir prematuramente. También se tuvo en cuenta la viabilidad económica, ya que este parámetro se relaciona directamente con el costo de la obra.

6.1.4.4 Velocidad directriz

Se entiende por velocidad directriz como la máxima velocidad segura a la que puede transitar un conductor de habilidad media en un vehículo en buenas condiciones mecánicas en condiciones de bajo volumen de tránsito y condiciones climáticas favorables.

Considerando que la vía en este proyecto se encuentra cercana a zonas urbanas se considera una velocidad directriz de 70 km/h.

6.1.4.5 Nivel de servicio

Para describir las condiciones de operación que un conductor experimenta durante su viaje por una carretera se introdujo el término nivel de servicio. El mismo denota las diferentes condiciones de operación que pueden ocurrir en un camino dado cuando éste aloja diferentes volúmenes de tráficos. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores tales como la velocidad, las interrupciones de circulación, la libertad y facilidad de maniobrar la seguridad, etc.

En términos de circulación y de tráfico pueden darse básicamente tres condiciones:

a) Si existen pocos vehículos en la vía y cada conductor puede elegir de forma libre su velocidad, se trata de flujo o circulación libre.

b) Si el conductor está influido en su conducción por el movimiento de otro vehículo, disponiendo sin embargo cierta libertad en su movimiento, la circulación es parcialmente libre pudiendo ser el flujo estable o inestable

c) Si no existe ninguna posibilidad de adelantamiento se dice que la circulación o el flujo es forzado.

En el Manual de Capacidad de Carreteras, la clasificación de las operaciones del tráfico se indica por los niveles de servicio que se designan con una letra "A" a la "F". En este proyecto se intenta alcanzar un nivel de servicio "C" al finalizar los 20 años de vida útil.

6.1.4.6 Vehículo de diseño

Las dimensiones de los vehículos y la movilidad son factores que poseen gran incidencia en el diseño de una red vial. El largo, ancho y alto de los vehículos condicionan elementos de la sección transversal, radios de giros y los ensanches de calzada en curvas. Mientras que el peso es uno de los factores determinantes del cálculo estructural de pavimento y estructuras.

Considerando esto se realiza, en este proyecto, el diseño para un vehículo tipo semirremolque grande WB-15 cuyas dimensiones, obtenidas de las Normas de DNV, se muestran a continuación.

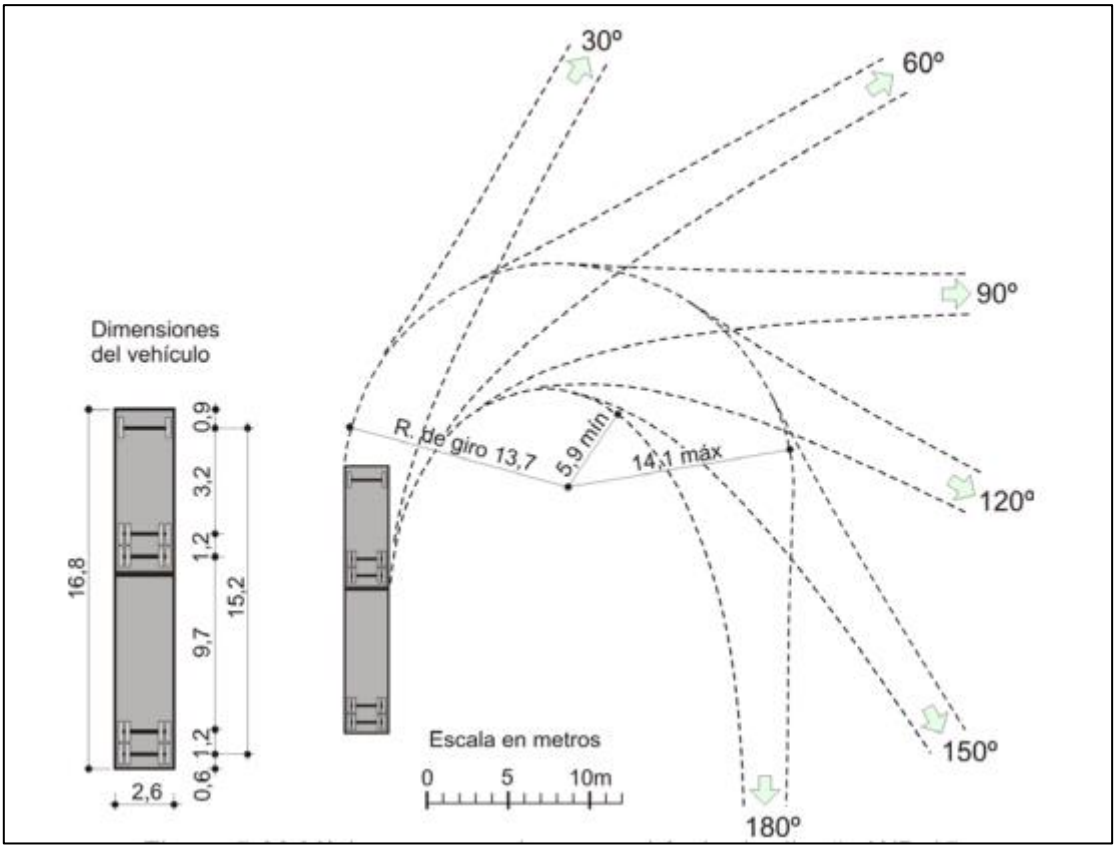


Figura 6.1.11 – Vehículo de diseño

6.1.5 Proceso de diseño

En esta sección se detallaran todos los elementos necesarios para diseñar la traza de la vía, así como también características propias del proyecto.

6.1.5.1 Demanda

Para obtener el tránsito a futuro se necesita conocer el índice de crecimiento y la manera de determinarlo es gracias a estadísticas de una cantidad de años considerables. No se pudo determinar dicho índice con los valores aportados por la DNV debido a que se cuentan con los datos de tan solo diez años, por lo que no obtendríamos un valor confiable Para solucionar este problema se solicitó la información de la cantidad de transito que pasa por la aduana del puente Gral. José G. Artigas. Con esto obtuvimos datos del tránsito de 35 años, siendo los suficientes para calcular dicho índice.

Realizando los cálculos se obtuvo un TMDA a 20 años de 3533 veh/día.

Conociendo del TMDA se sabe a la cantidad de vehículos a la cual estará sometida la vía. Sin embargo a los efectos de un cálculo más preciso se opta por el volumen horario de diseño (VHD), que es valor que expresa la cantidad de vehículos por hora que corresponden a un cierto porcentaje del TMDA futuro.

Esta hora de diseño indica el número de horas por año en las cuales, a partir de un estudio estadístico y de probabilidades, el volumen que circulará será teóricamente superior al calculado. Elegir una hora de diseño baja disminuye el riesgo de que la capacidad de la vía se vea superada por el tránsito, durante algún momento del año, pero supone mayores gastos ya que la vía se dimensionara con un volumen horario de diseño muy elevado.

Por otra parte, si se elige una hora de diseño alta, los costos serán mucho menores, pero existirá una mayor probabilidad de que el transito sea mayor que el supuesto y la vía no pueda satisfacer las condiciones deseadas.

Para este proyecto se decidió adoptar 30 horas en las cuales el transito superara al TMDA al fin del periodo de diseño. Para esta hora de diseño corresponde un porcentaje del TMDA futuro del 12%. Dicho porcentaje multiplicado por el TMDA20 nos da el valor buscado.

$$VHD = 0.12 * TMDA_{20} = 0.12 * 3533 veh/dia$$

$$VHD = 424\ veh/hs$$

El flujo de diseño, finalmente, será igual al volumen horario de diseño, dividido por un coeficiente que contempla la relación entre el volumen de tráfico que circula durante el cuarto de hora de mayor tráfico, con respecto al volumen promedio que circula durante la hora completa.

Este coeficiente se denomina factor de hora pico (FHP), y se extrae del Manual de Capacidad de Carreteras. Para este caso tomamos un valor de FHP igual a 0,94, correspondiente a un Nivel de Servicio C.

$$FHD = \frac{VHD}{FHP} = \frac{424veh/hs}{0{,}94}$$

$$FHD = 451\ veh/hs$$

6.1.5.2 *Diseño planimétrico*

Para la realización del diseño planimétrico se tomaron en cuenta aspectos similares al de una obra rural, pero siempre teniendo en cuenta la proximidad a la zona urbana que posee. Para la determinación del radio mínimo de las curvas horizontales se tuvo en cuenta la velocidad directriz, el coeficiente de rozamiento y el peralte.

La rotonda que da ingreso a la ciudad de Colón se diseñó considerando no solo el vehículo de diseño sino la importancia que tiene, ya que es el ingreso principal a la ciudad y el cual tiene gran afluencia de vehículos en temporada de turismo. Teniendo en cuenta esto se adoptó 25 metros de radio para la rotonda. Se verifico también que dicho radio sea necesario para realizar el giro de la rueda trasera de un camión. Las mismas consideraciones se realizaron para la rotonda que se encuentra al finalizar el tramo, frente a la estación de servicio. Para esta se adoptó un radio de 20 metros.

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

Figura 6.1.12 – Radio mínimo interior de vehículo de diseño

Con la tabla proporcionada por el Manual de DNV obtenemos el radio mínimo de giro interior del vehículo de diseño, siendo este considerablemente menor al radio adoptado para ambas rotondas. Este amplio margen nos brinda gran comodidad en el funcionamiento de la rotonda.

6.1.5.2.1 Diseño de ramas y distribuidores

Para el procedimiento de los cálculos de los distintos parámetros de las ramas y distribuidores se siguió los lineamientos del Manual de DNV. Se muestra a continuación el procedimiento para el ingreso a la calle Ferrari.

- Distribuidor entrada Ferrari

Determinación de las ramas:

Las dimensiones de una rama están dadas por varias consideraciones, tales como volumen y composición de tránsito, geometría y características operacionales de los caminos que conecta, topografía local, dispositivos de control de tránsito y expectativas del conductor.

Los tipos de ramas más comunes son: Directas, Semidirectas, Indirectas o Rulos. En la siguiente *Figura 6.1.13* se pueden apreciar dichas configuraciones.

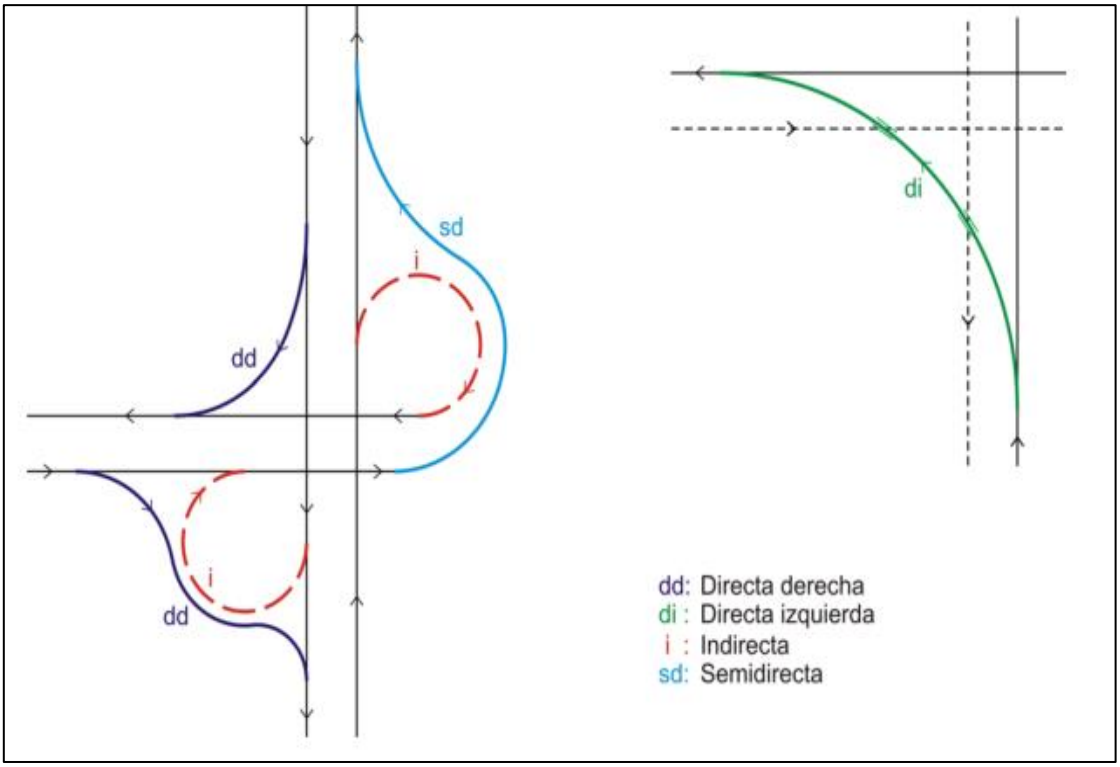


Figura 6.1.13 – Tipos de ramas

Tanto el ingreso a la autovía proviniendo de la calle Ferrari como el ingreso a dicha calle viniendo desde el Sureste por la autovía se realizan mediante ramas del tipo dd (Directa derecha).

Para obtener la velocidad directriz de las ramas se utiliza la siguiente tabla proporcionada por la DNV. Se debe ingresar con el tipo de configuración de la rama y el promedio entre el camino principal y el secundario.

	Ramas directas				Ramas semidirectas				Rulos		
Promedio entre V de camino principal y secundario (km/h)	120	100	80	60	120	100	80	60	≥ 80	70	60
V de la rama (km/h)	80	70	60	50	70	60	50	40	40	35	30
Rmín (m) para e=6%	250	185	125	80	185	125	80	45	45	40	25
Rmín (m) para e=4%	280	205	135	90	205	135	90	50	no recomendable		
Condiciones de diseño			mín en zona rural	mín en zona urbana			mín en zona rural	mín en zona urbana		mín en zona rural	mín en zona urbana

Figura 6.1.14 – Tabla del Manual de DNV para obtención de velocidad de rama

En el caso de esta entrada el promedio de velocidades es de 57,5 km/h (70 km/h de la autovía y 45 km/h de la calle Ferrari). En este caso tomamos el valor de 60 km/h como promedio debido a que es el menor. Por lo tanto obtenemos una velocidad de la rama de 50 km/h.

Con la siguiente tabla obtenemos un radio mínimo más preciso de las ramas dependiendo del peralte adoptado.

Se adoptara en este proyecto un peralte del 6% para las ramas de los distintos distribuidores. Entrando en la tabla con dicho peralte y la velocidad de la rama obtenemos que estas tengan un radio mínimo de 79 metros.

e (%)	V = 20 km/h R (m)	V = 30 km/h R (m)	V = 40 km/h R (m)	V = 50 km/h R (m)	V = 60 km/h R (m)	V = 70 km/h R (m)
-6	11	32	74	151	258	429
-5	10	31	70	141	236	386
-4	10	30	66	131	218	351
-3	10	28	63	123	202	322
-2,8	10	28	62	122	200	316
-2,6	10	28	62	120	197	311
-2,4	10	28	61	119	194	306
-2,2	10	27	61	117	192	301
-2	10	27	60	116	189	297
-1,5	9	27	59	113	183	286
0	9	25	55	104	167	257
1,5	9	24	51	96	153	234
2	9	24	50	94	149	227
2,2	8	23	50	93	148	224
2,4	8	23	50	92	146	222
2,6	8	23	49	91	145	219
2,8	8	23	49	90	143	217
3	8	23	48	89	142	214
3,2	8	23	48	89	140	212
3,4	8	23	48	88	139	210
3,6	8	22	47	87	138	207
3,8	8	22	47	86	136	205
4	8	22	47	86	135	203
4,2	8	22	46	85	134	201
4,4	8	22	46	84	132	199
4,6	8	22	46	83	131	197
4,8	8	22	45	83	130	195
5	8	21	45	82	129	193
5,2	8	21	45	81	128	191
5,4	8	21	44	81	127	189
5,6	8	21	44	80	125	187
5,8	8	21	44	79	124	185
6	8	21	43	79	123	184
6,2	8	21	43	78	122	182
6,4	8	21	43	78	121	180
6,6	8	20	43	77	120	179
6,8	8	20	42	76	119	177
7	7	20	42	76	118	175
7,2	7	20	42	75	117	174
7,4	7	20	41	75	116	172
7,6	7	20	41	74	115	171
7,8	7	20	41	73	114	169
8	7	20	41	73	113	168

Figura 6.1.15 – Radio mínimo de rama

- Carriles de cambio de velocidad

Estos carriles se utilizan cuando un vehículo debe desacelerar antes de salir de la autovía para ingresar a una rama o cuando deben acelerar para ingresar a la autovía. Si estos cambios de velocidad se realizan en las ramas se pueden generar situaciones riesgosas con los vehículos que van de paso.

Para este proyecto dichos carriles serán del tipo "paralelo". Para esto se añade un carril a la calzada principal y serán provistos de una transición en su extremo en forma de cuña. A su vez se continuara con la pavimentación más allá de la nariz a modo de

prevención por distracción del conductor. Es probable que algunos vehículos ingresen de manera equivocada en un carril de desaceleración y requiera corregir su trayectoria.

Este tipo de carriles se diseñan con el mismo ancho que los restantes anchos de calzada. Por lo tanto en este caso tendrán un ancho de 3,6 metros.

Para obtener la longitud de los carriles ingresamos a las siguientes tablas con los valores de la velocidad de la autovía y de la rama. A partir de esto también se obtiene la longitud de la cuña.

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

Figura 6.1.16 – Tabla para obtener longitud de carril de desaceleración

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

Figura 6.1.17– Tabla para obtener longitud de carril de aceleración

Por lo tanto ingresando con una velocidad de camino de 70 km/h y una velocidad de rama de 57,5 km/h tenemos que será necesario un carril de desaceleración de 80 metros, longitud mínima, con una cuña de 80 metros y un carril de aceleración de 110 metros y una cuña de 110 metros.

Se realizaron las mismas consideraciones para los siguientes puntos de la autovía.

- Ingreso a Ferrari proviniendo desde el Noroeste por la autovía

Se realizó el mismo procedimiento para la obtención del radio y dimensiones de la rama y carriles. Entonces se obtuvo un radio mínimo para la rama de 21 metros y un carril de desaceleración de 160 metros en total.

- Distribuidor entrada a escuela

En este caso también se obtuvo un radio mínimo para las ramas de 79 metros. En lo que respecta al carril de desaceleración se realizaron los cálculos correspondientes para saber si satisface la longitud utilizando una desaceleración de 3 m/s^2 (según bibliografía americana). Se comprobó que existe la distancia necesaria para construir dicho carril sin ser interferido por el puente.

Se adoptaron longitudes para los carriles de desaceleración y de aceleración de 120 y 220 metros respectivamente.

- Retornos

En lo que refiere a los cálculos de los parámetros asociados a los retornos se consideró que la velocidad directriz sobre estos no debe superar los 30 km/h.

Con este valor ya establecido se procedió a calcular el radio mínimo y las longitudes de los carriles de cambio de velocidad. Se obtuvo así un R 21 metros, una longitud de carril de desaceleración de 180 metros y 240 metros para el de aceleración.

6.1.5.3 Diseño altimétrico

Gran parte de la RN 14, en el tramo del proyecto, se encuentra fundada sobre un terraplén. Esto es debido al Arroyo de la Leche que atraviesa la ruta y para evitar sobrepasos en crecidas extraordinarias. Debido a esto se decidió que el nuevo tramo de la vía se realizara a la misma cota de la ya existente, de forma de resolver con esto los problemas antes mencionados. Para obtener estos valores se debió realizar trabajos de campos con el instrumental necesario para determinarlos.

6.1.5.3.1 Curvas de Nivel

Las curvas de nivel son de gran importancia en el diseño de una vía. Los cálculos de movimiento de suelo y drenaje se realizan una vez obtenidas las curvas de nivel.

Gracias a las comunicaciones mantenidas con la Oficina de Obras Privadas de la Municipalidad de Colón se pudo obtener las curvas de nivel para toda la zona del proyecto. El plano que contenía dichas curvas a su vez indicaba el eje de todos los lotes cercanos, sabiendo así que terrenos debían ser expropiados para la realización del proyecto.

6.1.5.4 Movimiento de Suelos

Para realizar los cálculos de movimiento de suelos que implicara la construcción del presente proyecto se debieron realizar trabajos de campo. Debido a que el tramo de ruta que existe actualmente no se encuentra a la altura del terreno natural, sino que tiene una considerable elevación sobre este, y que el nuevo tramo se construirá a la misma

altura del ya existente, fue necesario realizar un relevamiento para la obtención de los distintos niveles.

Con las curvas de nivel y los puntos relevados se utilizó el software Civil CAD 3D para realizar el cálculo de movimiento de suelos. Dicho cálculo se realizó para las distintas partes del proyecto; estas son: los dos tramos de la autovía separados por el puente que atraviesa el Arroyo de la Leche, los retornos y el ingreso a la calle Ferrari desde la ruta vieja.

En la *Tabla 6.1.6* se puede apreciar que no se van a realizar tareas de desmonte, esto debido a que la vía se encuentra en todo momento elevada sobre el terreno natural. Esto ocasiona que no se produzca compensación de material en ningún momento, el suelo para el terraplén se deberá obtener de un área de préstamo.

Para llegar a estos resultados finales se aplicó en donde correspondía el coeficiente de compactación. No fue necesario utilizar el coeficiente de esponjamiento debido a que no existe suelo sobrante de desmonte.

MOVIMIENTO DE SUELO										
Piquetes	Progresiva (m)	Area de Desmonte (m2)	Volumen de Desmonte (m3)	Area de Terraplen (m2)	Area compactada de terraplen (m2)	Vol. De Transporte (m3)	Volumen de Terraplen (m3)	Vol. De Desmonte Acum (m3)	Vol. De Terraplen Comp Acum (m3)	Vol. Neto Acum (m3)
AUTOVIA PRIMERO TRAMO										
1	0+50.00	0,00	0,00	78,85	86,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1+00.00	0,00	0,00	121,64	133,80	0,00	5012,28	0,00	5513,51	-5513,51
3	1+50.00	0,00	0,00	136,45	150,10	0,00	6452,14	0,00	12610,86	-12610,86
4	2+00.00	0,00	0,00	139,77	153,75	0,00	6907,62	0,00	20209,24	-20209,24
5	2+50.00	0,00	0,00	140,02	154,02	0,00	7001,41	0,00	27910,80	-27910,80
6	3+00.00	0,00	0,00	53,75	59,13	0,00	4851,61	0,00	33247,57	-33247,57
7	3+50.00	0,00	0,00	53,01	58,31	0,00	2677,08	0,00	36192,35	-36192,35
8	4+00.00	0,00	0,00	83,30	91,63	0,00	3422,35	0,00	39956,94	-39956,94
9	4+50.00	0,00	0,00	154,00	169,40	0,00	5932,63	0,00	46482,83	-46482,83
10	5+00.00	0,00	0,00	156,98	172,68	0,00	7774,66	0,00	55034,96	-55034,96
11	5+50.00	0,00	0,00	160,00	176,00	0,00	7924,46	0,00	63751,86	-63751,86
12	6+00.00	0,00	0,00	163,03	179,33	0,00	8075,59	0,00	72635,01	-72635,01
13	6+50.00	0,00	0,00	168,97	185,87	0,00	8299,83	0,00	81764,83	-81764,83
14	7+00.00	0,00	0,00	195,20	214,72	0,00	9104,27	0,00	91779,52	-91779,52
15	7+50.00	0,00	0,00	226,65	249,32	0,00	10546,33	0,00	103380,49	-103380,49
AUTOVIA SEGUNDO TRAMO										
1	0+50.00	0,00	0,00	261,50	287,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1+00.00	0,00	0,00	205,60	226,16	0,00	11677,62	0,00	12845,38	-12845,38
3	1+50.00	0,00	0,00	200,99	221,09	0,00	10164,68	0,00	24026,53	-24026,53
4	2+00.00	0,00	0,00	197,39	217,13	0,00	9959,30	0,00	34981,76	-34981,76
5	2+50.00	0,00	0,00	175,98	193,58	0,00	9334,07	0,00	45249,24	-45249,24
6	3+00.00	0,00	0,00	174,57	192,03	0,00	8763,65	0,00	54889,25	-54889,25
7	3+50.00	0,00	0,00	134,49	147,94	0,00	7726,37	0,00	63388,26	-63388,26
8	4+00.00	0,00	0,00	73,83	81,21	0,00	5207,96	0,00	69117,02	-69117,02
9	4+50.00	0,00	0,00	36,33	39,96	0,00	2754,01	0,00	72146,43	-72146,43
10	5+00.00	0,00	0,00	34,69	38,16	0,00	1775,35	0,00	74099,31	-74099,31
11	5+50.00	0,00	0,00	28,14	30,95	0,00	1570,54	0,00	75826,91	-75826,91
12	6+00.00	0,00	0,00	43,17	47,49	0,00	1782,70	0,00	77787,88	-77787,88
13	6+50.00	0,00	0,00	70,05	77,06	0,00	2827,17	0,00	80897,76	-80897,76
14	7+00.00	0,00	0,00	89,25	98,18	0,00	3993,68	0,00	85290,81	-85290,81
15	7+50.00	0,00	0,00	96,84	106,52	0,00	4665,13	0,00	90422,45	-90422,45
16	8+00.00	0,00	0,00	99,05	108,96	0,00	4902,47	0,00	95815,17	-95815,17
17	8+50.00	0,00	0,00	93,20	102,52	0,00	4833,67	0,00	101132,21	-101132,21
18	9+00.00	0,00	0,00	73,22	80,54	0,00	4178,03	0,00	105728,04	-105728,04
19	9+50.00	0,00	0,00	39,74	43,71	0,00	2829,80	0,00	108840,82	-108840,82
20	10+00.00	0,00	0,00	30,93	34,02	0,00	1768,54	0,00	110786,21	-110786,21
21	10+50.00	0,00	0,00	36,34	39,97	0,00	1680,96	0,00	112635,27	-112635,27
22	11+00.00	0,00	0,00	44,69	49,16	0,00	2024,87	0,00	114862,63	-114862,63
23	11+50.00	0,00	0,00	34,56	38,02	0,00	1980,63	0,00	117041,32	-117041,32
RETORNO ESTE										
1	0+10.00	0,00	0,00	127,04	139,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0+20.00	0,00	0,00	113,40	124,74	0,00	1133,16	0,00	1246,48	-1246,48
3	0+30.00	0,00	0,00	122,38	134,62	0,00	1098,75	0,00	2455,10	-2455,10
4	0+40.00	0,00	0,00	135,14	148,65	0,00	1229,29	0,00	3807,32	-3807,32
5	0+50.00	0,00	0,00	146,80	161,48	0,00	1380,55	0,00	5325,93	-5325,93
RETORNO OESTE										
1	0+10.00	0,00	0,00	58,70	64,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0+20.00	0,00	0,00	49,53	54,48	0,00	551,56	0,00	606,72	-606,72
3	0+30.00	0,00	0,00	41,05	45,16	0,00	458,34	0,00	1110,89	-1110,89
4	0+40.00	0,00	0,00	33,63	36,99	0,00	375,23	0,00	1523,64	-1523,64
5	0+50.00	0,00	0,00	27,47	30,22	0,00	304,90	0,00	1859,03	-1859,03
INGRESO A FERRARI										
1	0+10.00	0,00	0,00	41,14	45,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0+20.00	0,00	0,00	50,89	55,98	0,00	460,13	0,00	506,14	-506,14
Volumen de Desmonte (m3)			0,00	Vol. Terraplén Compactado (m3)			228112,91	Vol. Neto (m3)		-228112,91

Tabla 6.1.6 – Valores de movimiento de suelos

6.1.5.5 Elementos de la sección transversal

En esta sección se indicaran los distintos elementos que componen la sección transversal del proyecto propuesto.

6.1.5.5.1 Calzada

La calzada se mantiene constante a lo largo de toda la vía con el excepción del extremo Este donde se unen la nueva calzada con la ya existente produciéndose una reducción de dicha sección gradualmente hasta formar otra vez un camino rural de dos trochas.

Se dimensiono teniendo en cuenta la ruta existente. Por lo tanto el ancho de calzada total es de 7,2 metros con dos trochas de 3,6 metros cada una. Se realizara con una pendiente del 2% con el fin de eliminar el agua de lluvia y así no permitir que se estanque ésta sobre la vía.

6.1.5.5.2 Banquinas

Se diseñó una banquina exterior, es decir a la derecha del conductor, de 2 metros de ancho y una banquina interior, a la izquierda del conductor, con un ancho mínimo de 0,50 metros ya que de ese lado está prohibido detenerse.

Como la ruta que existe actualmente no posee banquina se proyectó una con las mismas dimensiones nombradas anteriormente, con la diferencia de que se construirán de un pavimento asfaltico ya que es el material con la que está construida la ruta.

6.1.5.5.3 Dispositivos de protección (guarda rail)

Se instalarán las barreras longitudinales semirrígidas metálicas al costado de la calzada y de mediana, para evitar, mediante la redirección del vehículo desviado, chocar contra un objeto fijo o transitar por condiciones peligrosas. Asimismo se buscará proteger a los propietarios colindantes y a los usuarios de la intrusión de los vehículos.

Los postes rigidizadores se empotran en el terreno y se espacian a 1,9 m entre ellos, en función de obtener un correcto grado de rigidez.

Se tomó como criterio de justificación la *Figura 6.1.18* otorgado por la Dirección Nacional de Vialidad, donde se relaciona la pendiente del talud con la altura del mismo. Lo que nos llevó a concluir que en zonas donde la altura es inferior a 2,8 metros no será necesaria la colocación de barreras.

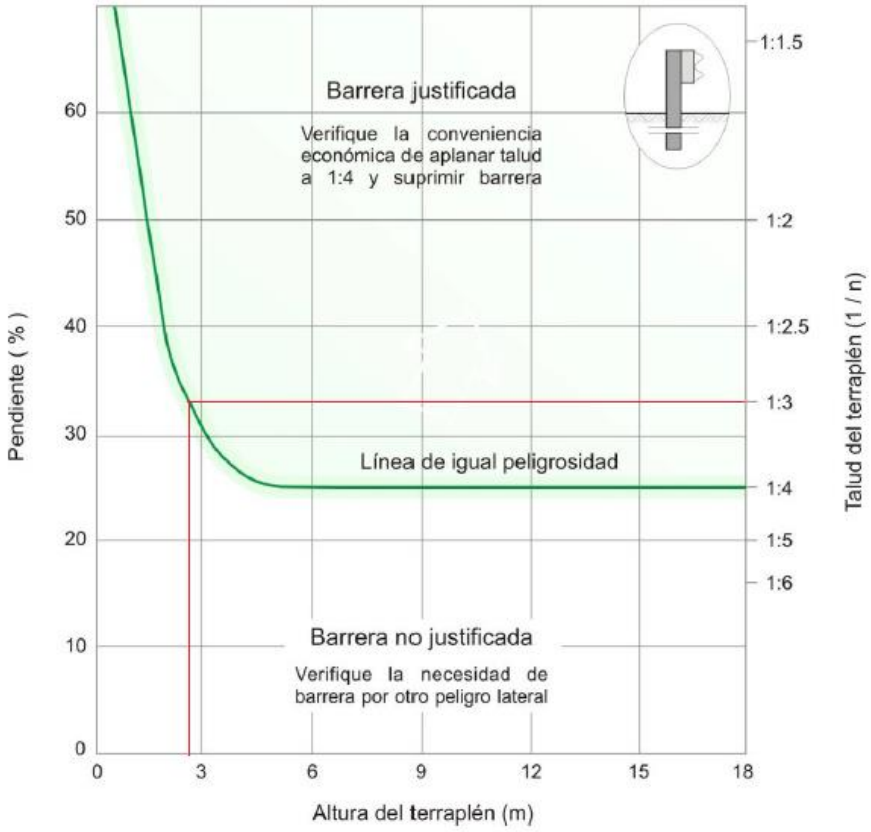


Figura 6.1.18 – Criterio de colocación de guarda rail

A continuación en *Figura 6.1.19* se detallan los componentes básicos diseñados para este sistema de seguridad vial.

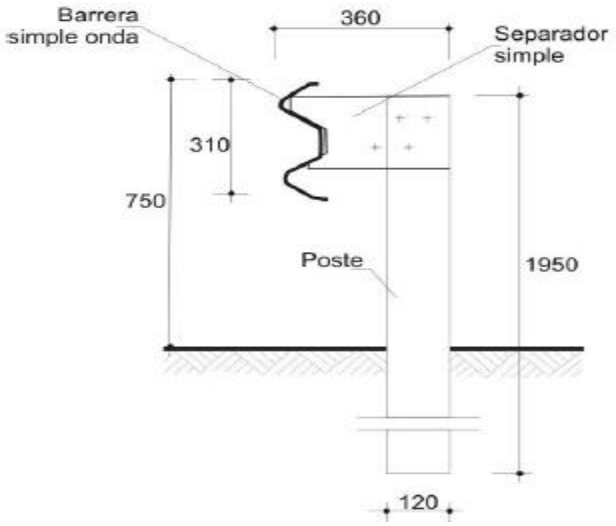


Figura 6.1.19 – Detalles del sistema de seguridad adoptado

6.1.6 Cálculo del paquete estructural

En esta sección se procede a verificar el paquete estructural del pavimento para que pueda soportar las cargas que trasmitirán los vehículos. En este proyecto se determinó la utilización de pavimento del tipo rígido para la construcción del nuevo tramo de autovía y pavimento flexible para la elaboración de banquinas y carriles de cambio de velocidad en la ruta ya existente.

El diseño del pavimento comprende la determinación mediante algún método estandarizado de los distintos espesores de los materiales que conforman el paquete estructural, teniendo en cuenta aquí, la información suministrada por los estudios geotécnicos y la relativa a las cargas por eje trasmitidas por el tránsito.

6.1.6.1 Método de diseño pavimento rígido – PCA (Portland Cement Asociation)

Este método fue publicado por primera vez en el año 1966 y su última actualización se realizó en el año 1984.

En este método se calculan los esfuerzos inducidos por cada rango de cargas (por eje) y se comparan con las resistencias de diseño. A dicha relación se la conoce como relación de esfuerzos. Conociendo esta relación se calcula el número de repeticiones permitidas para un rango de cargas (por transito) dado, valor que se compara con el número de repeticiones esperadas en un período de diseño. La relación de estos números (en porcentaje que representa la resistencia consumida o utilizada por el transito) no debe nunca exceder el 100%.

6.1.6.1.1 Factores de Diseño

- Período de diseño.
- Tránsito.
- Resistencia de diseño del Hormigón.
- Módulo de reacción de la subrasante.
- Tipo de acotamientos, juntas transversales, pasajuntas y banquinas.
- Criterio de fatiga.
- Criterio por erosión.

6.1.6.1.1.1 Período de diseño

Para este proyecto se consideró un período de diseño de 20 años.

6.1.6.1.1.2 Tránsito

Para este factor de diseño se considera el número de ejes que pasan por el carril. Para calcular dicho número se tienen en cuenta los siguientes datos:

- TMDA = 1277 veh/día.
- Composición vehicular: - Vehículos livianos: 93,9%

- Ómnibus: 0,9%
- Camiones: 5,2%

- El índice de crecimiento del tránsito es de 5%
- Se adopta una distribución del tránsito en el carril de diseño de 50/50.
- El factor de seguridad (Criterio de la PCA) es (Fs) 1,1 para carreteras con tránsito pesado moderado.
- La tasa de crecimiento se obtiene ingresando en la siguiente figura con el periodo de diseño y el índice de crecimiento del tránsito, obteniendo un valor de (r) de 33,06.

Factores de crecimiento

Periodo de diseño, años (n)	Tasa de crecimiento anual (r) porciento							
	Sin crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Figura 6.1.20 – Factores de crecimiento

Una vez determinados estos datos de transito podemos obtener el número de repeticionesesperadas para cada tipo de eje durante todo el período de diseño. El número de repeticiones se determina a partir de la siguiente formula:

$$R = TMDA * 365días * nºde\ ejes * Fr * Fs * r$$

Gracias a los informes de transito de la DNV tenemos un registro detallado de los distintos vehículos que transitan este tramo de ruta.

Autos: $1277veh/día * 0{,}939 * 365dias * 33{,}06 * 2 = \mathbf{28.938.912}$ ejes de 600 kg.

Camiones $1277veh/día * 0{,}052 * 365dias * 33{,}06 = \mathbf{801.290}$ ejes camiones.

Ómnibus: $1277veh/día * 0{,}009 * 365dias * 33{,}06 = \mathbf{138.685}$ ejes ómnibus.

Cálculo de ejes de ómnibus: los ómnibus que circulan por este tramo pasan casi en su totalidad por el peaje del puente Gral. José Artigas. Se pudo obtener gracias a esto que el 46% de los ómnibus que transitan son de 2 ejes y el 54% son de 3 ejes.

$138.685 * 0{,}46 * 2 = \mathbf{127.590}$ ejes simples.

$138.685 * 0{,}54 = \mathbf{74.890}$ ejes simples.

$138.685 * 0{,}54 = \mathbf{74.890}$ ejes tándem.

Entonces los ejes para los ómnibus son:

202.480 ejes simples.

74.890 ejes tándem.

Cálculo de ejes de camiones: para este procedimiento también nos apoyamos en los valores aportados por la DNV. Estos son: 44% camiones sin acoplado (1 eje simple y 1 eje tándem), 23% camiones con acoplado (2 ejes simples y 2 ejes tándem) y 33% camiones semirremolque (2 ejes simples y 1 eje tándem).

Sin acoplado $801.290 * 0{,}44 = \mathbf{352.568}$ ejes simples

$801.290 * 0{,}44 = \mathbf{352.568}$ ejes tándem

Con acoplado $801.290 * 0{,}23 * 2 = \mathbf{368.593}$ ejes simples

$801.290 * 0{,}23 * 2 = \mathbf{368.593}$ ejes tándem

Semirremolque $801.290 * 0{,}33 * 2 = \mathbf{528.851}$ ejes simples

$801.290 * 0{,}33 = \mathbf{264.526}$ ejes tándem

Total camiones:

1.250.012 ejes simples.

985.687 ejes tándem.

Total vehículos pesados:

1.452.492 ejes simples.

1.060.577 ejes tándem.

EJES SIMPLES	
Carga (t)	Ejes
0,6	28.938.912
3	145.249
5	145.249
7	290.498
9	580.997
11	290.498

Tabla 6.1.7– Ejes simples

EJES TÁNDEM	
Carga (t)	Ejes
16	371.202
18	530.289
20	106.058
22	53.029

Tabla 6.1.8 – Ejes tándem

6.1.6.1.1.3 Resistencia de diseño del hormigón

Para este proyecto se ha adoptado un hormigón del tipo H30. La resistencia característica a la compresión a los 28 días (f'c) de este hormigón es de 30 MPa.

Para la resistencia del hormigón se utiliza el módulo de ruptura (al igual que el método AASHTO). Dicho valor se lo puede conocer por medio de una formula cuyo valor de entrada es la resistencia a compresión del hormigón kg/cm2.

$$1{,}99 * f'c^{0.5} < Mr < 2{,}65 * f'c^{0.5}$$

Mr = módulo de ruptura del hormigón = resistencia del hormigón a la flexión.

$$Mr = 1{,}99 * 300^{0.5} = 34{,}5 kg/cm^2$$

La resistencia del hormigón a la flexión es considerada en el procedimiento de diseño mediante el criterio de fatiga, que controla el agrietamiento del pavimento bajo las cargas repetitivas de camiones.

6.1.6.1.1.4 Módulo de diseño de la subrasante

El valor soporte de la subrasante y subbase es definido en términos del módulo de reacción de la subrasante (k) de Westergaard. Es igual a la carga en libras por pulgadas cuadrada sobre un área de carga (una placa de 30 pulg. de diámetro), dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada, por pulgadas (psi/pulg.), es decir como libras por pulgada cubica (pci).

Por cuestiones de practicidad se utiliza el ensayo CBR (Capacidad Soporte de California), que mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Para este proyecto, tras comunicaciones con el Laboratorio de Vialidad Nacional, se pudieron obtener valores de dicho ensayo en zonas cercanas a la ruta. Estos se llevaron a cabo durante la construcción de la Autovía Nº14.

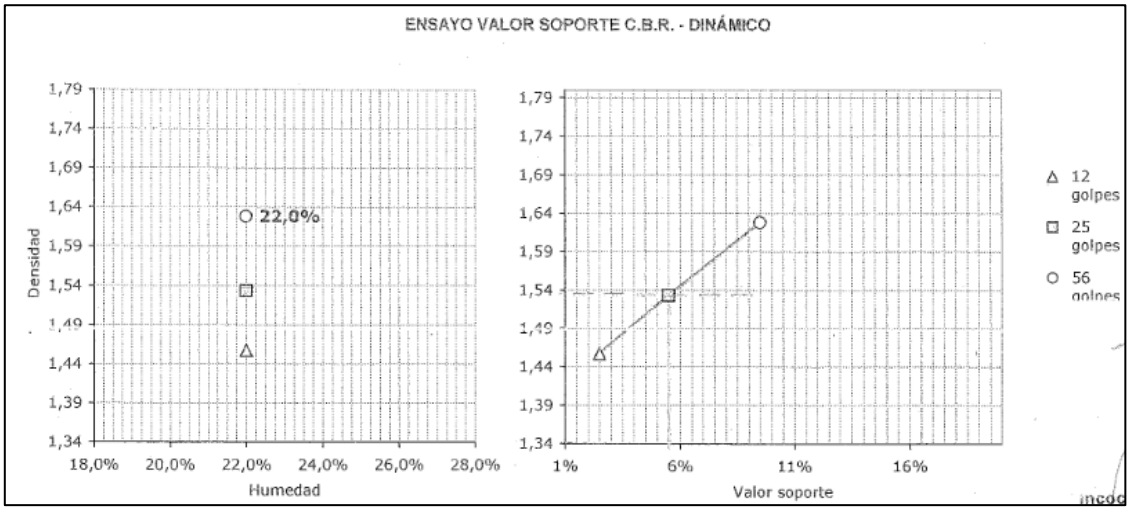


Figura 6.1.21 – Ensayos de CBR

Adoptamos un valor de CBR de 9,5% para el ensayo de 56 golpes, que es el de mayor densidad.

Relacionando el valor del CBR antes propuesto con el grafico de la *figura 6.1.22* se obtiene un módulo de resistencia de 208 pci. Pasado eso a unidades convencionales nos da un módulo de resistencia de 56,5 MPa/m.

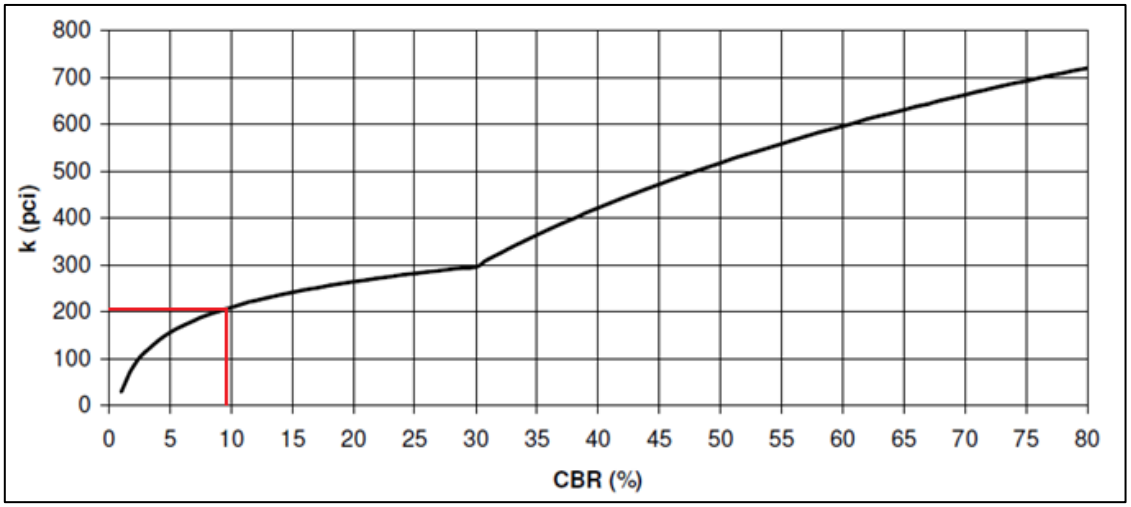


Figura 6.1.22 – Gráfico CBR – Módulo de resistencia

6.1.6.1.1.5 Juntas transversales, pasa-juntas

De acuerdo a las recomendaciones del método PCA y en función del espesor de la losa se utilizaran pasajuntas con un diámetro de 1pulgada y una longitud de 36

centímetros, con una separación de 30 centímetros de centro a centro. Se ubicaran paralelos al eje de calzada y a la mitad del espesor de la losa. La función que cumple este elemento es distribuir la carga generada por los vehículos y prevenir el agrietamiento del pavimento.

Normalmente el espaciamiento de las juntas transversales varía entre 4 y 6 metros, en este caso se utilizara una separación de 6 metros entre juntas.

En cuanto a las juntas longitudinales se ejecutaran por aserrado y se ubicaran junto a la línea demarcatoria de división de carriles, buscando con esto evitar las zonas de las huellas producidas por los vehículos.

El aserrado se realizará tan pronto como el hormigón permita ser cortado sin desprendimientos de agregados gruesos o roturas. Se estipula que se ejecutara en un tiempo comprendido entre 4 y 12 horas.

6.1.6.1.2 Predimensionado

Una vez obtenidos estos datos se realiza la predimensión del espesor de la losa, de la base y sub-base con las medidas que se muestran en la *Figura 6.1.23*.

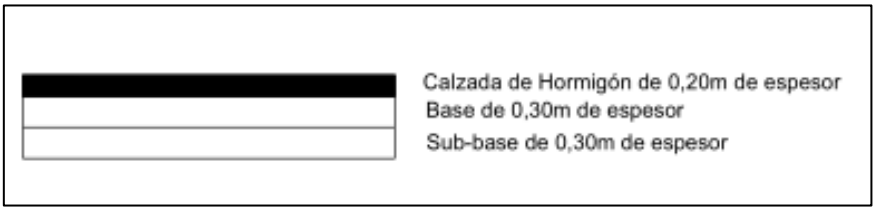


Figura 6.1.23 – Predimensión del paquete estructural

De la *Tabla 6.1.9* ingresando con el valor de k para la subrasante y con los 30 cm propuestos de sub-base, obtenemos, interpolando, el valor de k para la base. Dicho valor es 85,8 MPa/m.

Valor de k de la subrasante		Valor de k para la sub-base							
		100mm		150mm		225mm		300mm	
Mpa/m	Lb/pulg³	Mpa/m	Lb/pulg³	Mpa/m	Lb/pulg³	Mpa/m	Lb/pulg³	Mpa/m	Lb/pulg³
20	73	23	85	26	96	35	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Tabla 6.1.9 – Valor de k para la sub-base

A continuación se procede a la verificación de la sección propuesta mediante el criterio de erosión y de fatiga.

6.1.6.1.3 Verificación de la capacidad de fatiga

En la verificación de este método los esfuerzos de fatiga se determinan en las orillas, de manera que los pavimentos sin acotamientos de hormigón tendrán mayores concentraciones de esfuerzo. Para esto se utilizan tablas para obtener los esfuerzos

equivalentes, que no son otra cosa que los esfuerzos de orilla multiplicados por un factor.

Ya definidos los valores de esfuerzos equivalentes se determina la proporción o razón de esfuerzos dividiendo estos esfuerzos entre la resistencia a la flexión para luego, con la ayuda de nomogramas obtener las repeticiones admisibles. Existen nomogramas con y sin pasa juntas. Cuando el número de repeticiones se localiza fuera del grafico se consideran repeticiones ilimitadas.

Entonces para un espesor de hormigón de 20 cm y un valor de k interpolado entre 80 y 100 MPa se obtuvieron de la siguiente tabla los valores de los esfuerzos equivalentes.

Esfuerzo equivalente [Kg/cm^2]

Berma pavimentada

Espesor losa [cm.]	K - Módulo de reacción sub-rasante [Kg/cm^3]													
	2		4		6		8		10		15		20	
	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem
12	33,6	28,2	29,5	24,6	27,4	23,1	26,0	22,2	24,9	21,6	23,1	20,8	21,9	20,4
13	30,2	25,6	26,6	22,2	24,7	20,8	23,4	19,9	22,5	19,4	20,9	18,6	19,9	18,1
14	27,4	23,4	24,1	20,2	22,4	18,9	21,3	18,0	20,5	17,5	19,1	16,7	18,2	16,2
15	25,0	21,5	22,0	18,5	20,5	17,2	19,5	16,4	18,8	15,9	17,5	15,1	16,7	14,6
16	22,9	19,9	20,2	17,1	18,8	15,8	18,0	15,1	17,3	14,6	16,1	13,8	15,5	13,3
17	21,1	18,5	18,6	15,8	17,4	14,6	16,6	13,9	16,0	13,4	14,9	12,6	14,3	12,1
18	19,6	17,2	17,3	14,7	16,1	13,5	15,4	12,9	14,8	12,4	13,9	11,6	13,3	11,2
19	18,2	16,2	16,1	13,8	15,0	12,7	14,3	12,0	13,8	11,6	12,9	10,8	12,4	10,4
20	17,0	15,2	15,0	12,9	14,0	11,9	13,4	11,3	12,9	10,8	12,1	10,1	11,6	9,7
21	15,9	14,4	14,0	12,2	13,1	11,2	12,6	10,6	12,1	10,2	11,3	9,5	10,9	9,1
22	14,9	13,6	13,2	11,5	12,3	10,6	11,8	10,0	11,4	9,6	10,7	8,9	10,2	8,6
23	14,0	12,9	12,4	10,9	11,6	10,0	11,1	9,5	10,7	9,1	10,1	8,4	9,7	8,1
24	13,2	12,3	11,7	10,4	11,0	9,5	10,5	9,0	10,1	8,6	9,5	8,0	9,1	7,6
25	12,5	11,8	11,1	9,9	10,4	9,1	9,9	8,5	9,6	8,2	9,0	7,6	8,7	7,3
26	11,9	11,2	10,5	9,5	9,8	8,7	9,4	8,1	9,1	7,8	8,6	7,2	8,2	6,9
27	11,3	10,8	10,0	9,1	9,3	8,3	8,9	7,8	8,6	7,4	8,1	6,9	7,8	6,6
28	10,7	10,3	9,5	8,7	8,9	7,9	8,5	7,4	8,8	7,1	7,8	6,6	7,5	6,3
29	10,2	9,9	9,1	8,4	8,5	7,6	8,1	7,1	7,8	6,8	7,4	6,3	7,1	6,0
30	9,8	9,5	8,7	8,1	8,1	7,3	7,7	6,9	7,5	6,6	7,1	6,1	6,8	5,8
31	9,3	9,2	8,3	7,8	7,7	7,1	7,4	6,6	7,2	6,3	6,8	5,8	6,5	5,5
32	9,0	8,9	7,9	7,5	7,4	6,8	7,1	6,4	6,9	6,1	6,5	5,6	6,2	5,3
33	8,6	8,6	7,6	7,2	7,1	6,6	6,8	6,1	6,6	5,9	6,2	5,4	6,0	5,1
34	8,3	8,3	7,3	7,0	6,9	6,3	6,6	5,9	6,3	5,7	6,0	5,2	5,7	4,9

Figura 6.1.24 – Esfuerzos equivalentes

Se obtuvo entonces los siguientes valores:

- Ejes Simples: 1,33 MPa
- Ejes Tándem: 1,12 MPa

Una vez que se han definido los valores de esfuerzos equivalentes, la proporción o razón de esfuerzos se determina dividiendo estos esfuerzos por la resistencia a la flexión para luego, con la ayuda de nomogramas obtener las repeticiones admisibles. Existen nomogramas con y sin pasajuntas. Cuando el número de repeticiones se localiza fuera del grafico se consideran repeticiones ilimitadas.

Razón de esfuerzos:

- Ejes simples:

$$\frac{1{,}33MPa}{3{,}45MPa} = 0{,}385$$

- Ejes tándem:

$$\frac{1{,}12MPa}{3{,}45MPa} = 0{,}325$$

Para calcular las repeticiones admisibles considerando el análisis por fatiga, se empleó en nomograma de la *Figura 6.1.25* en donde se ingresa con el tipo y carga por eje y el factor de esfuerzo equivalente recientemente hallado.

Se puede observar en color verde y rojo las repeticiones admisibles correspondientes a ejes sencillos y tándem respectivamente

.

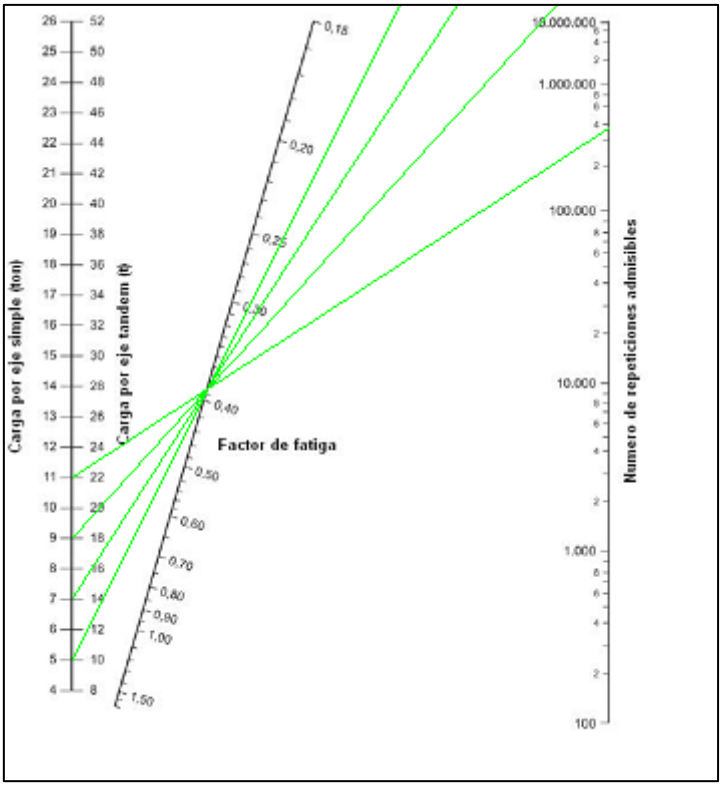


Figura 6.1.25 – Repeticiones admisibles de ejes simples

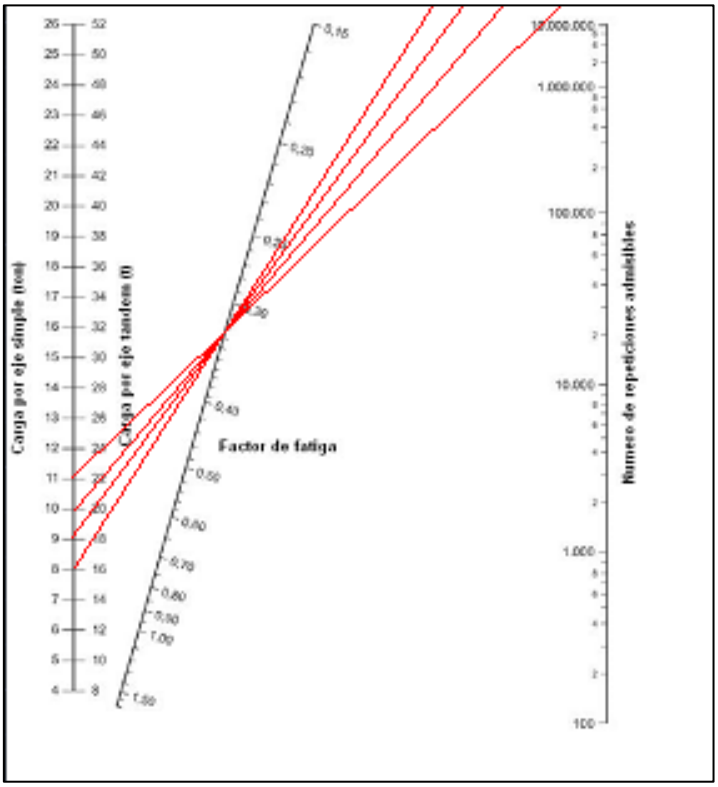


Figura 6.1.26 – Repeticiones admisibles ejes tándem

Se calculó luego el consumo por fatiga como el cociente entre las repeticiones esperadas durante la vida útil y las repeticiones admisibles determinadas en el nomograma anterior.

Este valor expresado en porcentaje es el esfuerzo consumido por ese tipo de carga respecto del total admitido. Se considera que el remanente que queda de repeticiones admisibles puede ser absorbido por otro tipo de carga de manera que la sumatoria total no supere el 100% permitido.

6.1.6.1.4 Verificación de la capacidad a la erosión

Es necesario verificar que no se presente erosión en las losas. Esto puede ocurrir si se reblandece la capa de apoyo o de base cuando está compuesta por suelos con un alto contenido de finos, producto del ingreso de agua a través de las grietas y juntas. Esto sucede a menudo en los pavimentos sin juntas. Este tipo de problemas se relacionan más con las deflexiones excesivas que con los esfuerzos flexionantes.

Para el criterio de erosión se utiliza el parámetro de velocidad de trabajo inducido por las cargas, o como lo denomina la PCA, la potencia. Esta se define como la velocidad de trabajo con que una carga por eje deforma una losa dada. Este parámetro se define como:

$$Potencia: \frac{p * w}{I}$$

Donde;

p= presión en la interface losa-capa de apoyo

w= deflexión calculada

I= relación de la rigidez relativa, equivale a la longitud de la configuración deformada por la aplicación de la carga

Al igual que en el método de diseño anterior, se calculara un factor de esfuerzos mediante el uso de la tabla de la *Figura 6.1.27*. Se ingresa con el espesor de hormigón de 20 cm y un valor de K interpolado entre 80 y 100 MPa.

Factor de erosión

Junta con pasadores - Berma pavimentada

Espesor losa [cm.]	K - Módulo de reacción sub-rasante [Kg/cm^3]													
	2		4		6		8		10		15		20	
	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem	Eje Simple	Eje Tándem
12	3,07	3,09	3,02	2,99	3,00	2,93	2,97	2,90	2,96	2,88	2,94	2,84	2,92	2,83
13	2,97	3,02	2,92	2,92	2,90	2,86	2,87	2,83	2,86	2,80	2,84	2,76	2,82	2,74
14	2,88	2,96	2,83	2,85	2,81	2,79	2,78	2,76	2,77	2,73	2,75	2,68	2,73	2,66
15	2,80	2,89	2,75	2,79	2,73	2,72	2,70	2,69	2,69	2,66	2,67	2,61	2,65	2,59
16	2,72	2,84	2,67	2,73	2,65	2,66	2,62	2,63	2,61	2,60	2,59	2,55	2,57	2,52
17	2,64	2,78	2,60	2,68	2,58	2,60	2,55	2,57	2,54	2,54	2,52	2,48	2,49	2,45
18	2,57	2,73	2,53	2,62	2,51	2,55	2,48	2,51	2,47	2,48	2,45	2,42	2,42	2,39
19	2,51	2,69	2,47	2,57	2,44	2,50	2,41	2,46	2,40	2,43	2,38	2,37	2,36	2,33
20	2,44	2,64	2,41	2,53	2,38	2,45	2,35	2,41	2,34	2,38	2,32	2,31	2,29	2,28
21	2,38	2,60	2,35	2,48	2,32	2,40	2,29	2,36	2,28	2,33	2,26	2,26	2,23	2,22
22	2,33	2,56	2,30	2,44	2,27	2,36	2,24	2,32	2,23	2,29	2,21	2,21	2,18	2,17
23	2,27	2,52	2,24	2,40	2,21	2,31	2,18	2,27	2,17	2,24	2,15	2,17	2,12	2,12
24	2,23	2,48	2,19	2,36	2,16	2,28	2,13	2,24	2,12	2,20	2,10	2,13	2,07	2,08
25	2,18	2,43	2,14	2,33	2,11	2,24	2,09	2,20	2,08	2,17	2,05	2,09	2,02	2,03
26	2,14	2,39	2,09	2,29	2,06	2,21	2,04	2,17	2,03	2,13	2,01	2,06	1,97	1,99
27	2,10	2,35	2,05	2,26	2,02	2,17	2,00	2,13	1,99	2,10	1,96	2,03	1,93	1,95
28	2,06	2,32	2,01	2,23	1,98	2,14	1,95	2,10	1,94	2,07	1,92	1,99	1,89	1,91
29	2,03	2,28	1,97	2,19	1,94	2,11	1,91	2,07	1,90	2,04	1,88	1,96	1,85	1,87
30	1,99	2,25	1,93	2,16	1,90	2,08	1,87	2,04	1,86	2,01	1,83	1,93	1,81	1,83
31	1,96	2,21	1,89	2,13	1,86	2,05	1,83	2,01	1,82	1,98	1,80	1,90	1,77	1,80
32	1,92	2,18	1,86	2,11	1,83	2,03	1,80	1,99	1,79	1,95	1,76	1,87	1,74	1,76
33	1,89	2,15	1,82	2,08	1,79	2,00	1,76	1,96	1,75	1,92	1,72	1,85	1,70	1,73
34	1,86	2,12	1,79	2,05	1,76	1,97	1,73	1,93	1,72	1,90	1,69	1,82	1,67	1,70

Figura 6.1.27 – Factor de erosión

Se obtuvo entonces los siguientes valores:

- Ejes Simples: 2,35 MPa
- Ejes Tándem: 2,40 MPa

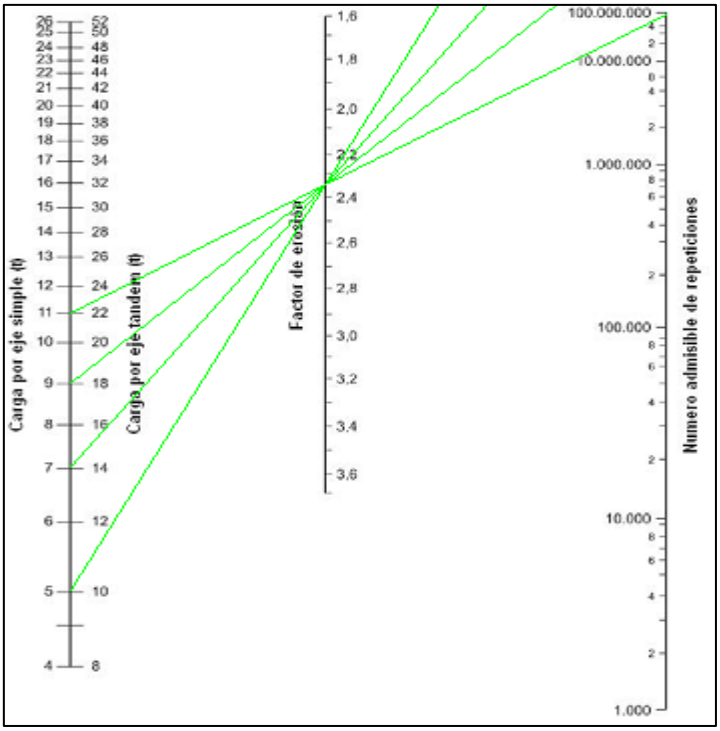


Figura 6.1.28 – Repeticiones admisibles de ejes simples

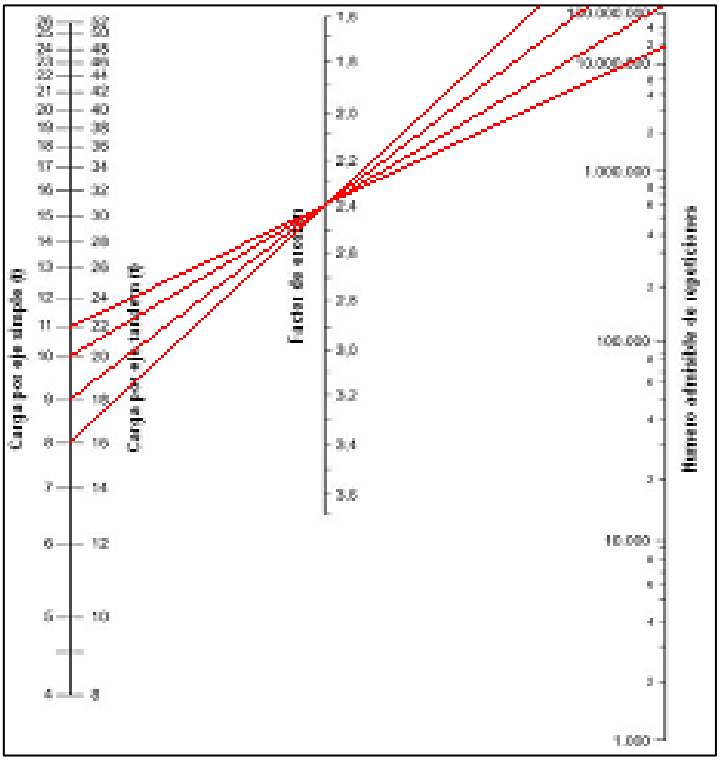


Figura 6.1.29 – Repeticiones admisibles de ejes tándem

A continuación se presenta la tabla de resumen en donde se puede concluir que el consumo del pavimento teniendo en cuenta tanto la fatiga como la erosión, no superan el 100% y en el caso de la erosión es por un gran margen.

DISEÑO DE LA CARRETERA								
Espesor tentativo: 20 cm					Junta con espiga: SI			
K Sub-rasante: 69 Mpa/m					Acotamiento hormigón: SI			
Módulo de ruptura: 3,45 Mpa					Período de diseño: 20 años			
Factor de seguridad (LFS): 1,1								
Carga	Repeticiones	Factor de seguridad	Factor dirección	Repeticiones esperadas	Análisis por fatiga		Análisis por erosión	
					Rep. Adm.	Fatiga %	Rep. Adm.	Daño %
EJES SIMPLES								
0,6	28.938.912	1,1	0,5	15.916.402	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
3	145.249	1,1	0,5	79.887	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
5	145.249	1,1	0,5	79.887	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
7	290.498	1,1	0,5	159.774	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
9	580.997	1,1	0,5	319.548	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
11	290.498	1,1	0,5	159.774	370.000	43,18%	70.000.000	0,23%
Esfuerzo equivalente: 1,33			Factor de ersión: 2,35			Razón de esfuerzos: 0,397		
EJES TÁNDEM								
16	371.202	1,1	0,5	204.161	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
18	530.289	1,1	0,5	291.659	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
20	106.058	1,1	0,5	58.332	Ilimitadas	-	Ilimitadas	-
22	53.029	1,1	0,5	29.166	Ilimitadas	-	19.000.000	0,15%
Esfuerzo equivalente: 1,12			Factor de ersión: 2,40			Razón de esfuerzos: 0,336		
					TOTALES	43,18%		0,38%

Tabla 6.1.10 – Tabla de resumen del diseño de pavimento

6.1.6.2 Pavimento flexible – Método AASHTO

En este caso se utiliza el procedimiento indicado por el Manual de Diseño A.A.S.H.T.O. 1993. El diseño mediante este procedimiento está basado en la determinación del Número Estructural SN que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

Para esto se determinaron los siguientes parámetros, adoptando los valores más adecuados al proyecto.

- Confiabilidad (R%): este parámetro indica la probabilidad de que el sistema estructural cumpla con la función prevista dentro de su vida útil, bajo las condiciones de diseño. De la siguiente tabla obtenemos un rango de confiabilidad desde 80% a 99,99%. Se adopta un valor de R = 95%.

-

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Tabla 6.1.11 - Confiabilidad

- Dispersión general (So): es el grado de incertidumbre de que un diseño pueda llegar al fin de su periodo de análisis en buenas condiciones. Mediante la Tabla 6.3 del manual A.A.S.H.T.O. se puede obtener el valor de la

dispersión general. En nuestro caso como se tienen estudios de estimación de transito durante el periodo de diseño se adopta un So = 0,44.

- Índice de serviciabilidad presente (P.S.I.): la serviciabilidad de un pavimento se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado. Los valores de P.S.I. varían desde 0 (pésimas condiciones) y 5 (perfecto). Al diseñarse un pavimento se debe elegir la serviciabilidad inicial y final. La inicial (p_0) es función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción. La final (p_t) es función de la categoría del camino y se adopta en base a esta y al criterio del proyectista.

Por lo tanto se adoptaron valores de p_0 = 4,2 y p_t = 2,5, teniendo así una pérdida de serviciabilidad:

$$\Delta PSI = PSIo - PSIt = 4{,}2 - 2{,}5 = 1{,}7$$

- Transito esperado: teniendo en cuenta el periodo de diseño se tiene un tránsito esperado en este sector de:
-

$$W_{18} = 2.220.353\ ESALs$$

- Módulo Resiliente de la sub-rasante (MR): este módulo es una medida de las propiedades elásticas del suelo. Es la propiedad que define la resistencia de la sub-rasante.

En este método se toma este valor como valor de entrada para el diseño del paquete estructural.

Se puede relacionar este valor con el ensayo CBR (Valor Soporte California) de la siguiente manera:

$$M_R(psi) = 1500 * CBR = 1500 * 9{,}5 = 14250\ psi$$

El valor del CBR de la sub-rasante se obtuvo gracias a ensayos realizados en la RN 14, se muestran en la sección de cálculo del paquete del pavimento rígido.

- Coeficiente de drenaje (mi): los valores de aporte estructural de las capas no ligadas se ven incrementados o disminuidos debido a la calidad de drenaje de las mismas.

Utilizando las tablas 7.1 y 7.2 del manual se establece el coeficiente de drenaje. En este caso se adopta una calidad de drenaje buena, se considera que el proyecto se encuentra en un tipo de clima subtropical sin estación seca y un tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a humedades

cercanas a la saturación entre 5 – 25%. Considerando todo esto se adopta un coeficiente de drenaje (m_2) de 1,10.

- Determinación del Numero Estructural Necesario (SN)

Para obtener el valor de SN utilizamos el Software Ecuación AASHTO 93 en el cual se ingresan todos los parámetros mencionados antes.

Figura 6.1.30 – Software para cálculo de SN

Obtenemos entonces un valor de **SN = 3,28.** La fórmula del número estructural que relaciona los espesores y los coeficientes es la siguiente:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Se procedió de la siguiente manera para el cálculo de los distintos espesores de la estructura del pavimento flexible:

1) Se determina el numero estructural requerido sobre la capa de base (SN1) con los mismos valores de entrada de diseño pero sustituyendo el valor del módulo resiliente de la sub-rasante (MR) por el valor del módulo de la base (EB).

   Se divide el valor de SN_1 entre el coeficiente de capa al establecido para la rodadura de concreto asfaltico y se determina un espesor D_1. Se debe verificar que este espesor D_1 sea igual o mayor que el espesor mínimo correspondiente a la capa y el tránsito. Si cumple esta condición se

redondea D_1 a la media pulgada siguiente, de lo no ser así se asigna el espesor mínimo que corresponda a D_1. Así se obtiene un D_1* el cual se multiplica por el coeficiente a_1 para obtener un SN_1.

2) Se determina el numero estructural requerido sobre la capa de sub-base (SN_2) con los mismos valores de entrada de diseño pero sustituyendo el valor del módulo de la sub-base (MR) por el valor del módulo de la sub-base (ESB). Restarle SN_1* de SN_2 y se divide el resultado entre el producto de los coeficientes de capa y drenaje de la base (a_2xm_2). Así se obtiene un espesor de base granular D_2 y dependiendo de su valor se procede igual que en el paso 1).
3) Por último es necesario determinar el número estructural requerido sobre la capa de sub-rasante (SN_3) para establecer el espesor de sub-base necesario. Sin embargo es evidente que el SN_3 y el SN calculado al principio son el mismo valor. Entonces el valor de la sub-base (D_3) se calcula sustrayendo (SN_1*+SN_2*) de SN y se divide el resultado por el producto de los coeficientes de capa y drenaje de la sub-base (a_3xm_3) y se obtiene un SN_3*.
4) Finalmente la sumatoria de SN_1*+SN_2*+SN_3* debe ser igual o mayor que el SN requerido por las condiciones de diseño iniciales

Los espesores mínimos para el ESAL (entre 7 millones) obtenido son:

- 3,5 pulgadas para carpeta asfáltica
- 6 pulgadas para base granular

Para proceder con los cálculos es necesario tener los valores de CBR de las distintas capas. Se debieron adoptar valores de CBR para la base y sub-base. Para esto se consideraron valores relativamente bajos, para de esta forma estar del lado de la seguridad.

Base = CBR 70%

Sub-base = CBR 40%

Luego con estos valores se ingresa en los ábacos proporcionados por el método para obtener los valores de los coeficientes estructurales o de capa y el módulo resiliente de estos.

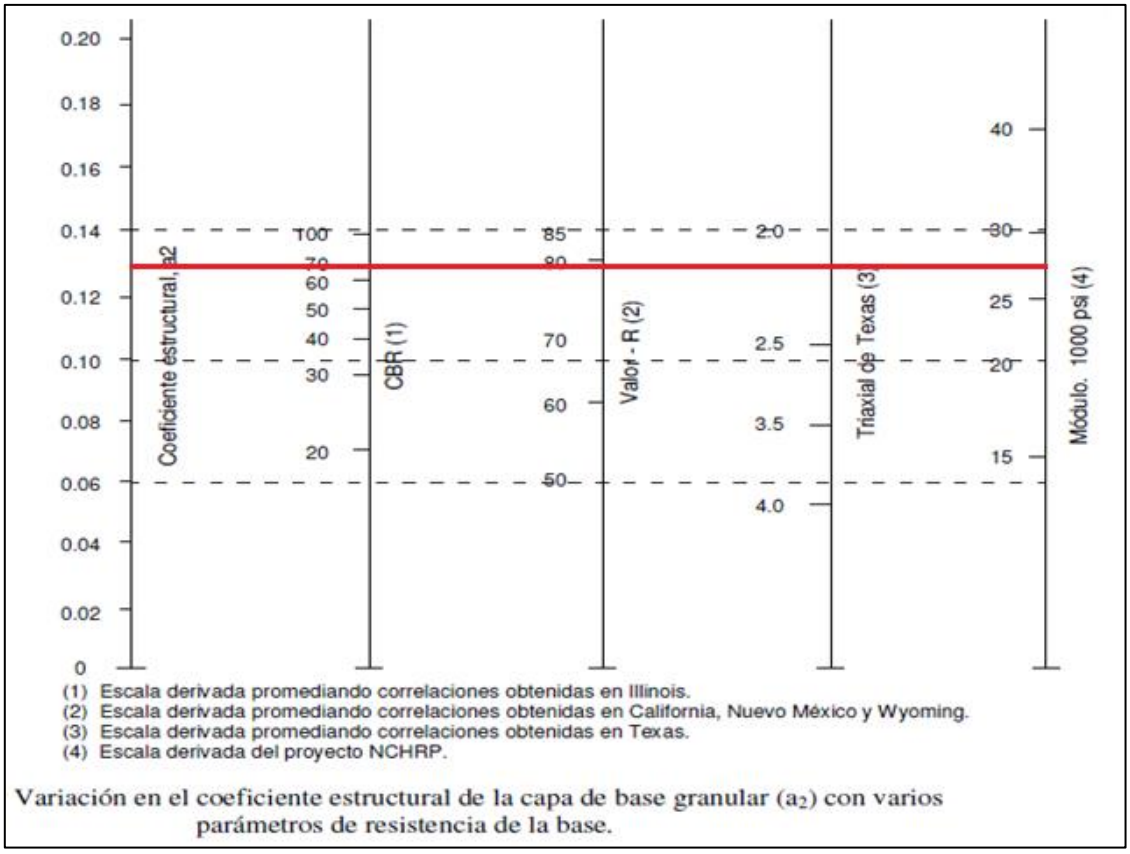


Figura 6.1.31 – Ábaco para la Base

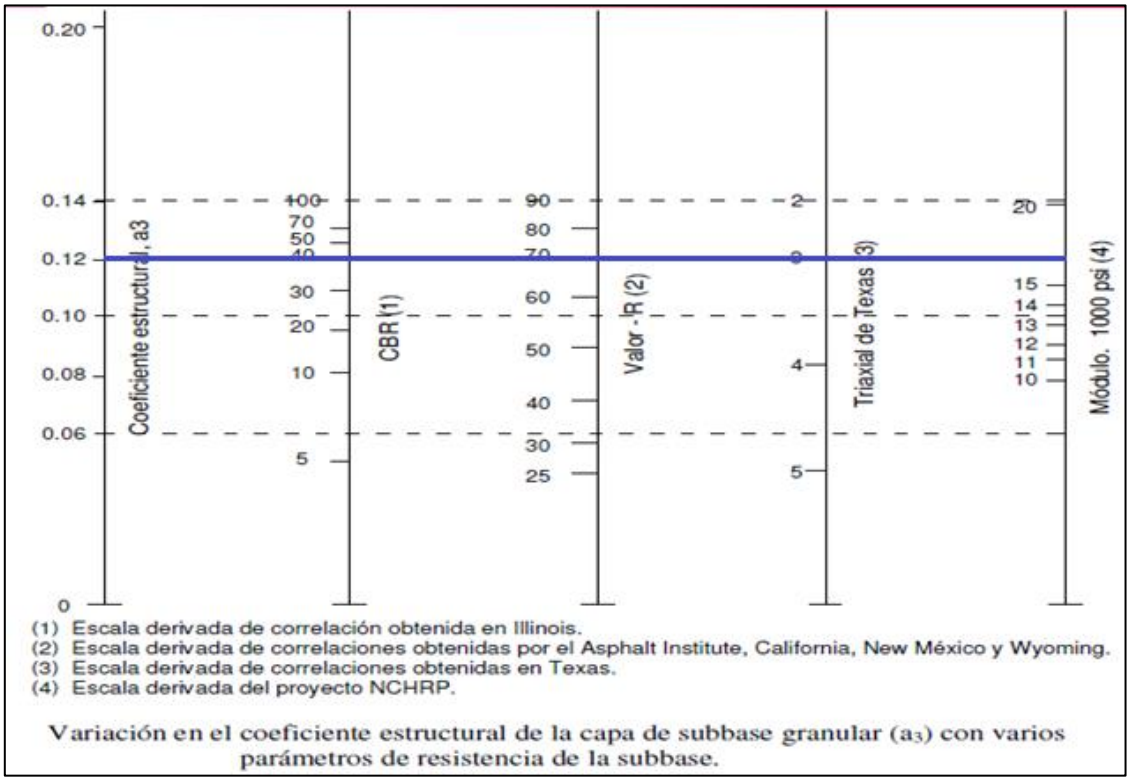


Figura 6.1.32 – Abaco para la Sub-base

Utilizando estos ábacos se obtuvieron los siguientes valores

- Base: $a_2 = 0,13$
  EB = 27,5 Ksi
- Sub-base: $a_3 = 0,121$
  ESB = 16,7 Ksi

Se adoptó un concreto asfaltico a°20(68°F) con un módulo elástico de 3100 MPa, esto es igual a 450.000 psi. Se utiliza el siguiente grafico para determinar a1.

Se obtuvo un coeficiente a1 de 0,44.

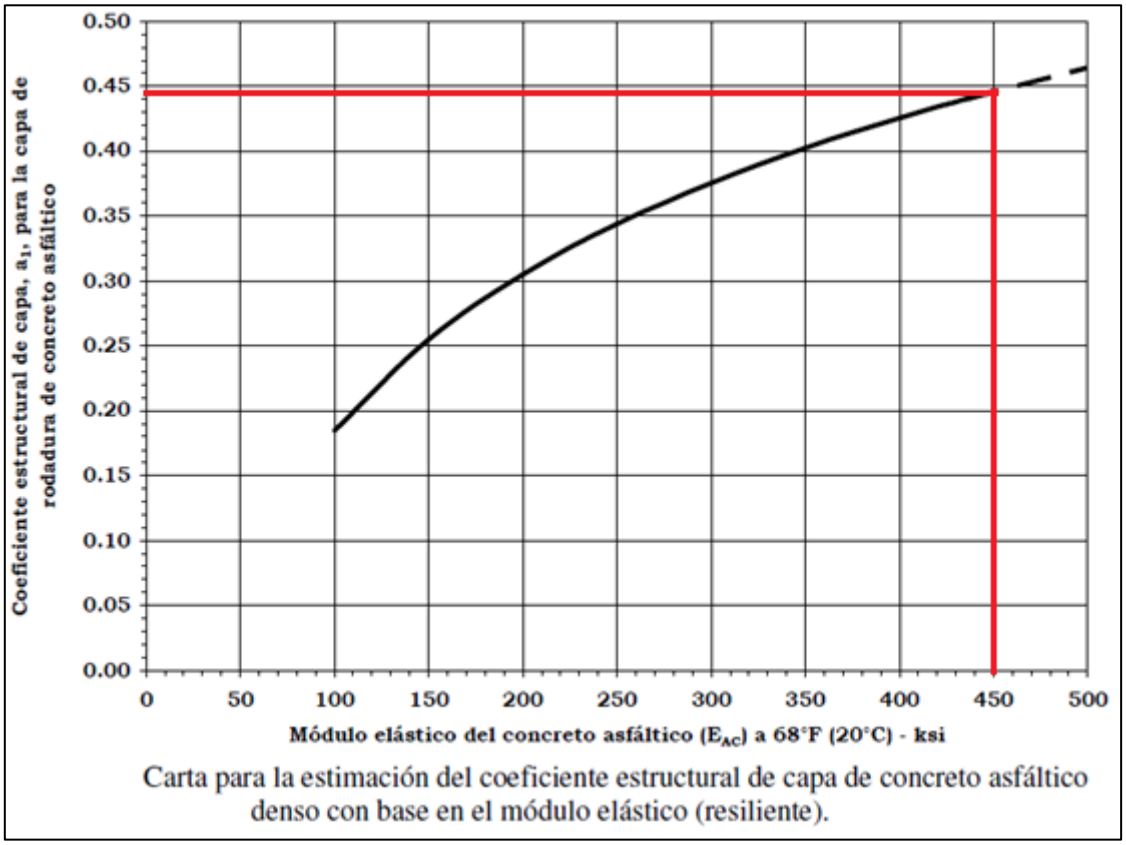


Figura 6.1.33 – Gráfico para coeficiente estructural a_1

Utilizando nuevamente el software, pero con el módulo de la base, se obtuvo un valor de $\mathbf{SN_1 = 2,55.}$

Se determina el espesor D1:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2,55}{0,44} = 5,8\ pulgadas > 3,5\ pulgadas$$

Por lo tanto $D^*_1 = 6\ pulgadas$

Entonces $SN^*_1 = D^*_1 x a_1 = 6x0,44 = 2,64$

Ahora se utiliza nuevamente el software, pero con el módulo de base, y se obtiene un $\mathbf{SN_2 = 3{,}09}$.

Se determina el espesor D_2:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 x m_2} = \frac{3{,}09 - 2{,}64}{0{,}13x1{,}1} = 3{,}15\ pulgadas < 6\ pulgadas$$

Por lo tanto $D^*_2 = 6\ pulgadas$

Entonces $SN^*_2 = D^*_2 x a_2 x m_2 = 6x0{,}13x1{,}1 = 0{,}858$

Ahora se calcula el espesor D_3:

$$D_3 = \frac{SN - SN^*_1 - SN^*_2}{a_3 x m_3} = \frac{3{,}28 - 2{,}64 - 0{,}858}{0{,}121x1{,}1} = -1.64 < 6\ pulgadas$$

Por lo tanto se adopta un valor mínimo para el espesor: $D^*_3 = 6\ pulgadas$

Entonces $SN^*_3 = D^*_3 x a_3 x m_3 = 6x0{,}121x1{,}1 = 0{,}799$

Se verifica que $SN = SN^*_1 + SN^*_2 + SN^*_3 = 2{,}64 + 0{,}858 + 0{,}799 = 4{,}30 > 3{,}28$

Capa	Espesor		Coeficiente de aporte	Coeficiente de drenaje	SN
	Pulgadas	Centimetros			
Carpeta asfáltica	6	15,24	0,440		2,640
Base	6	15,24	0,130	1,1	0,858
Sub-base	6	15,24	0,121	1,1	0,799
				SN	4,297

Tabla 6.1.12 – Resumen de valores de SN

En la *Tabla 6.1.12* se resumen los valores obtenidos en el procedimiento.

Para facilitar las tareas se aproximan los espesores a un número redondo como se puede apreciar en la *Figura 6.1.34*.

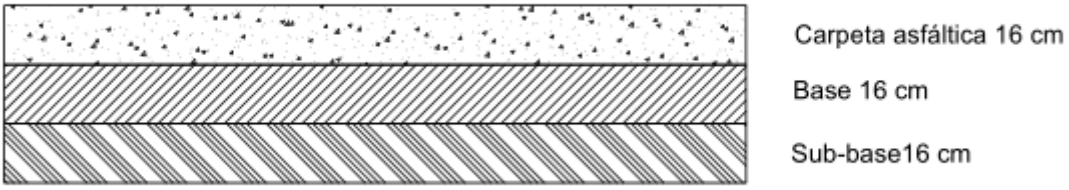


Figura 6.1.34 – Paquete estructural adoptado

6.1.7 Elementos de seguridad y control

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que puedan llevarse a cabo en forma segura, fluida y ordenada. Los elementos de seguridad

y control son imprescindibles en todo proyecto vial y donde cobran gran importancia en este proyecto.

6.1.7.1 Señalización

Para este tipo de proyectos es necesario un adecuado sistema de señalización para asegurar que los conductores puedan percibir y procesar la información reglamentaria, preventiva y de destinos. Si no se posee las adecuadas o estas son engañosas seguramente se contribuya a la confusión del conductor, perdida de atención, maniobras erráticas, etcétera. Esta debe ser fácil de leer, coherente e inequívoca para beneficio de los conductores no familiarizados con el camino.

Se puede diferenciar a la señalización en dos grandes grupos: vertical y horizontal. Se utilizará pintura y materiales con distintos niveles reflectivos tanto para obtener una correcta percepción de las indicaciones en la noche como para tener un buen desempeño vehicular ante condiciones ambientales adversas, como lluvia o niebla.

6.1.7.1.1 Señalización vertical

Este tipo de señalización son un conjunto de elementos colocados a los lados de la vía o encima de ella y tienen como función reglamentar el tránsito y advertir o informar tanto a conductores como transeúntes. Estos elementos están formados por los siguientes ítems:

- Símbolos predeterminados o palabras.
- Superficie sobre la que están inscriptos. Generalmente esta es una placa que puede ser unitaria o estar formada por un conjunto de estas cuando las dimensiones de la señal lo requieran.
- Sistemas de sustentación. En general estos son dispositivos como postes, pasacalles o pescantes. En algunas ocasiones la señal podrá estar sustentada en elementos como muros, puentes o postes de iluminación.

El señalamiento tanto vertical como horizontal se realizará de acuerdo a lo prescripto en la Ley Nº 24.449 "Ley de Tránsito y Seguridad Vial", su Decreto Reglamentario y las disposiciones y especificaciones de la Dirección Nacional de Vialidad.

Los distintos tipos de señales verticales que se utilizarán son:

- Señales de reglamentación o prescriptivas

Este tipo de señales tienen por objeto indicar al conductor las limitaciones, restricciones o prohibiciones que rigen la vía por la cual circula.

Las señales de este tipo que se utilizaran son la R.28, R.27, R.22(a) y R.15, se muestran a continuación.

Figura 6.1.35 – Señales de Reglamentación o prescriptivas utilizadas

- Señales preventivas

Consisten en una placa cuadrada de lados redondeados con fondo de color amarillo, con orla y símbolos en negro, colocada en una diagonal vertical.

En este proyecto se utilizaran las señales preventivas P.21, P.22, P.7(a), P.16. y P.2(b). Se pueden observar en la siguiente figura.

Figura 6.1.36 – Señales Preventivas utilizadas

Cabe destacar que la señal P.2 (b) será utilizada debajo de algunas señales del tipo informativas

El tamaño de las señales tanto de las de reglamentación como las preventivas será según se muestra en la *Figura 6.1.37*.

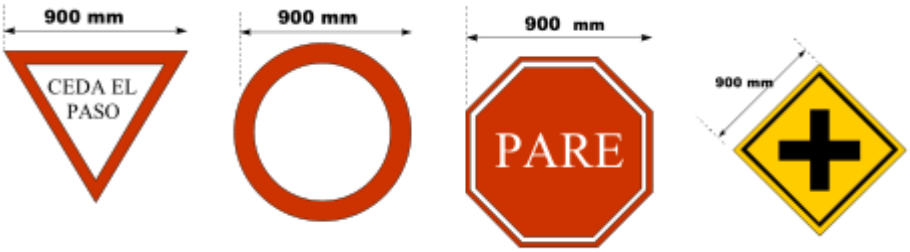


Figura 6.1.37 – Tamaño de señales

- Señales informativas

Este tipo de señales se clasifican en tres categorías: de orientación, de carácter institucional y de carácter educacional.

Se utilizaran solo las dos primeras categorías en el diseño de este proyecto.

Las señales informativas serán de forma rectangular con los vértices redondeados. Los colores de fondo a utilizar serán verde para las señales de orientación y azules para las de carácter institucional. Para ambos casos las letras y flechas serán color blanco.

Se utilizaran señales de orientación en cada salida o entrada de la autovía, así como también en las rotondas y retornos de manera de brindar una adecuada información de hacia dónde dirigirse a los usuarios.

Figura 6.1.38 – Señales informativas utilizadas

En cuanto a la distancia de las señales y soportes al borde de la calzada, esta deberá ser la mayor posible para mejorar las condiciones de seguridad de los conductores que abandonan la calzada y evitar un posible choque contra las mismas.

En los lugares donde se colocará una barrera metálica las señales podrán colocarse más cerca del borde de calzada, pero manteniendo una distancia a la defensa no menor de 0,60 metros, de manera tal que la barrera quede ubicada entre la calzada y los soportes. Nunca la distancia entre el extremo de las señal más próximo al borde del pavimento debe ser menor a 3,60 metros.

Con respecto a la altura de estas señales, se deberá respetar que su borde inferior se encuentre a una altura no menor a 1,80 metros respecto del borde más cercano de la calzada

En la siguiente figura se esquematiza como deben emplazarse las señales.

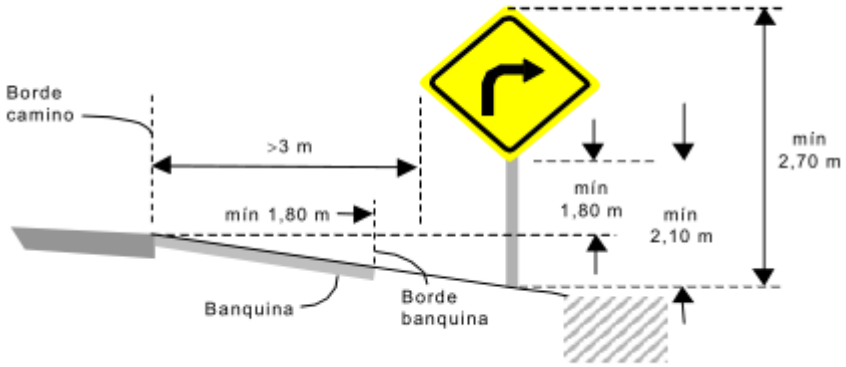


Figura 6.1.39 – Distancias reglamentarias para la colocación de las señales

En forma general las señales laterales deberán colocarse de manera tal que formen un ángulo aproximadamente recto con la dirección del tránsito al cual ellas intentan servir.

En los tramos rectos el frente de la señal deberá ser girada alrededor de su borde más cercano al pavimento hacia el interior hasta formar un ángulo de 3 grados con respecto a la normal al eje de aquel.

Figura 6.1.40 – Angulo con el que se deben colocar las señales

6.1.7.1.2 Señalización horizontal

La señalización horizontal abarca a todas aquellas marcas viales, conformadas por líneas, símbolos y letras sobre la capa de rodadura. El propósito de estas señales es canalizar, regular el tránsito, indicar la presencia de obstáculos y como complemento de otros dispositivos de control (semáforos, señalización vertical y otras demarcaciones).

El ancho de la línea longitudinal central, que es del tipo línea discontinua, será de 0,15 metros y un largo de 3 metros. Esta será de color blanco y estarán separadas unas de otras a 9 metros.

Para el caso de las líneas de borde, se diseñarán de 15 centímetros de ancho con el fin de posicionar el vehículo en un carril, y a reducir los costos de mantenimiento de banquina y pavimento. Las mismas lograrán que los accidentes puedan reducirse 15 % en caminos rectos y un 45% en curvas.

Debido a que el pavimento de hormigón posee un color claro se utilizará el color negro de forma de darle contraste a las señales. En las líneas de borde se ejecutará una línea interna de dicho color, con material acrílico, de 5 centímetros de ancho contigua a la línea de borde de calzada. Además, en el eje, se realizará un bastón color negro de 300 centímetros de longitud y del mismo ancho que el bastón blanco, antes de cada bastón blanco. En la *Figura 6.1.41* se puede apreciar lo mencionado.

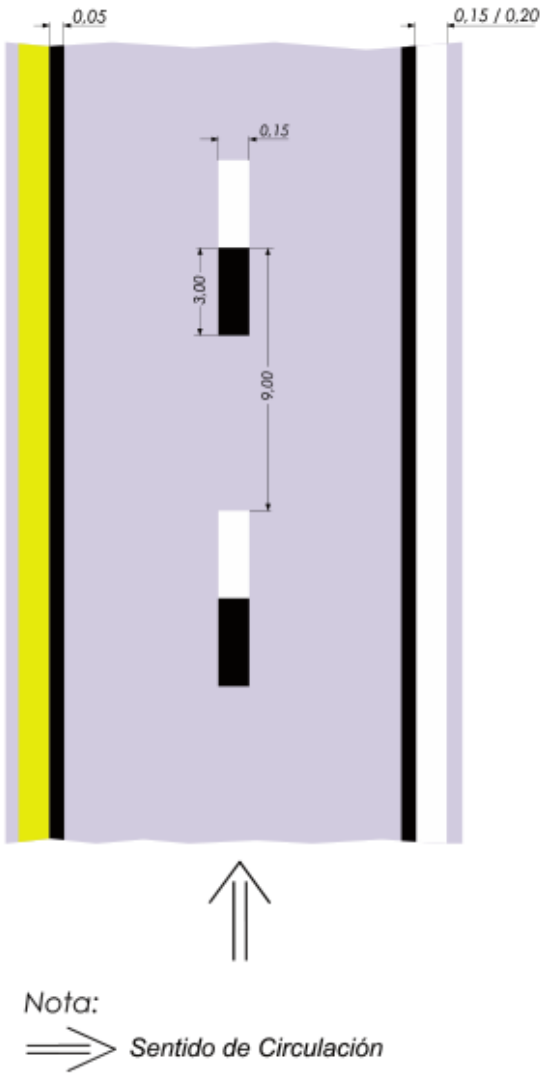


Figura 6.1.41 – Pintura de color negro para dar contraste

Para el caso de las distintas salidas o entradas a la autovía que se producen en este proyecto se procederá a realizar una demarcación horizontal como se muestran en las siguientes figuras.

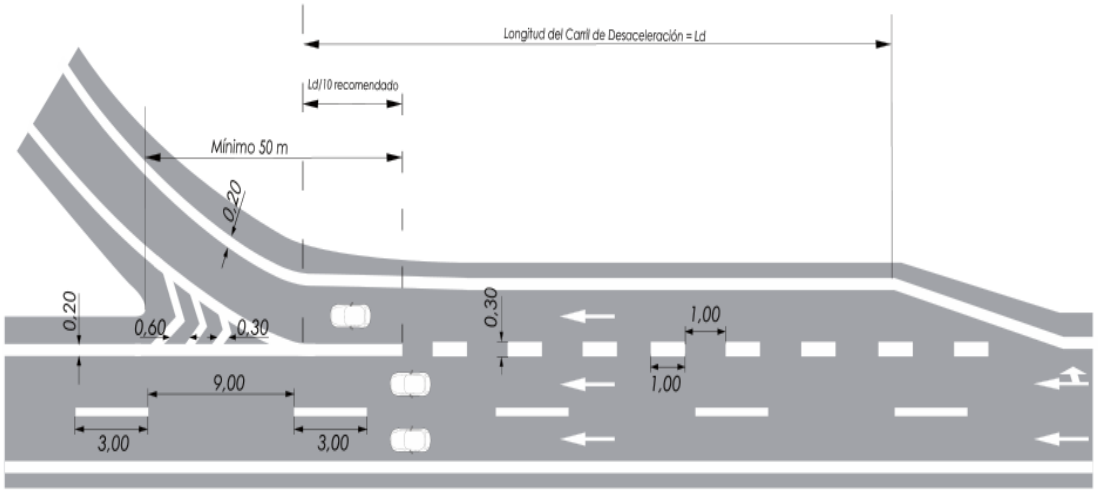


Figura 6.1.42 – Detalle de rama de salida paralela

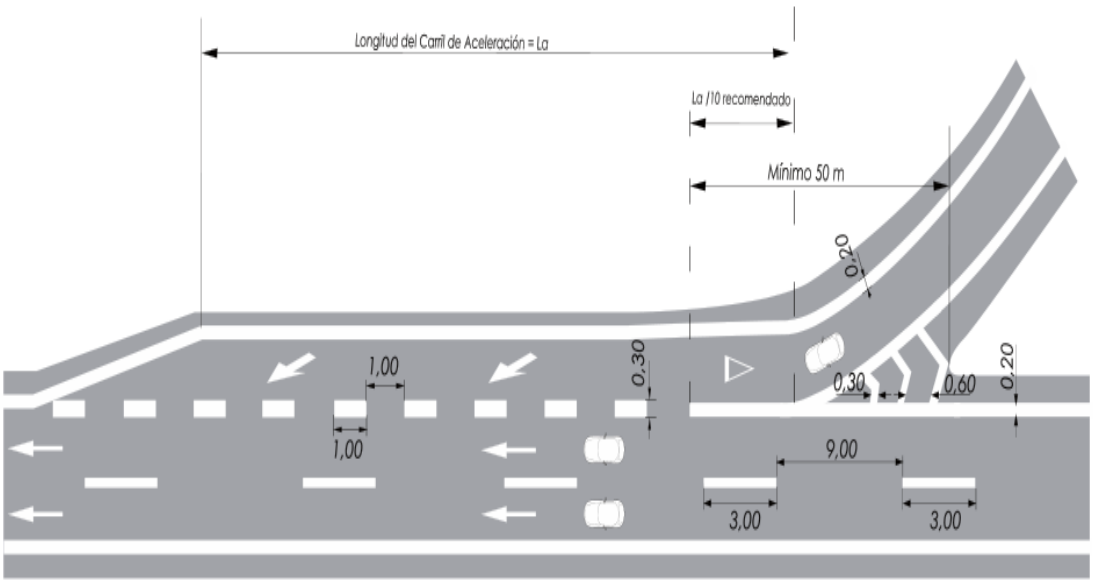


Figura 6.1.43 – Detalle de rama de entrada paralela

A su vez se utilizaran símbolos y leyendas que son aquellas marcas especiales que presentan una conformación física muy singular y generalmente se ubican en forma perpendicular a la carretera. Estas señales se ubican horizontalmente sobre el pavimento, por lo tanto el conductor percibe primero la parte inferior del símbolo. Esto produce un efecto visual, requiriendo que tanto las flechas como leyendas sean más alargadas, en el sentido longitudinal, que las señales verticales para que el conductor las perciba proporcionadas. Se utilizaran demarcaciones de color blanco y se emplazaran en el centro de los carriles donde se aplican. Las dimensiones de los símbolos y las

leyendas dependerán de la velocidad máxima permitida en la vía. A mayor velocidad mayor será el desarrollo longitudinal de dichas demarcaciones.

Se utilizarán flechas simples rectas, simples curvadas y flechas combinadas. Las dimensiones de estas se detallan a continuación.

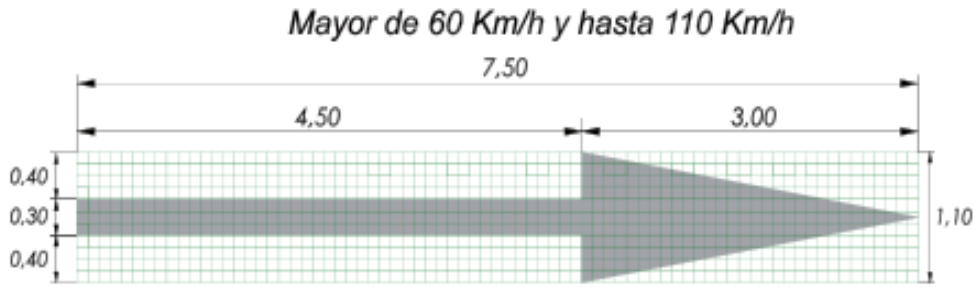


Figura 6.1.44 – Flecha simple recta

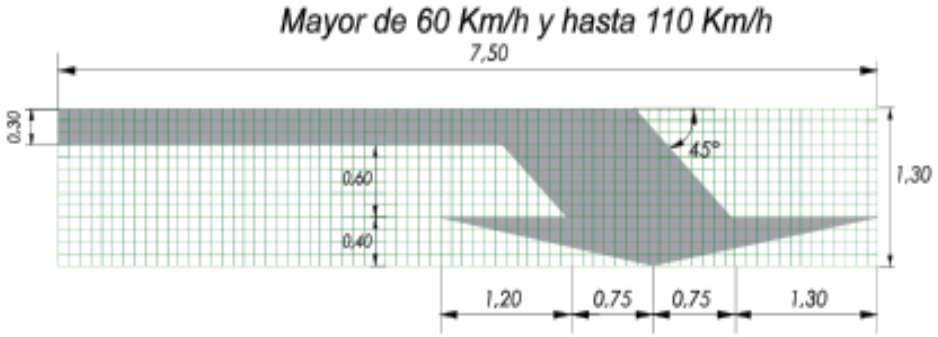


Figura 6.1.45 – Flecha simple curvada

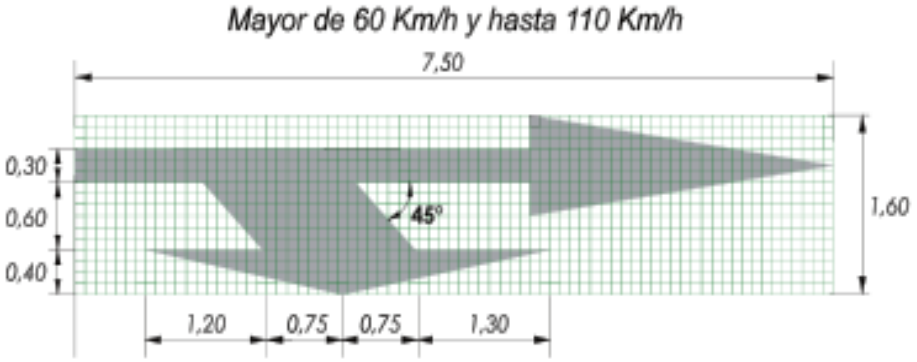


Figura 6.1.46 – Flecha combinada

También se utilizaran símbolos de "Ceda el Paso". Este símbolo indica al conductor que accede por la vía secundaria de un cruce controlado por dicha señal, que debe asegurar el paso prioritario del que circula la vía transversal aunque no necesariamente detenerse y podrá continuar cunado la vía esté expedita.

Las características de esta señal se pueden apreciar en la *Figura 6.1.47*.

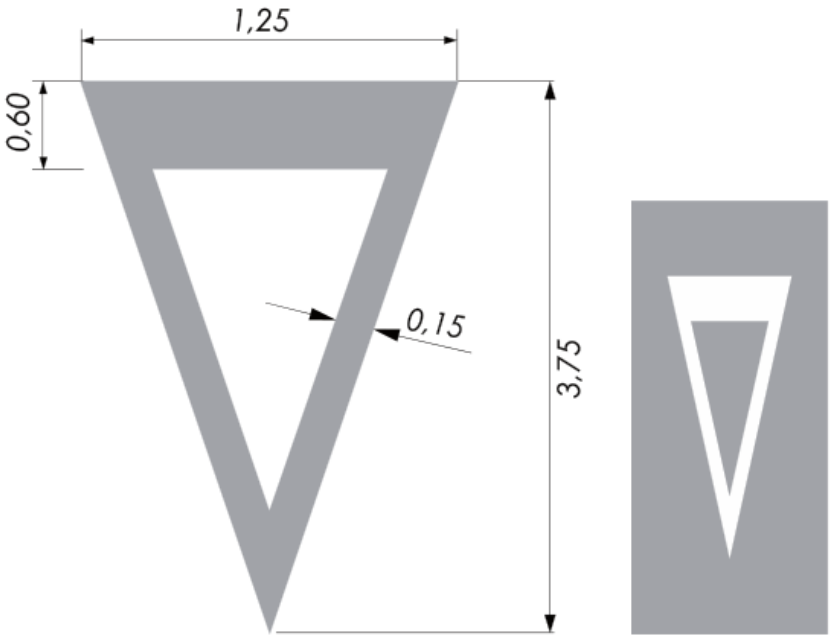


Figura 6.1.47 – Señal de Ceda el Paso

Por otra parte, utilizaremos los marcadores reflectivos elevados de pavimento, los cuales se adhieren a la superficie del camino y se elevan ligeramente para presentar una cara reflectiva al tránsito que se acerca a cierto punto. Con dicho sistema se logra disminuir la probabilidad de accidentes en un 15%.

En los bordes exteriores de la calzada se proporcionarán dispositivos de franjas sonoras propicios para alertar a los conductores que están prontos a salirse del carril asignado o calzada. Las franjas serán utilizadas tanto longitudinal como transversalmente. Para el caso de las transversales se ubicarán antes de acceder a la rotonda para alertar a los conductores de una situación peligrosa tal como una intersección.

Las franjas sonoras longitudinales de asfalto y hormigón son realizadas con un tambor giratorio dentado, donde sus muescas formadas tendrán una profundidad de 13 milímetros, un ancho de 18 centímetros y una longitud de 40 centímetros.

Estas demarcaciones de la vía son de gran importancia ya que aumentan los niveles de seguridad, y es por esto que es necesario que se tengan en cuenta en cualquier trabajo vial.

6.1.7.2 Iluminación

El sistema de iluminación tiene como principal objetivo a nivel seguridad, mejorar la calidad de visión para los conductores cuando la iluminación natural ya no sea suficiente. Sabiendo que la tasa de mortalidad nocturna es aproximadamente dos a tres veces mayor que la de día, dicho sistema toma un rol muy importante en cuanto a reducción de la cantidad de accidentes.

Como solución técnica tradicional se colocará las luminarias sobre postes procurando evitar el exceso de los mismos y asegurando que no se encuentren en lugares vulnerables, ya que un gran porcentaje de accidentes están relacionados con choques contra postes.

Se diseñará con postes de base deslizante de 10 metros de altura que se rompan a 0,50 m fuera de la base cuando se los impacta. Y a su vez se los colocará con densidad media de 16 postes por kilómetro, ubicados a 2,8 metros de la calzada en zonas donde no se encuentren intercepciones según especificaciones establecidas por el Manual de Dirección Nacional de Vialidad

Por otra parte, las ópticas utilizadas en los aparatos de iluminación serán con tecnología led constituyendo la mejor opción en términos de rendimiento, ahorro de energía y vida útil, lo que reduce la necesidad de mantenimiento.

Se considera la necesidad de diseñar la transición de iluminación para prevenir una 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 adoptados para el proyecto en base a las normas establecidas por la Dirección Nacional de Vialidad para intersecciones en caminos con iluminación son de 40 lux.

6.1.7.2.1 Iluminación de distribuidores

Los distribuidores presentan la necesidad de estar correctamente iluminados debido a los volúmenes de tránsito y accidentes durante la noche, y la complejidad geométrica. Por ende se utilizará la iluminación completa como sistema de diseño de distribuidores, la cual brinda mayor seguridad que la iluminación parcial.

El alcance visual del conductor está influido también en la uniformidad de iluminación en la superficie del camino y sus adyacencias. Por razones de seguridad, se adopta una relación mínima de uniformidad de 3:1.

6.1.7.2.2 Iluminación de rotonda

Generalmente las rotondas modernas deberán iluminarse como requerimiento de seguridad esencial según las normas y especificaciones. En este proyecto, los postes serán ubicados en los laterales para iluminar especialmente las zonas de conflicto, ya sea en las zonas de ceda el paso como al comienzo de las isletas.

6.1.8 Obras de drenaje

En las condiciones de drenaje de la actual carretera no se presenta ninguna alcantarilla transversal en el tramo debido al importante escurrimiento natural que se genera hacia el Arroyo de La Leche. Por lo mencionado, ya que no se presenta ningún registro de inundación a lo largo de los años, se justificará el proyecto con iguales características a la carretera ya existente.

Por otra parte, se procedió al dimensionado de alcantarillas en la zona de cada retorno y cruce, ubicándolas perpendicularmente a los mismos.

Su buscará que el escurrimiento superficial se genere mediante terreno natural ya que se presenta un importante desnivel a lo largo del tramo longitudinal. En caso contrario se dispondrá de canaletas de hormigón entre sacabo carreteras con el fin de aumentar la velocidad de desagüe y evitar el riego de erosión.

6.1.8.1 Cálculos de caudales

En cuanto al dimensionamiento de las obras de drenaje anteriormente mencionadas, se realizó un reconocimiento de las áreas de aporte de escurrimi superficial en base a datos altimétricos proporcionados por planos de curvas de nivel de la zona obtenidas en la Municipalidad de Colón.

Para ello es necesario conocer lo más detalladamente posible el comportamiento hidrológico de las cuencas y subcuencas de aporte atravesadas, dado que hay que conocer no sólo el área sino las direcciones del escurrimiento.

En el *Plano 6.1* se presentan las curvas de nivel, carretera, alcantarillas y el trazado de la cuencas realizados mediante el Software Civil 3D 2015.

Para el cálculo del caudal de diseño existen diversos métodos y modelos matemáticos de los cuales difieren en las hipótesis adoptadas acorde a distintas situaciones que se puedan presentar. Por ello en el presente informe se adopta el método racional generalizado, el cual si bien tiene ciertas limitaciones, posee grandes ventajas en su aplicación. El mismo relaciona diversos aspectos tales como rugosidad del cauce principal; variación del coeficiente de escorrentía con la intensidad de la precipitación, tiempo de concentración, permeabilidad de los suelos y cubierta vegetal; retención superficial y del cauce principal y tiene en cuenta la relación entre la lluvia puntual y la distribución real, dando como resultado el derrame superficial máximo.

En el procedimiento de cálculo han intervenido los siguientes datos relevados a partir del análisis de la información perteneciente a cada cuenca.

L: longitud del cauce principal en metros.
K: Rugosidad relativa.
H: Desnivel en metros.
Tc: Tiempo de concentración.
Rh: Precipitación horaria en mm/h.
Tr: Intervalo de recurrencia en años.
C: Características de la cuenca.
M: Área de la cuenca en hectáreas.
Q: Derrame máximo superficial de la cuenca expresado en m^3/seg.

El intervalo de recurrencia se estima en relación a los daños en términos materiales y humanos que se pueden provocar en caso de falla o ser superada su capacidad. En este caso se adoptó un Tr=20 años al igual que el período de diseño de la obra debido a su importancia.

Según la ubicación, en Colón Entre Ríos se tiene una precipitación horaria de 70 mm/h.

L, H y M se obtienen de las curvas de nivel mediante el Software Civil 3D 2015.

K se obtiene del cuadro nº 1 de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) depende de las características del cauce. En este caso se tomó k=3,5 correspondiente a un suelo con pasto o césped poco denso.

El tiempo de concentración (tc) se determina a partir del grafico nº 5 de la DNV, en donde partiendo del valor de L en abscisas se levanta una ordenada hasta interceptar K, desde allí se traza una horizontal hacia la derecha hasta encontrar el valor de H, levantando una vertical se intercepta sobre el eje central en abscisas el valor tc.

R20 depende de la zona geográfica, puede obtenerse de la figura nº 6 de la DNV.

Tr depende de la importancia de la obra y de los daños que podrían producirse con caudales mayores.

RT se determina utilizando el grafico nº 5, ingresando con el valor de tc, se baja una vertical hasta hallar el valor de R25 desde donde se traza una horizontal hasta Tr.

Desde allí se levanta una vertical hasta interceptar el valor de C, luego se traza otra horizontal hasta interceptar M, finalmente desde este último punto se levanta una ordenada hasta el eje superior de abscisas donde se lee Q.

En la *Tabla 6.1.13* se encuentran los valores hallados.

Cuenca	M (km²)	L (km)	H (m)	K	R25 (mm/h)	R20 (mm/h)	TR (años)	Tc (h)	C	Q (m³/s)
1	0.011	0.33	2	3.5	70	75.0	20	0.90	0.28	1.18
2	0.008	0.18	1	3.5	70	95.0	20	0.53	0.26	1.61
3	0.018	0.43	2	3.5	70	59.0	20	1.20	0.32	0.95
4	0.017	0.75	2	3.5	70	40.0	20	2.05	0.46	0.74
5	0.009	0.55	5	3.5	70	61.0	20	1.17	0.32	0.98
6	0.013	0.6	6	3.5	70	60.0	20	1.18	0.32	0.97

Tabla 6.1.13 – Valores obtenidos para las distintas cuencas

6.1.8.2 Dimensionamiento de cunetas

Para el dimensionado de cuneta central a la vía se ha adoptado un método iterativo. A partir de una sección planteada se ha calculado la velocidad adquirida por el fluido y luego se ha verificado el caudal aportado en una sección en estudio. A través de diversas aproximaciones sucesivas se ha logrado erogar un caudal igual al calculado en el punto anterior con una velocidad admisible de flujo que no produce erosión en las superficies de contacto con la cuneta. Para ello se ha adoptado una velocidad admisible de 1,50 m/seg., correspondiente a un suelo con las características del estudiado. La sección adoptada es la triangular y las formulas son las siguientes.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{i(\%)}{100}} \cdot \frac{(b.h + m.h^2)^{5/3}}{(b + 2h\sqrt{1+m^2})^{2/3}}$$

$$V = \frac{Q}{(b + 2h\sqrt{1+m^2})}$$

Dónde:

Q: Caudal máximo erogado por la cuneta en metros cúbicos por segundo.
V: Velocidad dela corriente en metros por segundo.
n: Coeficiente de rugosidad de Manning. Adoptado n=0,035.
i(%): Pendiente longitudinal adoptada para la cuneta en forma porcentual.
b: Ancho de fondo adoptado para la cuneta en metros.
h: Tirante líquido adoptado para la cuneta en metros.
m: Relación del talud lateral.

Se consideró una revancha de 30 centímetros y se fijó como premisa la realización de las tareas de campo mediante maquinas motoniveladoras.

A continuación se detalla en la *Tabla 6.1.14* los valores obtenidos en el dimensionamiento de cunetas:

Cuenca	Sección	n	i (%)	b (m)	h (m)	m	Q (m³/s)	V (m/s)
1	Triangular	0.035	0.6	0	0.60	4	1.40	0.28
2	Triangular	0.035	0.55	0	0.80	4	2.89	0.44
3	Triangular	0.035	0.5	0	0.55	4	1.01	0.22
4	Triangular	0.035	0.3	0	0.65	3	0.91	0.22
5	Triangular	0.035	0.9	0	0.55	3	1.00	0.29
6	Triangular	0.035	1	0	0.70	3	2.01	0.45

Tabla 6.1.14 – Dimensionado de cunetas

6.1.8.3 Dimensionamiento de alcantarillas

Una alcantarilla es un conducto cerrado que continúa o sustituye una zanja en donde la corriente encuentra una barrera artificial, en nuestro caso el terraplén con el camino.

La función de la alcantarilla es permitir el paso de la corriente de agua a través del camino.

Este pasaje debe producirse sin ocasionar un remanso excesivo o una velocidad excesiva.

La limitación de la velocidad queda fijada por la erosión de fondo y depende entonces de la naturaleza del suelo que constituye el cauce, salvo que la alcantarilla lleve platea, en cuyo caso puede aceptarse una velocidad de hasta 4 m/seg.

Se analizaron las características del escurrimiento de las cuencas es decir, forma, pendiente, uso presente y futuro del terreno, área; además se estudiaron los cursos de agua que por ellas corren, y se determinó la necesidad de colocar 4 alcantarillas. Se adoptó para la construcción de las mismas caños circular de hormigón armado, cuyo diámetro se determinó de forma empírica.

Las alcantarillas escurren de dos formas, con control de entrada y con control de salida. Para cada tipo de control se tienen en cuenta diferentes factores para determinar la capacidad hidráulica de la alcantarilla.

Con control de entrada es de importancia la sección transversal del conducto, la geometría de la embocadura y la profundidad del agua a la entrada. Con control a la salida se debe tener en cuenta además, el nivel del agua en el cauce a la salida y la pendiente, rugosidad y largo del conducto.

En este proyecto se determinó la profundidad del agua en la embocadura, de acuerdo a diferentes gráficos, para cada tipo de control y luego se adoptó el valor más alto de dicha profundidad, determinando así de qué tipo de control se trata.

Primero se realiza una aproximación de las dimensiones de la sección transversal del conducto mediante:

$$A = \frac{Q}{3}$$

Siendo Q el caudal que aportan las cuencas a desaguar.

Para control de entrada, se utiliza los nomogramas correspondientes al tipo de conducto a utilizar, en nuestro caso se utilizó el Gráfico Número 2 correspondiente a caños circulares de hormigón armado. Con el diámetro (D) y el caudal (Q) obtenemos la relación He/D, multiplicando el mismo por el diámetro obtenemos He.

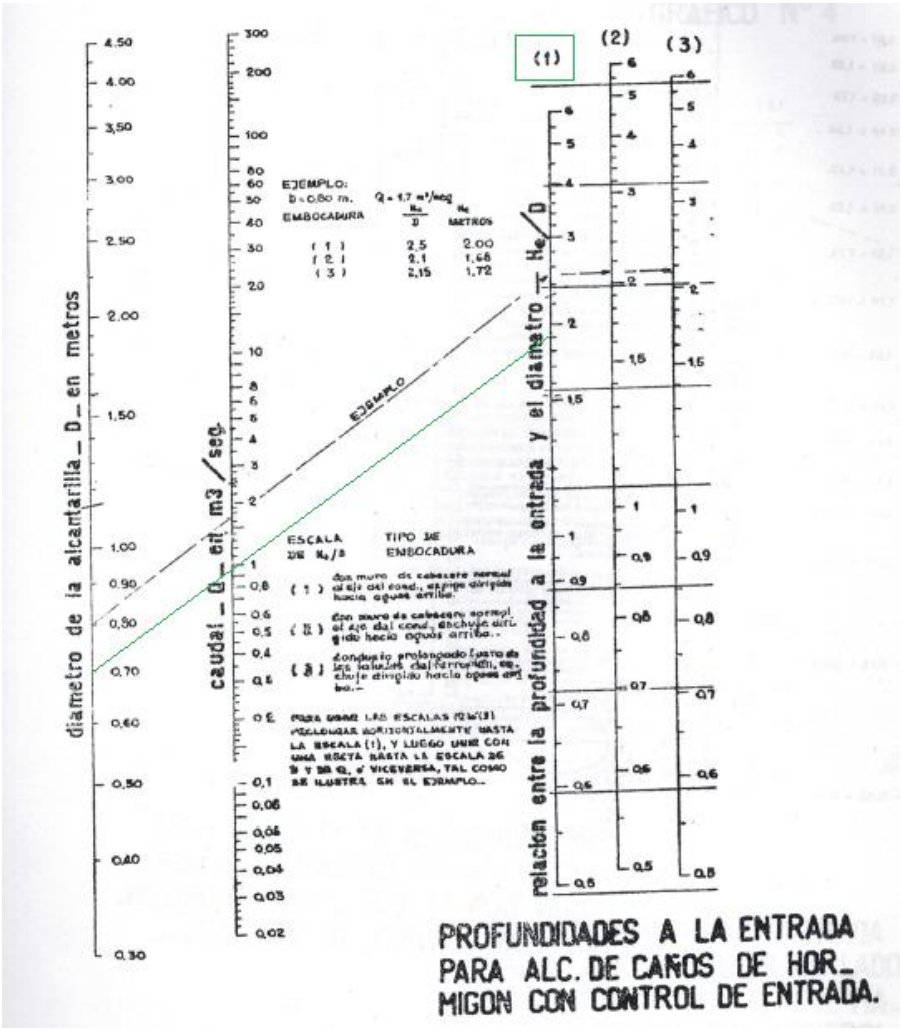


Figura 6.1.48 – Nomograma para caños de hormigón con control de entrada

Para nuestro caso se supuso una alcantarilla del primer tipo como se ve en la *Figura 6.1.49*.

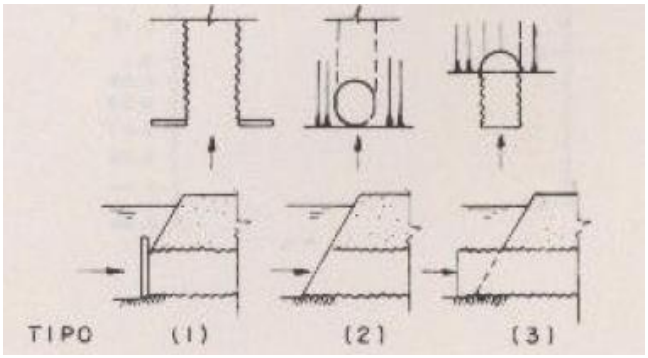


Figura 6.1.49 – Tipos de alcantarillas

De manera similar, para el control de salida, con el coeficiente de rugosidad n, la longitud de la alcantarilla (L), el coeficiente de pérdida de carga (ke), el diámetro (D) y el caudal (Q), obtenemos la altura de carga H; y el valor de He es:

$$He = H + H_1 - Li$$

y

$$H_1 = (h_c + D)/2$$

Para el cálculo con control de salida utilizamos el gráfico número 9.

Debemos verificar que este tirante a la entrada de la alcantarilla no supere la zona considerada inundable e ingrese a la vía.

Como se mencionó, el otro factor a tener en cuenta es la velocidad del agua en la alcantarilla, para que no se produzca erosión o sedimentación.

Para calcular la misma, con control de entrada se realiza por Manning $v = \frac{1}{n}.R^{2/3}.i^{1/2}$, y para control de entrada por continuidad, $V = \frac{Q}{A}$

Por otro lado en la *Figura 6.1.50,* nomograma para el control de salida, ingresando con el caudal y el diámetro del caño se consiguió el valor de profundidad crítica hc.

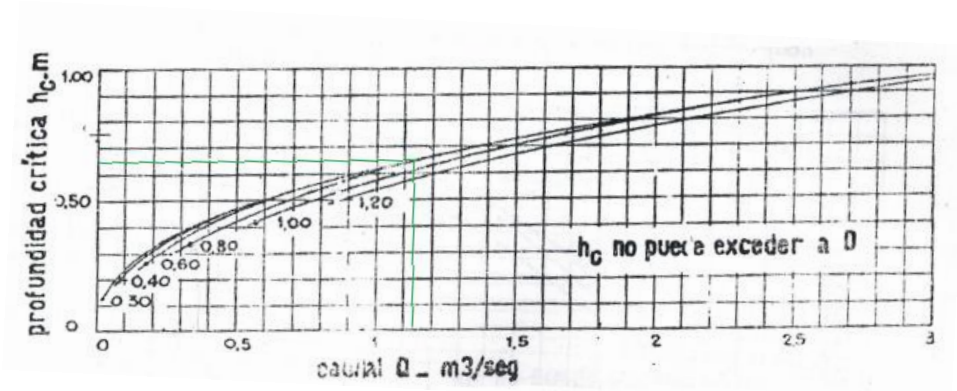


Figura 6.1.50 – Nomograma para profundidad crítica

Control de entrada								
Alcantarilla	Caudal	Area (m²)	Diámetro	Diámetro adoptado	He/D	He	Radio Hidra.	v (m/s²)
1	1.40	0.47	0.77	0.80	1.95	1.56	0.19	1.97
2	2.89	0.96	1.11	1.20	1.48	1.78	0.28	2.50
3	1.01	0.34	0.66	0.70	1.90	1.33	0.16	1.76
4	1.00	0.33	0.65	0.70	1.91	1.34	0.16	1.76

Tabla 6.1.15 – Alcantarillas por control de entrada

Control de salida												
Alcantarilla	Caudal	Area (m^2)	Diámetro	Diámetro adoptado	Ke	H	hc	(hc+D)/2	H1	L (m)	i	He
1	1.40	0.47	0.77	0.80	0.20	0.70	0.71	0.76	0.76	25.55	0.01	1.20
2	2.89	0.96	1.11	1.20	0.20	0.48	0.92	1.06	1.06	26.95	0.01	1.27
3	1.01	0.34	0.66	0.70	0.20	0.73	0.63	0.67	0.67	31.75	0.01	1.08
4	1.00	0.33	0.65	0.70	0.20	0.98	0.63	0.67	0.67	48.13	0.01	1.16

Tabla 6.1.16 – Alcantarillas por control de salida

Como se puede observar en las tres alcantarillas el valor de He es mayor cuando se calcula por control de entrada, por lo tanto se deben dimensionar por dicho método.

En los *Planos 6.2 y 6.3* se detallan con mayor detalles tanto alcantarillas como canaletas.

6.1.9. Presupuesto

Con el fin de englobar todo el anteproyecto vial se realizó el cálculo del presupuesto a partir del cómputo métrico. Este método consta en separar el anteproyecto en los distintos ítems de la obra para así poder obtener un costo neto para cada uno. Para esto fue necesario el uso de las siguientes publicaciones técnicas:

- Revista Vivienda (Actualizada en Julio de 2016).
- Revista Arq. Clarín (Publicada el 31 de Agosto de 2016).
- C.A.P.ER (Colegio de Arquitectos de la Provincia de Entre Ríos).
- Dirección Nacional de Vialidad (Licitaciones Públicas).

Particularmente para el cálculo de la iluminación, los precios fueron confeccionados por la empresa LER Iluminación y en el caso de la expropiación de terrenos se adoptó el criterio de la Dirección Nacional de Vialidad donde se obtuvieron los precios por hectáreas de los lotes mediante Inmobiliaria Deymonnaz.

Vale destacar que una vez obtenido el presupuesto total para cada ítem, se lo deberá afectar por los gastos generales, beneficios de la obra, impuestos provinciales y por último por un porcentaje del impuesto al valor agregado.

Costos del Anteproyecto Vial					
N°	Item	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo ($)
I	Trabajos Preliminares				
I.I	Obrador	gl.	291059.20	1	291059.20
I.II	Cartel y vallado de obra	m²	1247.27	12	14967.24
II	Expropiación				
II.I	Terreno expropiado	ha	3250000	0.546	1774500.00
III	Movimiento de suelos				
III.I	Limpieza de terreno	m²	1.12	50490	56548.80
III.II	Terrapén con compactación	m³	224.59	228113	51231898.67
IV	Paquete estructural				
IV.I	Base	m³	244.59	16038	3922734.42
IV.II	Sub-base	m³	244.59	16038	3922734.42
IV.III	Pavimentación de Hormigón	m³	1800.00	10692	19245600.00
IV.IV	Asfaltado	Tn.	1381.67	4342.4	5999763.81
IV.V	Cordón	ml.	218.17	974	212497.58
V	Señalización				
V.I	Señalización vertical	m²	450.00	52	23400.00
V.II	Señalización horizontal	m²	38.92	3102	120729.84
VI	Iluminación				
VI.I	Poste de luz	gl.	11325.00	39	441675.00
VI.II	Artefacto de luminaria Led	gl.	10000.00	39	390000
VII	Elementos de seguridad				
VII.I	Guardrail	ml.	855.75	2790	2387542.50
VIII	Obras de Arte				
VIII.I	Puente viga	ml.	321673.00	54	17370342.00
VIII.II	Alcantarillas	ml.	2223.00	133	295659.00
					$107,701,652.48

EXTRAS	
Gastos generales (15%)	$16,155,247.87
Beneficios (12%)	$12,924,198.30
Impuestos Provinciales (2,5%)	$2,692,541.31

Sub-Total	$139,473,639.96
I.V.A (21%)	$29,289,464.39

PRECIO TOTAL =	**$168,763,104.35**

Valor del dólar 15 de Septiembre de 2016	1 U$S - $15,15

PRECIO TOTAL (En dólares) =	**$11,139,478.84**

Tabla 6.1.17 – Presupuesto del anteproyecto

6.2. ANTEPROYECTO Nº2: Refuncionalización del predio ocupado por Gendarmería

Este anteproyecto buscara darle un mejor funcionamiento a la zona donde se encuentra actualmente gendarmería.

A su vez se buscará darle una solución a la problemática encontrada con relación al congestionamiento de vehículos que se generan en determinados periodos del año, especialmente en época de turismo. Esto se debe a que se produce una gran afluencia de vehículos que pretenden cruzar a la República Oriental del Uruguay (R.O.U.) y por motivos obvios no se permite realizar la espera sobre el puente Gral. José Gervasio Artigas, entonces las filas de espera se sitúan sobre la RN Nº 135, desde el puesto de gendarmería hacia la ciudad de Colón, entorpeciendo notoriamente el tránsito y generando un importante nivel de riesgo para los usuarios de la ruta.

6.2.1 Ubicación

El edificio de gendarmería está ubicado en el kilómetro 14,2 de la Ruta Nacional Nº135. Se encuentra a 2 kilómetros del inicio del puente Gral. J.G. Artigas y a 300 metros de la estación de servicio YPF. En la siguiente figura se puede apreciar lo mencionado anteriormente.

Figura 6.2.1 – Ubicación de la zona en estudio

En la siguiente imagen se puede apreciar el edificio y la zona desde una distancia más cercana. También se muestra la ubicación de la balanza para vehículos pesados que existe pero que no está en funcionamiento.

Figura 6.2.2 – Imagen satelital del área

La zona de estudio posee un área aproximada de 1001 metros cuadrados y el área edificada es de 1000 metros cuadrados, considerando en esto último todo el espacio que se encuentra bajo techo.

6.2.2 Estado actual

El edificio en estudio, en un principio, fue utilizado como aduana argentina en el cual se alojaban las distintas oficinas necesarias para su funcionamiento. A su vez también era ocupado por personal de gendarmería.

Al día de hoy todo lo que respecta a trámites de migración tanto para las autoridades uruguayas como argentinas se realiza del lado uruguayo (Paysandú), es decir en una única cabecera. Ahí funciona el A.C.I. (Área de Control Integrado).

Actualmente el edificio, que según se pudo averiguar pertenece a Dirección Nacional de Vialidad, se encuentra ocupado solamente por gendarmería, la cual cumple una función específica con respecto al paso vehicular. Si existe una serie de despertadores, en ambas manos, cuya función es la de disminuir al máximo la velocidad de los vehículos.

Existe también, sobre la mano que va hacia Colón, frente a dicho edificio, una balanza para el control de vehículos pesados. Desde hace varios años se encuentra inutilizada y en deterioro.

En las ocasiones en las que se genera congestionamiento vehicular, debido a la espera para realizar los trámites de aduana, la zona que se ve más afectada es la entrada a la estación de servicio, ya que al tener que esperar sobre la calzada de la ruta suelen cortar dicho ingreso. Toda esta situación genera cierto riesgo para los conductores, tanto los que están esperando como los que siguen transitando normalmente, debido a que se comienzan a realizar imprudencias por partes de estos luego de largas horas de espera.

Otro de los puntos importantes son los vehículos pesados. Estos deben realizar trámites más rigurosos, como por ejemplo trámites de importación o exportación debido a las distintas mercaderías que transportan. Por este motivo es que en ocasiones deben permanecer incluso varios días en espera. En la actualidad utilizan una zona

perteneciente a la estación de servicio para aparcar mientras terminan de concretar los trámites.

El tránsito vehicular, sobre zona de gendarmería, actualmente tiene el recorrido que se muestra en la siguiente figura.

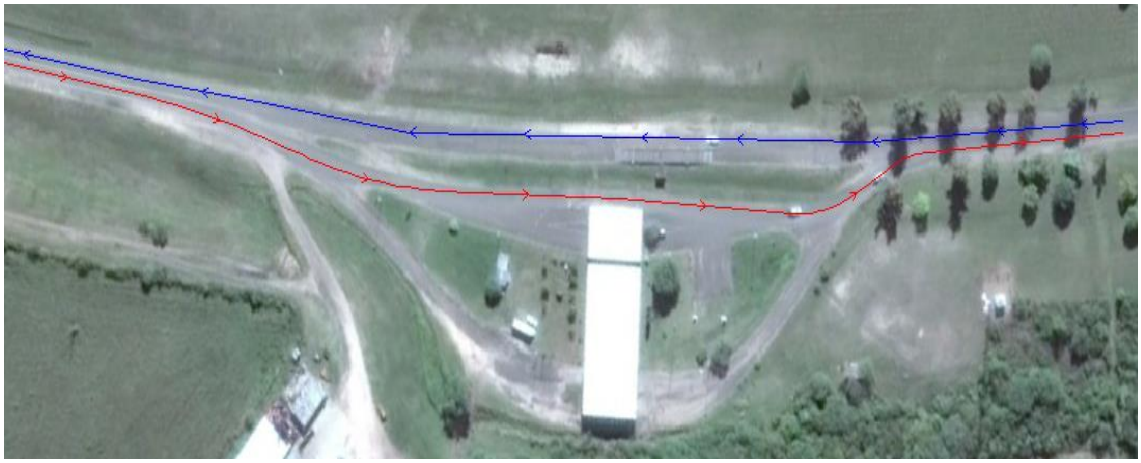


Figura 6.2.3 – Esquema de circulación actual

La parte construida está compuesta por esta estructura metálica, un tinglado con diferentes niveles. La cubierta por donde se permite el tránsito vehicular se encuentra a una mayor altura que la parte edificada donde se encuentra la parte de oficinas. En la siguiente figura se muestran las áreas que comprenden cada sección del recinto.

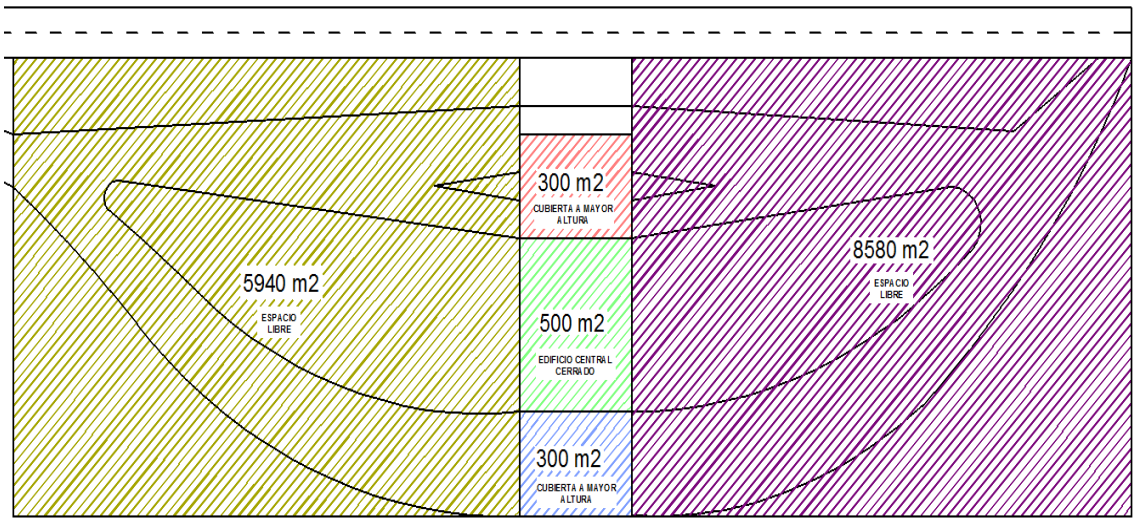


Figura 6.2.4 – Distribución de áreas

El edificio se encuentra revestido exteriormente de ladrillo a la vista en la parte frontal del edificio y con chapa en los laterales. La cubierta también es metálica con una disposición a dos aguas.

En cuanto al interior del edificio no se pudo averiguar mayores detalles ya que se nos negó tanto el ingreso como la información de la disposición de los locales. Esto

es debido a que al ser un cuerpo de fuerza de seguridad poseen datos y cierta confidencialidad que no están dispuestos a compartir.

6.2.3 Funcionamiento del proyecto

Una vez que se tienen analizadas las problemáticas se procede en esta sección a buscarle una solución. Este proyecto entonces comprende una reorganización del recinto donde está ubicada gendarmería.

El proyecto concretamente consiste en la construcción de un playón de estacionamiento, cuya función principal es la de contener de manera ordenada y organizada los vehículos ligeros en los días que se encuentre gestionado el tránsito.

A su vez se plantea otro estacionamiento, apartado de la ruta, para que los vehículos pesados puedan permanecer mientras esperan sin entorpecer el tráfico ni el funcionamiento de la estación de servicio.

En el edificio que ya se encuentra construido se dispondrán en total cuatro oficinas que podrán ser utilizadas por el personal de gendarmería o por si en alguna situación lo amerite como aduana, al menos de tránsito pesado. Se realizarán baños para el personal que trabaje en el lugar con duchas tanto para damas como caballeros y baños de carácter público. También será tenido en cuenta, dentro de los servicios, un espacio único para discapacitados. Por último no se realizara un cerramiento vertical en la parte trasera del edificio dejando este espacio como un área de descanso y recreación. La configuración de estos espacios se verá más detalladamente en los esquemas y planos.

Se mejorará el exterior del edificio ya que se encuentra en deterioro y estéticamente no tiene un buen aspecto

La cabina existente en la que comúnmente hay personal de gendarmería se dividirá dejando un espacio para estos y el restante se construirá una oficina destinada eventualmente a información para los viajantes.

La balanza que existe pero que está fuera de funcionamiento se removerá y se utilizará ese espacio para la playa de estacionamiento de los vehículos livianos.

Esta última se colocará entre ambas manos de la ruta. Para la elección de la ubicación se manejaron distintas opciones buscando el funcionamiento más óptimo. Como ejemplo, se desechó la idea de colocarla del lado Este del edificio debido a la existencia próxima de la antena trasmisora. Se concluyó que la mejor opción sería colocarla frente al edificio y de esta manera no modificar considerablemente el tráfico siendo así también más sencillo el control para los operarios. Concretamente se planteó que la vía por la que se transita los días normales se encontrara próxima a la cabina donde se encuentra el personal que controla el paso, quedando de esta manera la playa de estacionamiento entre la mano que va hacia el puente Gral. J. G. Artigas y la mano que se dirige hacia Colón. En caso contrario si la playa se encuentra entre el edificio y la ruta se entorpecería el control los días que se tiene que desviar el tránsito.

La playa dimensionada tendrá espacio para albergar aproximadamente 120 vehículos, los cuales se dividirán en tres filas. En el extremo final se colocará una pequeña cabina con una barrera para que el funcionario a cargo controle el pasaje de los

vehículos.Tanto en el ingreso al estacionamiento como en el carril por el que pasan los vehículos los días que no hay congestionamiento se colocarán barreras automáticas para distribuir el tránsito. La barrera elegida para este caso es la que se muestra en la siguiente figura comercializada por la empresa Cronos en Argentina.

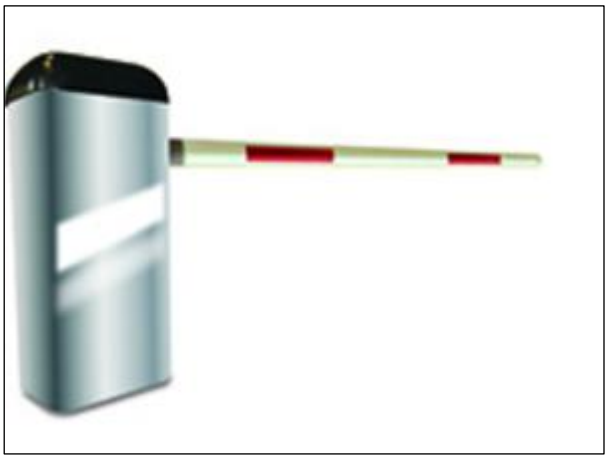


Figura 6.2.5 - Barrera automática para controlar el tránsito

Este tipo de barreras están diseñadas para operar en sistemas de peaje y estacionamientos, es decir que son aptas para intemperie. Están compuestas por un gabinete de acero inoxidable y poseen un brazo en espuma de polietileno de hasta 4 metros de largo. Tienen un tiempo de subida de 1,5 segundos.

A su vez se dispondrá un espacio de estacionamiento del lado más cercano a gendarmería, con lugar para al menos 15 autos, para aquellos que deseen utilizar los servicios o realizar alguna consulta.

Se diseña también un retorno luego de la playa de estacionamiento para aquellos vehículos que decidieran tomar la mano que se dirige hacia Colón, por cualquier motivo como puede ser el desconocimiento de papeles necesarios para realizar los trámites de aduana del otro lado del puente.

En cuanto al estacionamiento para vehículos pesados, se decidió colocarlo en el espacio libre que se encuentra a un costado del edificio del lado Oeste, de manera de estar cerca de los servicios. Este contará con una capacidad para albergar al menos 15 camiones, cubriendo con esto ampliamente la demanda.

Con la realización de todo lo nombrado anteriormente, sumando lo propuesto en el *Capítulo 6.1* sobre la realización de la autovía en el tramo comprendido desde el ingreso a la ciudad de Colón hasta la estación de servicio próxima a la gendarmería, con la colocación de rotondas en ambos extremos y distintos ingresos a los lugares de importancia, se lograra una mayor comodidad y un gran aumento en la seguridad para los usuarios de esta zona. A su vez se mejorará, y le dará una impronta mayor, a uno de los pasos fronterizos que tiene el País con la República Oriental del Uruguay.

6.2.4 Descripción general de la obra

Uno de los principales lineamientos de este proyecto es mantener la estructura principal del edificio tal cual esta, y aprovechar esta para la colocación de las oficinas, baños y demás.

6.2.4.1 Cimentaciones

Por razones obvias, en lo que respecta a las fundaciones del edifico se respetarán las que ya existen.

6.2.4.2 Estructura resistente

La estructura resistente está compuesta por columnas y vigas metálicas que soportan y trasmiten las cargas de toda la estructura a las cimentaciones. Estos elementos estructurales son los que ya posee el edificio, y que por motivos económicos se conservarán, destacando el aspecto económico.

6.2.4.3 Cerramientos

Los distintos cerramientos se realizarán con el sistema constructivo Steel Frame el cual tiene una rápida y sencilla construcción y permite una mayor flexibilidad a posibles cambios en la distribución de los lugares a futuro. Consiste en una serie de perfiles de acero galvanizado de alta resistencia, unidas entre sí por tornillos autoperforantes.

Se optó por la utilización de este método por la rápida ejecución, ya que los plazos de obra se reducen drásticamente con respecto a la construcción tradicional, y porque significa un costo menor.

El cielorraso estará compuesto por una estructura de perfiles F47 suspendidos, colocados en dos sentidos y fijados al techo mediante anclajes directos, cuelgues o suspendidos regulables; relacionados a las paredes a través de perfiles U y banda acústica. Sobre esta estructura se atornillarán una placa de yeso de 12,5 mm.

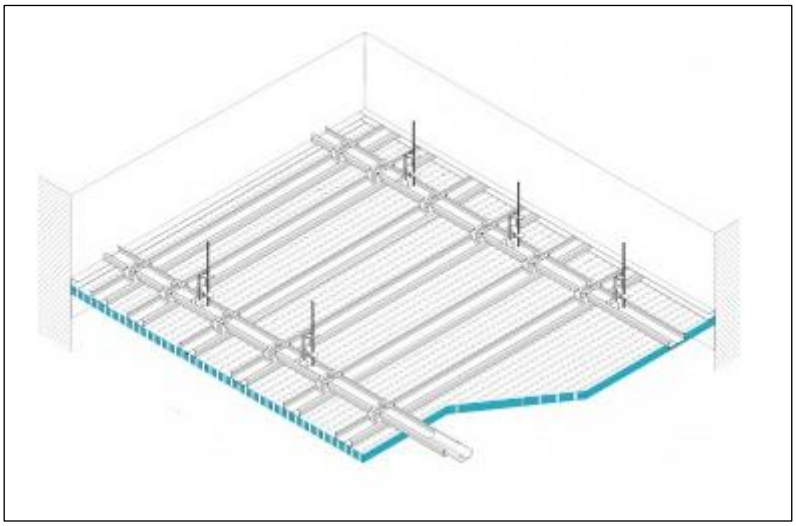


Figura 6.2.6 - Esquema de cielorraso de yeso

En cuanto a las oficinas que se encuentran en la fachada Norte tendrán un cerramiento vidriado. Este se dividirá en dos partes; desde el nivel del piso hasta 1 metros de altura será de un vidrio opaco para dar mayor privacidad, y luego será utilizado un vidrio de características comunes.

6.2.4.4 Revestimiento y terminaciones

Las paredes interiores de los espacios comunes serán pintadas, al igual que los cielorrasos, al látex acrílico previamente aplicándole una mano de fijador. Los cerramientos exteriores se revestirán con paneles Alucobond del tipo A2. Estos están compuestos por dos chapas de cubierta de aluminio y un núcleo mineral. Posee escasos requisitos de construcción base y medios de fijación, además de una sencilla manipulación en obra.

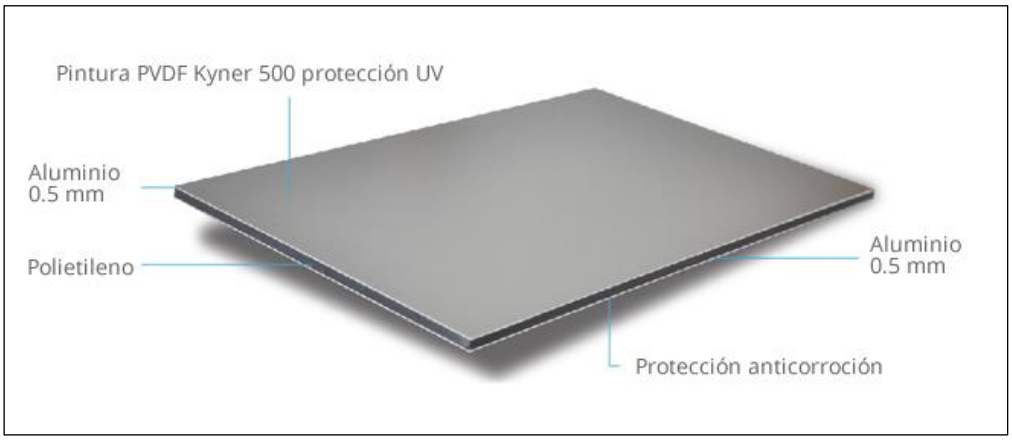


Figura 6.2.7 - Paneles de aluminio Alucobond

Los locales húmedos serán revestidos con cerámico esmaltado tanto en las paredes como en los pisos.

Los pisos de oficinas y pasillo serán de porcelanato con terminación de zócalos de madera 10x25 centímetros pintados con esmalte color mate.

6.2.4.5 Mobiliario y artefactos

Los baños privados estarán equipados con inodoros tipo mochila, mingitorios y lavatorios cerámicos de la marca Ferrum. En cuanto a la cocina, la misma será bacha doble de acero inoxidable. Para los baños de carácter público se utilizarán mingitorios tipo mural corto antivandálico e inodoros con descarga a la pared, también de la marca Ferrum.

Figura 6.2.8 - Artefactos para baño público

6.2.4.6 Cubierta

La cubierta será la que posee en la actualidad. Consiste en una disposición a dos aguas de chapa de zinc. Se la ocultará con la colocación de una cenefa de chapa de aluminio, obteniendo así una mejora del punto estético.

6.2.4.7 Aberturas

Las aberturas que se usarán serán de aluminio. Se optó por este tipo gracias a la buena hermeticidad que posee, a la gran variedad de diseños que presentan y que no requieren mantenimiento entre otras cualidades.

Para el interior se utilizaran puertas placas. Para el ingreso a los servicios públicos se utilizaran puertas metálicas y para el ingreso a las oficinas desde el exterior se usarán puertas de vidrio de doble y único paño.

Las ventanas en su totalidad son de vidrio corredoras con marcos de aluminio.

6.2.4.8 Instalaciones

Al mismo tiempo que se construye las paredes con Steel Frame se van colocando las distintas instalaciones (agua, desagües, electricidad, etc.), pasando por aberturas existentes en el alma de los perfiles, para luego colocar las placas de yeso. Antes de proceder a dar los revestimientos interiores se picaran los muros para las instalaciones de agua, desagües, electricidad, etc.

Las cañerías de distribución de agua fría y caliente serán de PVC y las uniones se harán por termo fusión con los diámetros que correspondan. Los desagües y ventilaciones serán de tubos de P.V.C.

La instalación eléctrica se realizarán cumpliendo las Normas IRAM y IEC, y con materiales habilitados. Los distintos elementos que se utilizarán son:

- Jabalina.
- Cables ignífugos antillama de distinta secciones.

- Caños de PVC ignifugo curvable en frio con distintos diámetros.
- Caja de inspección jabalina.
- Caja reglamentaria monofásica.
- Caño de acero galvanizado, doble aislación.
- Caja de registro octogonal grande.
- Interruptores termo magnéticos y diferencial.

6.2.5. Presupuesto

A nivel de Anteproyecto se calculó el presupuesto mediante la metodología de comparación o analogía. Dicho método se basa en aplicar el costo por unidad de superficie total o cubierta de un modelo ya conocido a la obra que se deberá presupuestar. A medida que se tenga mayor experiencia en obras similares o modelos que se asemejen al edificio analizado, ya sea materiales como funcionalidad; se logrará un mayor porcentaje de exactitud a la hora de realizar el presupuesto.

En esta oportunidad se utilizó la Revista Vivienda actualizada en Julio de 2016 y Revista Clarín Arquitectura del 31 de Agosto de 2016, dependiendo de cada ítem.

A continuación en la *Tabla 6.2.1* se detalla con mayor precisión el valor por metro cuadrado del edificio, adicionándole los gastos generales (15%), beneficios (12%), impuestos provinciales (2,5%) y el impuesto al valor agregado (21%) que corresponden al factor k.

Sector	Unidad	Costo ($)	Cantidad	Modelo	Precio ($)
Playa de estacionamiento	Tn.	1381.67	1085.09	Revista Vivienda - C5 303	1499236.30
Oficinas y baños	m²	18050	238.74	Revista Arq. Clarín - M8 Edificios de Oficinas	4309257.00
Cocina y dormitorios	m²	19305	62.70	Revista Arq. Clarín - M3 Edificios de Viviendas	1210423.50
Depósito	m²	9779	179.13	Revista Arq. Clarín - M9 Edificios de Galpón	1751712.27
				Sub-Total =	$8,770,629.07

Gastos Generales (15%)	$1,315,594.36
Beneficios (12%)	$1,052,475.49
Imp. Provinciales (2,5%)	$219,265.73
I.V.A (21%)	$2,385,172.58

PRECIO TOTAL =	$13,743,137.22
Valor del dólar 15 de Septiembre de 2016	1 U$S - $15,15
PRECIO TOTAL (En dólares) =	$907,137.77

Tabla 6.2.1 – Presupuesto del anteproyecto

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 7

- Proyecto Ejecutivo -

7. PROYECTO EJECUTIVO: PUENTE TIPO VIGA PARA LA NUEVA AUTOVÍA

Conjuntamente con la catedra se decidió continuar a la etapa de Proyecto Ejecutivo el puente planteado en el Anteproyecto Nº1, debido a que se trata de una estructura que posee un complejo procedimiento de cálculo. El puente que se plantea en este Anteproyecto se encuentra ubicado en el kilómetro 9 de la ruta nacional Nº 135, y es la solución para salvar el Arroyo de la Leche en la construcción de la autovía que va desde el ingreso de la ciudad de Colón hasta la estación de servicio ubicada en el kilómetro Nº11 de la ruta nacional Nº 135.

Por lo tanto la realización de este puente es parte de la solución planteada antes planteada con respecto a la seguridad vial de esa zona.

A nivel Proyecto Ejecutivo se dimensionan y verifican las distintas estructuras que forman parte del puente.

En primer lugar se realizará una descripción de la obra, luego se efectuará memoria de cálculos, planos, pliegos de especificaciones técnicas particulares, luego se realizará un estudio de impacto ambiental (EIA) que abarcará todo lo referente al Anteproyecto Nº1; y por último se concluirá con el presupuesto del proyecto detallando cada ítem en lo que refiere a materiales y mano de obra.

7.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La estructura que se adoptó para este proyecto se denomina puente tipo viga. Es la clase de puente más comúnmente utilizada para proyectos viales de este tipo. También, dentro de las consideraciones que se tuvieron para decidir cuál estructura utilizar, se tuvo en cuenta el puente ya existente sobre la ruta y que también formará parte del proyecto.

La obra en sí consiste en un puente de eje recto, compuesto por tres tramos de 18 metros cada uno, dando un total de 54 metros de longitud. Esta decisión se tomó con el fin de no interponerse con el cauce del arroyo a la hora de construir las fundaciones. Transversalmente, el puente se compone por dos veredas de 1,50 metros cada una y una calzada (dos carriles), con las banquinas que provienen de la carretera diseñada pero donde no estará permitido detenerse, de 10,20 metros.

Nombrando los elementos estructurales, que componen al puente, en la secuencia con la que se trasmiten los esfuerzos, en primer lugar aparece el tablero, el cual está compuesto por una losa de hormigón armado de 25 centímetros de espesor y una calidad del hormigón de H-25. Este elemento apoyará sobre 5 vigas longitudinales de hormigón pretensado (H-45) tipo T cuyas dimensiones se muestran en los esquemas más adelante. Dichas vigas transmitirán los esfuerzos hacia apoyos de neopreno los cuales se encuentran sobre cabezales. Estos últimos están encargados de transmitirle los esfuerzos a los pilotes de hormigón armado de 1 metro de diámetro, que serán el tipo de

fundación elegido para el proyecto. Se diseñará también cabezales, para el conjunto de pilotes, al nivel del terreno para darle una mayor rigidez a la estructura. Tanto los cabezales como los pilotes serán construidos con un hormigón de calidad H-25.

En cuanto a los extremos del puente la estructura descargará sobre lo que se denomina falso estribo. Este tipo de estribos están compuestos por dos pantallas laterales y una pantalla frontal para contener el terreno, luego posee un cabezal y finalmente se transmiten los esfuerzos al suelo también a través de pilotes.

Se comenzará efectuando el análisis de las vigas pretensadas, buscando en un principio cuál de estas será la que se encuentre con mayores solicitaciones. Obtenido esto se procederá a calcular la cantidad de armadura pasiva y activa que será necesaria mediante el Sistema Freyssinet para vigas pretensadas. Dicho sistema se basa en cordones que contienen 12 alambres de 7 milímetros cada uno. A cada vez cordón está rodeado por un zunchado en los anclajes con el fin de evitar una explosión en el hormigón. Éstos dos tipos de anclajes se denominan anclaje pasivo y anclaje activo. Los pasivos son anclajes capaces de retener la fuerza que ejerce el gato en el extremo del tendón opuesto al extremo donde se aplica el gato y son susceptibles de quedar embebidos en el hormigón. Mientras que los anclajes activos permiten el tesado del cordón mediante un gato hidráulico. Los gatos disponen de un sistema de cuñas que permita la transferencia de carga del gato al anclaje con una pérdida de penetración mínima. Esto se da una vez que el tendón se ha tesado para así colocar las cuñas, clavándolas ligeramente; cuando el gato de tesado suelta el tendón, éste intenta retroceder, clavando más estas cuñas que a su vez impiden el movimiento del tendón.

Por otra parte para garantizar un llenado perfecto de los conductos y una protección duradera del acero de pretensado, se debe adicionar una lechada de cemento mediante la técnica de inyección, que puede variar en función del trazado de los cables, de las temperaturas ambientales, de la posición de las vainas y los puntos de inyección.

Luego se realizan los cálculos correspondientes para hallar las distintas armaduras, dimensiones y disposiciones para la losa, apoyos de neopreno, cabezales centrales, pilotes y pantalla frontal del estribo.

Para la realización de todos estos análisis se siguieron los lineamientos del manual “BASES PARA EL CÁLCULO DE PUENTES DE HORMIGÓN ARMADO” que brinda Dirección Nacional de Vialidad y el “REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN CIRSOC 201-2005” proporcionado por el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), así como también de distintas bibliografías que se nombrarán durante el proceso de la memoria de cálculo

Esquema transversal del puente:

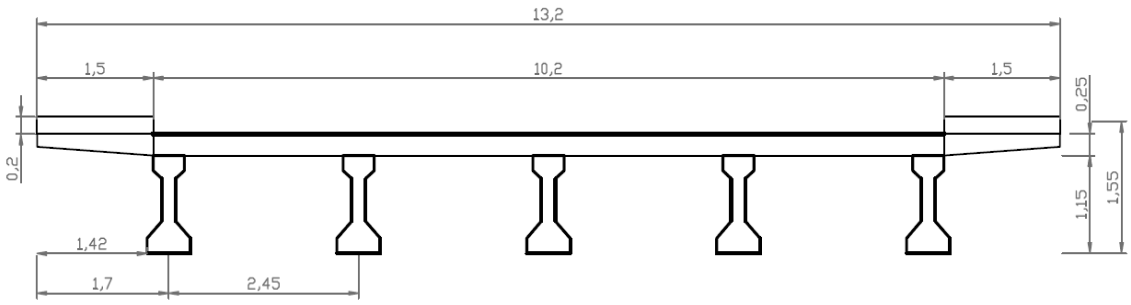


Figura 7.1 – Esquema transversal

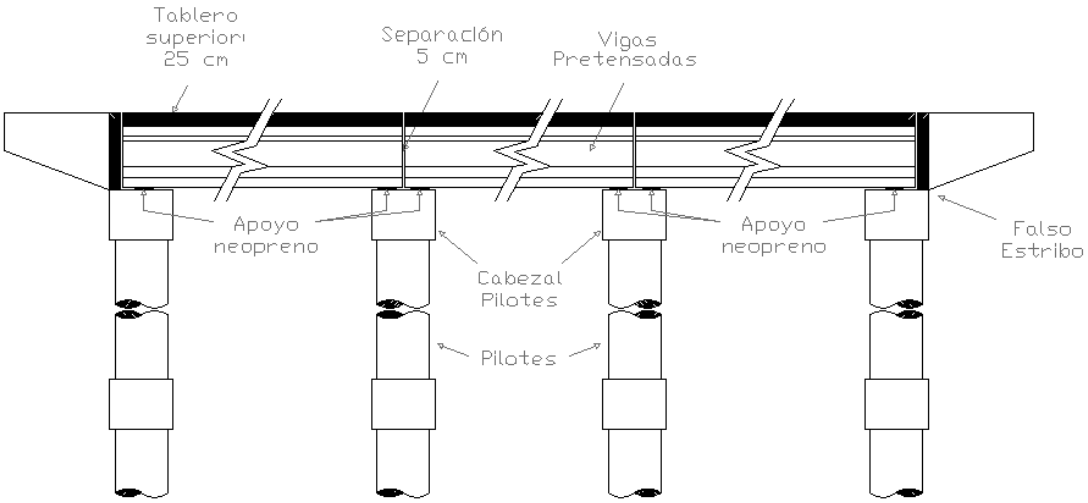


Figura 7.2 – Esquema longitudinal

7.2 MEMORIA DE CÁLCULO

En esta sección se procederá a realizar la memoria de cálculo, que es el procedimiento mediante el cual serán descriptos de forma detallada como se realizaron los diferentes cálculos para el diseño de los distintos elementos que comprenderán a la estructura.

Específicamente se realizará la memoria para el diseño de las vigas, losa, pilotes, cabezal central y pantalla frontal del falso estribo.

Se ira explicando el proceso que conllevan dichos cálculo, así como también los reglamentos y bibliografía utilizada

7.3 VIGAS

7.3.1 Análisis de cargas en vigas

Las cargas a analizar para el diseño de las vigas pretensadas del puente son las siguientes: peso propio, sobrecarga, (vereda, vehículo tipo, multitud compacta) e impacto.

7.3.1.1 Peso propio

Con: $\gamma_{H^{\circ}A} = 25 KN/m3.$

Área de la losa y vereda del puente: $(12,2m \cdot 0,25m) = 3,3m^2$.

En el cálculo del área anterior se consideró como un rectángulo de 25 cm de espesor la losa debajo de la vereda, y así compensar el área de la vereda hueca.

Área carpeta de desgaste (e_{medio}=0,06): 0,612m^2.

$$g = Area * \gamma_{H^{\circ}A}$$

$$g = \left(3,3m^2 + 0,612m^2\right) .25\frac{KN}{m^3} = 97,8\frac{KN}{m}$$

Se considera la carpeta de desgaste con el mismo peso específico que la estructura por simplicidad de cálculo.

7.3.1.2 Sobrecarga

Se analizó la sobrecarga actuante por carga en vereda, multitud compacta y aplanadora. Para el puente A30 según reglamento de Dirección Nacional de Vialidad (DNV).

	A-30
Aplanadora, peso total (KN)	300
Aplanadora, rodillo delantero (KN)	130
Aplanadora, rodillo trasero (KN)	85
Multitud compacta (KN/m²)	6
Sobracarga en veredas (KN/m²)	4

Tabla 7.1 – Sobrecargas

Para el siguiente esquema se consideran dichas sobrecargas para dos fajas de circulación:

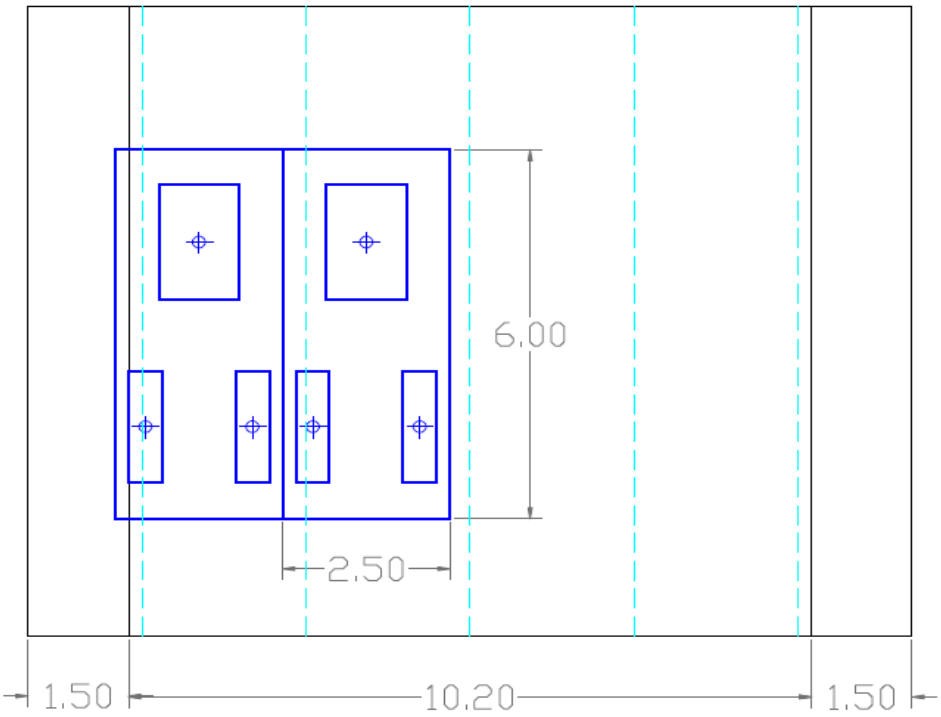


Figura 7.3 – Posición de dos vehículos

Como la carga de multitud llega hasta la carrocería del vehículo, se hizo pasar la misma para simplificar el cálculo y se disminuye la carga del vehículo, como se muestra en el siguiente esquema:

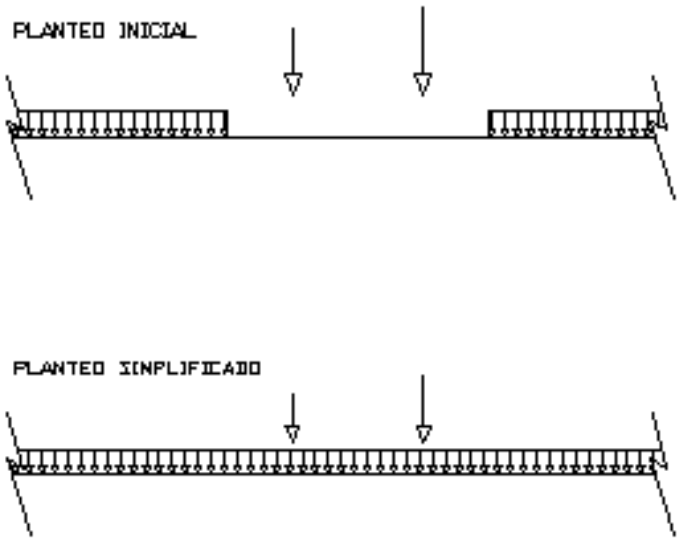


Figura 7.4 – Planteo simplificado

Para una luz de cálculo de 18 metros corresponde un coeficiente de multitud de 1,3 según (Tabla 2 Reglamento DNV).

Carga total de Multitud $6\frac{KN}{m}.\underbrace{2,5m.6m}_{\text{area vehiculo}} = 90KN$ = Rm,

Carga total rodillos: Rodillo delantero + 2 Rodillos traseros

$$130KN + 2.85KN = 300KN = \text{Rr.}$$

Se hace un reparto proporcional:

$$R_{iv} = R_i - R_i.\frac{90KN}{300KN} = R_i.(1 - 0,3) = R_i.0,7$$

$$R_{dv} = 130.0,7 = 91KN$$

$$R_{tv} = 85.0,7 = 59,5KN$$

Todas las cargas móviles son afectadas con un coeficiente de impacto (1,3), excepto veredas

	Sobrecarga
Aplanadora, peso total (KN)	210x1,3 = **273**
Aplanadora, rodillo delantero (KN)	91x1,3 = **118,3**
Aplanadora, rodillo trasero (KN)	59,5x1,3 = **77,35**
Multitud compacta (KN/m²)	6x1,3 = **7,8**
Sobracarga en veredas (KN/m²)	4

Tabla 7.2 – Cargas con coeficiente de impacto

7.3.2 Análisis de la viga más solicitada

A continuación se aplica el Método de Courbon para verificar la carga a la que está sometida la viga más cargada.

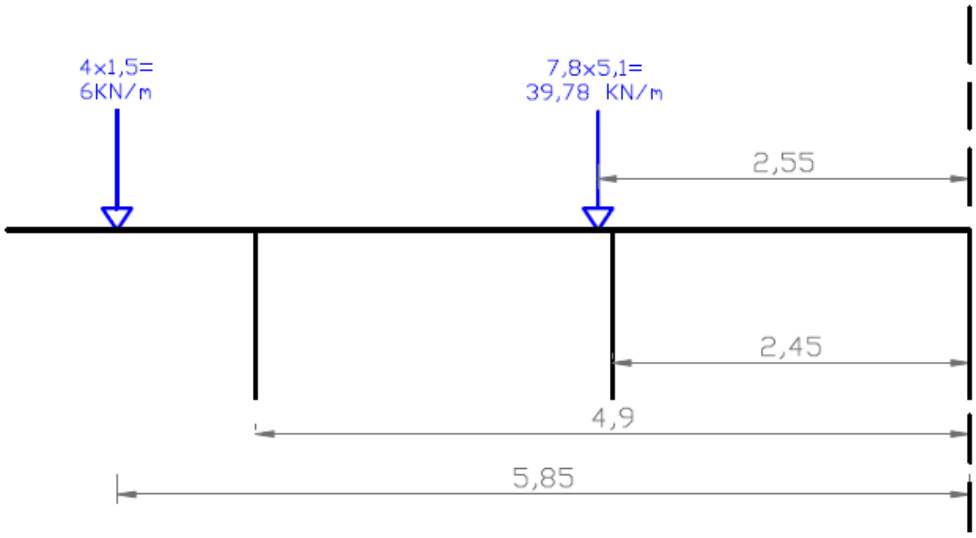


Figura 7.5 – Aplicación de Courbon

Se tienen en cuenta todas las vigas para el cálculo de $\sum ei^2$

$$\sum ei^2 = (2,45m)^2 + (4,9m)^2 + (2,45m)^2 + (4,9m)^2 = 60m^2$$

$$e_1 = e_5 = 4,9m$$
$$e_2 = e_4 = 2,45m$$

$F = p.x$, donde x será un valor en metros medido desde el final de la vereda

$$P_j = P'_j + P''_j = \frac{K_j * F}{\sum K_i} + \frac{F * e_j * K_j}{\sum K_i * e_i^2}$$

El primer término corresponde a la traslación mientras que el segundo a la rotación.

Ahora, reemplazando y considerando todas las k iguales, se adopta un valor unitario.

$$P_1 = \frac{p.x}{5} + \frac{p.x.\left(5,1m - x/2\right).4,9m}{\left(60m^2\right)}$$

$$P_1 = p.\left(\frac{x}{5} + \frac{\left(24,99m^2\right)x - \left(2,45m\right)x^2}{60m^2}\right)$$

$$P_1 = p.\left(0,62x - 0,041x^2\right)$$

Para obtener P_1 máximo, se deriva y se iguala a cero.

$$\frac{dP_1}{dx} = p\left(0,62 - 0,082x\right) = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{0,62}{0,082} = 7,56m$$

Primero se analiza el estado de desplazamiento puro:

$$P'_j = \frac{K_j.F}{\sum K_i}$$

$$K = Cte = \varphi$$

$$P'_j = \frac{\varphi.\left(q_{vereda} + q_{multitud}\right)}{5\varphi} = \frac{\left(q_{vereda} + q_{multitud}\right)}{5}$$

$$P'_1 = \frac{7,8KN/m^2.7,56m + 4KN/m^2.1,5m}{5} = 12,99\frac{KN}{m}$$

Luego para el estado de rotación puro:

$$P''_j = \frac{F.e.e_j.K_j}{\sum K_i.e_i^2}$$

$$F.e = 58,97KN/m.\left(5,1m - 7,56m/2\right) = 112,94KN$$

$$P''_1 = \frac{112,94KN.4,9m}{\left(60m^2\right)} = 9,22\frac{KN}{m}$$

Entonces:

$$P_j = P'_j + P''_j = \frac{K_j.F}{\sum K_i} + \frac{F.e.e_j.K_j}{\sum K_i.e_i^{\,2}}$$

$$P_1 = P'_1 + P''_1 = 12,99\frac{KN}{m} + 9,22\frac{KN}{m} = 22,21\frac{KN}{m}$$

Se concluye que P'_1 será igual para todas las vigas, entonces el único término variable que tendremos será P''_1, por lo que la viga más solicitada que tendrá el problema será la cual diste a mayor distancia del centro de giro. En este caso será la viga número 1.

7.3.3 Análisis de los esfuerzos en VIGA 1

7.3.3.1 Peso propio.

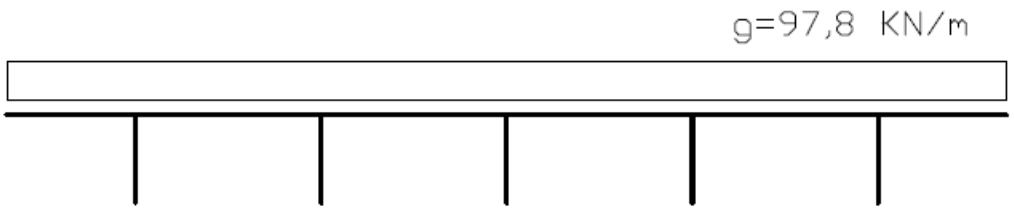


Figura 7.6 – Análisis de Peso propio

Como la resultante del peso propio está ubicada en el centro de rotación de la sección transversal del puente, la reacción de la viga queda determinada por la traslación, siendo nula la rotación:

$$P_{peso-propio} = \frac{\cancel{\phi}.g}{5\cancel{\phi}} + P_{viga} =$$

$$P_{peso-propio} = \frac{97,8KN/m}{5} + (0,363m^2 .25KN/m^3) = 28,64\frac{KN}{m}$$

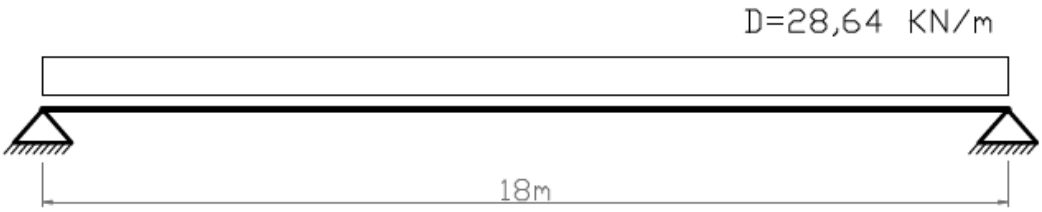


Figura 7.7 – Carga por Peso propio

Diagrama de Cortes:

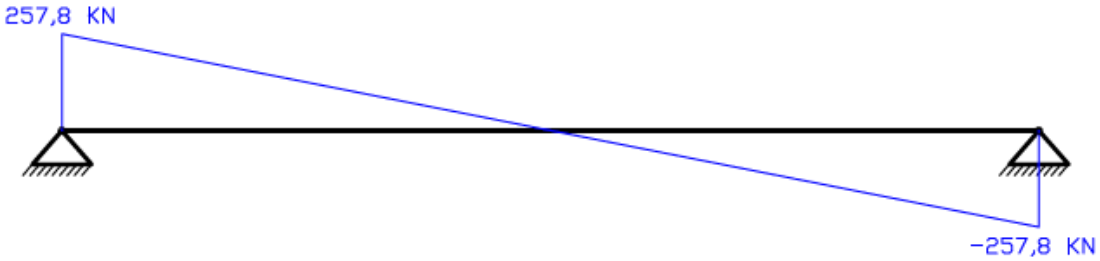


Figura 7.8 – Diagrama de Corte

Diagrama de Momentos:

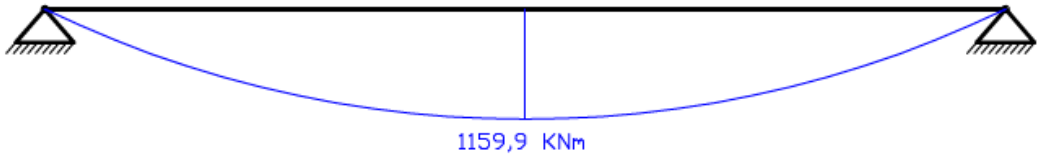


Figura 7.9 – Diagrama de Momento

7.3.3.2 Sobrecarga de vereda y multitud

Corresponde al realizado por el método de Courbon (*análisis de la viga más solicitada*), dando un estado de carga como se muestra en el esquema:

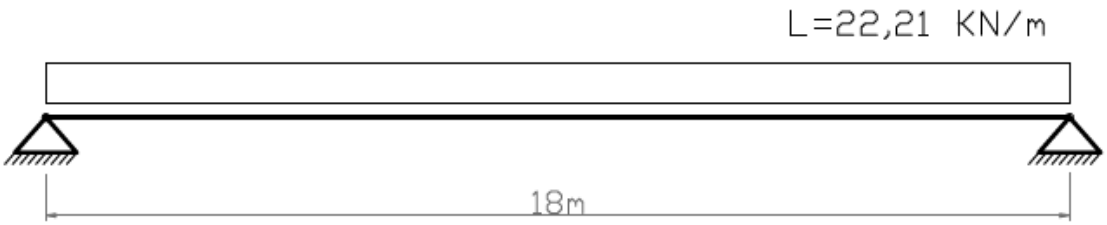


Figura 7.10 – Cargas por MC y V

Diagrama de Cortes:

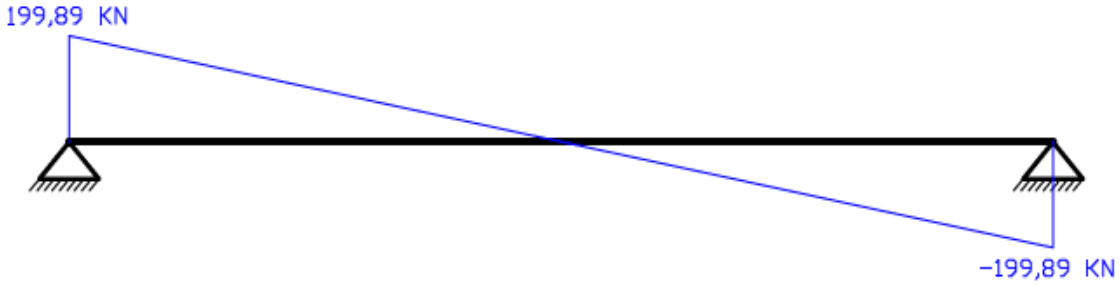


Figura 7.11 – Diagrama de Corte

Diagramade Momentos:

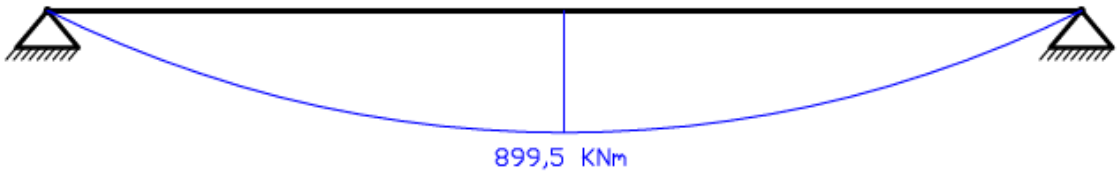


Figura 7.12 – Diagrama de Momento

7.3.3.3 Tren rodante

7.3.3.3.1 Estado de carga

Para el análisis se ubican tanto los rodillos traseros como los delanteros, tal como indica el siguiente esquema:

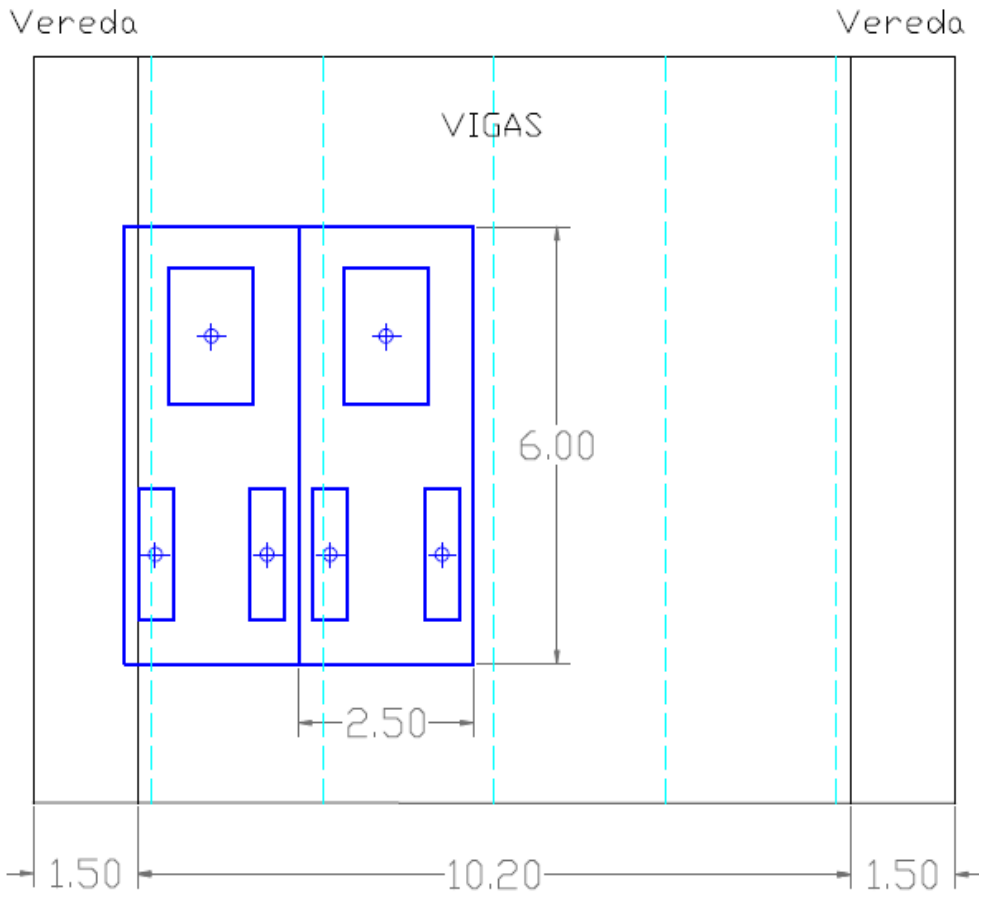


Figura 7.13 – Ubicación de vehículos

Se puede apreciar que entrarán dos vehículos.

Esquema de rodillos traseros:

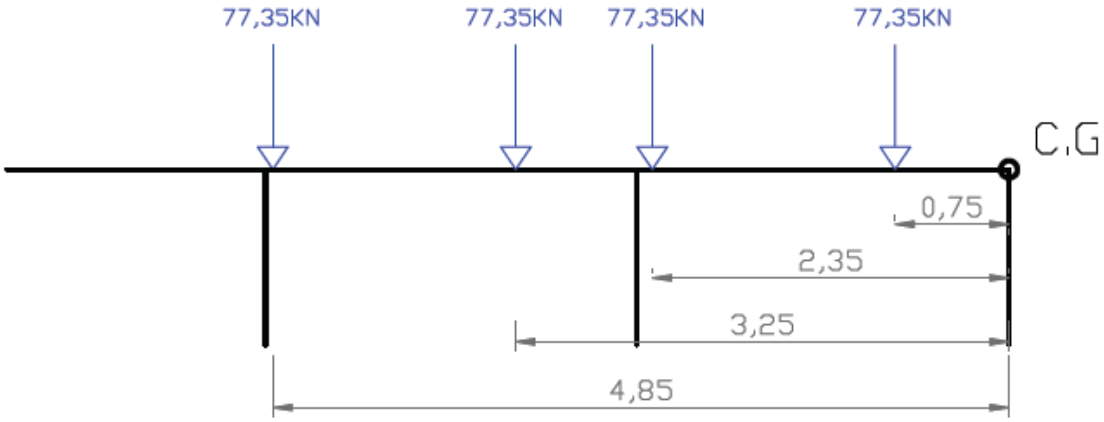


Figura 7.14 – Esquema de cargas de rodillos traseros

$$P = 4.77,35KN = 309,4KN$$
$$M = 77,35KN\,(0,75m + 2,35m + 3,25m + 4,85m) = 866,32Kgm$$

En elestado de desplazamiento puro:

$$P'_j = \frac{\phi \cdot p_{rodillotrasero}}{5\phi}$$
$$P'_1 = \frac{309,4KN}{5} = 61,88KN$$

En estado de rotación puro:

$$P''_1 = \frac{866,32KNm \cdot 4,9m * \phi}{(60m^2)} = 70,75KN$$

Entonces:

$$P_1 = P'_1 + P''_1 = 61,88KN + 70,75KN = 132,63N$$

Esquema rodillos delanteros:

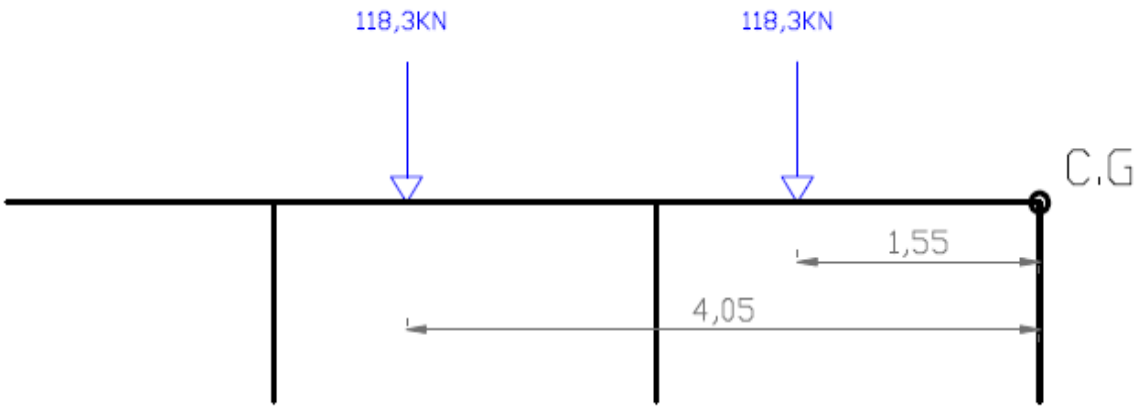


Figura 7.15 – Esquema de cargas de rodillos delanteros

$$P = 2.118,3KN = 236,6KN$$

$$M = 118,3KN\left(1,55m + 4,05m\right) = 662,48Nm$$

En elestado de desplazamiento puro:

$$P'_j = \frac{\not{\phi}.p_{rodillodelantero}}{5\not{\phi}}$$

$$P'_1 = \frac{236,6KN}{5} = 47,32KN$$

En estado de rotación puro:

$$P''_1 = \frac{662,48KNm.4,9m}{\left(60m^2\right)} = 54,10KN$$

Entonces:

$$P_1 = P'_1 + P''_1 = 47,32KN + 54,10KN = 101,42N$$

De los análisis anteriores se obtiene el siguiente esquema de cargas:

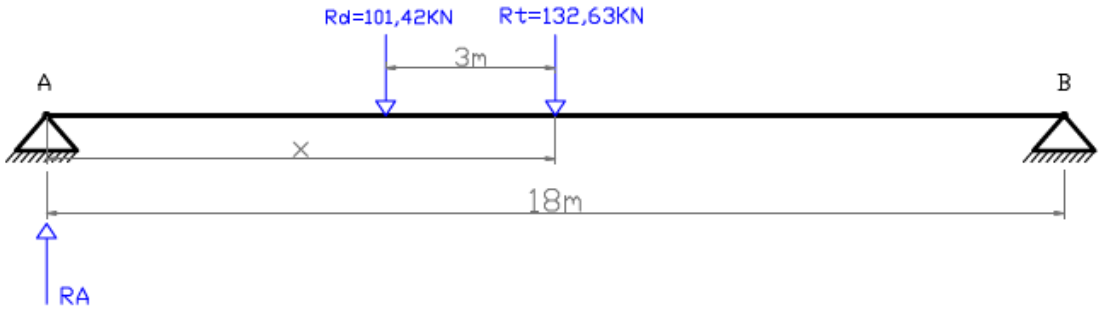


Figura 7.16 – Esquema de cargas de los rodillos

7.3.3.3.2 Posición crítica de la carga para el momento flector

Se halló la posición de las cargas más desfavorable debido a los rodillos traseros y delanteros.

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A.18m - R_t.(18 - x + 3m) - R_d.(18m - x) = 0$$

$$R_A = \frac{R_t.(18 - x + 3m) + R_d.(18 - x)}{18m}$$

$$R_A = \frac{101,42KN.(18m - x + 3m) + 132,63KN.(18m - x)}{18m}$$

$$R_A = 250,95KN - 13KN/m\,x \quad (1)$$

$$\sum M_{x \text{ a la izquierda}} = R_A.x - 101,42KN.3m \quad (2)$$

Reemplazando (1) en (2)

$$\sum M_{x \text{ a la izquierda}} = (250,92KN - 13KN/m\,x)\,x - 101,42KN.3m$$

$$Mf_{(x)} = -13KN/m\,x^2 + 250,95KN\,x - 304,26KNm$$

Se derivó para hallar el máximo momento flector

$$\frac{dMf_{(x)}}{dx} = -26KN/m.x + 250,95KN = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{250,95KN}{26KN/m} = 9,65m$$

Siendo el momento flector máximo

$$Mf_{(x=9,65)} = -13KN/m.(9,65m)^2 + 250,95KN.(9,65m) - 304,26KNm$$
$$Mf_{(x=9,65)} = 906,82KNm$$

Diagrama del momento flector:

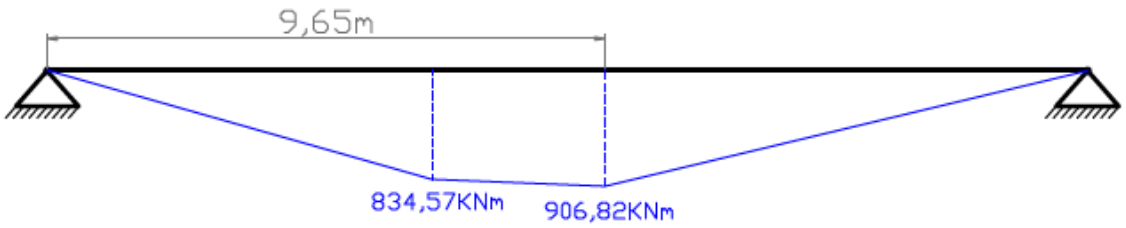


Figura 7.17 – Diagrama de Momento flector

Para hacer coincidir los momentos máximos se buscó una carga equivalente al tren de carga que produzca el mismo momento máximo en el centro del tramo:

$$Mf_{\max} = \frac{q_{eTC}.l^2}{8}$$
$$\Rightarrow q_{eTC} = \frac{Mf_{\max}.8}{l^2} = \frac{906,82KNm\,8}{(18m)^2} = 22,39\frac{KN}{m}$$

7.3.3.3.3 Posición crítica de la carga para esfuerzo de corte

La posición se encuentra cuando ingresan los rodillos traseros y luego los delanteros, inmediatamente después que los rodillos traseros adelantan un diferencial de x al apoyo.

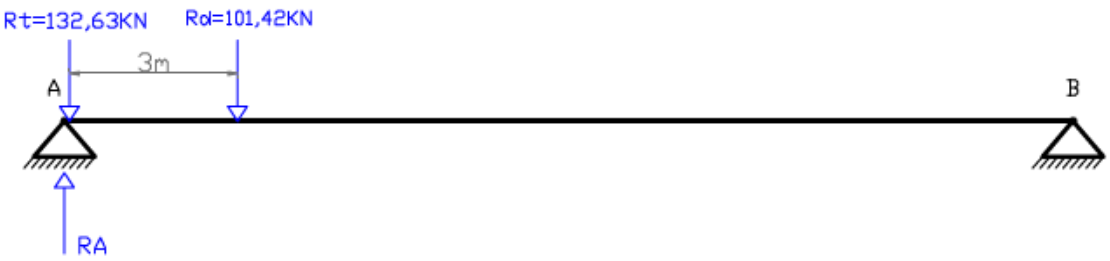


Figura 7.18 – Posición crítica de la carga para Corte

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A.18m - 132,63KN\ .18m - 101,42KN\ .1,5m =$$

$$R_A = 217,15KN$$

Diagrama de esfuerzo de corte:

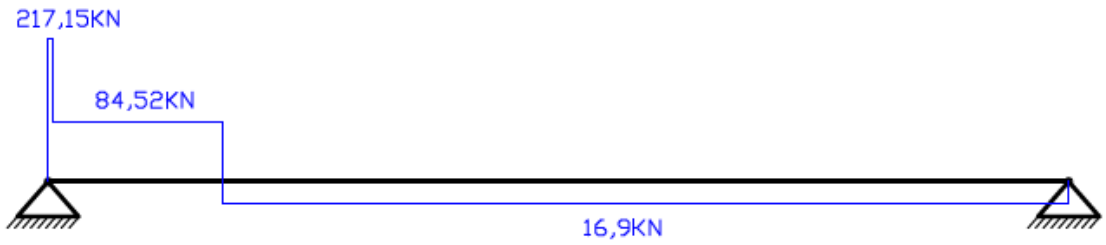


Figura 7.19 – Diagrama de Corte

7.3.4 Resumen de esfuerzos

	Mf en el medio del tramo (KNm)	V en el apoyo A (KN)
Peso Propio (g)	1159,9	257,8
Sobrecarga= Multitud y Vereda	899,5	199,89
Sobrecarga= Tren de Carga	906,82	217,15
TOTAL	2966,22	674,84

Tabla 7.3 – Resumen de esfuerzos

7.3.5 Pretensado en la viga

Se calculó la fuerza de pretensado para obtener una viga tipo T usando las verificaciones correspondientes para superar las tensiones admisibles.

7.3.5.1 Características geométricas de la sección

Viga en el obrador (en taller):

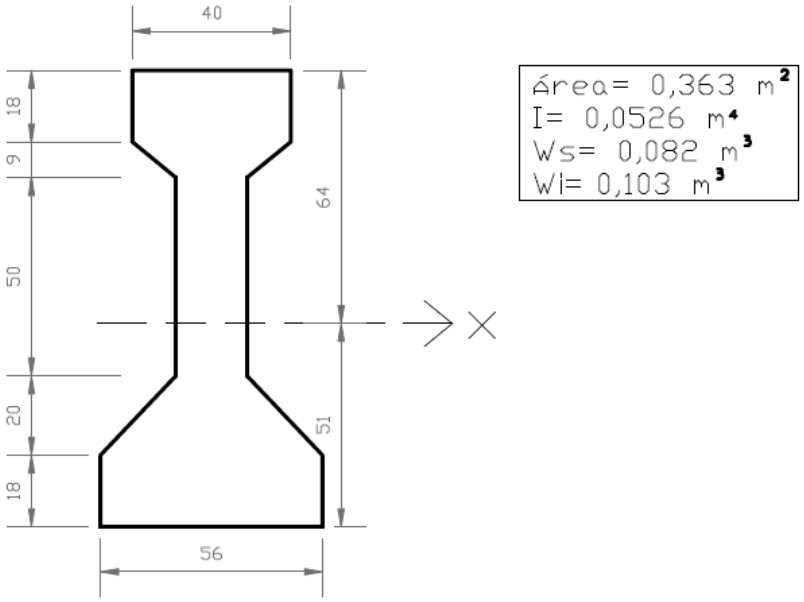


Figura 7.20 – Esquema de viga

Viga colocada en el puente:

Se considera una viga de borde (viga L) y se desprecia la porción de losa que sustenta la vereda por simplicidad de cálculo.

Según reglamento Cirsoc 201-05, el ancho efectivo b_e debe ser menor o igual a:

- 1/12 de la luz de la viga.

- 6 veces el espesor de la losa.

- 1/2 de la distancia libre al alma de la viga adyacente

$$b_e \leq \begin{cases} \frac{1}{12}.l = \frac{1}{12}.18m = 1,5cm \\ 6h_{losa} = 6.(0,25m) = 1,5m \\ 0,5l_{\text{distancia entre vigas}} = 0,5.2,45m = 1,22m \end{cases}$$

$$\Rightarrow b_e = 122cm$$

Luego se deberá unificar materiales ya que viga posee un hormigón con diferente resistencia que la losa. En este caso se dispondrá de una losa con H-25 y las vigas con H-45 por lo cual se unificará el sistema con H-45 para simplificar el cálculo.

Según Cirsoc 201-05, el módulo de elasticidad (E) del hormigón con densidad normal:

$$E = 4700\sqrt{f_c'}$$

Entonces:

$$E_{losa} = 4700\sqrt{25}MPa = 23500MPa$$

$$E_{viga} = 4700\sqrt{45}MPa = 31529MPa$$

$$n = \frac{E_{losa}}{E_{viga}} = \frac{23500}{31529} = 0,745$$

Con esta relación de la sección homogeneizada el ancho efectivo se reduce de 1,22 metros a 0,86 metros, y queda como se muestra a continuación:

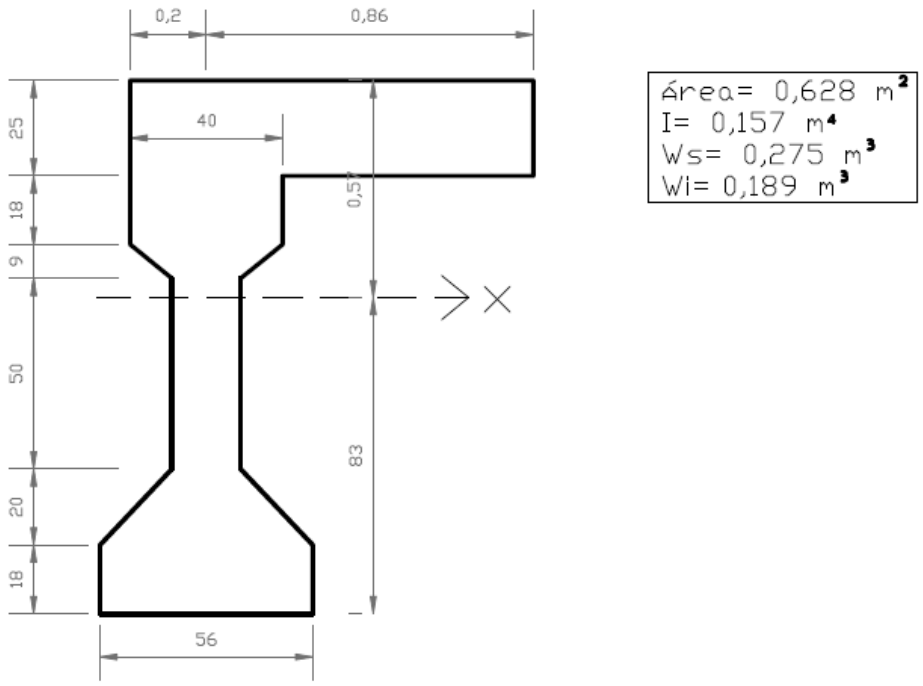


Figura 7.21 – Esquema de viga homogeneizada

7.3.5.2 Clasificación del elemento según Cirsoc 201-2005

Se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones para hormigón pretensado según capítulo 18.

18.3.3. Los ***elementos pretensados solicitados a flexión*** se clasifican como ***Clase U***, ***Clase T*** o ***Clase C***, en función de la ***tensión en la fibra extrema traccionada*** f_t , en la zona traccionada precomprimida, determinada bajo las cargas de servicio, de la siguiente forma:

Clase	valor de la tensión f_t
U	$f_t \leq 0{,}7\sqrt{f'_c}$
T	$0{,}7\sqrt{f'_c} < f_t \leq \sqrt{f'_c}$
C	$f_t > \sqrt{f'_c}$

Los sistemas de losas pretensadas armadas en dos direcciones se deben diseñar como elementos ***Clase U*** con $f_t \leq 0{,}5\sqrt{f'_c}$.

Figura 7.22 – Consideraciones CIRSOC 201-2005

Tabla 18.3.3. Requisitos para el diseño en condiciones de servicio

	Elementos pretensados			Elementos no pretensados
	Clase U	Clase T	Clase C	
Comportamiento supuesto	No fisurado	Transición entre no fisurado y fisurado	Fisurado	Fisurado
Propiedades de la sección para determinar las tensiones bajo cargas de servicio	Sección bruta 18.3.4	Sección bruta 18.3.4	Sección fisurada 18.3.4	Ningún requisito
Tensión admisible en la transferencia	18.4.1	18.4.1	18.4.1	Ningún requisito
Tensión de compresión admisible en función de las propiedades de la sección no fisurada	18.4.2	18.4.2	Ningún requisito	Ningún requisito
Tensión de tracción bajo las cargas de servicio (18.3.3.)	$\leq 0{,}7\sqrt{f'_c}$	$0{,}7\sqrt{f'_c} < f_t \leq \sqrt{f'_c}$	Ningún requisito	Ningún requisito
Bases para la determinación de las flechas	9.5.4.1 Sección bruta	9.5.4.2 Sección fisurada, bilineal	9.5.4.2 Sección fisurada, bilineal	9.5.2. , 9.5.3 Momento de inercia efectivo
Control de la fisuración	Ningún requisito	Ningún requisito	10.6.4 Modificado por el artículo 18.4.4.1.	10.6.4
Determinación de Δf_{ps} ó f_s para el control de la fisuración	——	——	Análisis de sección fisurada	$f_s = \frac{M}{A_s \,.\, brazo\ de\ palanca}$ ó $0{,}6\,f_y$
Armadura de las caras laterales	Ningún requisito	Ningún requisito	10.6.7	10.6.7

Figura 7.23 – Consideraciones CIRSOC 201-2005

7.3.5.3 Intervalo y determinación de P_0

Para hallar P_0 máxima a aplicar se utiliza la condición de compresión extrema (mitad de viga descargada), para que no explote el hormigón, siendo los lineamientos del artículo 18.4.1.a del Reglamento.

$$f_{i_{X=l/2}} = \frac{P_o}{A} + \frac{P_0 . e_i}{W_i} + \frac{M_{g_{viga}}}{W_i} \geq 0.6.f'_{ci}$$

$$e_i = h_i - r$$

$$r = rec. + \phi_{As-corte} + \phi_{arm.pasiva} + sep. + \phi_{vaina} + sep.$$

$$r = 4cm + 1cm + 2{,}0cm + 2{,}5cm + 4cm + 1{,}25cm = 0{,}148m$$

$$e_i = 0{,}51m - 0{,}148m = 0{,}362m$$

$$M_{g_{viga}} = \frac{\left(\gamma_{H^o} . A_{viga}\right) . l^2}{8} = \frac{\left(25KN/m^3 . 0{,}363m^2\right)(18m)^2}{8} = 367{,}54KNm$$

$$f'_{ci} = f'_c = 45MPa$$

$$0{,}6.f'_{ci} = 27MPa$$

$$P_0 . \left(\frac{1}{0{,}363m^2} + \frac{0{,}362m}{0{,}103m^3} \right) + \frac{367{,}54KNm}{0{,}103m^3} > -27MPa$$

$$P_0.\frac{6,27}{m^2} > -27MPa - 3,57MPa$$

$$P_0 > \frac{-30,57MN}{m^2} * \frac{m^2}{6,27} = -4875,6KN$$

$$P_0 > -4875,6KN$$

Se verificó la tracción extrema de la viga en servicio, para que actuando esta P tracción no supere la admisible. Según el artículo 18.4.2.b. De acuerdo a la tabla 18.3.3 la tensión de trabajo bajo las cargas de servicio para un pretensado tipo T: $0,7\sqrt{f_c'} \le \sigma_t \le \sqrt{f_c'}$.

$$\frac{P_0.\alpha}{A} + \frac{P_0.\alpha.e_i}{w_i} + \frac{M_{g_{viga+losa}}}{w_i} + \frac{M_q}{w_{i2}} < \sqrt{f_c'}$$

$$P_0.\alpha = P_\infty$$

$$\alpha = 0,8$$

$$M_{g_{viga+losa}} = 367,54KNm + 1159,8KNm = 1527,44KNm$$

$$M_q = \underbrace{906,82KNm + 899,5KNm}_{\text{tren de carga+multitud+vereda}} = 1806,32KNm$$

$$\frac{P_0.0,8}{0,363m^2} + \frac{P_0.0,8.(0,362m)}{0,103m^3} + \frac{1527,44KNm}{0,103m^3} + \frac{1806,32KNm}{0,189m^3} < 6,7MPa$$

$$P_0.\left(\frac{5,02}{m^2}\right) + 14,83MPa + 9,55MPa < 6,7MPa$$

$$P_0.\frac{5,02}{m^2} < \frac{-17,683MN}{m^2}$$

$$P_0 < -3,522MN = -3522KN$$

De acuerdo a las condiciones planteadas la carga a aplicar debe estar en el siguiente rango $-4875,6KN < P_0 < -3522KN$.

Se adopta entonces una carga **P_0=3550KN.**

7.3.5.4 Determinación del rango de posiciones de los cables de acero en el extremo de la viga

Se evaluaron las posiciones arriba y abajo del baricentro respetando las condiciones de tracción extrema y compresión extrema para determinar un rango de excentricidades admisibles.

Luego se seleccionó el rango de excentricidades posibles.

7.3.5.4.1 Posiciones bajo el baricentro

Posiciones bajo el baricentro que nos verifican compresiones admisibles en fibra inferior:

$$-\frac{P_o}{A}-\frac{P_0.e_i}{W_i}\le 0,6.f_c'$$

$$-\frac{3550KN}{0,363m^2}-\frac{3550KN\ e_i}{0,103m^3}\le -0,6.45MPa$$

$$-9,78MPa-34,47\frac{MPa}{m}\ e_i\le -27MPa$$

$$e_i\le\frac{-17,22MPa}{-34,47MPa}m=0,5m$$

$$e_i\le 0,5m$$

Posiciones bajo el baricentro que nos verifican tracciones admisibles en fibra superior:

$$-\frac{P_o}{A}+\frac{P_0.e_i}{W_s}\le 0,5\sqrt{f_c'}$$

$$-\frac{3550KN}{0,363m^2}+\frac{3550KN\ e_i}{0,082m^3}\le 3,35MPa$$

$$-9,78MPa+43,29\frac{MPa}{m}\ e_i\le 3,35MPa$$

$$e_i\le\frac{13,13MPa}{43,29MPa}m=0,3m$$

$$e_i\le 0,3m$$

7.3.5.4.2 Posiciones sobre el baricentro

Posiciones sobre el baricentro que nos verifican compresiones admisibles en fibra superior:

$$-\frac{P_o}{A}-\frac{P_0.e_s}{W_s}\le 0,6.f_c^{'}$$

$$-\frac{3550KN}{0,363m^2}-\frac{3550KN\ e_s}{0,082m^3}\le -27MPa$$

$$-9,78MPa-43,29\frac{MPa}{m}\ e_s\le -27MPa$$

$$e_s\le\frac{-17,22MPa}{-43,29MPa}m=0,4m$$

$$e_s\le 0,4m$$

Posiciones sobre el baricentro que nos verifican tracciones admisibles en fibra inferior:

$$-\frac{P_o}{A}+\frac{P_0.e_s}{W_i}\le 0,5\sqrt{f_c^{'}}$$

$$-\frac{3550KN}{0,363m^2}+\frac{3550KN\ e_s}{0,103m^3}\le 3,35MPa$$

$$-9,78MPa+34,47\frac{MPa}{m}\ e_s\le 3,35MPa$$

$$e_s\le\frac{13,13MPa}{34,47MPa}m=0,38m$$

$$e_s\le 0,38m$$

Del análisis previo se obtuvo el intervalo para las excentricidades, para mayor claridad se anexa un esquema:

$$e_s\le 0,38m$$

$$e_i\le 0,3m$$

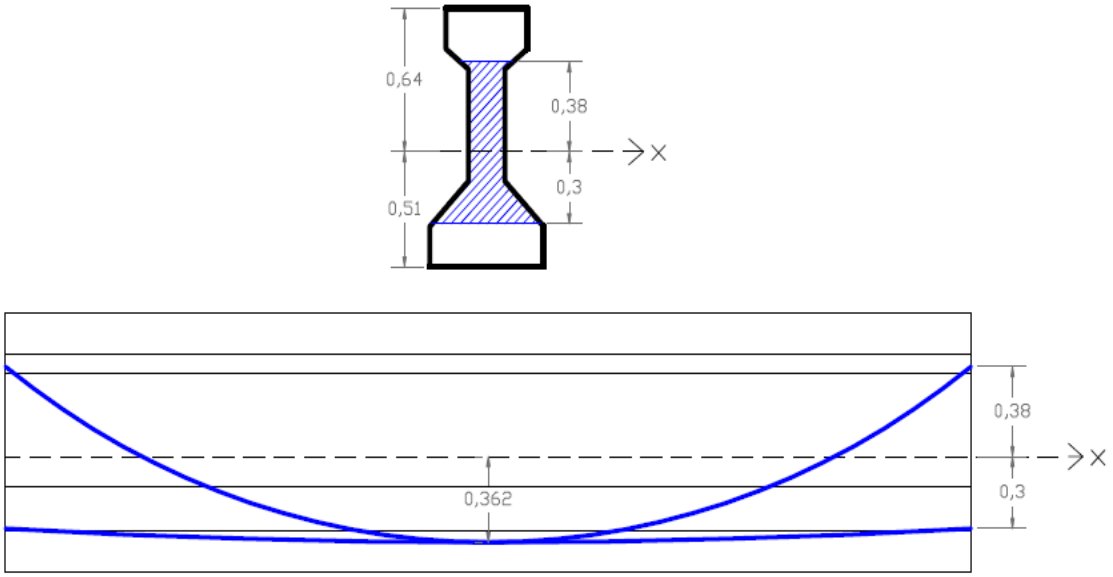


Figura 7.24 – Esquema de excentricidades

Se adopta entonces una excentricidad hacia arriba del baricentro de 38 cm (el límite superior). Por lo que la flecha f = 0,362 m + 0,38 m = **0,742 metros**

7.3.5.5 Requisitos para las condiciones de servicio

Se realizan dos verificaciones

-Viga descargada: se verifican las tensiones en el hormigón, inmediatamente después de la transferencia del pretensado.

-Viga cargada: se verifican las tensiones en el hormigón bajo las cargas de servicio, habiendo ocurrido las pérdidas del pretensado.

7.3.5.5.1 Viga descargada

Se siguen los lineamientos del artículo 18.4.1 del CIRSOC 201-2005:

18.4.1. Las ***tensiones en el hormigón***, inmediatamente después de la transferencia del pretensado (antes de las pérdidas del pretensado que dependen del tiempo) no deben exceder los siguientes valores:

a) tensión en la fibra comprimida extrema	$0,60\ f'_{ci}$
b) tensión en la fibra traccionada extrema, con excepción de lo establecido en c)	$\frac{1}{4}\sqrt{f'_{ci}}$
c) tensión en la fibra traccionada extrema en los extremos de los elementos simplemente apoyados	$\frac{1}{2}\sqrt{f'_{ci}}$

Cuando las ***tensiones de tracción*** excedan los valores dados en el cuadro anterior, se deberá colocar armadura adicional adherente (tesa o no tesa) en la zona traccionada, para absorber la fuerza total de tracción en el hormigón, calculada con la suposición de ***sección no fisurada***.

Figura 7.25 – Articulo 18.4.1 CIRSOC 201-2005

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{P_o}{A} - \frac{P_0.e_i}{W_i} + \frac{M_{g_{viga}}}{W_i} \geq 0,6.f'_{ci}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{P_o}{A} + \frac{P_0.e_i}{W_s} - \frac{M_{g_{viga}}}{W_s} \leq 0,25\sqrt{f'_{ci}}$$

$$f_{I_{X=0}} = -\frac{P_o}{A} + \frac{P_0.e_s}{W_i} \leq 0,5\sqrt{f'_{ci}}$$

Entonces:

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{P_o}{A} - \frac{P_0.e_i}{W_i} + \frac{M_{g_{viga}}}{W_i} \geq 0,6.f'_{ci}$$

$$f_{i_{X=l/2}} = \left[-\frac{3550KN}{0,363m^2} - \frac{3550KN}{0,103m^3}.0,362m + \frac{367,5KNm}{0,103m^3} \right].\frac{1N}{10^3KN}\frac{m^2}{mm^2} \geq -27MPa$$

$$f_{i_{X=l/2}} = \left[-9,78MPa - 12,48MPa + 3,57MPa \right] \geq -27MPa$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -18,69MPa \geq -27MPa$$

$\Rightarrow$ Verifica

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{P_o}{A} + \frac{P_0.e_i}{W_s} - \frac{M_{g_{viga}}}{W_s} \leq 0,25\sqrt{f'_{ci}}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = \left[-\frac{3550KN}{0,363m^2} + \frac{3550KN \ .0,315m}{0,082m^3} - \frac{367,5KNm}{0,082m^3} \right].\frac{1N}{10^3KN}\frac{m^2}{mm^2} \leq 1,68MPa$$

$$f_{s_{X=l/2}} = \left[-9,78MPa + 15,67MPa - 4,48MPa \right] \leq 1,68MPa$$

$$f_{s_{X=l/2}} = 1,41MPa \leq 1,68MPa$$

$\Rightarrow$ Verifica

$$f_{i_{X=0}} = -\frac{P_o}{A} + \frac{P_0.e_s}{W_i} \leq 0,5\sqrt{f'_{ci}}$$

$$f_{i_{X=0}} = \left[-\frac{3550KN}{0,363m^2} + \frac{3550KN \ .0,308m}{0,103m^3} \right].\frac{1}{10^3}\frac{N}{KN}\frac{m^2}{mm^2} \leq 0,5\sqrt{f'_{ci}}$$

$$f_{i_{X=0}} = \left[-9,78MPa + 13,09MPa \right] \leq 3,35MPa$$

$$f_{i_{X=0}} = 3,31MPa \leq 3,35MPa \Rightarrow Verifica$$

7.3.5.5.2 Viga cargada en servicio

18.4.2. Para ***elementos pretensados solicitados a flexión Clase U*** y ***Clase T***, las tensiones en el hormigón bajo las cargas de servicio (determinadas en base a las propiedades de la ***sección no fisurada*** y después de que han ocurrido todas las pérdidas de pretensado) no deben exceder los siguientes valores:

a) tensión en la fibra comprimida extrema debida al pretensado más la carga de larga duración	***0,45 f'c***
b) tensión en la fibra comprimida extrema debida al pretensado más la carga total	***0,60 f'c***

Figura 7.26 – Artículo 18.4.2 CIRSOC 201-2005

Se verifica la compresion en l/2 en la fibra superior e inferior. Como carga de larga duración se considera el peso propio de tablero principal, vereda y carpeta de desgaste. Los modulos resistentes y el área son los correspondientes a la viga en taller.

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{P_\infty}{A_{inicial}} - \frac{P_\infty.e_i}{W_{i_{inicial}}} + \frac{M_{g_{viga}}}{W_{i_{inicial}}} + \frac{M_{sobrecarga\ larga\ duracion}}{W_{i_{inicial}}} \geq 0,45.f'_{ci}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{P_\infty}{A_{inicial}} + \frac{P_\infty.e_i}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{g_{viga}}}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{sobrecarga\ larga\ duracion}}{W_{s_{inicial}}} \geq 0,45.f'_{ci}$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{P_\infty}{A_{inicial}} - \frac{P_\infty . e_i}{W_{s_{inicial}}} + \frac{M_{g_{viga}}}{W_{s_{inicial}}} + \frac{M_{sobrecarga\ larga\ duracion}}{W_{s_{inicial}}} \geq 0,45.f'_{ci}$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{0,8.3550KN}{0,363m^2} - \frac{0,8.3550KN\ .(0,326m)}{0,103m^3} + \frac{367,54Nm}{0,103m^3} + \frac{1159,9KNm}{0,103m^3} \geq 0,45.f'_{ci}$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -7,82MPa - 9,98MPa + 3,57MPa + 11,26MPa \geq -20,25MPa$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -2,97 \geq -20,25MPa$$

$$\Rightarrow Verifica$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{P_\infty}{A_{inicial}} + \frac{P_\infty . e_i}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{g_{viga}}}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{sobrecarga\ larga\ duracion}}{W_{s_{inicial}}} \geq 0,45.f'_{ci}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{0,8.3550KN}{0,363m^2} + \frac{0,8.3550KN\ .(0,362m)}{0,082m^3} - \frac{367,54Nm}{0,082m^3} - \frac{1159,9KNm}{0,082m^3} \geq 0.45 * f'_{ci}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -7,82MPa + 12,54MPa - 4,48MPa - 14,14MPa \geq -20,25MPa$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -13,9 \geq -20,25MPa$$

$$\Rightarrow Verifica$$

Ahora se verifica compresion en l/2 en la fibra superior e inferior. Como carga de larga duración se considera el peso propio de tablero principal, vereda y carpeta de desgaste; el tren rodante y la multitud se denominan resto de las sobrecargas. Los módulos resistentes y el área son correspondientes a la viga en tablero (inicial) y a la viga L homogeneizada (final).

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{P_\infty}{A_{inicial}} - \frac{P_\infty . e_i}{W_{i_{inicial}}} + \frac{M_{g_{viga}}}{W_{i_{inicial}}} + \frac{M_{sobrecarga\ larga\ duracion}}{W_{i_{inicial}}} + \frac{M_{resto\ sobrecarga}}{W_{s_{final}}} \geq 0,60.f'_{ci}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{P_\infty}{A_{inicial}} + \frac{P_\infty . e_i}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{g_{viga}}}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{sobrecarga\ larga\ duracion}}{W_{s_{inicial}}} - \frac{M_{resto.sobrecarga}}{W_{s_{final}}} \geq 0,60.f'_{ci}$$

$$M_{resto.sobrecarga} = 906,82KNm + 899,5KNm = 1806,32KNm$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -\frac{2840KN}{0,363m^2} - \frac{2840KN\ .0,362m}{0,103m^3} + \frac{367,54Nm}{0,103m^3} + \frac{1159,9KNm}{0,103m^3} + \frac{1806,32KNm}{0,275m^3} \geq 0,60.f'_{ci}$$

$$f_{i_{X=l/2}} = -7,82MPa - 9,98MPa + 3,57MPa + 11,26MPa + 6,57MPa \geq -27MPa$$

$$f_{i_{X=l/2}} = 3,6MPa \geq -27MPa$$

$$\Rightarrow Verifica$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -\frac{2840KN}{0,363m^2} + \frac{2840KN}{0,082m^3}.0,362m - \frac{367,54Nm}{0,082m^3} - \frac{1159,9Nm}{0,082m^3} - \frac{1806,32Nm}{0,275m^3} \geq 0,60.f'_{ci}$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -7,82MPa + 12,54MPa - 4,48MPa - 14,14MPa - 6,57MPa \geq -27MPa$$

$$f_{s_{X=l/2}} = -20,47MPa \geq -27MPa$$

$$\Rightarrow Verifica$$

7.3.5.6 Determinación de la armadura de pretensado

Tabla 3.10. Alambres de acero liso con tratamiento termomecánico (BR - baja relajación) para estructuras de hormigón pretensado

Designación de los alambres IRAM-IAS U 500-517 (*)	Diámetro nominal	Límite convencional de fluencia mínimo $R_{p\,0,2}$	Resistencia a la tracción mínima R	Alargamiento porcentual de rotura		Doblado alternado		Relajación máxima a 1000 h y 20 °C, para una carga inicial expresada en % de la carga de rotura Q_t (Q_t = 1700 MPa x área nominal de cada alambre)		
				mínimo A_t	largo de referencia L_o	Nº de doblados	Radio del mandril	Baja relajación BR		
								60 % Q_t	70 % Q_t	80 % Q_t
----	mm	MPa	MPa	%	mm	---	mm	%	%	%
APL – 1700	4,0	1500	1700	4,6	50	4	10	1	2	3
	5,0			5,0	50	4	15			
	7,0			5,0	70	4	20			

(*) **Designación de los alambres:** Los valores corresponden, aproximadamente, a la resistencia a la tracción nominal del acero, expresada en MPa.

Figura 7.27 – Tabla 3.10 CIRSOC 201-2005

Según tabla 3.10 del reglamento se adopta un alambre BR-APL 1700 de baja relajación.

Tipo Freyssinet con 12 alambres de 7.

Se siguen las especificaciones de la sección 18.5.1 del CIRSOC 201-2005 donde se deben cumplir con el límite de las tensiones en el acero.

Se verifica que la fuerza directa aplicada por gato debe ser menor o igual a:

$$\leq \begin{cases} 0,94f_{py} \\ 0,80f_{pu} \end{cases}$$

$$\leq \begin{cases} 0,94.1500MPa = 1410MPa \\ 0,80.1700MPa = 1360MPa \end{cases}$$

Se adopta como resistencia a tracción del alambre 1360MPa.

$$A = 12.\frac{(0,007m)^2\,\pi}{4} = 4,618x\,10^{-4}m^2$$

Y su resistencia:

$$1360MPa\,.4,618x\,10^{-4}m^2\,.1000 = 628KN$$

Entonces con un $P_0 = 3550$ KN se necesitarán:

$$\frac{3550 KN}{628 KN} = 6 cordones$$

Se adoptan 6 cordones de 12 alambres de 7mm de diámetro de acero $f_{pu} = 1700$ MPa

7.3.5.6.1 Estado límite último en flexión

	Mf en el medio del tramo (KNm)	V en el apoyo A (KN)
Peso Propio (g)	1159,9	257,8
Sobrecarga= Multitud y Vereda	899,5	199,89
Sobrecarga= Tren de Carga	906,82	217,15
TOTAL	2966,22	674,84

Tabla 7.4 – Estado límite último en flexión

$$M_u = 1,2D + 1,6Lr$$

$$M_u = 1,2.(1159,9 KNm) + 1,6.(899,5 + 906,82) Nm$$

$$M_u = 4282 KNm$$

Se utiliza la formula aproximada para determinar la tensión en el acero de los cordones en el momento de la rotura según sección 18.7.2 del reglamento.

$$f_{ps} = f_{pu}.\left[1 - \frac{\gamma_p}{\beta_1}\left(\rho_p.\frac{f_{pu}}{f_c^{'}} + \underbrace{\frac{d}{d\rho}.\left(w - w^{'}\right)}_{0}\right)\right]$$

$$\frac{f_{py}}{f_{pu}} = \frac{1500}{1700} = 0,88 \Rightarrow \gamma_p = 0,40$$

$$\rho_p = \frac{A_{ps}}{b.d_p}$$

$$d_p = 1,4m - 0,148m = 1,252m$$

$b = ancho\ superior\ de\ la\ viga$

$$\rho_p = \frac{6.(4,618x\,10^{-4}m^2)}{0,40m\,.1,252m} = 0.0055\ (cuantia\ de\ armadura)$$

$$\beta_1 = 0,85$$

La cuantía considera una sección cuadrada, se realizó según reglamento.

$$f_{ps} = 1700MPa.\left[1 - \frac{0,40}{0,85}\left(0,0055.\frac{1700MPa}{45MPa}\right)\right] = 1533,8MPa$$

$$T = f_{ps}.A$$

$$T = 1533,8MPa\left[6.(4,618\,10^{-4}m^2)\right].1000 = 4249,8KN$$

Ahora:

$$T = C = 0,85.f_c^{'}\,a\,b$$

$$a = \frac{T}{0,85.f_c^{'}\,b}$$

$$a = \frac{4,25MN}{0,85.45MPa\,.0,4m} = 0,28m$$

$$z = h - \frac{a}{2} - d$$

$$z = 1,4m - \frac{0,28m}{2} - 0,148m = 1,11m$$

$$M_n = T.z$$
$$M_n = 4249,8KN.1,11m = 4717,3KNm$$
$$\phi M_n = 0,9.(4717,3KNm) = 4245,5KNm$$
$$M_u \leq \phi M_n$$
$$4282KNm \leq 4245,5KNm$$

No verifica. Se plantea adicionar armadura pasiva 4Φ20 y verificamos nuevamente:

$$T = f_{ps}.A + f_y.A_s$$
$$T = \left(\underbrace{1533,8MPa\left[.6.(4,618\ 10^{-4}m^2)\right]}_{cable=4249,8} + \underbrace{420MPa.\overbrace{(1,26\ 10^{-3}m^2)}^{4\phi 20}}_{armadura.pasiva=529,2} \right).10$$
$$T = 4779KN$$
$$T = C = 0,85.f_c^{'}.a.b$$
$$a = \frac{T}{0,85.f_c^{'}.b}$$
$$a = \frac{4,779MN}{0,85.45MPa.0,4m} = 0,31m$$
$$z = h - \frac{a}{2} - d_{pasiva}$$
$$z = 1,4m - \frac{0,31m}{2} - 0,06m = 1,19m$$
$$z' = h - \frac{a}{2} - d_{cable}$$
$$z' = 1,4m - \frac{0,31m}{2} - 0,148m = 1,097m$$

$$d_{pasiva} = 0,04m + 0,01m + 0,01m = 0,06$$
$$d_{cable} = 0,148m$$

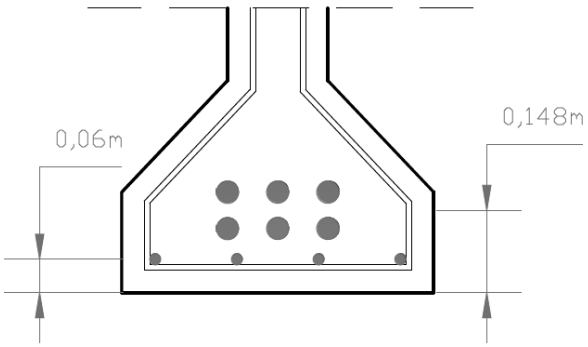


Figura 7.28 – Posición de armadura

Entonces:

$$M_n = T.z$$
$$M_n = 4249,8KN\ .1,097m + 529,2KN\ .1,19m = 5291,8KNm$$
$$\phi M_n = 0,9.(5291,8KNm) = 4762,6KNm$$
$$M_u < \phi M_n$$
$$4282,2KNm < 4762,6KNm$$
$$\Rightarrow Verifica$$

7.3.5.6.2 Estado límite último en corte (se evalúa como si no está pretensado)

	Mf en el medio del tramo (KNm)	V en el apoyo A (KN)
Peso Propio (g)	1159,9	257,8
Sobrecarga= Multitud y Vereda	899,5	199,89
Sobrecarga= Tren de Carga	906,82	217,15
TOTAL	2966,22	674,84

Tabla 7.5 – Estado límite último en corte

$$V_u \le \phi V_n$$
$$\phi V_n = \phi\left(V_c + V_s\right)$$
$$V_u = 1,2D + 1,6Lr$$
$$V_u = 1,2.(257,8KN) + 1,6.(199,89 + 217,15KN)$$
$$V_u = 976,6KN$$

$$V_c = \frac{1}{6}.\sqrt{f_c'}.b_w.d$$

$$b_w = ancho\ del\ alma$$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{45MPa}.0,18m.(1,4 - 0,06)m.100$$

$$V_c = 269,7KN$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{976,6KN}{0,75} - 269,7KN$$

$$V_s = 1032,4KN$$

$$V_s = \frac{A_v.d.f_{yt}}{s}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{d.f_{yt}}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{1,0324MN}{1,34m.420MPa} = 1,8x10^{-3}m^2/m = 18cm^2/m$$

$$Entonces: \underbrace{\frac{18cm^2}{0,78cm^2}}_{\phi 10} = 23 \rightarrow En\ 1m: \frac{100cm}{23}.2ramas = 8,7cm$$

$$\Rightarrow Se\ adopta\ \boxed{1\phi 10/8cm}$$

Estribos de dos ramas.

Ahora se debe verificar:

$$V_s \leq \frac{2}{3}.\sqrt{f_c'}.b_w.d$$

$$V_s \leq \frac{2}{3}.\sqrt{45MPa}.0,18m.1,34m.100$$

$$V_s \leq 1078,7KN$$

$$1032,4KN \leq 1078,7KN$$

$$\Rightarrow Verifica$$

7.3.5.6.3 Separaciones mínimas en el anclaje activo entre cordones

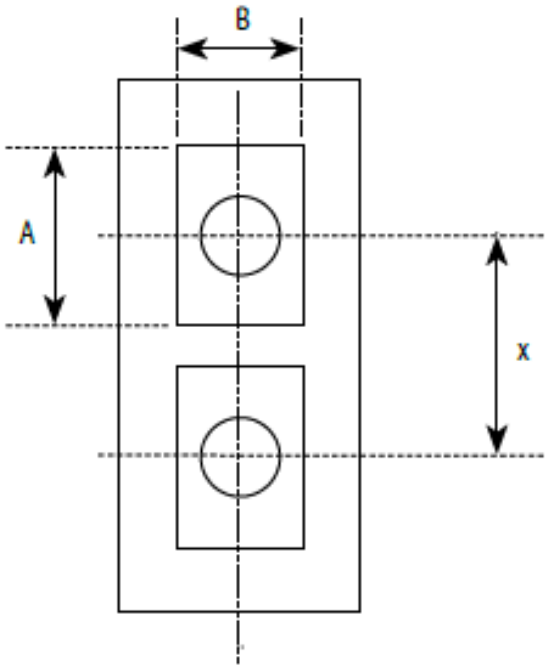


Figura 7.29 – Separaciones mínimas en anclaje activo

Se deberá verificar la siguiente expresión

$$x \geq A + 30mm$$

$$x \geq 120mm + 30mm$$

$$x \geq 150mm$$

Se adopta una separación de $\boxed{150mm}$

7.3.5.7 Esquema final de armadura con detalles de ambos anclajes

- Sección en la mitad de la viga:

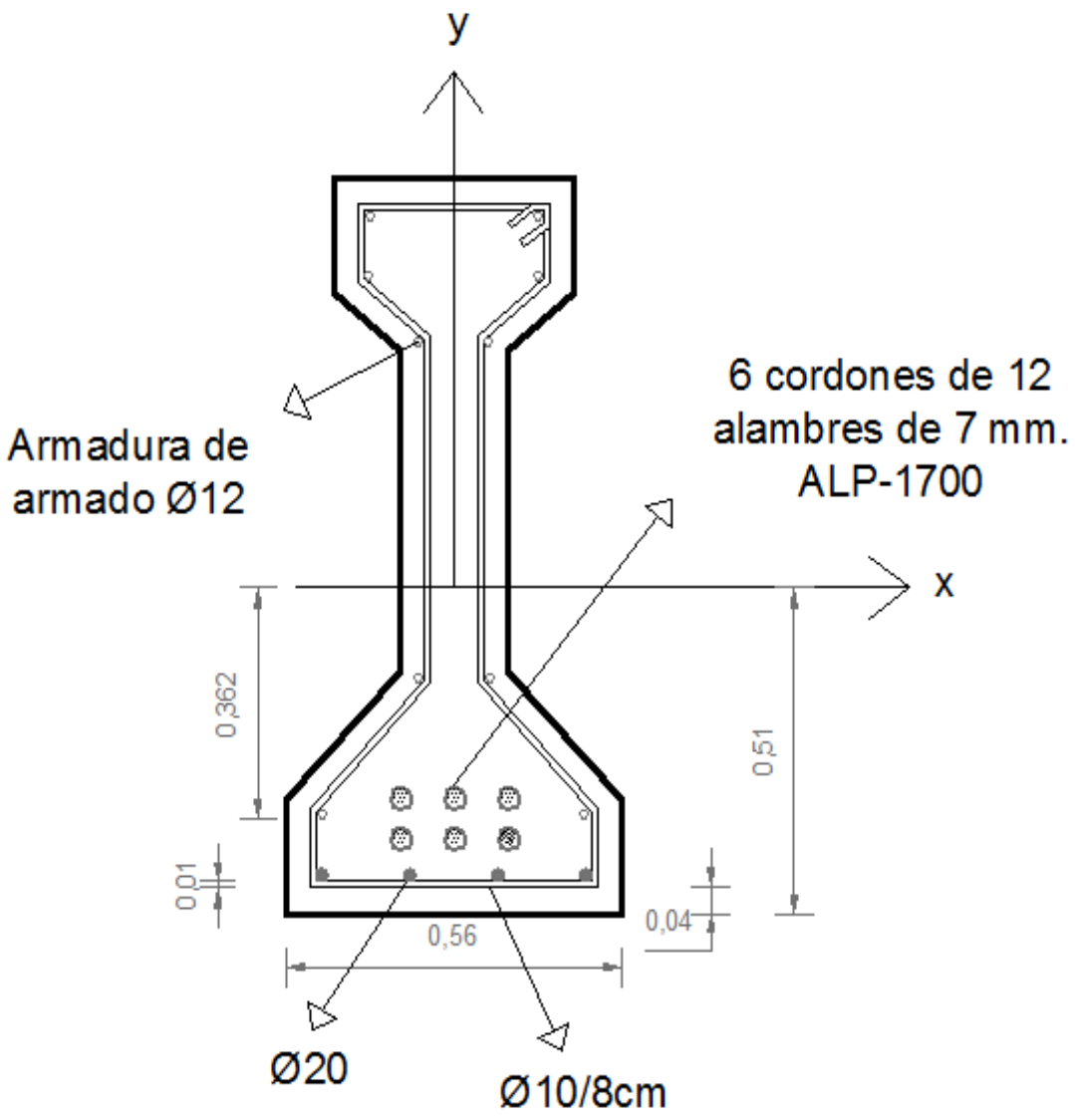


Figura 7.30 – Sección en la mitad de la viga

- Sección en el extremo de la viga:

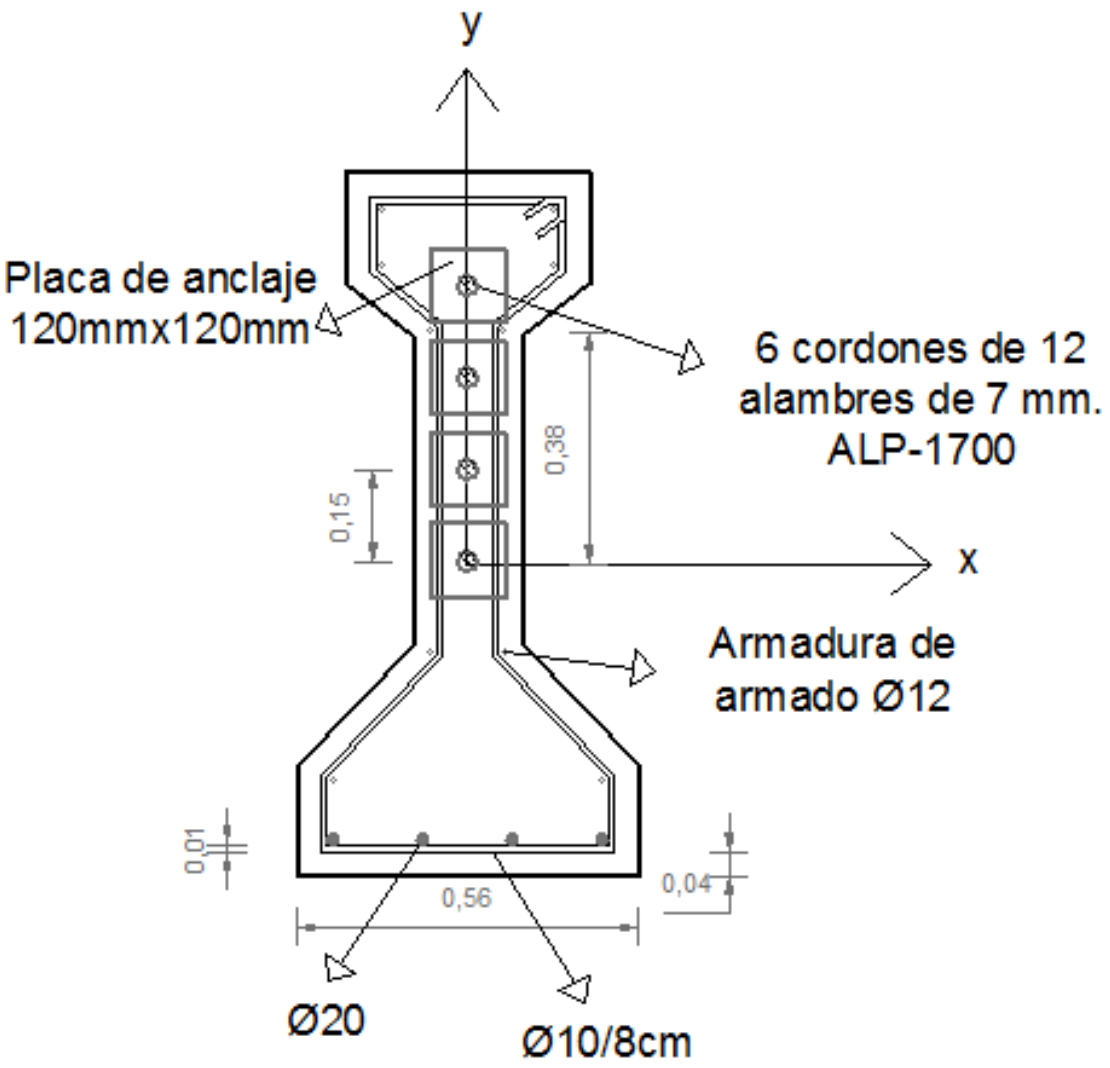


Figura 7.31 – Sección en el extremo de la viga

Nota: Vale destacar que en dicho esquema se dedacidan 4 cordones, pues los restantes 2 cordones sobresalen en la losa debido a separaciones mínimas entre placas de anclaje establecidas por el Sistema Freyssinet.

- Detalles de anclaje pasivo:

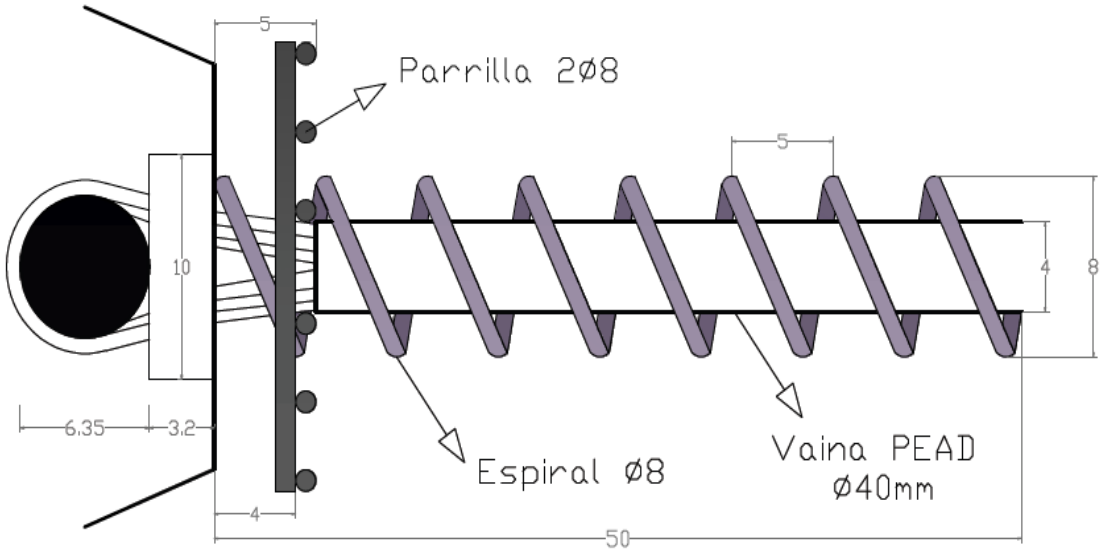


Figura 7.32 – Detalles del anclaje pasivo

- Detalles del anclaje activo:

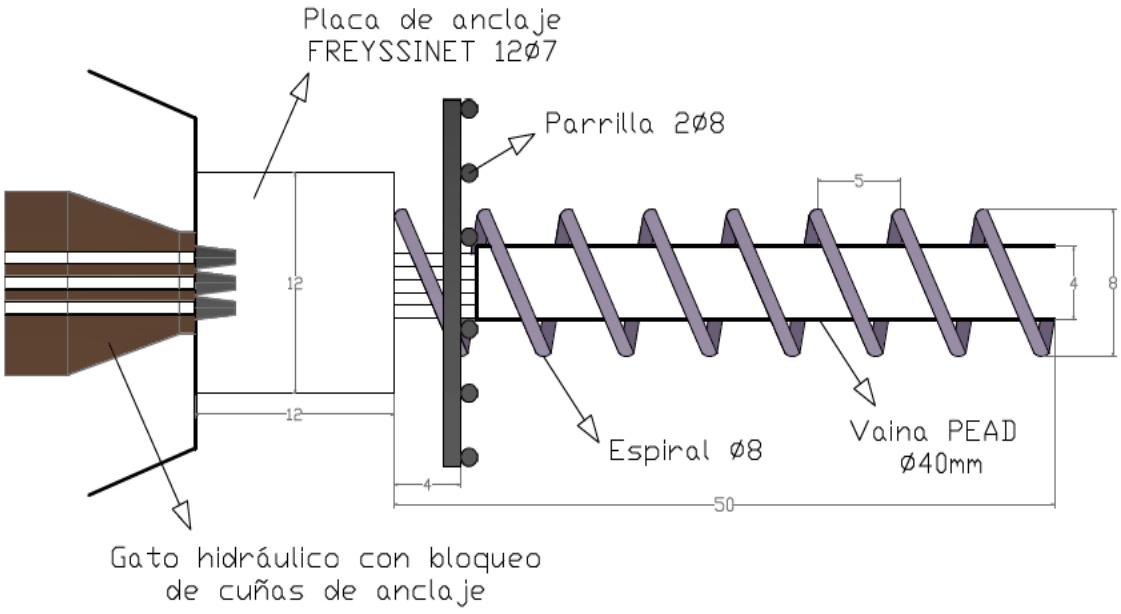


Figura 7.33 – Detalles del anclaje activo

7.4 LOSA

A continuación se diseña la losa que se hormigonará in situ sobre las vigas pretensadas. Se pre dimensiona con un hormigón de calidad H-25 y un espesor de 25 centímetros. Lo primero que se realiza es un análisis de carga que soporta sobre el elemento, para luego poder dimensionar en base a los esfuerzos obtenidos.

7.4.1 Análisis de cargas en losa

Se realiza un análisis del peso propio de la losa con las dimensiones propuestas y luego un análisis de las sobrecargas que actúan sobre esta (aplanadora, multitud compacta y sobrecarga de vereda).

- Peso Propio

Se considera un peso propio uniforme para toda la losa (g)

$$\gamma_{H°A} = 25 KN/m^3$$

Área de la losa y vereda del puente: 3,3 m^2;

Esta área se determinó considerando que la losa es totalmente rectangular hasta su borde externo (0,25x13,2 m), compensando de esta forma el área de la vereda.

Área de carpeta de desgaste (e_{medio}=0,06): 0,612 m^2

$$g = \left(\frac{A_{losa+v}}{13,2m} + \frac{A_{carpeta}}{10,2m} \right) . \gamma_{H°A}$$

$$g = \left(\frac{3,3m^2}{13,2m} + \frac{0,612m^2}{10,2m} \right) .25 \text{ KN/ m}^3 = 7,75 \frac{KN}{m}$$

Se considera la carpeta de desgaste con el mismo peso específico que la estructura por simplicidad de cálculo.

- Sobrecargas

La multitud compacta, la sobrecarga de vereda y la aplanadora serán las tres sobrecargas que se consideraran. De estas tanto la aplanadora como la multitud compacta llevan a un coeficiente de impacto y, a su vez, para la aplanadora se efectúa una reducción de la carga reglamentaria tomando el 80% del peso.

El coeficiente de impacto (corresponde a el caso 1 de la tabla Nº2 del Reglamento) es de 1,4.

Con esto las cargas a considerar son las siguientes:

ITEM	SOBRECARGA (c/coeficiente de impacto y reducción)
Aplanadora, Peso Total (KN)	300x1,4x0,8 = 336
Aplanadora, Rodillo delantero (KN)	130x1,4x0,8 = 145,6
Aplanadora, Rodillo trasero (KN)	85x1,4x0,8 = 95,2
Multitud compacta (KN/m²)	6x1,4 = 8,4
Sobrecarga en vereda (KN/m²)	4

Tabla 7.6 – Sobrecargas a considerar

7.4.2 Análisis de esfuerzos en losa

Se realizará un análisis de los esfuerzos de flexión y corte. Dicho procedimiento será luego de utilidad para el dimensionado de la armadura de la losa.

Para los análisis tanto de flexión como de corte se utilizó la herramienta informática Ftool. Colocando las características de la losa, condiciones de los apoyos y las cargas correctamente se pueden obtener los diagramas de momentos y corte.

7.4.2.1 Flexión

Se realizan tres distintos estados de carga para obtener los esfuerzos de momento. Los estados de carga se aplican en el siguiente orden:

a) Peso propio aplicado sobre todo el tablero
b) Vereda y multitud compacta aplicada en tramos impares y sobre todo el tablero. No se realiza la carga aplicada sobre tramos pares debido a que al ser un número par de tramos los resultados obtenidos serán iguales que si cargamos en los tramos impares
c) Tren de carga (usando rodillos delanteros) evaluado en tres configuraciones para conseguir momentos máximos y mínimos en tramos interiores y mínimos en apoyos.

La separación entre apoyos y extremos se muestran en la siguiente figura.

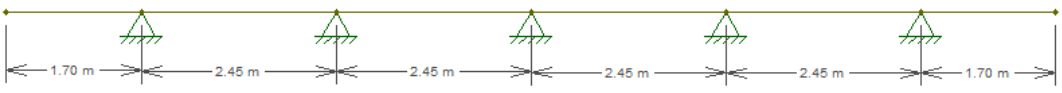


Figura 7.34 – Esquema de separación de apoyos

7.4.2.1.1 Por peso propio

El esquema con la carga distribuida correspondiente al peso propio de la estructura es el siguiente:

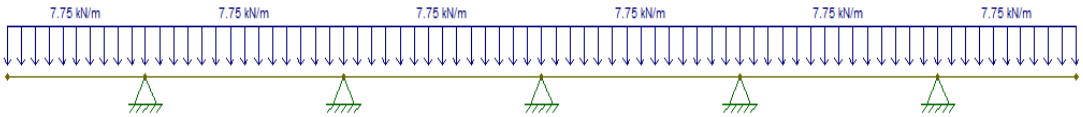


Figura 7.35 – Carga por Peso propio

Entonces mediante el software se obtiene el siguiente diagrama de momento:

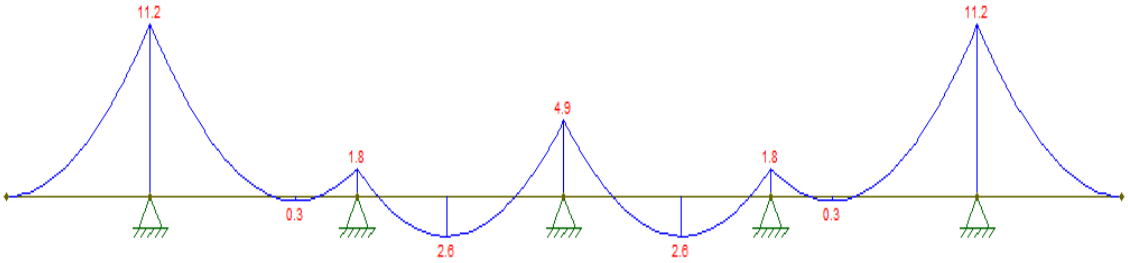


Figura 7.36 – Diagrama de Momento por Peso propio

7.4.2.1.2 Por multitud y vereda

Se analizan diferentes combinaciones para obtener el máximo y mínimo momento posible, colocando las cargas en paños impares y en todo el tablero.

1º Tramos impares cargados:

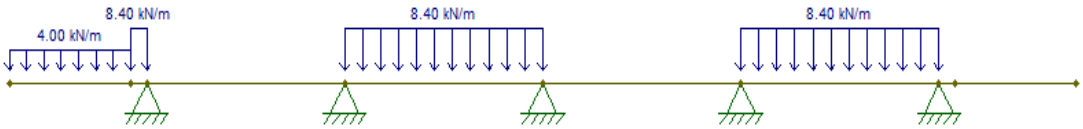


Figura 7.37 – Tramos impares cargados

El metro y medio inicial corresponde a la carga de la vereda.

Los esfuerzos obtenidos son:

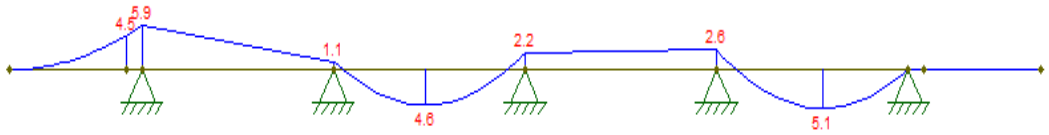


Figura 7.38 – Diagrama de Momento por MC y V

2º Todos los tramos cargados

Por último se carga toda la estructura con las sobrecargas de vereda y multitud donde corresponden.

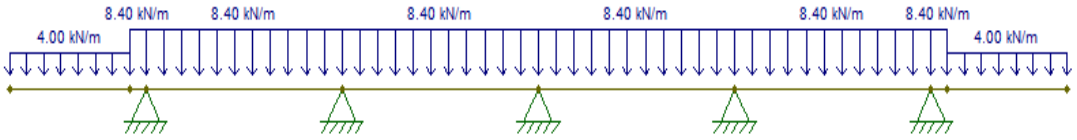


Figura 7.39 – Todos los tramos cargados

Los esfuerzos obtenidos son:

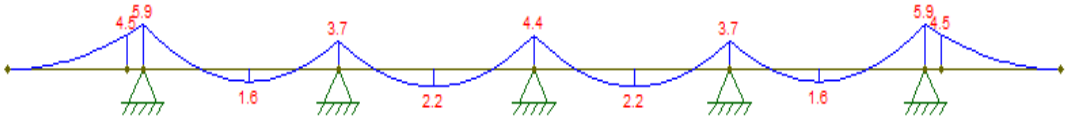


Figura 7.40 – Diagrama de Momento por MC y V

De los análisis anteriores se calcula la superposición del peso propio, vereda y multitud.

Teniendo en cuenta los dos puntos anteriores se elabora un nuevo diagrama de Momentos Flectores con puntos en los extremos, fin de vereda, apoyos y a la mitad de los tramos. Los valores de los momentos en los puntos dichos se obtienen utilizando el software antes mencionado. Los valores en los apoyos se pueden observar en los diagramas que se encuentran más arriba, pero para el resto de los puntos no se colocaron los diagramas debido a la cantidad que son.

A continuaciones se muestran dos tablas. La primera de estas con momentos flectores nominales y la segunda con los momentos flectores últimos. Los coeficientes de mayoración utilizados fueron 1,2 para cargas muertas y 1,6 para sobrecargas. A la hora de dimensionar los valores utilizados son los últimos.

El tener estas tablas nos permitirán, junto con las líneas de influencia, también definir donde cargaremos con nuestro tren de carga para obtener los Mfu más desfavorables.

Envolvente del momento flector debido a g, sobrecarga de vereda y multitud (Cargas de Servicio)						
Nota	Coordenada x	Momento Flector (KNm)			Envolvente Mf (KNm)	
		g	Multitud y Vereda			
	(m)		Esquema 1	Esquema 3	Mínimo	Máximo
Extremo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,75	-2,20	-1,10	-1,10	-3,30	-3,30
Fin vereda	1,50	-8,70	-4,50	-4,50	-13,20	-13,20
Apoyo	1,70	-11,20	-5,90	-5,90	-17,10	-17,10
	2,93	-0,70	-3,50	1,50	-4,20	0,80
Apoyo	4,15	-1,80	-1,10	-3,70	-5,50	-2,90
	5,38	2,50	4,60	2,20	4,70	7,10
Apoyo	6,60	-4,90	-2,20	-4,40	-9,30	-7,10
	7,83	2,50	-2,40	2,20	0,10	4,70
Apoyo	9,05	-1,80	-2,60	-3,70	-5,50	-4,40
	10,28	-0,70	5,00	1,50	0,80	4,30
Apoyo	11,50	-11,20	0,00	-5,90	-17,10	-11,20
Fin vereda	11,70	-8,70	0,00	-4,50	-13,20	-8,70
	12,45	-2,20	0,00	-1,10	-3,30	-2,20
Extremo	13,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7.7 – Envolvente del Momento flector con cargas de servicio

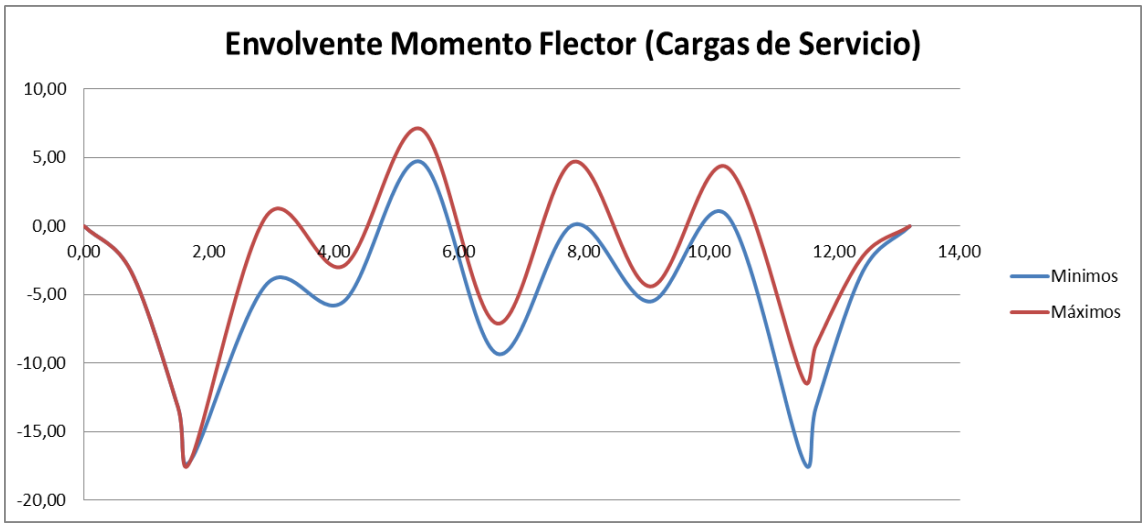


Figura 7.41 – Envolvente de Momento flector con cargas de servicio

Ahora con las cargas mayoradas con los coeficientes mencionados obtenemos la siguiente tabla:

Envolvente del momento flector debido a g, sobrecarga de vereda y multitud (Cargas Ultimas)						
Nota	Coordenada x	Momento Flector (KNm)			Envolvente Mf (KNm)	
		g	Multitud y Vereda			
	(m)		Esquema 1	Esquema 3	Mínimo	Máximo
Extremo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,75	-2,64	-1,76	-1,76	-4,40	-4,40
Fin vereda	1,50	-10,44	-7,20	-7,20	-17,64	-17,64
Apoyo	1,70	-13,44	-9,44	-9,44	-22,88	-22,88
	2,93	-0,84	-5,60	2,40	-6,44	1,56
Apoyo	4,15	-2,16	-1,76	-5,92	-8,08	-3,92
	5,38	3,00	7,36	3,52	6,52	10,36
Apoyo	6,60	-5,88	-3,52	-7,04	-12,92	-9,40
	7,83	3,00	-3,84	3,52	-0,84	6,52
Apoyo	9,05	-2,16	-4,16	-5,92	-8,08	-6,32
	10,28	-0,84	8,00	2,40	1,56	7,16
Apoyo	11,50	-13,44	0,00	-9,44	-22,88	-13,44
Fin vereda	11,70	-10,44	0,00	-7,20	-17,64	-10,44
	12,45	-2,64	0,00	-1,76	-4,40	-2,64
Extremo	13,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7.8 – Envolvente de Momento flector con cargas últimas

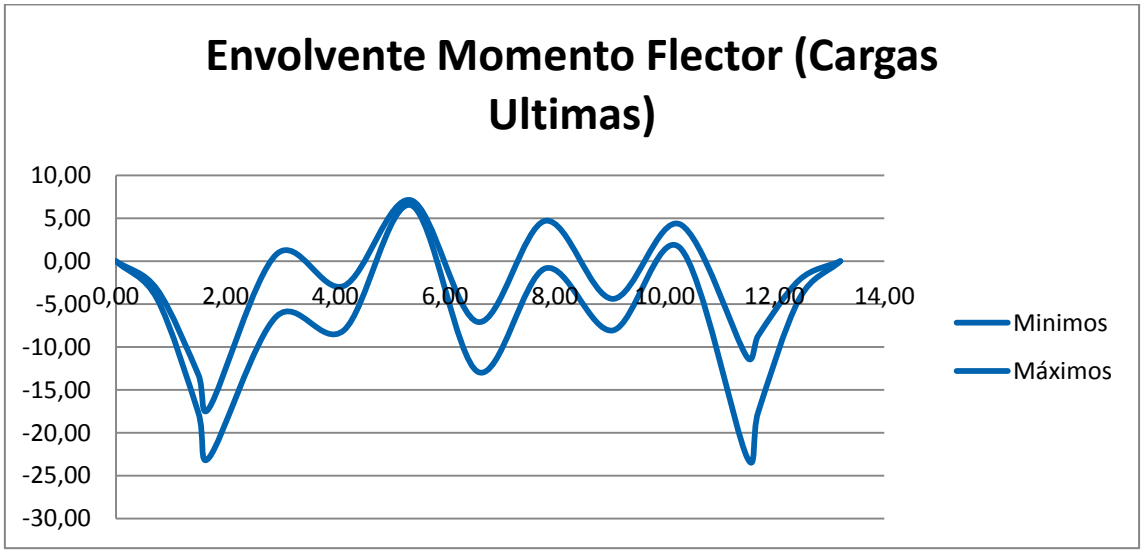


Figura 7.42 – Envolvente de Momento flector con cargas últimas

7.4.2.1.3 Por tren de carga

Para este análisis se podría hacer un trabajo exhaustivo y minucioso pero por simplicidad en el cálculo se toma la sección con mayores esfuerzos y se carga con el vehículo para aumentar aún más el esfuerzo.

El tipo de vehículo que se utiliza es el nombrado en los cálculos realizados para la viga.

Para la repartición de las cargas concentradas (presión de una rueda), para una losa de luz ℓ con una capa superior de repartición de espesor s y con la armadura transversal correspondiente, se debe considerar un ancho activo (según el Capítulo IV del Manual de Dirección Nacional de Vialidad) para un movimiento del vehículo paralelo a la luz de la losa igual a:

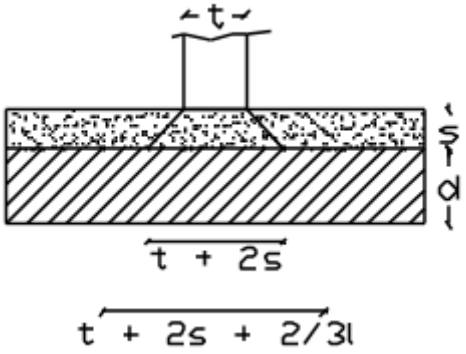


Figura 7.43 – Repartición de cargas concentradas

$$b = t + 2s + \frac{2}{3}l = 10cm + 2.6cm + \frac{2}{3}.245cm = 185,3cm$$

A continuación se esquematizan las cargas de los rodillos delanteros de dos aplanadoras. Nótese que cada carga tiene el ancho calculado en el paso anterior.

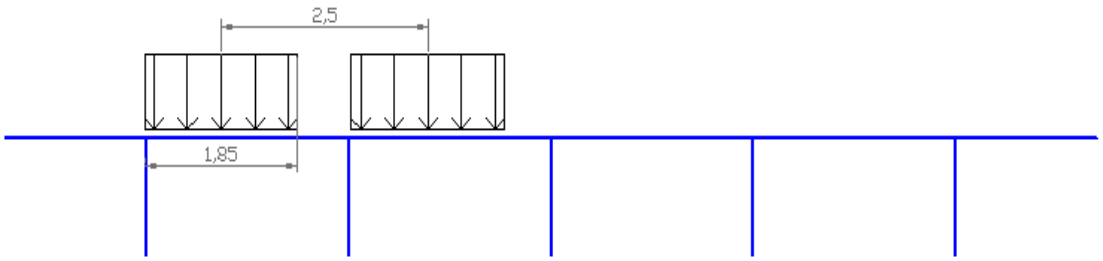


Figura 7.44 – Esquema de rodillos delanteros de dos aplanadoras

Las posiciones son variables y no necesariamente deben estar ambos vehículos.

Entonces la carga distribuida que será aplicada por la aplanadora se calcula como la carga del rodillo delantero (anteriormente se mencionó que es con la que se realizarán los cálculos) sobre el ancho activo:

$$Rd = \frac{145,6KN}{1,85m} = 78,7KN\ /m$$

El análisis de los esfuerzos que se realiza a continuación se hace con cargas de servicio, es decir que la carga hallada anteriormente no se mayora. Luego en la tabla que se expone más adelante si se trabaja con los esfuerzos mayorados.

Momento máximo último tramo interior

Para obtener el máximo momento en un tramo interior se colocó el tren de cargas en las secciones del esquema. Para la elección de las secciones se evaluaron las líneas de influencia en distintos puntos de los tramos, buscando de esta forma el mayor eta. Se muestra la línea de influencia para la cual se lograría el máximo momento.

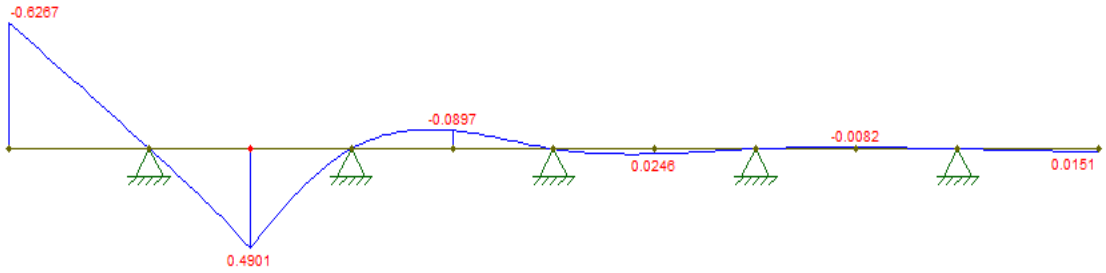


Figura 7.45 – Línea de influencia con mayor eta

Se carga entonces en el segundo y cuarto tramo para obtener el mayor momento último en un tramo interior.

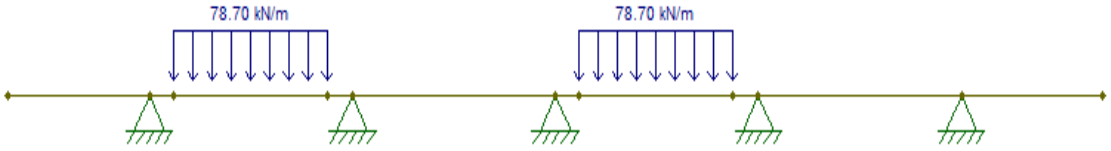


Figura 7.46 – Posición de las cargas

El diagrama de momento obtenido gracias al software es el siguiente. Los valores que se muestran están expresados en KNm.

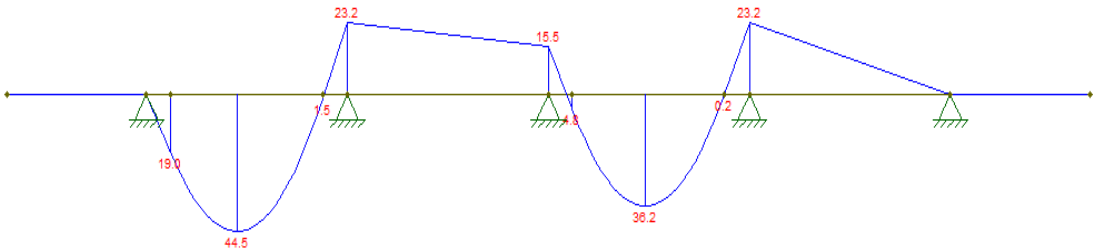


Figura 7.47 – Diagrama de Momento por Tren de carga

Momento mínimo último en el tramo interior

Se repitió el procedimiento anterior para obtener los máximos negativos en el tramo, se muestran la línea de influencia, los lugares en los que se coloca la carga y el diagrama del esfuerzo, en ese orden.

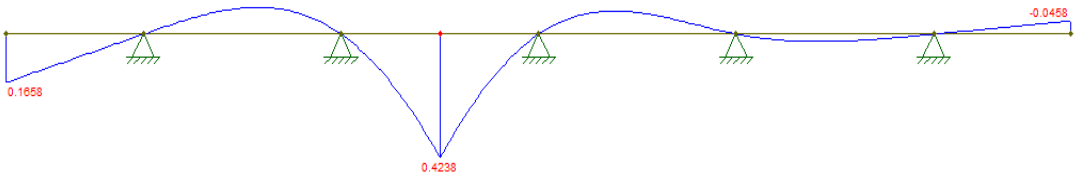


Figura 7.48 – Línea de influencia con mayor eta

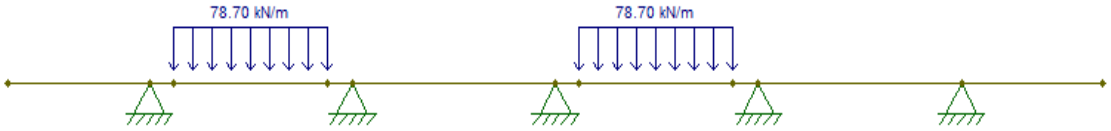


Figura 7.49 – Posición de las cargas

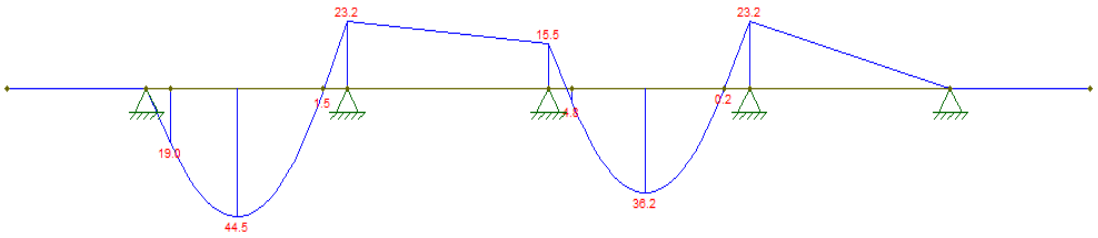


Figura 7.50 – Diagrama de Momento por Tren de carga

Momento máximo negativo en el apoyo:

Se repite el procedimiento para el momento máximo negativo en el apoyo.

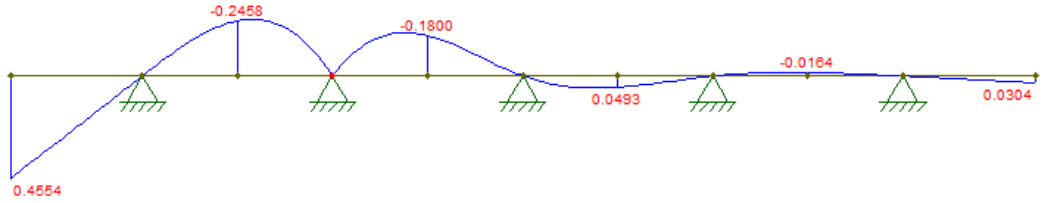


Figura 7.51 – Línea de influencia con mayor eta

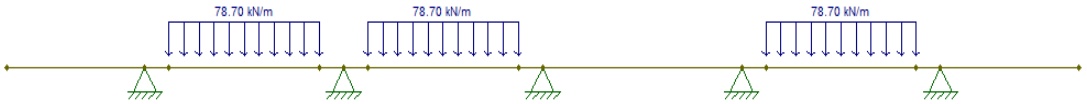


Figura 7.52 – Posición de las cargas

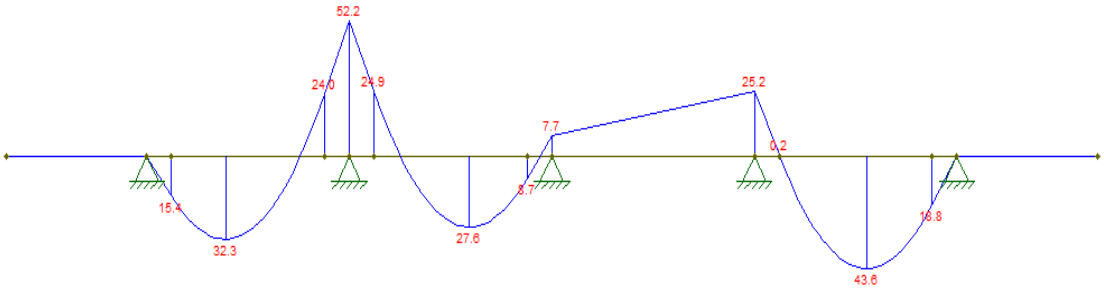


Figura 7.53 – Diagrama de Momento por Tren de carga

Finalmente se realiza un análisis de todas las cargas para el estado de flexión. En la siguiente tabla se muestra el resumen de momento flector máximo y mínimo producido por el peso propio, sobrecarga de vereda y multitud compacta que es adoptado de la tabla anterior. En cuanto al tren de carga se realiza un análisis de los tres esquemas y se adopta un valor máximo para los tramos y para los apoyos (los mayores), y un valor mínimo también para los tramos y apoyos. Los valores colocados en la tabla son los esfuerzos últimos, es decir que están mayorados.

En las últimas dos columnas se tiene los momentos flectores finales (mínimos y máximos) considerando el peso propio, multitud compacta, sobrecarga de vereda y tren de carga.

ENVOLVENTE DE MOMENTO FLECTOR ULTIMO PARA DISEÑO							
Nota	Coordenadas x	Envolvente Mfu por Pprop, MC, y V (KNm)		Envolvente por Tren de Carga (KNm)		Envolvente Final Mfu (KNm)	
	(m)	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Extremo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,75	-4,40	-4,40	0,00	0,00	-4,40	-4,40
Apoyo	1,70	-22,88	-22,88	-83,60	0,00	-106,48	-22,88
	2,93	-6,44	1,56	-30,90	71,20	-37,34	72,76
Apoyo	4,15	-8,08	-3,92	-83,60	0,00	-91,68	-3,92
	5,38	6,52	10,36	-30,90	71,20	-24,38	81,56
Apoyo	6,60	-12,92	-9,40	-83,60	0,00	-96,52	-9,40
	7,83	-0,84	6,52	-30,90	71,20	-31,74	77,72
Apoyo	9,05	-8,08	-6,32	-83,60	0,00	-91,68	-6,32
	10,28	1,56	7,16	-30,90	71,20	-29,34	78,36
Apoyo	11,50	-22,88	-13,44	-83,60	0,00	-106,48	-13,44
	12,45	-4,40	-2,64	0,00	0,00	-4,40	-2,64
Extremo	13,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7.9 – Envolvente de Momento flector último para diseño

Se utilizara para el cálculo de la armadura los siguientes valores:

$Tramo:$

$Mf_{máx} = 81,56 KN\ /m$

$Mf_{mín} = 37,34 KN\ /m$

$Apoyo:$

$Mf_{mín} = 106,48 KN\ /m$

7.4.2.2 Corte

Para los esfuerzos de corte se realiza un procedimiento similar. En cuanto a peso propio se cargará a lo largo de toda la losa. Para las sobrecargas se analizan nuevamente las líneas de influencia y se toma la decisión de cargar en las posiciones que se muestran a continuación.

7.4.2.2.1 Por peso propio

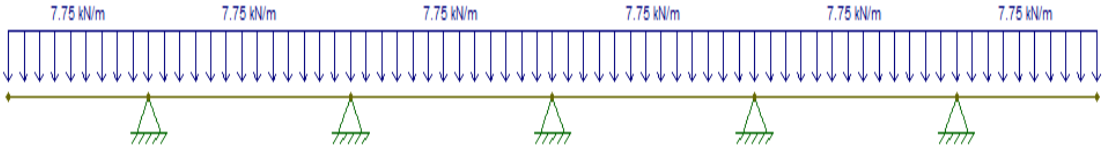


Figura 7.54 – Carga por Peso propio

El diagrama de corte obtenido es el siguiente. Vale aclarar que los valores que se muestran están expresados en KN.

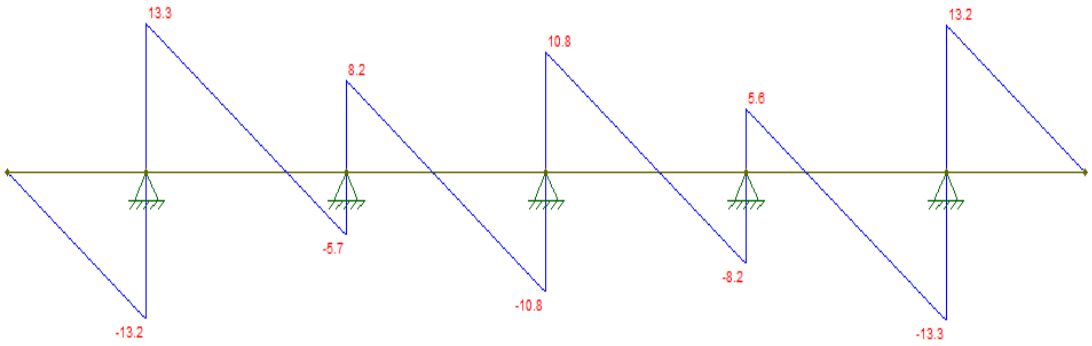


Figura 7.55 – Diagrama de Corte por Peso propio

7.4.2.2.2 Por multitud compacta y vereda

A partir de la línea de influencia siguiente se decide cargar con la sobrecarga de vereda en ambos extremos y con la carga de multitud compacta sobre el segundo y cuarto tramo.

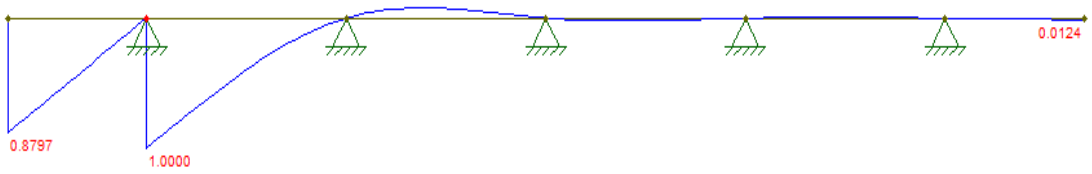


Figura 7.56 – Línea de influencia

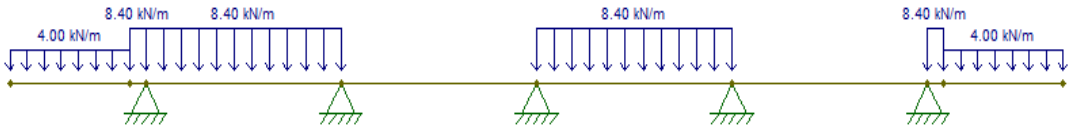


Figura 7.57 – Posición de las cargas

El diagrama de corte obtenido es el siguiente.

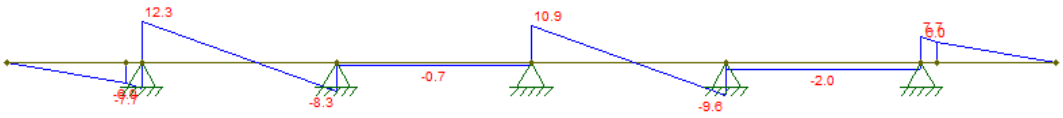


Figura 7.58 – Diagrama de Corte por MC y V

7.4.2.2.3 Por tren de carga

Para el cálculo del corte debido al tren de carga se debe considerar un ancho activo de la losa. Este ancho correspondiente al corte se determina siguiendo la sección C del capítulo IV de las normas de Dirección Nacional de Vialidad.

En el cálculo del ancho activo se consideró:

- Sobre el apoyo: t+5d con t=10cm

$$t + 5d = 10cm + 5*(25cm) = 135cm$$

- Un ensanchamiento a 45º hacia el interior hasta un ancho máximo de:

$$\frac{2}{3}l + t + 2s = \frac{2}{3}*245cm + 10 + 2*(6cm) = 185,3m$$

El siguiente esquema en planta muestra el planteo:

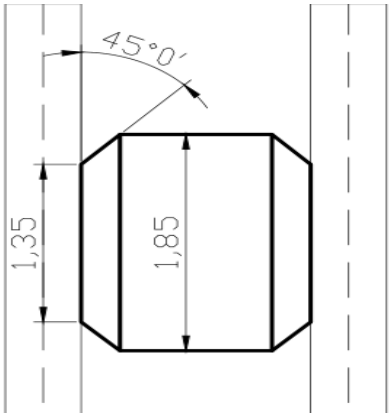


Figura 7.59 – Ancho activo de la losa a 45º hacia el interior

Considerando la carga del rodillo delantero sobre el menor ancho activo (vehículo desplazándose en el sentido longitudinal del puente) se obtiene una carga por metro lineal de:

$$\frac{145,6KN}{1,85m} = 78,6KN/m$$

Con esa carga se plantea el siguiente esquema de cálculo:

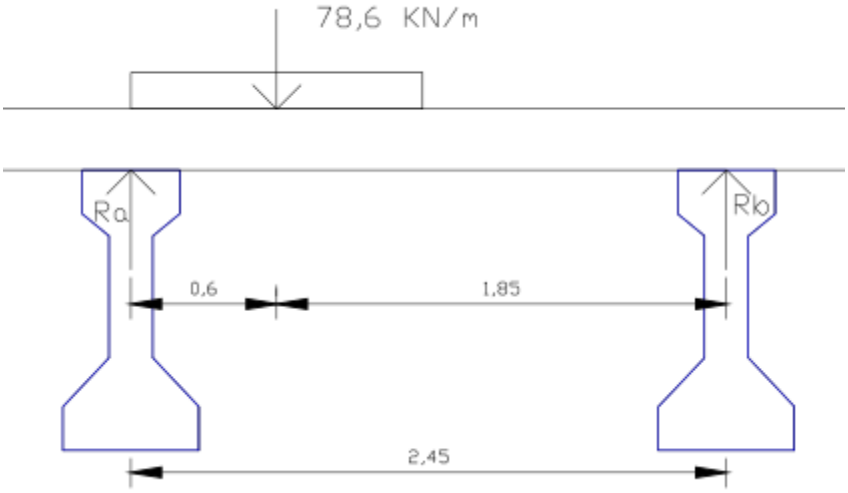


Figura 7.60 – Esquema de cálculo

$$\sum Mb = 0$$

$$Ra.(2,45m) - P.(1,85m) = 0$$

$$Ra = \frac{78,6KN/m.1,85m}{2,45m}$$

$$Ra = 59,4KN/m$$

Este es un método aproximado y está del lado de la seguridad ya que es discutible que la carga real del rodillo a la izquierda de la resultante no disminuye el corte y que se considera al rodillo como soportado únicamente por dos vigas cuando en realidad es soportado por las 5.

De lo planteado en el análisis de carga surge el siguiente diagrama de corte (notar que es generado entre 2 vigas)

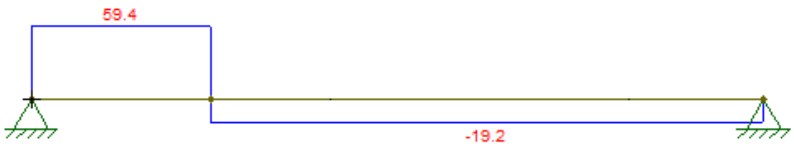


Figura 7.61 – Diagrama de Corte

7.4.2.2.4 Esfuerzo de corte último

Una vez hecho el análisis debido a todas las cargas se debe determinar el esfuerzo de corte último con el que se calculara la armadura transversal. Dicho esfuerzo se logra mayorando las cargas. Los coeficientes de mayoración son 1,2 para el peso propio y 1,6 para las sobrecargas.

$$V_u = 1,2 * 14,2KN + 1,6 * (59,4KN + 12,8KN)$$
$$V_u = 131,76KN$$

7.4.3 Dimensionado de la losa

En esta sección se realizara el dimensionado de la armadura de la losa tanto a flexión como a corte con los valores determinado en el paso anterior.

7.4.3.1 Armadura por esfuerzo de flexión

Material: Hormigón H-25.

Acero ADN420

Sección: b=1m.

h=0,25m.

Armadura: ϕ: 16mm (para momento positivo de tramo y negativo de apoyo)

ϕ: 12mm (para momento negativo de tramo)

Momento positivo en el tramo (armadura inferior)

Los cálculos siguientes para hallar la armadura de acero se realizaron siguiendo los lineamientos del CIRSOC 201 y el libro "Hormigón Armado" de Oscar Möller.

$$Mu = 81,56 KNm$$

$$\phi = 0,9$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{81,56 KNm}{0,9}$$

$$Mn_{\min} = 90,62 KNm = 0,0906 MNm$$

$$d = h - \frac{d_b}{2} - c_c - d_e = 25 - 0,8 - 2 - 1 = 21,2 cm = 0,212 m$$

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{Mn}{b}}} = \frac{0,212 m}{\sqrt{\frac{0,0906 MNm}{1 m}}} = 0.704$$

$$k_e = 25,09 \frac{cm^2}{MN}$$

$$As = \frac{k_e . Mn}{d} = \frac{25,09.0,0906}{0,212} cm^2 = 10,72 cm^2$$

$$6\phi 16 / m \Rightarrow \boxed{1\phi 16 \text{ cada } 16 cm}$$

Se verifica que este valor sea mayor a la armadura mínima que dispone el Capítulo4.8 del Möller para secciones rectangulares.

$$As_{mín} = \frac{\sqrt{f'c}}{6,73.fy} .b.d = 3,75 cm^2$$

$$As \geq As_{mín} \quad Verifica$$

A continuación se verifica las separaciones de la armadura siguiendo el Artículo 7.6.1 y 7.6.2 del Reglamento CIRSOC 201.

Separaciones mínimas ($s_{lmín}$) y máximas ($s_{lmáx}$)

$$s_{lmín} \begin{cases} \geq d_b = 16mm \\ \geq 25mm \\ \geq 1.33TNMAG \end{cases}$$

$$s_{l\max} \begin{cases} \leq 2.5h = 62,5cm \\ \leq 25d_b = 40cm \\ \leq 30cm \end{cases}$$

Verifica tanto los mínimos como los máximos

Momento negativo en el tramo (armadura superior)

$$Mu = 37,34KNm$$

$$\phi = 0,9$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{37,34KNm}{0,9}$$

$$Mn_{\min} = 41,5KNm = 0,0415MNm$$

$$d = h - \frac{d_b}{2} - c_c - d_e = 25 - 0,6 - 2 - 1 = 21,4cm = 0,214m$$

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{Mn}{b}}} = \frac{0,214m}{\sqrt{\frac{0,0415MNm}{1m}}} = 1,05$$

$$k_e = 24,36\frac{cm^2}{MN}$$

$$As = \frac{k_e.Mn}{d} = \frac{24,36.0,0415}{0,214}cm^2 = 4,72cm^2 \geq As_{mín}$$

$5\phi 12/m \Rightarrow$ 1ϕ12 cada 20 cm

Separaciones mínimas (s) y máximas (s

$$s_{lmín} \begin{cases} \geq d_b = 12mm \\ \geq 25mm \\ \geq 1.33TNMAG \end{cases}$$

$$s_{l\max} \begin{cases} \leq 2.5h = 62,5cm \\ \leq 25d_b = 30cm \\ \leq 30cm \end{cases}$$

Verifica tanto los mínimos como los máx

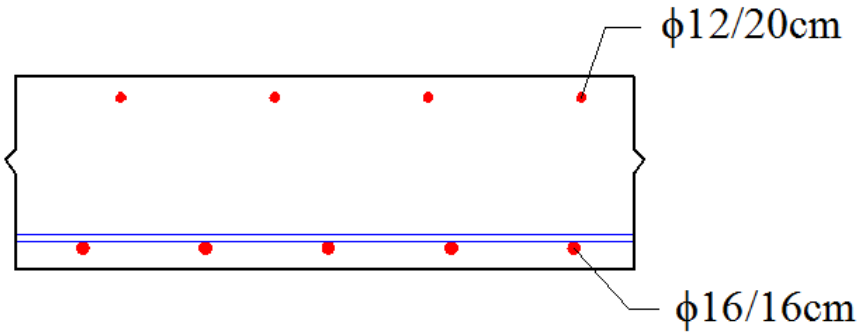


Figura 7.62 – Esquema de armado en el tramo

Momento negativo en el apoyo (armadura superior)

$Mu = 106,48KNm$

$\phi = 0,9$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{106,48KNm}{0,9}$$

$Mn_{\min} = 118,3KNm = 0,1183MNm$

$$d = h - \frac{d_b}{2} - c_c - d_e = 25 - 0.8 - 2 - 1 = 21,2cm = 0,212m$$

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{Mn}{b}}} = \frac{0,212m}{\sqrt{\frac{0,1183MNm}{1m}}} = 0,617$$

$$k_e = 25,51\frac{cm^2}{MN}$$

$$As = \frac{k_e.Mn}{d} = \frac{25,51.(0,118)}{0,212} cm^2 = 14,2 cm^2 \geq As_{mín}$$

Se considera la armadura superior que viene del tramo y se la refuerza en el apoyo

$$As_{adicional} = 14,2 - 5,65 = 9,68 cm^2$$

$$5\phi 16/m \Rightarrow \boxed{1\phi 16 \text{ cada } 20 \text{ cm}}$$

Separaciones mínimas ($s_{lmín}$) y máximas (s_{lmax})

$$s_{lmín} \begin{cases} \geq d_b = 16mm \\ \geq 25mm \\ \geq 1.33TNMAG \end{cases}$$

$$s_{l\max} \begin{cases} \leq 2.5h = 62,5cm \\ \leq 25d_b = 40cm \\ \leq 30cm \end{cases}$$

Verifica tanto los mínimos como los máximos

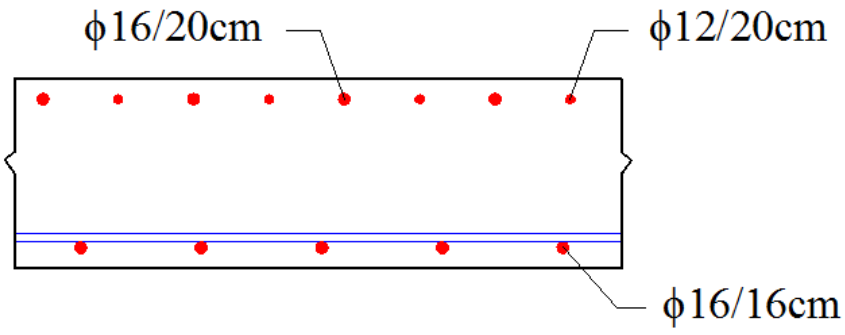


Figura 7.63 – Esquema de armado en el apoyo

7.4.3.2 Armadura mínima transversal por contracción y temperatura

Los cálculos para la armadura por contracción y temperatura se realizaron siguiendo el Artículo 7.12 del Reglamento.

$$A_s = 0,0018 b\, h$$
$$A_s = 0,0018 . 25cm \; . 100cm$$
$$A_s = 4,5 cm^2$$
$$6\phi 10 \Rightarrow \boxed{1\phi 10/16cm}$$

$$s_{max} = \begin{cases} 3h = 750mm \\ 300mm \end{cases}$$

verifica

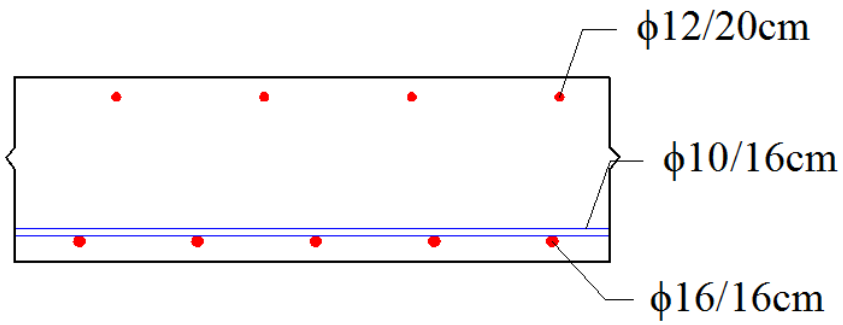


Figura 7.64 – Esquema de armado con armadura transversal

7.4.3.3 Armadura por esfuerzo de corte

A continuación se calcula el aporte del hormigón para soportar esfuerzo de corte, para luego restarle este valor al corte nominal. El resultado que se obtiene es el esfuerzo que deberá ser tomado por armadura transversal.

$$Vu = 130,7KN$$

$$\phi = 0,75$$

$$Vn = \frac{Vu}{\phi} = \frac{130,7KN}{0,75}$$

$$Vn_{\min} = 174,3KN$$

$$Vc = \frac{1}{6}.\sqrt{f_c'}.b.d$$

$$Vc = \frac{1}{6}.\sqrt{25}\frac{MN}{m^2}.1m.0,212m = 176,7KN$$

$$Vs_{mín} = Vn_{\min} - Vc$$

$$Vc_{mín} = -2,4KN$$

El aporte del hormigón a la resistencia al corte alcanza para cubrirlos. De este modo no es necesaria la colocación de armadura para soportar este esfuerzo ni modificar las características de la losa propuesta en un principio.

7.5 APOYOS DE NEOPRENO

Para realizar el cálculo de los apoyos es necesario conocer las fuerzas actuantes sobre el mismo. Entre ellas se encuentran:

- Fuerzas horizontales.
- Fuerzas verticales.
- Deslizamientos horizontales.
- Giros

Los mismos serán realizados mediante el método matricial y el uso de tablas correspondientes.

7.5.1 Giros

7.5.1.1 Debido al vehículo

$$K = \begin{vmatrix} \frac{4EI}{l} & \frac{2EI}{l} \\ \frac{2EI}{l} & \frac{4EI}{l} \end{vmatrix}$$

$$E = 4700\sqrt{f_c'}$$

$$E = 4700\sqrt{45MPa} = 31528,8MPa$$

$$I = 0,0526m^4$$

$$E.I = 1658,4MNm^2$$

$$K = \begin{vmatrix} \frac{4.(1658,4MNm^2)}{18m} & \frac{2.(1658,4MNm^2)}{18m} \\ \frac{2.(1658,4MNm^2)}{18m} & \frac{4.(1658,4MNm^2)}{18m} \end{vmatrix}$$

$$K = \begin{vmatrix} 368,5MNm & 184,3MNm \\ 184,3MNm & 368,5MNm \end{vmatrix}$$

$$Det = (368,5.368,5) - (184,3.184,3) = 101825,8MN^2m^2$$

$$K^{-1} = \frac{1}{101825,8} \cdot \begin{vmatrix} 368,5 & -184,3 \\ -184,3 & 368,5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3,6 & -1,8 \\ -1,8 & 3,6 \end{vmatrix} x10^{-3} \left[\frac{1}{MNm}\right]$$

A continuación se aplica un momento M_0 = 1000 MNm.

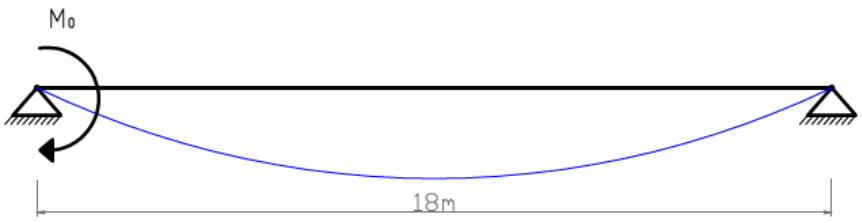


Figura 7.65 – Diagrama de Momento

$$EI\frac{d^4W}{dx^4}=0$$

$$EI\frac{d^3W}{dx^3}=C_1$$

$$EI\frac{d^2W}{dx^2}=C_1.x+C_2=-Mf$$

En x = 0; Mf = Mo

$$\Rightarrow EI\frac{d^2W}{dx^2}\bigg|_0=C_2=-M_0$$

$$EI\frac{d^2W}{dx^2}=C_1.x-M_0$$

$$EI\frac{d^2W}{dx^2}=C_1.x-1000MNm$$

$$EI\frac{dW}{dx}=\frac{C_1.x^2}{2}-1000MNm\,x+C_3$$

$$\begin{vmatrix}\varphi_1\\ \varphi_2\end{vmatrix}=|K|^{-1}.\begin{vmatrix}1000MNm\\ 0\end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix}\varphi_1\\ \varphi_2\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}3,6 & -1,8\\ -1,8 & 3,6\end{vmatrix}x10^{-3}.\begin{vmatrix}1000MNm\\ 0\end{vmatrix}$$

$$\varphi_1=3,6$$

$$\varphi_2=-1,8$$

En x = 0

$$EI\varphi_1=C_3\rightarrow C_3=1658,4MNm^2.(3,6)=5970,24MNm^2$$

En x = 18m

$$EI\varphi_2=\frac{C_1.(18m)^2}{2}-1000MNm.(18m)+5970,24MNm^2$$

$$C_1 = \frac{2.\left(EI\varphi_2 + 1000MNm.(18m) - 5970,2MNm^2\right)}{(18m)^2} = 55,8MN$$

$$EI\frac{dW}{dx} = \frac{55,8MN\,x^2}{2} - 1000MNm\,x + 5970,2MNm^2$$

$$EIW = \frac{55,8MN\,x^3}{6} - 1000MNm.\frac{x^2}{2} + 5970,2MNm^2\,x + C_4$$

En x = 0 m $\Rightarrow$ W=0 $\Rightarrow$ $C_4 = 0$

$$EIW = \frac{55,8MN\,x^3}{6} - 1000MNm.\frac{x^2}{2} + 5970,2MNm^2\,x$$

El mayor descenso se produce donde $\frac{dw}{dx} = 0$

$$Entonces: \frac{55,7MN\,x^2}{2} - 1000MNm\,x + 5970,2MNm^2 = 0$$

$$x = 7,6m$$

Ahora se busca la coordenada más desfavorable para colocar el rodillo delantero.

$$EIW\big|_{x=4,6m} = \frac{55,8MN(4,6m)^3}{6} - 1000MNm\frac{(4,6m)^2}{2} + 5970,2MNm^2\,(4,6m) = 17788,1MNm^3$$

$$EIW\big|_{x=10,6m} = \frac{55,8MN(10,6m)^3}{6} - 1000MNm\frac{(10,6m)^2}{2} + 5970,2MNm^2\,(10,6m) = 18180,6MNm^3$$

Se apoya el rodillo delantero en x=10,6m.

$$EIW\big|_{x=7,6m} = \frac{55,8MN(7,6m)^3}{6} - 1000MNm\frac{(7,6m)^2}{2} + 5970,2MNm^2\,(7,6m) = 20575,9MNm^3$$

$$EI\varphi_1 = \frac{R_d.W_{10,6} + 2R_t.W_{7,6}}{M_0}$$

$$\varphi_1 = \frac{0,130MN.(18180,6MNm^3) + 2.(0,085MN.20575,9MNm^3)}{1000MNm.(1658,4MNm^2)}$$

$$\boxed{\varphi_1 = 3,5x10^{-3}}$$

$\Rightarrow$ *Giro en 1 debido al vehículo*

7.5.1.2 Debido al peso propio

$$q_p = q_{losa+carpeta} + q_{viga}$$

$$q_p = 21,81KN\ /m + (25KN\ /m^3\ .0,363m^2$$

$$q_p = 30,88KN\ /m$$

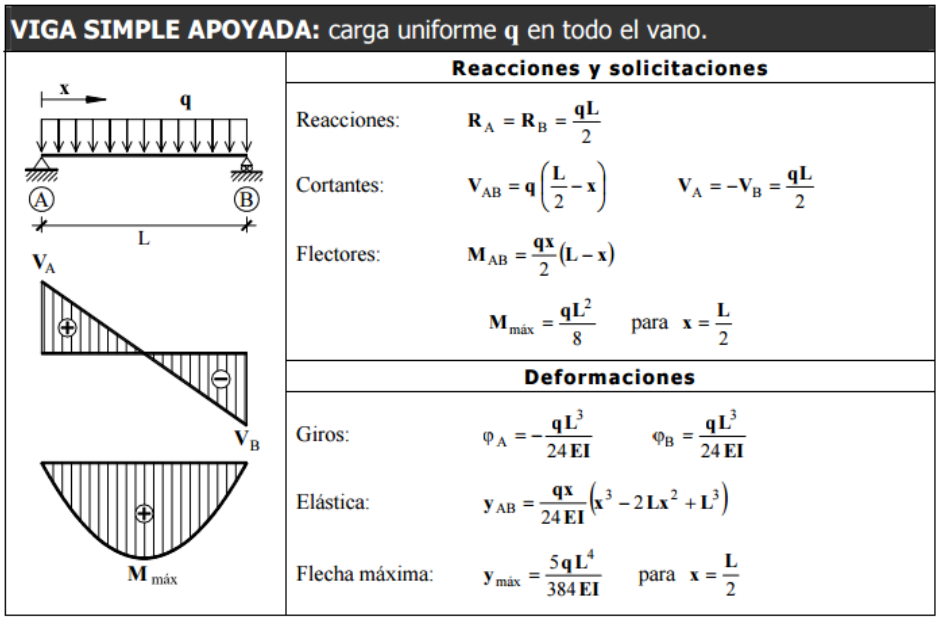


Figura 7.66 – Reacciones con carga uniforme en viga simple apoyada

Según tabla para viga simplemente apoyada con carga distribuida en todo su vano:

$$\varphi_1 = \frac{q.l^3}{24EI}$$

$$\varphi_1 = \frac{0,03088MN\ /m\ (18m)^3}{24.(1658,4MNm^2\ )}$$

$$\boxed{\varphi_1 = 4,5x10^{-3}}$$

$$\Rightarrow Giro\ en\ 1\ debido\ al\ \ peso\ \ propio$$

7.5.1.3 Debido a multitud y vereda

$$q_{V+Mul} = 22,21KN\ /m$$

De igual manera que para el caso anterior, según tabla para viga simplemente apoyada con carga distribuida en todo su vano:

$$\varphi_1 = \frac{q.l^3}{24EI}$$

$$\varphi_1 = \frac{0,02221MN/m.(18m)^3}{24.(1658,4MNm^2)}$$

$$\boxed{\varphi_1 = 3,25x10^{-3}}$$

$$\Rightarrow Giro\ en\ 1\ debido\ a\ multitd\ y\ vereda$$

7.5.1.4 Debido a la temperatura

Se considera que el giro por temperatura (variación en la altura de la viga) puede llegar a ser de gran importancia, por lo tanto se tendrá en cuenta en dicho cálculo.

A partir de una variación de la temperatura en la altura de 7°C se obtiene:

$$D = \frac{\alpha * \Delta t}{h}$$

$$\Delta t = 7°C$$

$$h = 1,15m$$

$$\alpha = 10^{-5}\left[\frac{1}{°C}\right]$$

$$D = \frac{1x10^{-5}\left[\frac{1}{°C}\right].7°C}{1,15m} = 6,1x10^{-5}\left[\frac{1}{m}\right]$$

$$M = D.E.I$$

$$M = 6,1x10^{-5}\left[\frac{1}{m}\right].1658,4MNm^2 = 0,101MNm$$

Se plantea el método matricial:

$$\{\Delta\} = [K]^{-1}.\{P\}$$

$$\begin{vmatrix}\varphi_1\\ \varphi_2\end{vmatrix} = \begin{vmatrix}3,6 & -1,8\\ -1,8 & 3,6\end{vmatrix} \cdot \frac{10^{-3}}{MNm} \cdot \begin{vmatrix}-0,101 MNm\\ +0.101 MNm\end{vmatrix}$$

$$\boxed{\varphi_1 = -5,45x10^{-4}}$$

$\Rightarrow$ *Giro en 1 debido a la temperatura*

7.5.2 Desplazamientos horizontales

7.5.2.1 Debido a la diferencia de temperatura

Se adopta una diferencia de temperatura de 30°C

$$\alpha = 1x10^{-5}\left[1/^{\circ}C\right]$$

$$u = \frac{\alpha.\Delta T_{horizontal}.l}{2}$$

$$u = \frac{1x10^{-5}\left[1/^{\circ}C\right].30^{\circ}C.18m}{2}$$

$$\boxed{u = 2,7x10^{-3}m}$$

7.5.3 Fuerzas horizontales

7.5.3.1 Debido al frenado

Se evalúan dos escenarios para analizar el más desfavorable. El primer escenario consiste en aplicar una fuerza horizontal en el plano del tablero de 1/25 de la sobrecarga equivalente a la multitud compacta sin impacto distribuidas sobre todo el largo y ancho de la calzada. El segundo escenario consiste en adoptar una fuerza de 15 veces el peso de una aplanadora por cada faja de circulación.

$$F_1 = \frac{1}{25}.A_{calzada}.q_{multitud}$$

$$F_1 = \frac{1}{25}.(10,2m.18m).6\frac{KN}{m^2} = 44,06KN$$

$$F_2 = 0,15P_{aplanadora}\,n^{\circ}_{aplanadoras}$$

$$F_2 = 0,15.300KN.2 = 90KN$$

Entonces se distribuye la carga en los 10 apoyos del tramo.

$$\frac{F_2}{10} = \frac{90KN}{10} = \boxed{9KN}$$

7.5.4 Fuerzas verticales

7.5.4.1 Debido al peso propio

$$V_{PP} = \frac{30,88\frac{KN}{m}.18m}{2} = \boxed{277,92KN}$$

7.5.4.2 Debido a multitud y vereda

$$V_{M+V} = \frac{22,21\frac{KN}{m}.18m}{2} = \boxed{199,9KN}$$

7.5.4.3 Debido al tren de carga

Se calcula la reacción en el apoyo cargando con el rodillo delantero en el apoyo y el trasero a 3 metros.

$$V_{TC} = \boxed{217,15KN}$$

Cuadro de Resumen				
	V(KN)	H(KN)	u(m)	φ(x10⁻³)
Peso propio	277,92			4,5
Multitud y vereda	199,9			3,25
Tren de carga	217,15			3,5
Δt vertical				- 0,545
Δt horizontal			$2,7x10^{-3}$	
Frenado		9		
TOTAL	694,97	9	$2,7x10^{-3}$	10,71

Tabal 7.10 – Cuadro de resumen de cargas

7.5.5 Pre dimensionamiento

Se predimensiona utilizando la condición de tensión normal máxima.

$$\sigma_N \leq 1,5 \frac{KN}{cm^2}$$

$$\frac{V}{a.b}.\alpha \leq 1,5 \frac{KN}{cm^2}$$

$$\alpha = coeficiente\ de\ seguridad$$

$$\frac{694,97 KN\ cm^2}{1,5 KN}.1,5 \leq a\ b$$

$$Entonces: b_{máx} = ancho\ de\ viga - 2cm = 56cm - 2cm = 54cm$$

$$Se\ adopta:$$

$$b = 20$$

$$a = 40$$

$$A = 800 cm^2$$

Figura 7.67 – Espesores del apoyo

- Dureza Shore A 50: G = 0,08 KN/cm^2.
- T = 40mm (altura de neopreno)
- Altura = 52mm.
- Dimensiones = 20 cm x 40 cm.
- N^0 capas de neopreno = 4.

- Espesor chapa de acero = 3 mm.
- Espesor neopreno interior y exterior = 10 mm y 5 mm.

7.5.6 Verificaciones

7.5.6.1 Verificaciones verticales

$$\sigma_m = \frac{V}{a.b} \leq 1,5 \frac{KN}{cm^2}$$

$$\frac{694,97 KN}{800 cm^2} \leq 1,5 \frac{KN}{cm^2}$$

$$\boxed{0,87 \frac{KN}{cm^2} \leq 1,5 \frac{KN}{cm^2}}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

$$\tau_n < 3.G$$

$$\tau_n = \frac{3}{2} . \frac{\sigma_m}{S}$$

$$S = \frac{a.b}{2t(a+b)} = \frac{20 cm . 40 cm}{2.1 cm(20 cm + 40 cm)} = 6,67$$

$$\tau_n = \frac{3}{2} . \frac{0,87 KN / cm^2}{6,67}$$

$$\tau_n = 0,19 \frac{KN}{cm^2}$$

Se adopta un módulo de Poisson: $G = 0,08 \frac{KN}{cm^2}$

Entonces:

$$\tau_n < 3.\left(0,08 \frac{KN}{cm^2}\right)$$

$$\boxed{0,19 \frac{KN}{cm^2} < 0,24 \frac{KN}{cm^2}}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

7.5.6.2 Verificación de fuerzas y desplazamientos horizontales

$$\tau_H \leq 0,5G$$

$$\tau_H = \frac{H}{a.b} + \frac{G.u}{n.t}$$

$$\tau_H = \frac{9KN}{(20cm.40cm)} + \frac{0,08KN/cm^2.(0,27cm)}{4.(1cm)} = 0,017\frac{KN}{cm^2}$$

Entonces:

$$0,017\frac{KN}{cm^2} \leq 0,5\left(0,08\frac{KN}{cm^2}\right)$$

$$\boxed{0,017\frac{KN}{cm^2} \leq 0,04\frac{KN}{cm^2}}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

7.5.6.3 Verificación de giros

$$\tau_\alpha \leq 1,5G$$

$$\tau_\alpha = \frac{G}{2}.\left(\frac{a}{t}\right)^2.\alpha$$

$$\alpha = \frac{\alpha_t}{n} = \frac{10,71x10^3}{4} = 0,0027$$

$$\tau_\alpha = \frac{0,08KN/cm^2}{2}.\left(\frac{20cm}{1cm}\right)^2.0,0027$$

$$\tau_\alpha = 0,043\frac{KN}{cm^2}$$

Entonces:

$$0,043\frac{KN}{cm^2} \leq 1,5\left(0,08\frac{KN}{cm^2}\right)$$

$$\boxed{0,043\frac{KN}{cm^2} \leq 0,12\frac{KN}{cm^2}}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

Ahora:

$$\tau = \tau_n + \tau_H + \tau_\alpha$$

$$\tau = 0,19\frac{KN}{cm^2} + 0,017\frac{KN}{cm^2} + 0,043\frac{KN}{cm^2} = 0,25\frac{KN}{cm^2}$$

$$\tau < 5.G$$

$$0,25\frac{KN}{cm^2} < 5\left(0,08\frac{KN}{cm^2}\right)$$

$$\boxed{0,25\frac{KN}{cm^2} < 0,4\frac{KN}{cm^2}}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

7.5.6.4 Verificaciones mínimas

$$\sigma_{min} > 0,2\frac{KN}{cm^2}$$

$$\sigma_{min} = \frac{V_{PP}}{a.b} = \frac{277,92KN}{(20cm.40cm)} = 0,35\frac{KN}{cm^2}$$

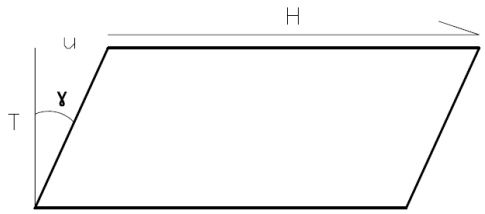
$$\boxed{0,35\frac{KN}{cm^2} > 0,2\frac{KN}{cm^2}}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

Ahora:

$H < f.N$

$$f = 0,1 + \frac{0,06KN/cm^2}{\sigma_{min}} = 0,1 + \frac{0,06KN/cm^2}{0,35KN/cm^2} = 0,27$$



$$H = \frac{G.u}{T}.a.b + H_{frenado}$$

$$H = \frac{0,08KN/cm^2.0,27cm}{4cm}.20cm.40cm + 9KN = 13,32KN$$

Entonces:

$13,32KN < 0,27.(277,92KN)$

$$\boxed{13,32KN < 75KN}$$

$\Rightarrow$ *Verifica*

7.5.6.5 Verificación del espesor de la chapa

$$\frac{a}{10} \leq T \leq \frac{a}{5}$$

$$\frac{20cm}{10} \leq 4cm \leq \frac{20cm}{5}$$

$$\boxed{2cm \leq 4cm \leq 4cm}$$

$$\Rightarrow \textit{Verifica}$$

Ahora:

$$t_s \geq \frac{a}{S}.\frac{\sigma_m}{\sigma_e}$$

$$\sigma_e = 2400kg\ /cm^2 = 24KN\ /cm^2$$

$$t_s \geq \frac{20cm}{6,67}.\frac{0,87KN\ /cm^2}{24KN\ /cm^2} = 0,11cm$$

$$\boxed{3mm \geq 1,1mm}$$

$$\Rightarrow \textit{Verifica}$$

7.5.7 Esquemas del apoyo

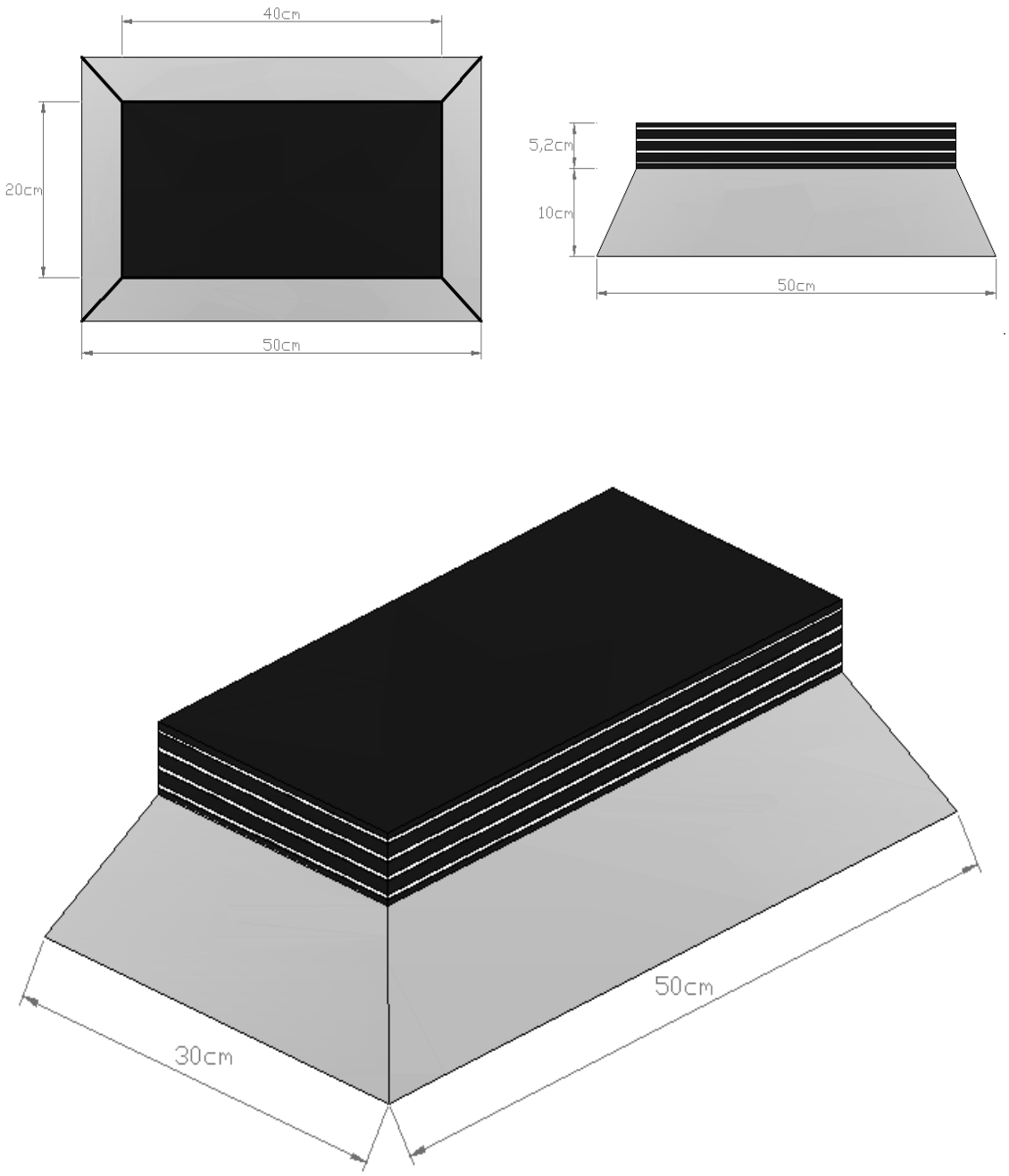


Figura 7.68 – Esquemas de los apoyos de neopreno

7.6 PILOTES

En esta sección se buscara dimensionar los pilotes centrales que trasmitirán las cargas de toda la estructura al suelo. Cabe mencionar que los pilotes serán hormigonado in-situ.

El primer paso es realizar un análisis de carga para la estructura. Esto se realizara a continuación.

7.6.1 Análisis de carga

Serán consideradas como cargas gravitatorias: el peso propio (tanto de la superestructura como de la subestructura), las sobrecargas de vereda y multitud compacta y la sobrecarga del vehículo tipo.

En cuanto a las fuerzas horizontales se consideraran las generadas por frenado. Considerando las dimensiones del puente no serán tenidas en cuenta las fuerzas generadas por el viento.

Supondremos los cabezales infinitamente rígidos con lo que las cargas entre nuestros tres pilotes se distribuirán en forma constante.

Reglamentariamente no se debe aplicar coeficiente de impacto a las sobrecargas.

7.6.1.1 Cargas por peso propio de la superestructura

La carga por peso propio de la superestructura que llega a un pilar (QPpse) incluye: peso losa, peso vereda, peso carpeta rodamiento y peso vigas pretensadas.

$$QP_{pse} = \underbrace{\underbrace{A_{transv.puente}}_{losa+vereda+vigas} \cdot \gamma_{H°A°} \cdot \frac{l_{puente}}{2}}_{Carga\,medio\,puente} .2. \underbrace{\frac{1}{4}}_{pilares}$$

$$QP_{pse} = 6{,}18 m^2 .25 \frac{KN}{m^3} .18 m / 4 = 695{,}25 KN$$

7.6.1.2 Cargas por peso propio de la subestructura

La carga por peso propio de la subestructura que llega a un pilar (QPpsbe) incluye: peso cabezal y peso pilote. Estos pesos serán aplicados, sin mayores análisis, en la parte superior del pilote (junto a las demás cargas).

Notar que el pilote ha sido pre dimensionado y, por ello, su volumen es estimativo. Se espera que esto no genere diferencias de importancia en los cálculos (o se procederá a un redimensionado).

$$QP_{psbe} = \left(2.V_{cabezal} + 4.V_{pilote}\right).\gamma_{H°A°}$$

$$QP_{psbe} = \left(\underbrace{2.(10,8.1,0.1,2\ m^3}_{25,92} + \underbrace{4.\frac{\pi.(1,0)^2}{4} m^2 .16,5 m .25\ KN/m^3}_{51,84} \right) \frac{1}{4} = 4806\ KN$$

7.6.1.3 Cargas por sobrecarga: multitud compacta y vereda

Se consideran la carga de vereda y multitud compacta, ambas sin impacto, solicitando todo el puente (conjunto de vigas descarga la mitad de la carga sobre el cabezal).

$$QS_{MC+V} = \frac{A_{calzada}.q_{MC} + A_{vereda}.q_V}{4}$$

$$QS_{MC+V} = \frac{10,2m.\frac{18m}{2}.2.6\frac{KN}{m^2} + (1,5 - 1,5)m.\frac{18m}{2}.2.4\frac{KN}{m^2}}{4}$$

$$QS_{MC+V} = \frac{\overbrace{1101,6KN}^{MC} + \overbrace{216KN}^{Vereda}}{4} = 329,4KN$$

7.6.1.4 Cargas por sobrecarga: vehículo tipo

Se aplican las cargas de dos vehículos tipo completas sobre el cabezal del pilote. Despreciamos la disminución en la carga que podría generarse por la real distribución del peso de la aplanadora.

$$QS_{TC} = \frac{2.P_{aplanadora}}{4}$$

$$QS_{TC} = \frac{2.300KN}{4} = 150KN$$

Se podría considerar el vehículo repartido sobre una menor cantidad de vigas lo que empeoraría la situación, y quedando así del lado de la inseguridad.

7.6.1.5 Cargas horizontales

Las cargas que se tendrán en cuenta son las producidas por el frenado de vehículos. Según el Capítulo-3 Sección B, del manual para el cálculo de puentes de hormigón armado de DNV, el frenado de vehículos se tomará en cuenta aplicando una fuerza horizontal en el plano del tablero de 1/25 de la sobrecarga equivalente a la multitud compacta sin impacto, distribuidas sobre el largo y ancho de la calzada, debiendo adoptarse como mínimo una fuerza de 0,15 veces el peso de una aplanador por cada faja de circulación.

$$F_1 = \frac{1}{25}.Á_{calzada}.q_{multitud}$$

$$F_1 = \frac{1}{25}.10,3m.18m.6\frac{KN}{m^2} = 44,1KN$$

$$F_2 = 0,15 P_{aplanadora}\ n°_{aplanadoras}$$

$$F_2 = 0,15.300KN.2 = 90KN$$

Como la carga se distribuye en 2 cabezales de 4 pilotes cada uno entonces la carga para un pilote será:

$$\frac{F_2}{8} = \frac{90KN}{8} = 11,3KN$$

7.6.1.6 Resumen de cargas

A continuación se muestra un cuadro con el resumen de cargas que actúan sobre el pilote.

	Verticales (KN)	Horizontales (KN)
Superestructura	695,3	
Subestructura	486,0	
Vereda y MC	329,4	
Tren de carga	150,0	
Frenado		11,3
TOTAL	1661,0	11,3

Tabla 7.11 – Resumen de cargas

7.6.2 Verificación de tensiones admisibles del suelo

En este apartado se verifica que, con las cargas calculadas y el pre dimensionado planteado, las tensiones en el suelo no superen las admisibles. Para eso calculamos la carga máxima que el suelo nos permite (por pilote) y verificamos que sea menor al que le solicitamos.

Debido a que no se posee un estudio de suelo del lugar, el cual permita conocer las características de este, y el fin de este proyecto es meramente académico es que se decidió adoptar un tipo de suelo que se encuentran comúnmente en esta zona. El suelo adoptado finalmente se trata del tipo calcáreo con las siguientes características:

Tensión admisible por punta: $q_{punta} = 200 t/m^2$

Tensión admisible por fricción: $q_{fricción} = 3 t/m^2$

Coeficiente de balasto: $k_h = 7,5 kg/cm^3$

$$P_{admsuelo} = P_{punta} + P_{fricción}$$

$$P_{admsuelo} = A_{punta}.q_{punta} + A_{fricción}.q_{fricción}$$

$$P_{admsuelo} = \frac{\pi.(1,0m)^2}{4}.200 t/m^2 + \pi.1,0m.8,0m.3 t/m^2 = 232,5 t = 2325 kN$$

$$\boxed{P_{admsuelo} \geq P_{requerido}} \Rightarrow Verifica$$

7.6.3 Cálculo del pilote

7.6.3.1 Método de análisis

Para determinar el procedimiento a usar para calcular los esfuerzos en el pilote se evalúa la "longitud libre equivalente" según la expresión de Davisson y Robinson (Página 483 del libro Orler)

$$L_e = \sqrt[4]{\frac{4.E\,I_{pilote}}{\phi_{pilote}.k}}$$

$$I = \frac{\pi.r^4}{4} = \frac{\pi.(0,50\,m)^4}{4} = 0,0491\,m^4$$

$$L_e = \sqrt[4]{\frac{4.23500\,MN/m^2.0,0491\,m^4}{1,0\,m.75\,MN/m^3}} = 2,80\,m$$

Según el libro "Diseño Básico de Hormigón Estructural" Ing. Rodolfo Orler (Página 484), si la longitud del pilote dentro del terreno (L) es

$L > 3.5L_e \rightarrow$ Comportamiento como viga flexible. Debe modelarse a través de resorte

$L < 2L_e \rightarrow$ La pieza se comporta en forma rígida con respecto al suelo.

En este caso:

$L = 8m$

$3,5L_e = 9,8m$

$2.L_e = 5,6m$

L esta entre ambos límites. Se realizan los cálculos para el pilote considerándolo flexo comprimido.

Para esto se debe encontrar el punto de empotramiento del pilote. Se puede considerar que el pilote se encuentra empotrado donde el giro es nulo. Esto se realiza utilizando el software proporcionado por la catedra de Puente.

A el programa se debe ingresar con los datos del elemento tales como el diámetro, longitud y el modulo E A su vez se debe ingresar una carga horizontal H para que el programa arroje resultados, en nuestro caso utilizaremos los 9 KN obtenidos debido a la fuerza de frenado. También se debe utilizar un coeficiente de balasto del suelo, el cual se utiliza el nombrado anteriormente.

Entonces se ingresan los siguientes valores al programa:

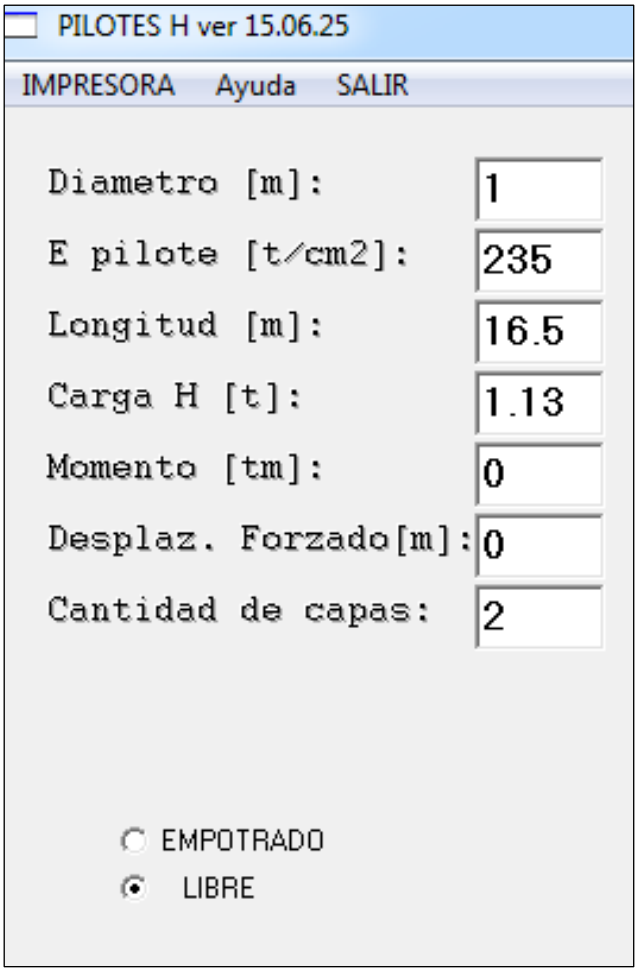


Figura 7.69 – Ingreso de valores al Software

Luego los resultados obtenidos en el layout del software son los siguientes:

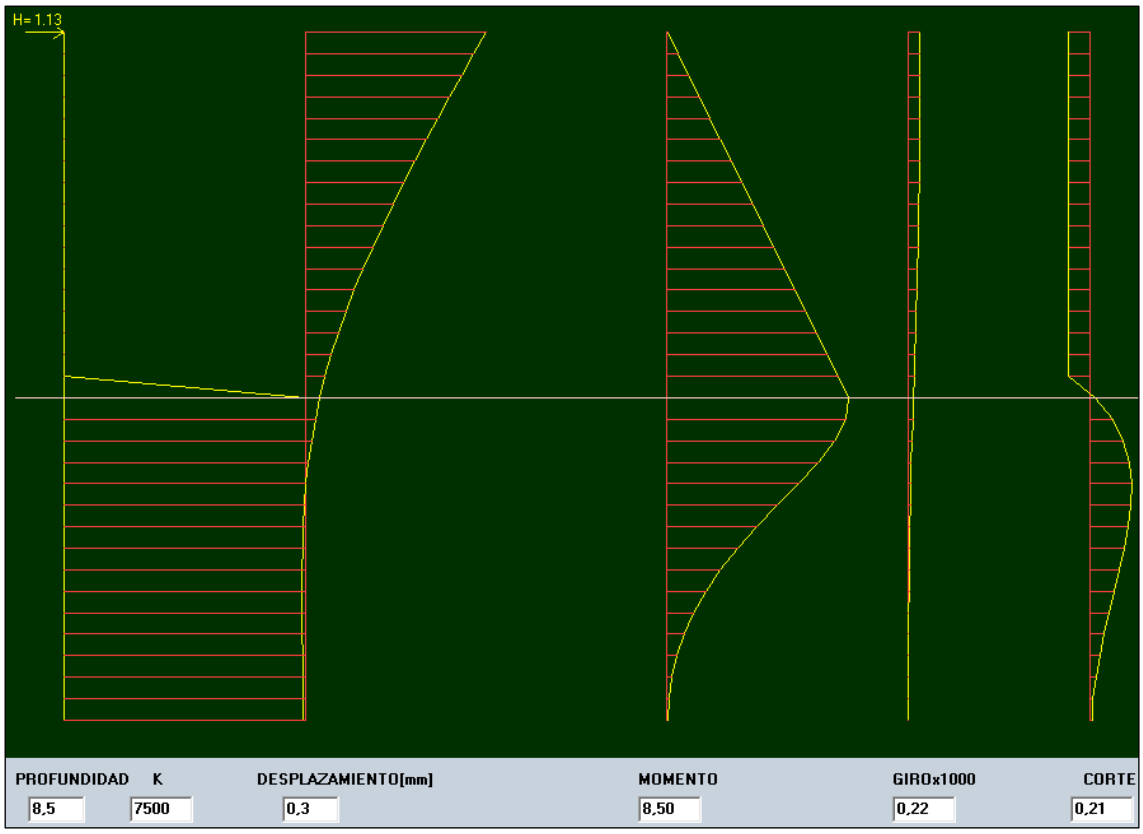


Figura 7.70 – Resultados obtenidos

El diagrama de giro es el cuarto de izquierda a derecha. Los resultados que se muestran en la parte inferior de la figura corresponden a la ubicación de la línea blanca horizontal que se aprecia. Entonces como se puede ver el giro tiene un valor nulo para una profundidad de 13,5 metros. Es decir que se considerará el pilote como empotrado a esa profundidad y articulado en la parte superior.

Los esfuerzos generados por la carga horizontal se obtienen del grafico de la figura anterior y los resultados se expresan en la siguiente tabla.

Esfuerzos en el pilote debido a H					
Debido a H de servicio			Debido a H última		
Momento máximo	85	KNm	Mu	136	KNm
Corte máximo	19,6	KN	Vu	31,36	KN
Corte Mmínimo	-10	KN	Vu	-16	KN

Tabla 7.12 – Esfuerzos de servicio y últimos debido a la carga horizontal

Para obtener las cargas últimas el factor de mayoración que se utilizó es 1,6.

Se buscan distintas combinaciones de cargas verticales para encontrar la más desfavorable:

$$qu_1 = 1,4P_D$$
$$qu_2 = 1,2P_D + 1,6P_L$$
$$qu_1 = 1,4.1181,3KN = 1653,8KN$$
$$qu_2 = 1,2.1181,3KN + 1,6.479,4KN = \boxed{2184,6KN}$$

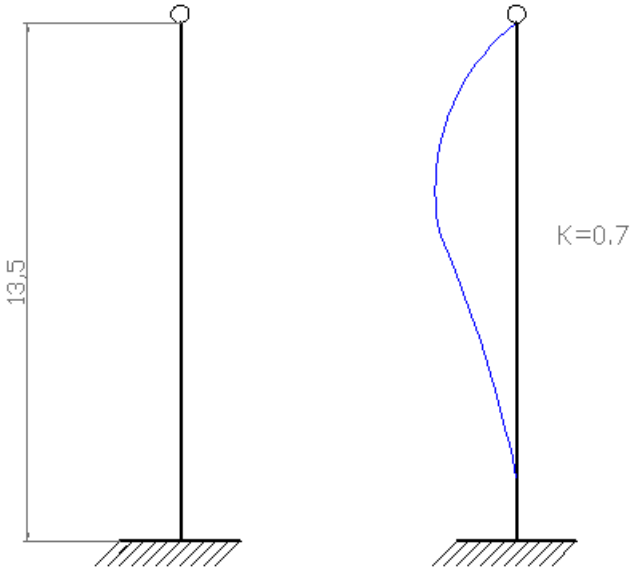


Figura 7.71 – Esquema de empotrado

Se considera como una estructura indesplazable. Se debe verificar entonces si hay que tener en cuenta la esbeltez del pilote. Esas consideraciones se realizan a continuación.

De la página 198 del Möller, si no se considera significativo el incremento de un 5% en los momentos debidos a la esbeltez, se puede ignorar los efectos de la esbeltez cuando:

$$\frac{k.l_u}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$$

En este caso tanto el M_1 como M_2 son nulos, por lo que la verificación se reduce a:

$$\frac{k.l_u}{r} \leq 34$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$I = \frac{\pi.r^4}{4} = \frac{\pi.(0,5m)^4}{4} = 0,0491m^4$$

$$Ag = \pi.r^2 = \pi.(0,5\,m)^2 = 0,785m^2$$

$$r = \sqrt{\frac{0,0491m^4}{0,785m^2}} = 0,25m$$

$$\frac{k.l_u}{r} = \frac{0,7.(13,5m)}{0,25m} = \boxed{37,8 \geq 34}$$

Como la verificación no se cumple se debe considerar los efectos de esbeltez.

7.6.3.1.1 Posibilidad de utilizar métodos aproximados

Para poder utilizar dicho método se debe comprobar que:

$$\frac{k.l_u}{r} \leq 100$$

$$37,8 \leq 100$$

Con esto se verifica que se puede utilizar dichos métodos.

El método consiste en amplificar el momento M2; en el presente caso (al ser M2=0) se utilizará, amplificado, el momento más desfavorable entre M2,mín (que considera una excentricidad mínima de Pu) y el Mu determinado previamente (por la carga H).

$$M_{2,mín} = P_u.(15 + 0,03h)$$

$$M_{2,mín} = 2184,6KN\,(0,015m + 0,03.1,0) = 98,31KNm \leq Mu = 138Nm$$

Por lo tanto se amplificará el momento último obtenido por la carga H

$$M_c = \delta_{ns}.Mu$$

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{0,75Pc}} \geq 1,0$$

$$Pc = \frac{\pi^2 EI}{(k.lu)^2}$$

Para la inercia en columnas, según Tabla 10.11.1, se debe multiplicar por 0,70.

$$I = 0,7.0,049lm^4 = 0,344m^4$$

$$EI = \frac{0,4Ec\,Ig}{1+\beta d}$$

$$\beta d = \frac{1,2P_D}{1,2P_D + 1,6P_L} = \frac{1,2.1181,3KN}{1,2.1181,3KN + 1,6.479,4KN} = 0,65$$

$$EI = \frac{0,4.(23500).0,0344}{1+0,65} = 196MNm^2$$

$$Pc = \frac{\pi.196MNm^2}{(0,7.13,5m)^2} = 6,9MN = 6900KN$$

$$Cm = 1\ cuando\ Mu > M_2$$

$$\delta_{ns} = \frac{1,0}{1 - \frac{2184,6KN}{0,75.6900KN}} = 1,73$$

$$M_u = M_c = \delta_{ns}.Mu = 1,73.136KNm = 235,3KNm$$

7.6.3.2 Esfuerzos últimos para diseño

Para el diseño tanto a flexo compresión como para corte se utilizaran los siguientes esfuerzos últimos:

$$P_u = 2184,6KN$$
$$M_u = 235,3KNm$$
$$V_u = 31,36KN$$

7.6.3.3 Dimensionamiento del pilote

Para los pilotes se considerará un hormigón de calidad H-25 y un acero para la armadura ADN 420.

En cuanto a los diámetros de los hierros, se utilizarán hierros de 25 milímetros de diámetro para las barras longitudinales y de 10 milímetros para los estribos.

7.6.3.3.1 Flexo-compresión

Se adopta un recubrimiento mínimo a exterior de la armadura de corte de 4 centímetros.

Considerando el recubrimiento y los diámetros propuestos se busca que ábaco utilizar.

$$\gamma D \leq D_{pilote} - 2.\left(rec + d_e + \frac{db}{2} \right)$$

$$\gamma.100cm \leq 100cm - 2.\left(4cm + 1cm + \frac{2,5cm}{2} \right)$$

$$\gamma \leq 0,875$$

Se adopta entonces el ábaco III.9 que se encuentra en el Möller.

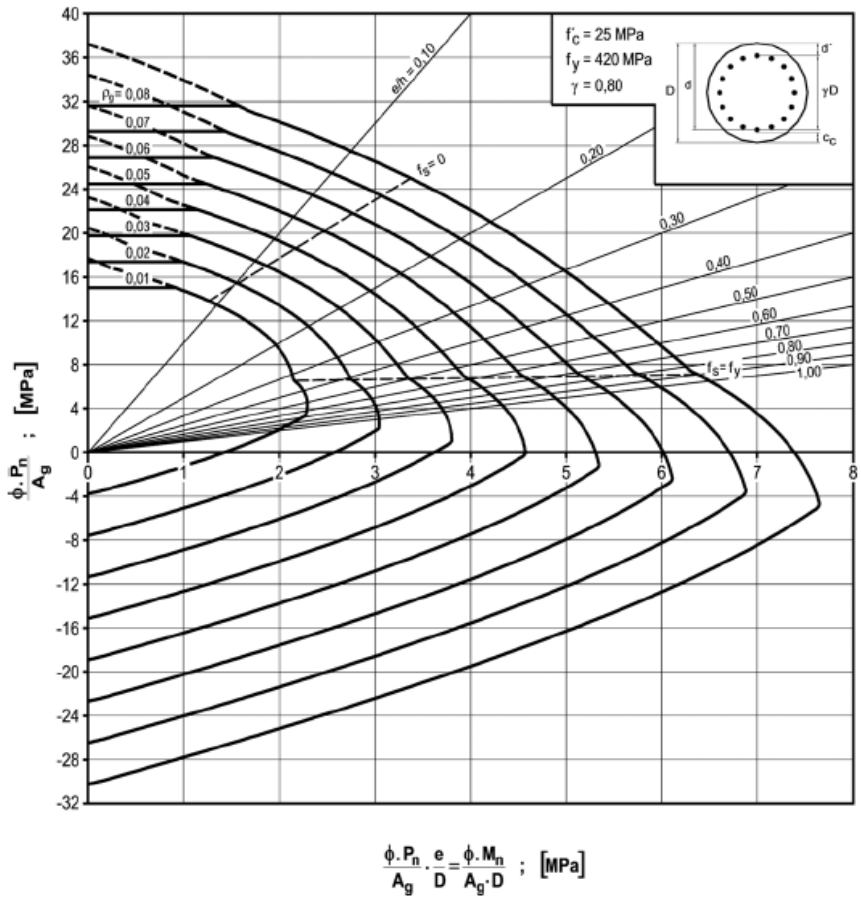


Figura 7.72 – Ábaco III.9

Como se puede apreciar para ingresar en el ábaco se debe obtener los siguientes valores:

$$\frac{\phi Pn}{Ag} = \frac{2,185MN}{0,785m^2} = 2,78MPa$$

$$\frac{\phi Mn}{Ag.D} = \frac{0,235MNm}{0,785m^2 .1,0m} = 0,30MPa$$

Si ingresamos con estos valores en el ábaco estamos lejos de necesitar la cuantía mínima.

Por lo tanto se adopta una cuantía mínima de acero del 1%.

Entonces:

$$A_{smín} = 0,01\pi r^2 = 78,5m^2$$

Para esta área se adopta $16\phi 25$.

7.6.3.3.2 Corte

El dimensionado a corte se realiza siguiendo el Articulo 11.1.1 del Reglamento CIRSOC 201-2005.

Se plantea primero que:

$$Vu \le \phi Vn$$

$$Vn = Vc + Vs$$

Se calcula la resistencia al corte proporcionada por el hormigón según el Artículo 11.3.1.2 del Reglamento para elementos no pretensados.

$$Vc = \left(1 + \frac{Nu}{14.Ag}\right).\frac{1}{6}\sqrt{f_c'}.\underbrace{D.0,8D}_{Área.efectiva.pilar(Art.11.3.3}$$

con Nu/Ag en MPa

$$Vc = \left(1 + \frac{2184,6.10^3 N}{14.0,785.10^6 mm^2}\right).\frac{1}{6}\sqrt{25}\,Mpa.0,8m^2 = (1,2).0,67MN$$

Vc=804KN

Entonces calculamos el esfuerzo de corte que será el que soportar por armadura.

$$Vn \ge \frac{Vu}{\phi} = \frac{31,36KN}{0,75} = 41,8KN$$

$$Vs = Vn - Vc$$

$$Vs = 41,8KN - 804KN = -762,2KN$$

Como se puede apreciar la resistencia al corte proporcionada por el hormigón es suficiente como para soportar todo el esfuerzo. De todas maneras se dispondrá de una armadura mínima. La expresión se obtiene del Artículo 11.5.6.3 del Reglamento.

$$\frac{Av}{s} \geq \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\cdot\frac{b_w}{f_{yt}} \quad y \geq 0,33\cdot\frac{b_w}{f_{yt}}$$

$$\frac{Av}{s} \geq \frac{1}{16}\sqrt{25}\,MPa\cdot\frac{1,0m}{420MPa} \quad y \geq 0,33\cdot\frac{1,0m}{420MPa}$$

$$\frac{Av}{s} \geq 7,44x10^{-4}m \quad y \geq 7,86x10^{-4}m$$

$$\frac{Av}{s} \geq ,86x10^{-2}cm\cdot\frac{100cm}{1m}$$

$$\frac{Av}{s} \geq 7,86\frac{cm^2}{m}$$

Se verifica la separación máxima permitida en el fuste de los Artículos 11.5.5.1 y 7.10.5.2 del Reglamento.

$$s_{máx} \leq \begin{cases} d/2 = 92cm/2 = 46cm \\ 40cm \\ 12db = 12.2,5 = 30cm \\ 48de = 48.1 = 48cm \\ Lado\ menor\ columna = 100cm \end{cases}$$

$$s_{máx} \leq 30cm$$

Para verificar el estribado mínimo se adoptan estribos circulares cerrados de la siguiente manera: $1\phi 10c/20cm$.

$$\frac{Av}{s} = \frac{2.0,785cm^2}{0,20\,m} = 7,9\frac{cm^2}{m} > 7,8\frac{cm^2}{m}$$

Con esa armadura propuesta se verifica la cuantía mínima.

7.6.3.4 Esquema del pilote

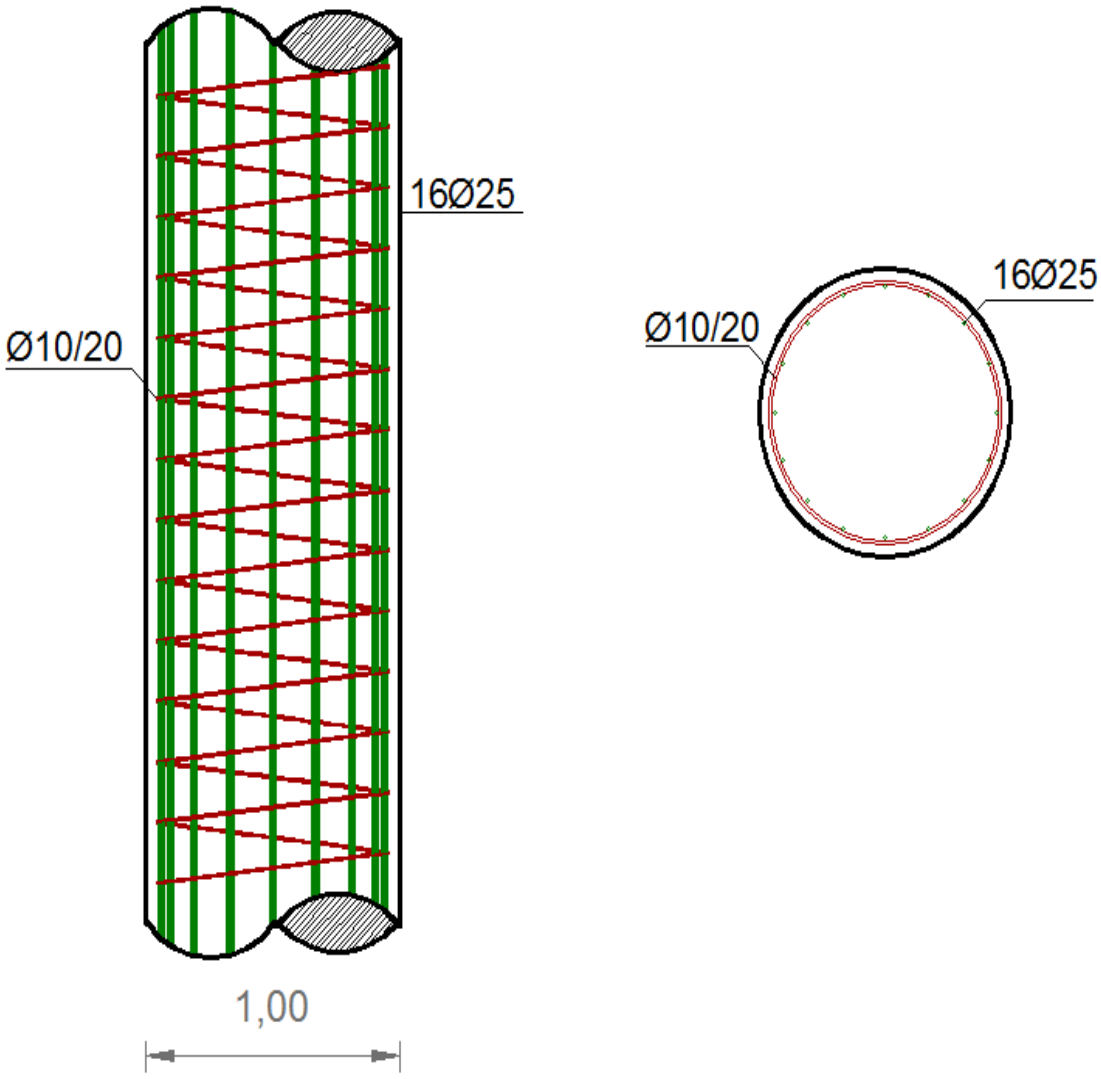


Figura 7.73 – Esquema de armado de los pilotes

7.7 CABEZAL CENTRAL

En esta sección se dimensionará el cabezal que servirá como apoyo de las cinco vigas pretensadas y transmitirá las cargas de la superestructura a la subestructura. A su vez este elemento brinda rigidez al sistema de cuatro pilotes.

Primeramente se procede a analizar las cargas que lo afectan para luego poder dimensionarlo.

7.7.1 Análisis de cargas

Para este análisis se consideran las cargas gravitatorias (peso propio de la superestructura y de la subestructura) y las sobrecargas tanto de vereda y multitud compacta como del vehículo tipo.

En el esquema que se muestra a continuación se puede apreciar la distribución de las cargas. Las concentradas comprenden el peso propio de la superestructura más las sobrecargas y se aplican en donde van las vigas. La carga distribuida se debe al peso propio del cabezal.

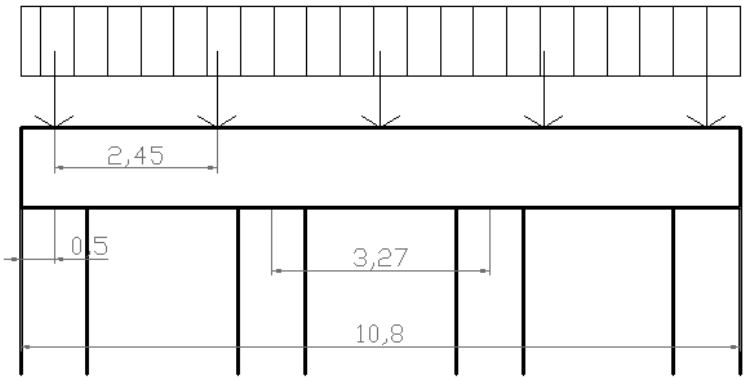


Figura 7.74 – Esquema de cálculo

7.7.1.1 Cargas por peso propio de la superestructura

La carga por peso propio que se calcula en este apartado se debe a la carga producida por la losa, vigas pretensadas, capa de rodamiento y vereda. El valor obtenido es la carga que se va a trasmitir al cabezal en los puntos donde apoyan las vigas.

$$QP_{pse} = \underbrace{\underbrace{A_{transv.puente}}_{losa+vereda+vigas} \cdot \gamma_{H^\circ A^\circ} \cdot \frac{l_{puente}}{2}}_{Carga\,medio\,puente} . 2 . \frac{1}{5}$$

$$QP_{pse} = \frac{6,18 m^2 . 25 \frac{KN}{m^3} . 18 m}{5} = 556,2 KN$$

7.7.1.2 Cargas por peso propio de la subestructura

El peso propio de la subestructura es en definitiva el volumen del cabezal por su correspondiente peso específico. Luego se divide por la longitud del elemento para obtener así una carga distribuida.

$$QP_{psbe} = \frac{\left(V_{cabezal} \cdot \gamma_{H^\circ A^\circ}\right)}{l_{cabezal}}$$

$$QP_{psbe} = \frac{\left(\underbrace{(10,8 . 1,2 . 1)}_{12.96} m^3 . 25 KN / m^3 \right)}{10,80 m} = 30 KN / m$$

7.7.1.3 Cargas por sobrecargas de vereda y multitud compacta

Se consideran la carga de vereda y multitud compacta, ambas sin impacto, solicitando todo el puente (el conjunto de vigas descarga la mitad de la carga sobre el cabezal).

$$QS_{MC+V} = \frac{A_{calzada} \cdot q_{MC} + A_{vereda} \cdot q_V}{5}$$

$$QS_{MC+V} = \frac{10,2 m . \frac{18 m}{2} . 2,6 \frac{KN}{m^2} + (1,5 - 1,5) m . \frac{18 m}{2} . 2,4 \frac{KN}{m^2}}{5}$$

$$QS_{MC+V} = \frac{\overbrace{1101,6 KN}^{MC} + \overbrace{216 KN}^{Vereda}}{5} = 263,5 KN$$

7.7.1.4 Cargas por sobrecargas de vehículo tipo

Se analiza la carga de dos vehículos tipo completas sobre el cabezal del pilote. Se desprecia la disminución de la carga que podría generarse por la real distribución del peso de la aplanadora.

$$QS_{TC} = \frac{2.P_{aplanadora}}{5}$$

$$QS_{TC} = \frac{2.300KN}{5} = 120KN$$

Se podría considerar el vehículo repartido sobre una menor cantidad de vigas lo que empeoraría la situación, y quedando así del lado de la inseguridad.

7.7.1.5 Resumen de cargas

	Verticales	Mayoradas
Superestructura (KN)	556,2	667,4
Subestructura (KNm)	30,0	36,0
Vereda y MC (KN)	263,5	421,6
Tren de carga (KN)	120,0	192,0

Tabla 7.13 – Resumen de cargas

Se obtiene de esta manera que la carga concentrada ultima que será transmitida por las vigas hacia el cabezal tendrá una magnitud de 1281 KN. A su vez el elemento estará afectado por una carga distribuida de 36KNm a lo largo de toda su longitud.

7.7.2 Determinación de esfuerzos

Una vez calculadas las cargas que actuaran sobre el cabezal se procede a determinar los esfuerzos que estas producen. Para determinar los diagramas de momento y corte se utilizó el software Ftool. Ingresando las características de la estructura y colocando las cargas idealmente donde corresponden se pudo obtener el análisis.

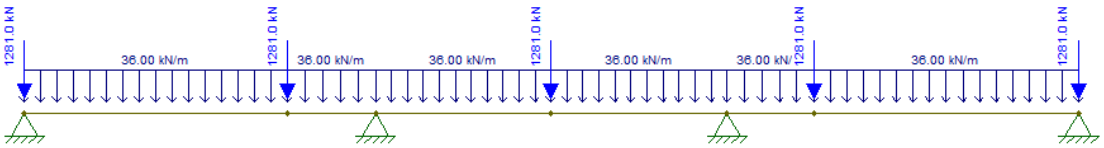


Figura 7.75 – Posición de las cargas para el cálculo

Debido a que el cabezal posee simetría tanto de sus apoyos como de los esfuerzos es que se decidió realizar los cálculos para la mitad de la viga. Siendo de esta forma, lo calculado, lo mismo para la otra mitad.

A continuación se muestra en un esquema el cabezal desde su extremo izquierdo hasta la mitad del tramo central, donde se produciría la simetría. Se acotan las distancias útiles para el cálculo de los esfuerzos. Cabe destacar que no se dibujó la sobrecarga debido a que se encuentra sobre todo el elemento y para no sobrecargar el dibujo.

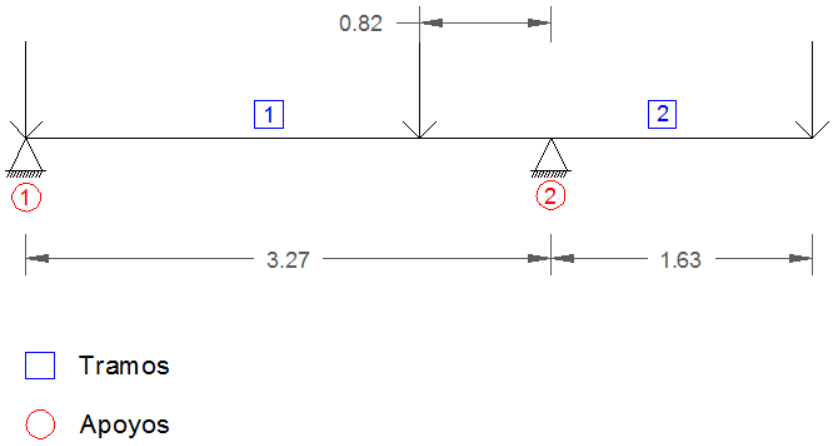


Figura 7.76 – Esquema de cálculo

Los distintos diagramas, con los que se trabajará de ahora en adelante, son los siguientes:

Diagrama de momento (Los valores mostrados están expresados en KNm)

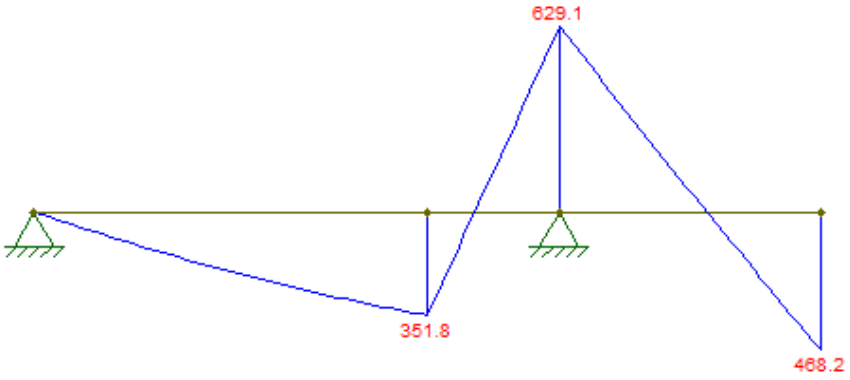


Figura 7.77 – Diagrama de Momento

Diagrama de corte (Los valores mostrados están expresados en KN)

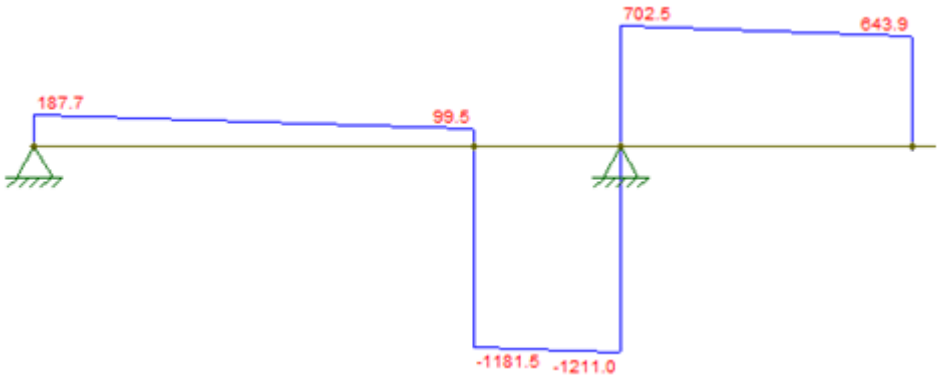


Figura 7.78 – Diagrama de Corte

7.7.3 Dimensionado del cabezal

Se realizó una predimensión de la sección del cabezal teniendo en cuenta el diámetro de los pilotes y a su vez comparando con el diseño de estructuras de puentes ya realizados. Es así que se obtuvo un cabeza de h=1,2m. Se consideró un hormigón del tipo H-25 y un acero ADN 420. Se optó por un recubrimiento de 25mm.

A continuación se realiza el dimensionado de la armadura de flexión y de corte. El proceso de cálculo es similar al de una viga continua. Para la misma se siguió el Reglamento CIRSOC 201-05, apoyándose en el libro "Hormigón Armado" de Oscar Möller.

7.7.3.1 Dimensionado por flexión

7.7.3.1.1 Apoyo 1

$$Mn \geq \frac{Mu}{\phi} = \frac{629,1KN}{0,9} = 699KN = 0,699MNm$$

La longitud d es la distancia desde la parte superior de la viga hasta el centro de la barra.

$$d = 100cm - 3,5cm - 1cm - 1,25cm = 95,4cm = 0,954m$$

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{Mn}{b}}} = \frac{0,954m}{\sqrt{\frac{0,699MNm}{1,2m}}} = 1,25$$

Se ingresa a la Tabla de Flexión 3 del libro "Hormigón Armado" de Oscar Möller con este valor de k_d hallado y con la resistencia de hormigón para así obtener el k_e. Al ser el k_d obtenido mayor que el valor más grande de la tabla se utiliza el valor correspondiente de k_e para este último.

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e . \frac{Mn}{d} = 24,301 . \frac{0,699}{0,954} = 17,8m^2$$

Para los elementos solicitados a flexión se debe considerar un área mínima de armadura. Esta cuantía mínima según el Artículo 10.5.1 del Reglamento CIRSOC 201 05 es:

$$A_{s,mín} = \frac{\sqrt{f'c}}{4fy} . b . d$$

Siempre que:

$$A_{s,mín} \geq \frac{1,4 b d}{fy}$$

Entonces se busca la armadura mínima para verificar la que calculada anteriormente no sea menor, de caso contrario se debe utilizar el mayor de los valores obtenido de las dos fórmulas mostradas más arriba.

$$A_{s,mín} = \frac{\sqrt{f'c}}{4fy} . b . d = \frac{\sqrt{25}MPa}{4 * 420MPa} . 1,2m . 0,954m = 34,1m^2$$

$$A_{s,mín} \geq \frac{1,4 b\, d}{fy}$$

Como el área necesaria de armadura para cubrir el esfuerzo de flexión en este apoyo es menor que la cuantía mínima que propone el reglamento se utiliza el área mínima de 38,2 cm^2. Entonces para cubrir esto se adopta $8\phi 25mm$. Esta armadura se coloca en la parte superior para soportar los momentos negativos generado por las cargas.

7.7.3.1.2 Tramo 1

$$Mn \geq \frac{Mu}{\phi} = \frac{351,8KN}{0,9} = 390,9KN = 0,391MNm$$

$$d = 100cm - 2,5cm - 1cm - 1,25cm = 95,4cm = 0,954m$$

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{Mn}{b}}} = \frac{0,954m}{\sqrt{\frac{0,391MNm}{1,2m}}} = 1,69$$

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e . \frac{Mn}{d} = 24,301 . \frac{0,391}{0,954} = 9,96cm^2$$

Como nuevamente $A_s < A_{s,mín}$ se adopta la misma armadura que el punto anterior: $8\phi 25mm$. Esta armadura se coloca en la parte inferior de la viga colaborando así con los momentos positivos que se generan

7.7.3.1.3 Tramo 2

$$Mn \geq \frac{Mu}{\phi} = \frac{468,2KN}{0,9} = 520,2KN = 0,520MNm$$

$$d = 100cm - 2,5cm - 1cm - 1,25cm = 95,4cm = 0,954m$$

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{Mn}{b}}} = \frac{0,954m}{\sqrt{\frac{0,520MNm}{1,2m}}} = 1,45$$

$$k_e = 24,301$$

$$A_s = k_e . \frac{Mn}{d} = 24,301 . \frac{0,520}{0,954} = 13,25cm^2$$

Como $A_s < A_{s,mín}$ se adopta la misma armadura que el punto anterior $8\phi 25mm$

Se puede observar que en ninguno de los casos se logró superar la armadura mínima considerada para dicha sección.

7.7.3.2 Dimensionado por corte

7.7.3.2.1 Tramo 1: extremo izquierdo

$$Vu = 187,7$$

$$Vn \geq \frac{Vu}{\phi} = \frac{187,7Kn}{0,75} = 250,3KN = 0,2503MN$$

Para evitar la falla de la biela comprimida se debe cumplir lo siguiente:

$$\tau_n \leq \tau_{\lim}$$

$$\tau_n = \frac{Vn}{b.d} = \frac{0,250\,\text{MPa}}{1,2m.0,954m} = 0,22MPa$$

$$\tau_n \leq \tau_{\lim} = \frac{5}{6}\sqrt{f'c} = 4,17MPa$$

Se calcula la contribución del hormigón al corte para luego obtener la resistencia que deberá ser tomada por la armadura.

$$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{f'c}.b.d = \frac{1}{6}\sqrt{25}MPa.1,2m.0,954m = 0,954MN = 954KN$$

$$Vs = Vn - Vc = 250,3KN - 954KN = -703,7KN$$

Se puede observar que el aporte al corte del hormigón cubre de manera suficiente los esfuerzos. Igualmente se debe colocar una armadura mínima. Para que esto se toma la expresión del Artículo 11.5.6.3 del Reglamento:

$$As = \frac{1}{16}\sqrt{f'c}.\frac{b.s}{f_y} \geq 0,33\frac{b.s}{f_y}$$

$$s = 30cm$$

$$As = \frac{1}{16}\sqrt{25}\,\text{MPa}.\frac{120cm.30cm}{420MPa} \geq 0,33\frac{120cm.30cm}{420MPa}$$

$$2,68cm^2 \leq 2,83cm^2$$

Se adoptan entonces estribos $\phi 8 / 30cm$ en 2 ramas.

7.7.3.2.2 Tramo 1: extremo derecho

$$Vu = 1211$$

$$Vn \geq \frac{Vu}{\phi} = \frac{1211Kn}{0,75} = 1615KN = 1,615MN$$

$$\tau_n = \frac{Vn}{b.d} = \frac{1,615\,\text{MPa}}{1,2m.0,954m} = 1,41MPa$$

$$\tau_n \leq \tau_{\text{lim}} = \frac{5}{6}\sqrt{f'c} = 4,17MPa$$

$$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{f'c}.b.d = \frac{1}{6}\sqrt{25}MPa.1,2m.0,954m = 0,954MN = 954KN$$

$$Vs = Vn - Vc = 1615KN - 954KN = 661KN$$

En este caso la resistencia al corte aportada por el hormigón no es suficiente, por lo que se debe considerar armadura transversal. Se adoptan estribos $1\phi 10/12cm$ en 2 ramas.

$$Vs_{est} = \frac{Av.f_y.d}{s} = \frac{2.0,0000785m^2.420MPa.0,954.10^3}{0,12m} = 524KN$$

Se verifica la separación entre estribos según Artículo 11.5.5.1 del Reglamento.

$$s \leq \begin{cases} d/2 \\ 400mm \end{cases}$$

$$s \leq \begin{cases} 477mm \\ 400mm \end{cases}$$

La separación de los estribos verifica.

Con esta disposición de estribos no se logra cubrir el esfuerzo requerido. Por lo tanto se buscara que el esfuerzo faltante se tome colocando barras doblas. Para esto se procede de la siguiente manera:

$$Vs_{bd} = Vs - Vs_{est} = 661KN - 524KN = 137KN$$

$$l_{bd} = \frac{\phi Vs_{bd}}{qu} = \frac{0,75.137KN}{36KNm} = 2,85m$$

$$\Omega_{bd} = \frac{Vs_{bd}.l_{bd}}{2} = 195.2KNm$$

$$\sum Av = \frac{\Omega_{bd}}{f_y.\sqrt{2}.d} = \frac{0,195MNm}{420MN\sqrt{2}.0,954m} = 3,44cm^2$$

Para absorber los efectos de corte restantes es necesario colocar una sola barra doblada de 25 mm. Esta barra conforma la armadura longitudinal inferior calculada previamente y la cual al acercarse al apoyo ya no es necesaria debido a que el momento será negativo.

7.7.3.2.3 Tramo 2: extremo izquierdo

$$Vu = 702,5$$

$$Vn \geq \frac{Vu}{\phi} = \frac{702,5Kn}{0,75} = 936,7KN = 0,937MN$$

$$\tau_n = \frac{Vn}{b.d} = \frac{0,937\,\text{MPa}}{1,2m.0,954m} = 0,82MPa$$

$$\tau_n \leq \tau_{\text{lim}} = \frac{5}{6}\sqrt{f´c} = 4,17MPa$$

$$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{f´c}.b.d = \frac{1}{6}\sqrt{25}MPa.1,2m.0,954m = 0,954MN = 954KN$$

$$Vs = Vn - Vc = 936,7KN - 954KN = -17,3KN$$

Al igual que en el primer caso se observar que el aporte de corte del hormigón ya es suficiente para tomar el esfuerzo. De todas maneras se debe disponer de una armadura mínima para prevenir una falla súbita por tracción diagonal.

Primero se debe verificar lo siguiente:

$$Vn \geq \frac{1}{2}Vc$$

$$936,7KN \geq 477KN$$

Ahora se calcula la armadura mínima:

$$As = \frac{1}{16}\sqrt{f'c}.\frac{b.s}{f_y} \geq 0,33\frac{b.s}{f_y}$$

$$s = 30cm$$

$$As = \frac{1}{16}\sqrt{25}\,\text{MPa}.\frac{120cm.30cm}{420MPa} \geq 0,33\frac{120cm.30cm}{420MPa}$$

$$2,68cm^2 \leq 2,83cm^2$$

Se adoptan entonces estribos $\phi 8 / 30 cm$ en 2 ramas.

7.7.3.2.4 Caballetes en cargas concentradas

$$A_{cab} = \frac{Pu}{\phi} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{f_y} = \frac{1,281 MN}{0,9} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{420 MPa} = 24 cm^2$$

Por lo tanto se adoptan 5 caballetes de $\phi 25$. Dichos caballetes serán colocados debajo de las cargas concentradas donde se consideren necesarios.

7.7.4 Esquema del cabezal

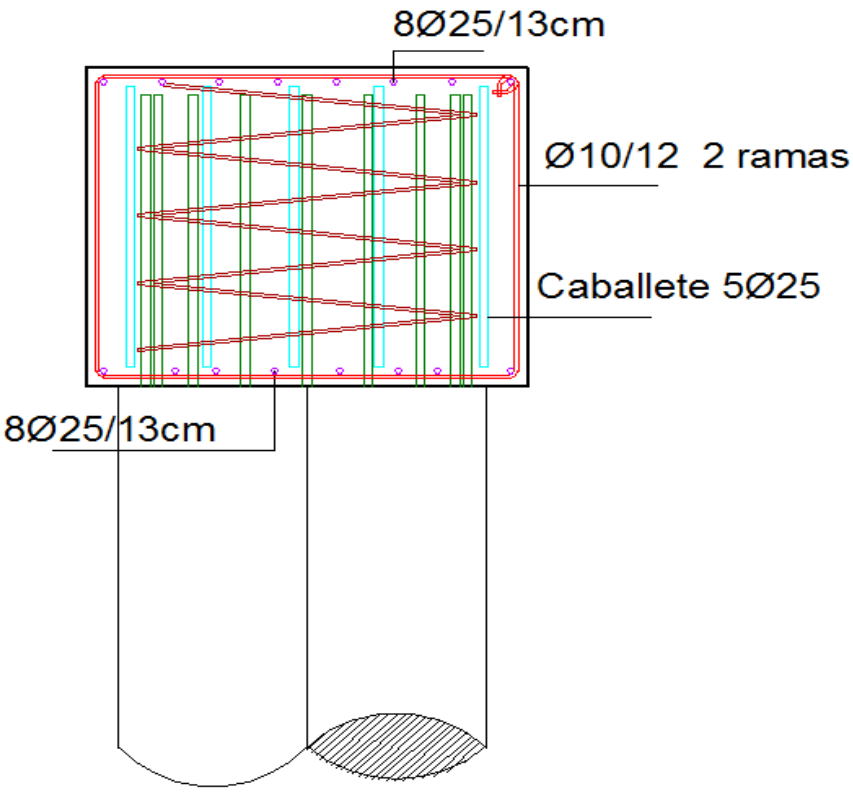
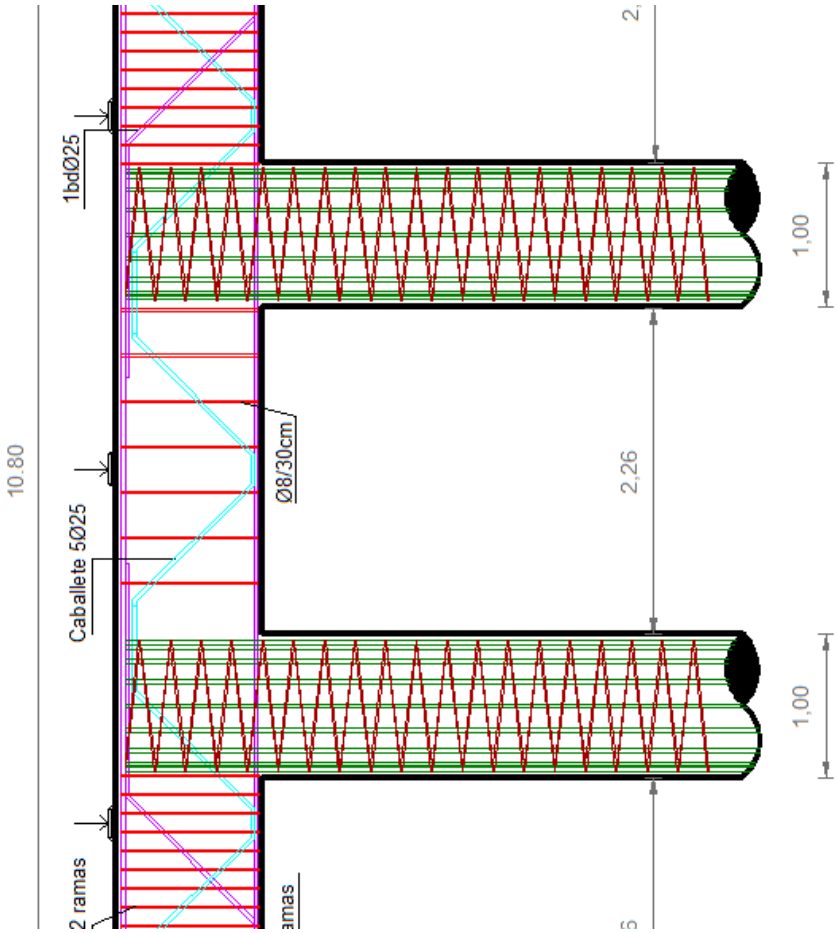


Figura 7.79 – Esquema de armado del cabezal



7.8 FALSO ESTRIBO (Pantalla Frontal)

En esta sección se realizará el diseño del falso estribo. El falso estribo es una estructura formada por una pantalla frontal y por pantallas laterales colgadas de la propia estructura del tablero.

Este tipo de estribos permite contener el extremo superior del talud con respecto al derrame del terraplén de acceso, lográndose un área abierta entre el estribo y la carretera.

En este caso solamente se calculara la pantalla frontal.

7.8.1 Vistas

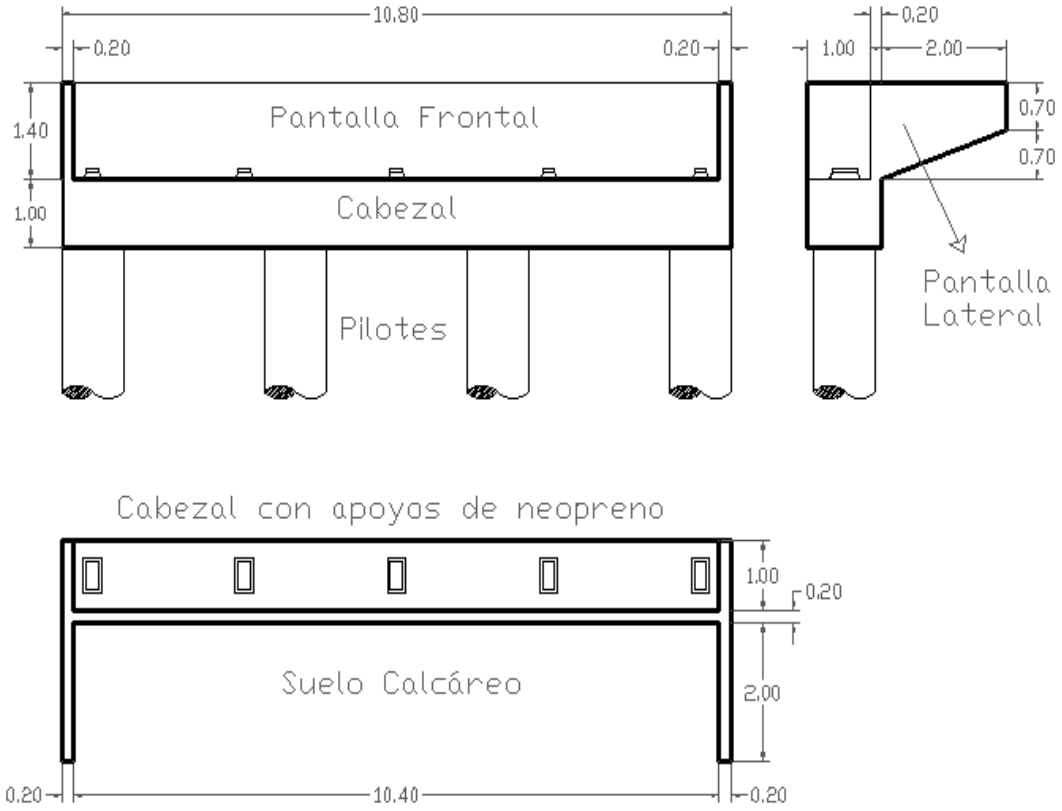


Figura 7.80 – Esquemas del falso estribo

7.8.2 Datos del suelo del terraplén

Para los cálculos que conlleva el siguiente análisis es necesario tener ciertos datos de la característica del suelo.

Para esto se solicitó información a la empresa LP Pietrobon, S.A., la cual de buena manera nos cedió el informe del estudio de un suelo similar al que encontramos en la zona del proyecto.

Los datos que interesan a este proyecto son los siguientes:

Angulo de fricción interna	ø = 30°
Peso específico del suelo	$\gamma = 18\ KN/m3$
Coeficiente de empuje activo	Ka = tg² (45 - ø/2) = 0.33
Coeficiente de empuje pasivo	Kv = tg² (45 - ø/2) = 0.33
Coehsión	c = 0

Tabla 7.14 – Valores del suelo

7.8.3 Pantalla frontal

7.8.3.1 Geometría de la pantalla

A continuación se muestran las dimensiones de los elementos que componen la estructura. Se puede apreciar que para el cabezal se adoptaron las mismas dimensiones que el ya calculado en la sección anterior.

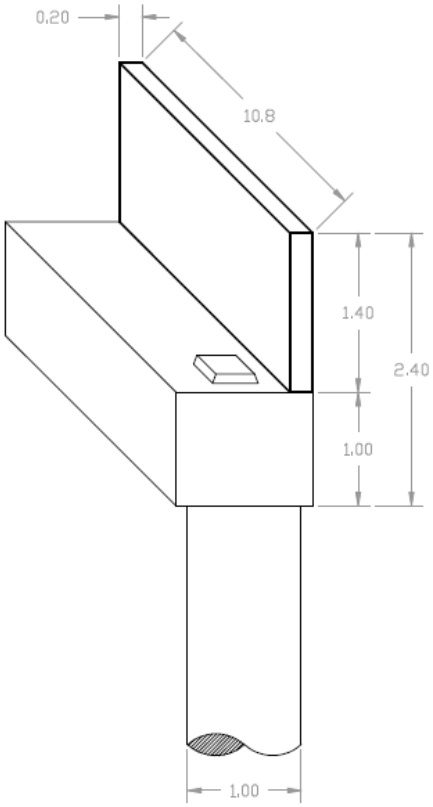


Figura 7.81 – Geometría de la pantalla

La pantalla frontal comienza en cota +0,00 m y finaliza en cota -2,40 m, donde se empotra en el cabezal de los pilotes. Tiene una superficie de 1,40 m x 10,8 m = 15,12 m² y un espesor de 0,20 m.

Se dispone de un hormigón H-25 y un acero ADN-420.

7.8.3.2 Cálculo de tensiones y empuje del suelo

El empuje activo del suelo que se calcula a continuación se realiza por la Teoría de Rankine. Se siguen los lineamientos del libro "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" del autor Braja M. Das.

$$\frac{E_A}{m} = \frac{1}{2}.Ka.\gamma.h.(h + 2.H^*)$$ Empuje activo por metro lineal.

$$\frac{E_A}{m} = \frac{1}{2}.0,33.18\frac{KN}{m^3}.1,4m.(1,4m + 2m1$$

$$\frac{E_A}{m} = 14,1\frac{KN}{m}$$

La carga vertical generada por la losa de aproximación se calcula con la siguiente expresión.

$$H^* = \frac{q.losa\ aproximacion}{\gamma_{suelo}} = 1m$$

$$E_{A\,TOTAL} = E_A.b_V$$

$$E_{A\,TOTAL} = 14,1\frac{KN}{m}.10,8m$$

$$E_{A\,TOTAL} = 153KN$$ Empuje total resultante en muro frontal.

Luego se busca la excentricidad:

$$d_1 = \frac{h^2 + 3.h.H^*}{3.(h + 2.H^*)}$$

$$d_1 = \frac{(1,4m)^2 + 3.1,4m.1m}{3.(1,4m + 2.1m)}$$

$$d_1 = 0,60m$$ Brazo de palanca medido desde la parte inferior del muro frontal.

Resultando un momento:

$$M = 14,1KN.0,60m$$

$$M = 8,46KNm$$

7.8.3.3 Cálculo de acciones verticales por peso propio y por tren de carga

Recordamos que el peso propio de la superestructura lo remplazamos por 1 metro de terreno, entonces:

$$P_{Peso\ propio} = Pp_{superestructura} + Pp_{pantalla}$$

$$P_{Peso\ propio} = 18\frac{KN}{m^3}.1m.0,25m + 1,4m.0,20m.25\frac{KN}{m^3}$$

$$P_{Peso\ propio} = 4,5\frac{KN}{m} + 7\frac{KN}{m}$$

$$P_{Peso\ propio} = 11,5\frac{KN}{m}$$

Se analiza la carga de dos vehículos tipo camión sobre la superestructura.

$$P_{trenarga} = \frac{2.P_{aplanadora}}{10,8m}$$

$$P_{trenarga} = \frac{2.300KN}{10,8m} = 55,6\frac{KN}{m}$$

$$P_{Total} = P_{peso\ propio} + P_{trenarga}$$

$$P_{Total} = 11,5\frac{KN}{m} + 55,6\frac{KN}{m}$$

$$P_{Total} = 67,1\frac{KN}{m}$$

7.8.3.4 Resumen de esfuerzos

Los esfuerzos utilizados para dimensionar la pantalla son:

$$Pu = 1,2.P_{total} = 1,2.67,1\frac{KN}{m} = \boxed{80,5\frac{KN}{m}}$$

$$Mu = 1,6.M = 1,6.8,46KNm = \boxed{13,53\frac{KNm}{m}}$$

$$Vu = 1,6.V = 1,6.14,1\frac{KN}{m} = \boxed{22,56\frac{KN}{m}}$$

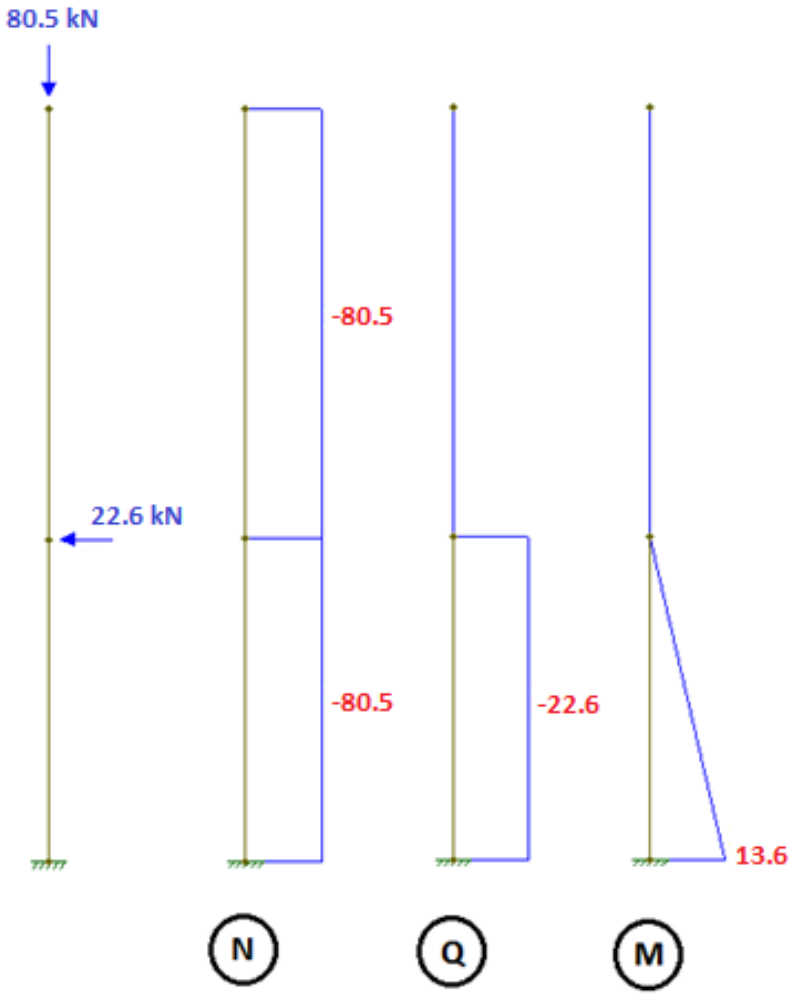


Figura 7.82 – Diagramas de esfuerzo

7.8.3.5 Dimensionado de esfuerzo normal y flexión

Se considera un caso de flexión con fuerza axial de gran excentricidad (Pág. 74, Hormigón Armado, Oscar Moller).

Adoptamos un recubrimiento de 4 cm.

$$Nn = \frac{Nu}{\phi} = \frac{80,5KNm}{0,9} = 89,5KN \sim 0,0895MN$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{13,53KNm}{0,9} = 15KN \sim 0,015MN$$

$$ye = \frac{h}{2} - rec - \frac{db}{2} = \frac{20cm}{2} - 4cm - \frac{0,5cm}{2} = 5,75cm \sim 0,0575m$$

$$Men = Mn - Nn.ye$$

$$Men = 0,0155MN - (-0,0895MN).0,0575m$$

$$Men = 0,0201MNm$$

Ahora se halla el Kd para ingresar en la tabla de FLEXION 3 (Pág. 93, Hormigón Armado, Oscar Moller).

$$Kd = \frac{d}{\sqrt{\frac{Men}{b}}} = \frac{0,1575m}{\sqrt{\frac{0,0201MNm}{1m}}} = 1,11$$

Con el Kd obtenemos los siguientes valores:

$$Ke = 24,301\frac{cm^2}{MN}$$

$$As = Ke.\frac{Men}{d} + \frac{Nn}{fs}$$

$$As = (24,301\frac{cm^2}{MN}.\frac{0,0201MNm}{0,1575m} + \frac{0,0895MN}{420}).1000$$

$$\boxed{As = 5,23cm^2}$$

Se obtiene un resultado de $\boxed{7\phi 10 / 1metro}$, con una separación de 14 cm.

7.8.3.6 Armadura mínima transversal por contracción y temperatura

Los cálculos para la armadura por contracción y temperatura se realizan siguiendo el Artículo 7.12 del CIRSOC 201-2005.

$$A_s = 0,0018A_{transversal}$$
$$A_s = 0,0018.0,20m.1,4m$$
$$A_s = 0,000504m^2 \sim 5,04cm^2$$

$$s_{max} = \begin{cases} 3.h = 600mm \\ 300mm \end{cases}$$

Será necesaria una armadura de $\boxed{7\phi 10}$, con una separación de 20 cm.

7.8.3.7 *Verificación por esfuerzo de corte*

Se verifica que el esfuerzo de corte último sea cubierto por el hormigón.

$$Vu \leq \phi . Vn$$

$$Vn = Vc + Vs$$

$$Vc = \frac{1}{6} . \sqrt{f'c} . bw . d$$

$$Vc = \frac{1}{6} . \sqrt{25 MPa} . 1m . 0,1575m$$

$$Vc = 0,13125 MPa \sim 131,25 KN$$

$$22,56 KN \leq 0,75 . 131,25 KN$$

$$\boxed{22,56 KN \leq 98,43 KN}$$

$$\Rightarrow Verifica$$

7.8.4 Pantallas laterales

Para las pantallas laterales (secundarias) se hizo un pre dimensionamiento de acuerdo a comparaciones con otras memorias de cálculo, pero no se calcularon por la complejidad del cálculo debido a la geometría y los esfuerzos que le genera el empuje del suelo.

Adoptando un espesor de 20 en las pantallas laterales.

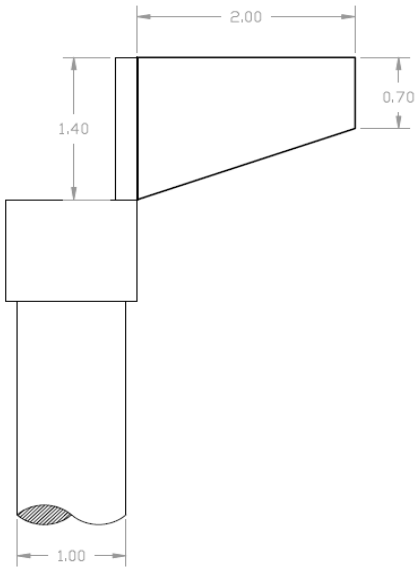


Figura 7.83 – Dimensiones de pantallas laterales

7.8.5 Esquema final del falso estribo

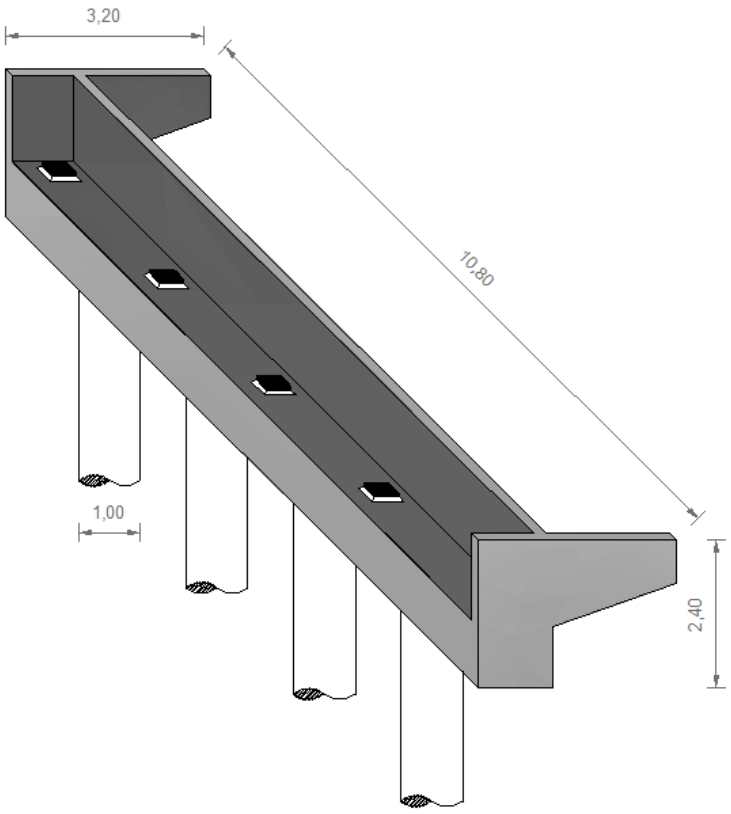


Figura 7.84 – Esquemas del falso estribo

7.8.6 Detalle de armado de Pantalla Frontal

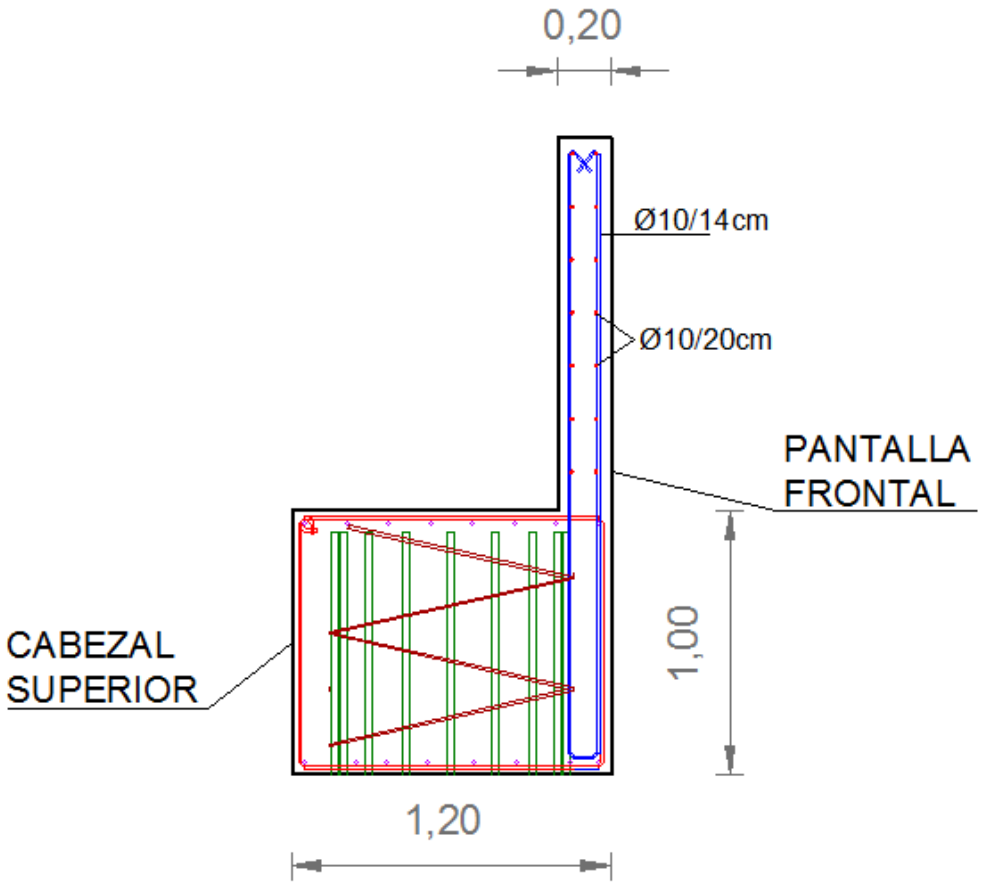


Figura 7.85 – Detalle de armado

A continuación se mostrará desde el Plano 7.1 al Plano 7.9 distintas vistas, cortes, detalles y esquemas en lo que refiere al puente que se trató en este capítulo. Estos incurrirán en lo que refiere a la localización del puente y a los distintos elementos estructurales como la losa, vigas pretensadas, apoyos de neopreno, cabezales, pilas, pilotes y estribos.

7.9. PRESUPUESTO

Para darle cierre al Proyecto Ejecutivo se elaboró un presupuesto donde se a cabo el cálculo a partir del cómputo métrico de los materiales a utilizar. Así como también las excavaciones a realizar.

La fuente utilizada para el análisis de los costos unitarios fue la Revista Vivienda (Actualizada en Julio de 2016), mientras que para algunos ítems en particular los presupuestos fueron confeccionados por las siguientes empresas:

-Arenera Don Antonio, para el costo del hormigón por metro cúbico.
-VICANT S.R.L, para el presupuesto por unidad de los Apoyos de Neopreno.
-PREAR, para las vigas pretensadas de 18 metros de longitud.

Por último, para el caso del costo de mano de obra se aplicó un porcentaje recomendado por la cátedra de %140 respecto del costo de construcción.

Cabe destacar que para analizar los precios finales se utilizó la cotización del dólar según el Banco de la Nación al día 15 de Septiembre de 2016.

Costo de Construcción					
N°	Item	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo ($)
I	Trabajos Preliminares				
I.I	Obrador	gl.	291059.20	1	291059.20
I.II	Cartel y vallado de obra	m²	1247.27	12	14967.24
II	Movimiento de suelos				
II.I	Excavación	m³	2495.15	100.53	250837.43
II.II	Terrapén con compactación	m³	224.59	2359.44	529906.63
III	Sub-estructura				
III.I	Pilote y Columna				
	Hormigón H-25	m³	1470.00	97.39	143163.30
	Acero Ø 10mm	Tn.	23193.33	1.09	25280.73
	Acero Ø 25mm	Tn.	22956.67	7.61	174700.26
III.II	Cabezal				
	Hormigón H-25	m³	1470.00	51.84	76204.80
	Acero Ø 8mm	Tn.	23193.33	0.047	1090.09
	Acero Ø 10mm	Tn.	23193.33	0.078	1809.08
	Acero Ø 25mm	Tn.	22956.67	1.727	39646.17
III.III	Falso Estribo				
	Hormigón H-25	m³	1470.00	177.52	260954.40
	Acero Ø 8mm	Tn.	23193.33	0.471	10924.06
	Acero Ø 10mm	Tn.	23193.33	2.35	54504.33
	Acero Ø 12mm	Tn.	23193.33	0.71	16467.26
	Acero Ø 16mm	Tn.	22956.67	2.51	57621.24
	Acero Ø 25mm	Tn.	22956.67	9.34	214415.30
III.IV	Apoyo de neopreno	gl.	2280.00	30	68400.00
IV	Superestructura				
IV.I	Viga Pretensada (18m)	ml.	140006.73	15	2100100.95
IV.II	Losa				
	Hormigón H-25	m³	1470.00	137.7	202419.00
	Acero Ø 10mm	Tn.	23193.33	2.75	63781.66
	Acero Ø 12mm	Tn.	23193.33	3.14	72827.06
	Acero Ø 16mm	Tn.	22956.67	11.23	257803.40
IV.III	Carpeta de desgaste	Tn.	1381.67	76.02	105034.55
IV.IV	Vereda				
	Hormigón H-25	m³	1470.00	68.04	100018.80
	Acero Ø 10mm	Tn.	23193.33	0.55	12756.33
	Acero Ø 12mm	Tn.	23193.33	0.71	16467.26
	Acero Ø 16mm	Tn.	22956.67	2.51	57621.24
IV.V	Junta de dilatación	ml.	33.2	52.8	1752.96
V	Elementos de seguridad				
V.I	Guardrail	ml.	855.75	108	92421.00
V.II	Baranda	ml.	1673.60	108	180748.80
VI	Señalización				
VI.I	Horizontal	m²	38.92	18.45	718.07
VII	Contención				
VII.I	Gavión (0,23m)	m²	151.63	341.47	51777.10
					$5,548,199.70

Costo Mano de Obra			
I	%140/Costo de construcción		$7,767,479.58

EXTRAS	
Gastos generales (15%)	$1,997,351.89
Beneficios (12%)	$1,597,881.51
Impuestos Provinciales (2,5%)	$332,891.98

Sub-Total	$17,243,804.67
I.V.A (21%)	$3,621,198.98

PRECIO TOTAL =	**$20,865,003.65**

Valor del dólar 15 de Septiembre de 2016	1 U$S - $15,15

PRECIO TOTAL (En dólares) =	**$1,377,227.96**

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 8

- Estudio de impacto ambiental -

8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental al conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad causada sobre el ambiente. Debe comprender, al menos, la estimación de los efectos sobre la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje, y la estructura y función de los sistemas en el área previsiblemente afectada.

El procedimiento de la evaluación de Impacto Ambiental tiene como principal finalidad la atenuación de ciertos efectos negativos sobre los subsistemas natural, sociocultural y socioeconómico. Es un proceso multidisciplinar que se pone en marcha para servir de ayuda en la toma de decisiones acerca de la ejecución de un determinado proyecto.

En el presente capitulo se analizara los principales impactos que tendrán las acciones a llevar a cabo para la construcción de la obra, que solamente incluirá el proyecto ejecutivo. Este consiste en la construcción de un puente viga, que es la solución para salvar el Arroyo de la Leche en la construcción de una autovía.

8.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO PROPUESTO EN EL PROYECTO

8.2.1. Información general

El proyecto ejecutivo se basa en la construcción de un puente viga, el cual se encuentra ubicado sobre la Ruta Nacional Nº 135, donde también se construirá un segundo tramo de ruta, generando así una autovía en la zona, en el departamento Colon, Provincia de Entre Ríos.

8.2.2. Ubicación

La ubicación del mismo se encuentra en el kilómetro 9 de la ruta nacional N°135, comprendido entre el ingreso sur de la ciudad de Colon, hasta el kilómetro 11 donde se encuentra la Estación de Servicio YPF, ubicada unos metros antes del Puente Internacional José Gervasio Artigas.

Figura 8.1– Ubicación del Proyecto

8.2.3. Uso actual del sitio

Actualmente se encuentra construida la Ruta Nacional Nº 135, teniendo en sus laterales un espacio suficiente para la construcción del proyecto propuesto. En las zonas aledañas se realizó un relevamiento de las construcciones existentes, que fueron ya mencionados en el capítulo del Relevamiento Particular.

8.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO Y DE SU ENTORNO

Según el informe INTA "Caracterización de zonas y subzonas".

8.3.1. Fisiografía

Se caracteriza por contar con peniplanicies suavemente onduladas, altillanuras y terrazas antiguas, arenosas de la costa del Uruguay con una fisiografía ondulada.

8.3.2. Clima

Templado húmedo de llanura, sin situaciones extremas de temperatura. El régimen térmico es templado, con una temperatura media anual 17,9ºC. Las estaciones no se presentan en forma definida, con temperaturas altas en invierno y bajas en verano. La precipitación media anual alcanza los 1200mm, pero con variabilidad interanual.

8.3.3. Suelos

Los suelos más representativos son los correspondientes al orden Vertisol, seguidos en cuanto a superficie ocupada por Molisoles y Entisoles, ocupando el 45%, 36% y 8% de la superficie respectivamente.

8.4. MARCO LEGAL: NORMATIVAS NACIONALES Y PROVINCIALES

La obra se emplazara dentro de un Marco Legal vigente, el cual está dentro las siguientes normativas:

8.4.1. Ámbito Nacional

- Constitución Nacional, Artículo 41:

"Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley."

- Constitución Nacional, Artículo 43:

"Toda persona puede interponer acción expedita y rápida de amparo, siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto o omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley. En el caso, el juez podrá declarar la inconstitucionalidad de la norma en que se funde el acto u omisión lesiva."

- Ley de residuos peligrosos Nº 20.051:

Articulo 2. — Será considerado peligroso a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

- Ley Nacional de Ambiente Nº 20.284:

Contiene disposiciones para la preservación del recurso aire. Afecta a todas las fuentes capaces de producir contaminación atmosférica ubicada en jurisdicción federal y en las provincias que se adhieran a la misma.

- Ley General de Ambiente Nº 25.675:

Articulo 11. — Toda obra o actividad que, en el territorio de la Nación, sea susceptible de degradar el ambiente, alguno de sus componentes, o afectar la calidad de vida de la población, en forma significativa, estará sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.

Articulo 12. — Las personas físicas o jurídicas darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente. Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán detallados en ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados.

Articulo 13. — Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos.

8.4.2. Ámbito Provincial

- Decreto Nº 4977:

Según los Artículos 2 y 3 de la Secretaria de Medio Ambiente será la Autoridad de Aplicación del presente Decreto. Ningún emprendimiento o actividad que requiera de un EIA podrá iniciarse hasta tener el mismo aprobado, por la Autoridad de Aplicación.

- Ley Nº 6260:

Trata de la prevención y control de la contaminación por parte de las industrias radicadas o a radicarse en la Provincia de Entre Ríos. La misma establece criterios y exigencias sobre la localización, construcción, instalación y funcionamiento a cumplir por los establecimientos.

- Ley Nº 8880:

Articulo 1. — La Provincia de Entre Ríos adhiere a la Ley nacional Nº 24.051 que regula sobre la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, que puedan causar daños directa o indirectamente a seres vivos, o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.

- Ley Nº 9032 de Amparo Ambiental:

Articulo 1. — Procederá la acción de amparo ambiental contra cualquier decisión, acto, hecho u omisión de autoridad administrativa, judicial o legislativa en

ejercicio de funciones administrativas, funcionario, corporación o empleado público provincial o municipal, o de un particular, sea persona física o jurídica que, en forma ilegítima, lesione, restrinja, altere, impida o amenace intereses difusos o colectivos de los habitantes, en relación con la preservación, protección y conservación del medio ambiente, tales como la conservación del aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje, la preservación del patrimonio histórico, cultural, artístico, arquitectónico y urbanístico; la correcta elaboración, almacenamiento, transporte y comercialización de mercaderías destinadas a la población, el manejo y disposición final de residuos, la tutela de la salud pública y en general, en defensa de los valores del ambiente, reconocidos por la comunidad.

- Ley Nº 9172:

La presente Ley tiene por objeto la regulación del uso, aprovechamiento del recurso natural constituido por las aguas subterráneas y superficiales destinados a fines económicos productivos en todo el territorio de la Provincia.

8.4.3. Normas

- IRAM 4062:

Ruidos molestos al vecindario: establecer un método que permita medir y evaluar los niveles de ruidos producidos por fuentes sonoras que trasciendan el vecindario y que puedan producir molestias.

8.5. AREA DE INFLUENCIA

Para los efectos del Estudio de Impacto Ambiental se consideró como área de influencia del proyecto, las áreas inmediatas al tramo carretero donde se construirá el puente, los sitios donde se ubicaran el obrador y los bancos de materiales con sus respectivos caminos de acceso, y las comunidades ubicadas a los lados de la carretera.

8.6. METODOLOGÍA APLICADA

Se adoptó la metodología propuesta por Norberto Jorge Bejerman, mediante la cual resulta posible categorizar la importancia del impacto. Como resultado de esta se elabora una matriz de carácter cromático, que permite comunicar los resultados de la evaluación de impacto ambiental a usuarios técnicos y no técnicos, que desarrollaran sus tareas en otros campos del conocimiento o de las disciplinas medioambientales.

La interrelación acciones/factores ambientales es valorada mediante un algoritmo que considera atributos de valoración expeditiva y que, una vez integrados, permiten identificar la mencionada interacción, así como predecir la magnitud del impacto. Los atributos seleccionados con tal fin son los siguientes:

Naturaleza. Hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de las acciones. También se califica el carácter "Previsible pero difícil de calificar", para el caso de efectos cambiantes difíciles de predecir.

Intensidad (I). Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor. Se la califica como baja, media o alta.

Extensión (EX). Se refiere al área de influencia teórica del impacto sobre el entorno del proyecto (porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Se la califica como puntual, parcial y extensa (todo el ámbito).

Momento en que se produce (MO). Alude al plazo de manifestación del impacto, es decirel tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto. Puede ser inmediato, mediato o a largo plazo.

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.

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. Se la caracteriza como a corto plazo, a medio plazo, a largo plazo e irreversible.

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).

8.6.1. Ponderación de los Atributos

La ponderación de cada atributo es efectuada de acuerdo al esquema planteado en la Tabla. En el algoritmo la secuencia es: Naturaleza – Intensidad – Extensión – Momento en que se produce Persistencia – Reversibilidad del efecto- Recuperabilidad. En el caso de impactos Beneficiosos no se valoran Reversibilidad ni Recuperabilidad. En Generación de empleo solo se valora la Persistencia.

1. NATURALEZA		2. INTENSIDAD (I)		3. EXTENSIÓN (EX)		4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (MO)	
+	Beneficioso	1	Baja	a	Puntual	A	Inmediato
-	Perjudicial	2	Media	b	Parcial	B	Mediato
X	Previsible pero difícil de calificar	3	Alta	c	Extenso (todo el ambito)	C	Largo Plazo
5. PERSISTENCIA (PE)		**6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV)**		**7. RECUPERABILIDAD (RE)**			
1	Fugaz	a	Corto plazo	A	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata		
2	Temporal	b	Mediano plazo	B	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo		
3	Permanente	c	Largo plazo	C	Mitigable, parcialmente recuperable.		
		d	Irreversible	D	Irrecuperable		

Tabla 8.1– Ponderación de los atributos

8.6.2. Importancia del Impacto

La importancia del impacto se refiere al efecto de una acción sobre un factor ambiental. Con el objeto de establecer la importancia del impacto, a los diversos atributos del algoritmo que resulta de establecer la interrelación acciones/factores ambientales le es asignado un valor numérico de acuerdo a la tabulación de la metodología de Bejerman.

$$I = (3xI) + (2xEX) + (MO) + (PE) + (RV) + (RE)$$

Considerando los valores numéricos que se pueden obtener a través de la ecuación antes mencionada se definen 4 categorías de impacto perjudiciales y 3 categorías de impacto beneficiosos como se detallan en las siguientes tablas.

1. NATURALEZA	
CATEGORIA	VALOR
Beneficioso	+
Perjudicial	-
Previsible pero difícil de calificar	X
2. INTENSIDAD (I)	
CATEGORIA	VALOR
Baja	1
Media	3
Alta	6
3. EXTENSIÓN (EX)	
CATEGORIA	VALOR
Puntual	1
Parcial	3
Extenso (todo el ambito)	6
4. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (MO)	
CATEGORIA	VALOR
Inmediato	1
Mediato	3
Largo Plazo	6
5. PERSISTENCIA (PE)	
CATEGORIA	VALOR
Fugaz	1
Temporal	3
Permanente	6
6. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV)	
CATEGORIA	VALOR
Corto plazo	1
Mediano plazo	3
Largo plazo	6
Irreversible	10
7. RECUPERABILIDAD (RE)	
CATEGORIA	VALOR
Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata	1
Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo	3
Mitigable, parcialmente recuperable.	6
Irrecuperable	10

Tabla 8.2 – Categorías de impactos

CATEGORIA	VALOR	COLOR IDENTIFICATORIO
Irrelevante	< 14	
Moderado	15 - 27	
Severo	28 - 44	
Critico	> 45	

CATEGORIA	VALOR	COLOR IDENTIFICATORIO
Beneficioso	< 17	
Muy Beneficioso	18 - 27	
Sumamente Beneficioso	> 28	

Tabla 8.3 – Color según categorías

8.6.3. Identificación y Análisis de los Impactos Ambientales

Para poder confeccionar la matriz es necesario definir la manera más desglosada y concreta posible viendo cuáles serán las acciones relacionadas al proyecto que tendrán implicancia ambiental. Se definen estas acciones en función de dos etapas:

- Etapa de construcción.
- Etapa de operación.

8.6.4. Acciones desarrolladas durante la etapa de construcción del proyecto

Dentro de la etapa de construcción se seleccionaron las siguientes acciones impactantes:

- Instalación del obrador.
- Limpieza del terreno.
- Movimiento de suelo y nivelación del terreno.
- Transporte y acopio de materiales.
- Excavaciones.
- Uso de agua en obra, riego de caminos y capas.
- Estructuras de hormigón.
- Estructuras de asfalto.
- Limpieza y finalización de obra.

8.6.5. Acciones desarrolladas durante la etapa de operación del proyecto

Por otro lado en la etapa de operación las actividades que se consideraron impactantes al momento de la operación son las siguientes:

- Circulación de vehículos:

  Tiene en cuenta el nuevo tránsito de vehículos que circulara por la zona.

- Mantenimiento:

Incluye el pintado periódico del mismo, control de juntas de dilatación, como así también el mantenimiento de la vegetación de las zonas adyacentes.

8.6.6. Factores ambientales impactados

Una vez que se determinaron las acciones impactantes se procedió a enumerar cuales serán los factores del medio que resultaran impactados.

Estos se dividen en tres subsistemas que son:

8.6.6.1. Subsistema natural

El subsistema se puede diferenciar en varios componentes como el suelo, la calidad del aire, la geomorfología, la hidrología superficial, los ruidos, la vegetación, la fauna y el paisaje.

Suelos:

- Modificación de la calidad edáfica.
- Remoción del horizonte superficial.

Calidad del aire:

- Aumento de niveles de emisión.

Geomorfología:

- Modificación del relieve (morfología)
- Estabilidad de taludes.

Hidrología superficial:

- Modificación de la calidad del agua.
- Afección de masas de agua superficial.

Ruidos:

- Incremento de niveles sonoros.
- Aumento de las vibraciones.

Vegetación:

- Perdida de comunidades vegetales.

Fauna

- Afección de micro fauna.

Paisaje:

- Visibilidad.
- Cambio de estructura paisajística.

8.6.6.2. Subsistema socio-cultural

- Cambios en las condiciones de circulación.

8.6.6.3. Subsistema socio-económico

- Generación de empleo.
- Actividades económicas inducidas.
- Riesgo de accidentes.

8.6.7. Matriz de Bejerman del Proyecto Ejecutivo

Una vez establecidas las etapas, acciones impactantes y los factores del medio impactados, se califican los impactos en positivos o negativos, utilizando la metodología establecida.

A continuación se comienza con la etapa de valoración, confeccionando la matriz de doble entrada que se presentó anteriormente. Luego de asignado el valor se procede a darle el color correspondiente.

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES	ETAPA DE CONSTRUCCION									ETAPA DE OPERACION	
		Acciones agrupadas	Instalacion del obrador	Limpieza del terreno	Movimiento de suelo y nivelacion del terreno	Transporte y acopio de materiales	Excavaciones	Uso de agua en obra, riego de camiños y capas	Estructuras de hormigon	Estructuras de asfalto	Limpieza y finalizacion de obra	Circulacion de vehiculos	Mantenimiento
SUBSISTEMA NATURAL	Suelos	Modificacion calidad edafica		-1aA3bC	-2bA3cC		-1aA3bC						
		Remocion horizonte superficial		-1aA3bC	-2bA3cC		-1aA3bC						
	Calidad del Aire	Aumento de niveles de emision		-1aA1aA	-2bA1aA	-2bA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-2bA3bC	-1aA1aA
	Geomorfologia	Modificacion del relieve (morfologia)		-1aA3bB	-1aA3bB		-2aA3bB						
		Estabilidad de taludes					-1aA2aA						
	Hidrologia Superficial	Cambio en los flujos de caudales			-1aA3cB		-1aA2aB	-1bA1aA					
		Afeccion masas de agua superficial			-1aA3cB		-1aA2aB	-1bA1aA					
	Ruidos	Incremento niveles sonoros		-2bA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-2aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA
		Aumento de las vibraciones		-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-2aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	-1aA1aA	
	Vegetacion	Perdida de comunidades vegetales		-2aA2bB	-2aA2bB	-1aA2bB							-2aA2aA
	Fauna	Afeccion de microfauna		-1aA2bB	-1aA2bB	-1aA2bB							-1aA2aB
	Paisaje	Visibilidad		-1aA1aA	-1aA3cC	-1aA1aA			-1aA3cC	-1aA3cC			
		Cambio de estructura paisajistica		-1aA1aA	-1aA3cC				-1aA3cC	-1aA3cC			
SUBSISTEMA SOCIO-CULTURAL	Cambios en las condiciones de circulacion											+2aA3	
SUBSISTEMA SOCIO-ECONOMICO	Generacion de empleo		+1aA1	+1aA1	+2aA2	+1aA2	+1aA2	+1aA2	+1aA2	+1aA2	+1aA2	+1aA3	+1aA3
	Actividades economicas inducidas				+2bA2	+2bA2						+3cA3	
	Riesgo de accidentes					-1bA1bC	-1aA1bC					-1bA1bC	

Tabla 8.4 – Valoración de la matriz

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES	ETAPA DE CONSTRUCCION										ETAPA DE OPERACION	
		Acciones agrupadas	Instalacion del obrador	Limpieza del terreno	Movimiento de suelo y nivelacion del terreno	Transporte y acopio de materiales	Excavaciones	Uso de agua en obra, riego de camiones y capas	Estructuras de hormigon	Estructuras de asfalto	Limpieza y finalizacion de obra	Circulacion de vehiculos	Mantenimiento
SUBSISTEMA NATURAL	Suelos	Modificacion calidad edafica		-21	-34		-21						
		Remocion horizonte superficial		-21	-34		-21						
	Calidad del Aire	Aumento de niveles de emision		-9	-19	-19	-9	-9	-9	-9	-9	-31	-9
	Geomorfologia	Modificacion del relieve (morfologia)		-18	-18		-24						
		Estabilidad de taludes					-11						
	Hidrologia Superficial	Cambio en los flujos de caudales			-21		-13	-13					
		Afeccion masas de agua superficial			-21		-13	-13					
	Ruidos	Incremento niveles sonoros	-19	-19	-9	-9	-15	-9	-9	-9	-9	-9	-9
		Aumento de las vibraciones	-9	-9	-9	-9	-15	-9	-9	-9	-9	-9	
	Vegetacion	Perdida de comunidades vegetales		-21	-21	-15							-17
	Fauna	Afeccion de microfauna		-15	-15	-15							-13
	Paisaje	Visibilidad	-9		-24	-9			-24	-24	-24		
		Cambio de estructura paisajistica	-9		-24				-24	-24			
SUBSISTEMA SOCIO-CULTURAL	Cambios en las condiciones de circulacion											18	
SUBSISTEMA SOCIO-ECONOMICO	Generacion de empleo		7	7	15	9	9	9	9	9	9	12	12
	Actividades economicas inducidas				19	19						37	
	Riesgo de accidentes					-20	-16					-20	

Tabla 8.5 – Matriz de Bejerman

8.6.8. Análisis de la Matriz de Bejerman

Luego de confeccionada la matriz podemos concluir en que la mayoría de impactos resultan irrelevantes o moderados, a excepción de algunos relacionados al movimiento de suelos y nivelación del terreno que arrojaron valores muy altos.

El resultado de esta evaluación no resulta sorpresivo ya que en la mayoría de los componentes de la obra no se producen alteraciones sustanciales en el ambiente ya que este ya se encontraba alterado previamente.

Se puede apreciar que el cambio más radical en la estructura se da en la nivelación del terreno hasta la cota de proyecto. Este accionamiento genera un alto impacto ya que se debe remover el suelo actual, extraes suelo de una cantera y colocarlo en la zona del proyecto.

8.7. PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se exponen las medidas recomendadas para mitigar los impactos ambientales negativos generales del proyecto, teniendo en cuenta las acciones o actividades impactantes que producen o generan efectos sobre el medio natural, desarrollados en la matriz de impacto ambiental.

- Calidad del Aire

Se realizara un riego periódico de los caminos y zonas de acumulación de tierras.

Se taparán las cajas de los camiones de transporte de materiales de construcción para reducir la emisión de polvo. También se evitará realizar tareas de este tipo en días ventosos.

Los residuos sólidos se dispondrán en el vertedero municipal no permitiendo bajo ningún concepto la quema de los mismos.

- Geomorfología

Control de la correcta realización de la pendiente de los taludes

- Hidrología Superficial

No se colocará materiales de construcción ni materiales excedentes de obra en lugares donde puedan ser objeto de arrastre por lluvia hacia los cursos de agua.

Se evitará el derrame de sustancias contaminantes como lubricantes, aceites y combustibles de la maquinaria utilizada. Para esto se designaran sitios específicos para el almacenamiento de estas sustancias y para el mantenimiento de la maquinaria garantizando allí la impermeabilidad del suelo.

No se realizarán tareas de remoción de los suelos en días lluviosos para no generar una acumulación excesiva de agua sobre el lugar de trabajo, perjudicando de esta manera al escurrimiento superficial. Además se deberán colocar las alcantarillas simultáneamente con la construcción de los terraplenes.

- Ruidos

Mantenimiento adecuado de la maquinaria para evitar ruidos procedentes de elementos desajustados o desgastados.

- Flora y fauna:

En las áreas que resulten alteradas se colocaran mezclas naturales de suelo pasto para incrementar la fertilidad y retención de nutrientes facilitando el establecimiento de la vegetación.

El suelo vegetal afectado por la construcción será adecuadamente acopiado para su posterior empleo en la restitución de las áreas verdes intervenidas. Con anterioridad a su retiro se asignará este suelo a un lugar específico donde se favorezca el desarrollo de la vegetación hasta la reimplantación definitiva.

Se deberá efectuar forestaciones de reposición con especies nativas a los efectos de compensar la limpieza de la vegetación, cobertura vegetal y la extracción de árboles realizada en la zona de obra. Además de la revegetación y forestación una vez concluidas las tareas en el obrador.

- Accidentes laborales

Implementar un plan de seguridad ocupacional y dotar a los trabajadores de equipos de protección individual. Proveer capacitación profesional y entrenamiento en las distintas áreas.

Se incrementara la señalización vial para evitar un posible aumento en la cantidad de accidentes de tránsito durante y después de la realización de la obra.

Se exigirá el uso de protector de las vías respiratorias a los trabajadores y maquinistas que estén expuestos al polvo.

8.8. CONCLUSION DEL EIA

Tanto en la etapa de construcción como de operación del proyecto no se generaran impactos severos. Sumado a esto se debe considerar que se ejecutara el plan de medidas de mitigación para combatir los mismos.

Teniendo en cuenta que en el lugar de emplazamiento ya existe una ruta y un puente, en cuanto a lo paisajístico, no se generara un impacto visual negativo.

La construcción del puente junto con la autovía favorecerá notablemente el desarrollo socio-económico de la localidad de Colón, que a su vez permitirá una expansión urbanística hacia ese sector.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 9

- Conclusión -

9. CONCLUSIÓN

La realización de un proyecto es la base del desarrollo de la ingeniería civil en general. Sin estos resultaría imposible la concreción de obras de cualquier índole. Esto refleja la importancia de la asignatura Proyecto Final y como ésta contribuye a que tomemos un real conocimiento de cuáles son los verdaderos alcances del título, es decir sus incumbencias, logrando de esta manera poder ejercer la profesión lo más competente y responsablemente posible.

Los temas elegidos en el presente trabajo presentan una marcada solución al objetivo general, que tiene como premisas mejorar la calidad de vida, preservar la salud de los habitantes y favorecer el crecimiento socio-económico de la localidad a partir del diseño y potencial construcción de obras hidráulicas, viales y arquitectónicas.

La confección del proyecto resultó una experiencia positiva y enriquecedora para todo el equipo, ya que se abordó una problemática real para cuya solución se debió estudiar con mayor profundidad lo aprendido en las distintas asignaturas a lo largo de la carrera, e integrando los conocimientos para poder llegar a una solución posible de realizar desde el punto de vista técnico, social, legal y financiero.

Tanto la confección de los anteproyectos, como el proyecto ejecutivo y el estudiode impacto ambiental nos obligaron a obtener una nueva forma de vinculación con los docentes de nuestra facultad, así como también con distintos profesionales, que con su valiosa predisposición y conocimientos nos guiaron y colaboraron con las diferentes inquietudes y problemáticas que fueron surgiendo.

La metodología de trabajo fue la adecuada, buscando formarnos para lo que será nuestra actividad futura. Logramos interpretar, a nuestra consideración, de una manera correcta la responsabilidad que recae sobre los ingenieros al momento de analizar problemáticas reales en donde se debe buscar soluciones que sean factibles.

Por último vale destacar que un proyecto de estas características sería muy difícil llevarse a la práctica sin el esfuerzo de un equipo. De esta manera el trabajo resulta menos arduo, se logra tener una visión diferente de los distintos temas y se trabaja de una forma más coordinada, que no podría alcanzarse de forma individual.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 10

- Anexos -

10. ANEXOS

En el presente capítulo se adjunta información complementaria utilizada para la realización del proyecto, como noticias relacionadas al mismo, manuales de construcción, etc.

10.1 Anexo de noticias

Como información complementaria se desea mostrar algunas de las noticias de información más relevantes en lo referido a los accidentes de tránsito sobre la Ruta Nacional N°135, en las mismas se informa la fuente y la fecha de emisión.

Noticia 1: http://03442.com.ar/2012/08/tragico-accidente-en-ruta-135-cerca-de-colon/

Fecha: 08/2012

Trágico accidente en ruta 135 cerca de Colón

Un joven trabajador de 29 años de edad, perdió la vida al caer con su moto sobre la ruta Internacional 135, que une las localidades de Colón y Paysandú.

Fuentes señalaron a 03442, que el luctuoso hecho tuvo lugar alrededor de las 6.45, a unos 40 metros al oeste del puente que pasa sobre el Arroyo La Leche, cuando Carlos Alberto Vera, domiciliado en San José, circulaba de oeste a este en una moto Guerrero Trip 110 cc de color rojo, con destino a su trabajo en una granja de la zona.

Por causas que se trataban de establecer, el motociclista perdió el control y cayó pesadamente en la calzada, impactando con la cabeza contra el pavimento, lo que produjo la rotura del casco protector, causándole la muerte en forma instantánea.

Según algunas versiones, el motociclista pudo haberse sorprendido por el paso de un equino, ya que no hubo otro vehículo involucrado, desconociéndose se el casco se fracturó por algún defecto o por baja calidad.

Tras el lamentable accidente, intervino personal de policía de Entre Ríos, dependiente de la Departamental Colón y la fiscalía en turno.

Noticia 2: http://03442.com.ar/2014/06/tragico-accidente-en-la-ruta-internacional-135-cerca-de-colon/

Fecha: 06/2014

Trágico accidente en la ruta Internacional 135 cerca de Colón

Se produjo en horas de la noche de este lunes, un trágico accidente en la ruta Intarnacional 135, que une Colón, con la ciudad de Paysandú.

Fue alrededor de las 22, a la altura del kilómetro 11, pasando el Arroyo La Leche, cuando de oeste a este circulaba un automóvil Suzuky, patente GVV 200, guiado por Elias Squeira de 23 años, domiciliado en Colón, quien se dirigía a la estación de servicio YPF, donde al parecer trabajaba.

Según señalaron fuentes a 03442, el conductor se vio sorprendido por el repentino cruce de un caballo, al que impactó de lleno.

El pesado animal cayó sobre el rodado, aplastando al conductor en el habitáculo, perdiendo la vida en forma instantánea, y paradójicamente, en el asiento trasero iba su perro, que quedó atrapado pero vivo, en tanto que el equino, quedó muerto sobre la ruta.

La víctima fue asistida inmediatamente, pero nada se pudo hacer, tomando intervención personal policial y de Bomberos Voluntarios de Colón.

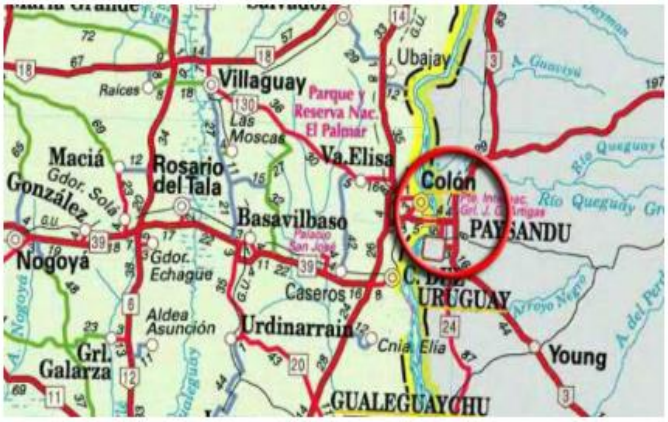
Noticia 3: http://www.elentrerios.com/policiales/muri-atropellado-en-la-ruta-135.htm

Fecha: 12/2014

Policiales | Lunes 22 de Diciembre de 2014

Murió atropellado en la ruta 135

Tenía 43 años y era oriundo de Federación. Caminaba por el camino. Fue colisionado por un auxilio mecánico de Concepción del Uruguay.



El accidente ocurrió alrededor de las 3.40 de este domingo, a la altura del kilómetro 4 de la ruta Internacional 135, que une Colón con Paysandú.

Una camioneta Ford 400, patente ECK-842 del auxilio mecánico de Concepción del Uruguay, atropelló a un hombre que transitaba a pie sobre la cinta asfáltica. Esta persona sufrió gravísimas lesiones que derivaron en su muerte casi instantánea.

La víctima era un hombre de unos 43 años, oriundo de Federación, quien se hallaba en la zona ya que trabajaba en un aserradero. Tras el trágico suceso, intervino personal policial con peritos de Criminalística y conocimiento del fiscal de turno, Juan Carlos Benítez.

Noticia 4: http://www.diariojunio.com.ar/noticia.php?noticia=67760

Fecha: 04/2015

Grave accidente cerca de Colón

Fatal accidente en Ruta 135: Falleció bebé de 4 meses tras un choque frontal

El hecho fue protagonizado por dos vehículos que impactaron de frente en la ruta que conduce al Puente Artigas, cerca del acceso a Colón. Según información enviada a DIARIOJUNIO, varias personas fueron heridas y trasladadas al Hospital San Benjamín de Colón. El trabajo de Bomberos Voluntarios para liberar a los ocupantes de uno de los autos fue arduo; y un bebé de cuatro meses de vida, falleció en el accidente.

Accidente en Ruta 135.

El accidente ocurrió en la Ruta 135. Allí, se produjo un violento choque frontal entre dos autos, lo que le costó la vida a un bebé y lesiones a otros ocupantes de los vehículos involucrados. A raíz de la colisión, los autos quedaron completamente dañados.

Se trató de un vehículo Volkswagen Polo, que se dirigía en sentido oeste a este, y un automóvil Fiat 125, que circulaba en dirección al oeste. En este último, trasladaban a la víctima fatal.

Al lugar concurrieron de inmediato personal de Gendarmería Nacional, Policía de Entre Ríos y Bomberos Voluntarios de Colón.

Noticia 5: http://colon.elentrerios.com/policiales/colon-grave-accidente-en-ruta-135.htm

Fecha: 04/2015

Policiales | Jueves 2 de Abril de 2015

Colón: Grave accidente en Ruta 135

Dos vehículos impactaron de frente en la ruta que conduce al Puente Artigas, pasadas las 17 de este jueves. Hay varios heridos. Intenso trabajo de Bomberos Voluntarios para liberar a los ocupantes de uno de los autos.

Foto 1/5

El accidente ocurrió en Ruta 135, aproximadamente a dos kilómetros al oeste del acceso a Colón, pasadas las 17 de este jueves, en momentos en que había un intenso tránsito.

Un viejo automóvil Fiat, dominio SGI969, que según testigos circulaba en dirección oeste-este, fue impactado frontalmente por un VW Polo, dominio EHQ792.

Versiones no confirmadas aludieron a un tercer auto, de patente uruguaya, que habría efectuado una maniobra imprevista, y el conductor del Polo, para no llevarlo por delante, habría ocupado la mano contraria y chocado de frente contra el Fiat.

A menos de 100 metros del sitio del impacto, podía observarse a un enorme perro muerto. Una parte su cuerpo estaba sobre el asfalto, obligando a los vehículos a esquivarlo. Tal vez pudo haber tenido alguna relación con el grave accidente.

Al lugar concurrieron de inmediato personal de Gendarmería Nacional, Policía de Entre Ríos y Bomberos Voluntarios de Colón.

Aunque aún no hay un parte oficial, trascendió que varias personas resultaron heridas y fueron derivadas al Hospital San Benjamín de Colón.

"Tengo entendido que hay una criatura pequeña cuyo estado sería delicado", dejó entrever uno de los uniformados presentes en el lugar, aunque aclaró que deberá aguardarse la información oficial que suministren Policía y Hospital San Benjamín.

Noticia 6: http://www.diariojunio.com.ar/noticia.php?noticia=71023

Fecha: 09/2015

03/09/2015 - 10:11:16 - visitas: 411

Accidentes

Un colonense perdió la vida

Fatal accidente en la Ruta Internacional 135

Este jueves en horas de la madrugada se produjo un fatal accidente en la Ruta 135 a la altura del kilómetro 7. Por causas que se tratan de establecer, se produjo una colisión frontal entre un automóvil Renault Kangoo, conducida por Eduardo Quinteros de 51 años y una camioneta Ford F-100, perteneciente a la Empresa Flecha Bus, conducida por Carlos Santamaría de Colón. En consecuencia perdió la vida el colonense mientras que Quinteros fue trasladado al nosocomio de Concepción del Uruguay con excoriaciones múltiples pero que no revisten gravedad.

Aproximadamente 4.20 de la madrugada de este jueves según datos aportados por la Jefatura de Policía de Colón a DIARIOJUNIO se produjo un accidente de tránsito en el Kilómetro 7 de la la Ruta 135. Aun no se establecieron las causas por las que la colisión fue frontal entre un automóvil Renault Kangoo, conducida por Eduardo Gustavo Quinteros, de 51 años domiciliado en Paysandú (R.O.U.) y una camioneta Ford F-100, perteneciente a la Empresa Flecha Bus, conducida por Carlos Alberto Santamaria, domiciliado en la ciudad de Colón.

Como consecuencia del impacto perdió la vida el conductor de la F-100, Santamaria, mientras que el conductor de la Kangoo, Quinteros, quien de acuerdo al informe médico, resultó con traumatismo de cráneo facial, pérdida de conocimiento, escoriaciones múltiples en manos, lesiones de carácter leve.

Noticia 7: http://www.elentrerios.com/policiales/fatalidad-sobre-dos-ruedas-rumbo-a-colan.htm

Fecha: 02/2016

Policiales | Lunes 15 de Febrero de 2016

Fatalidad sobre dos ruedas, rumbo a Colón

Un joven motociclista perdió la vida en la madrugada de este lunes, al protagonizar un accidente cuando transitaba por la Ruta Internacional 135.

Foto: Gentileza de El Observador Regional

Ocurrió alrededor de las 00:30, al ser embestido desde atrás por una camioneta a la altura del kilómetro 6, en proximidades de la Escuela N°4.

Bomberos Voluntarios de Colón y Policía trabajaban en el lugar.

Una camioneta Toyota SW4 blanca conducida por un hombre de apellido Panozzo, quien viajaba con cuatro acompañantes, transitaba de oeste a este, cuando por razones que se trataban de establecer, colisionó una moto Yamaha Crypton 110cc azul, que quedó incrustada en la parte delantera de la pick up.

A raíz del violento impacto, el motociclista perdió la vida en el lugar del accidente. Se trataría de un menor de edad.

Noticia 8: http://www.aimdigital.com.ar/2016/05/22/accidente-en-la-ruta-135/

Fecha: 05/2016

Accidente en la ruta 135

Un motociclista resultó gravemente herido el viernes, cuando una camioneta Volkswagen Amarok lo embistió, en el kilómetro 9 de la ruta 135.

La Volkswagen Amarok, conducida por una mujer de 58 años oriunda de Colón colisionó con una moto Gilera Smash, que circulaba en el mismo sentido norte-sur, guiada por Marcos Abrigo (19) también oriundo de esta ciudad, quien producto del impacto resultó con lesiones de carácter graves (fractura de tobillo y hombro).

Una Volkswagen Amarok embistió al motociclista, en el kilómetro 9 de la ruta 135.

De forma inmediata fue trasladado en ambulancia hasta el Hospital San Benjamín, donde fue intervenido quirúrgicamente. La operación fue exitosa y afortunadamente el joven se encuentra fuera de peligro.
Fuente: El Entre Ríos

10.2 Anexo de Manual Sistema FREYSSINET

A continuación adjuntamos el manual del Sistema FREYSSINET, que se utilizó para el cálculo del pretensado de las vigas en el proyecto ejecutivo de la construcción del puente tipo viga.

UTN
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Capítulo 11

- Bibliografía -

11. BIBLIOGRAFÍA

En el presente capítulo se nombrarán las distintas bibliografías que se utilizaron para realizar el proyecto final en su totalidad.

11.1 Libros, manuales, etc.

- **Título:** Mecánica de suelos en la ingeniería práctica.
  Autores: Terzaghi, Peck.
  Publicación: Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

- **Título:** Principios básicos da construcao de pontes de concreto.
  Autores: Leonhardt, Fritz.
  Publicación: Buenos Aires: Interciencia, 1979.

- **Título:** Bases para la construcción de puentes monolíticos.
  Autores: Leonhardt, Fritz.
  Publicación: Buenos AiresEl Ateneo,1987.

- **Título:** Fundamentos de ingeniería geotécnica.
  Autores: Braja M. Das
  Publicación: Cengage Learning.

- **Título:** CIRSOC 201: reglamento argentino de estructuras de hormigón.
  Autores: CIRSOC.
  Publicación: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), 2005.

- **Título:** HORMIGON ARMADO, conceptos básicos y diseño de elementos con aplicación del Reglamento CIRSOC 201-2005.
  Autores: O. Möller
  Publicación: Rosario: UNR editora. Cuarta Edición, 2012.

- **Título:** Diseño básico de hormigón estructural.
  Autores: Orler, Donini.
  Publicación: Córdoba, Universitas editorial. Segunda edición, 2008.

- **Título:** Manual de cálculo de estructuras de hormigón armado.
  Autores: J. Pozzi Azzaro.
  Publicación: Buenos Aires: Instituto del Cemento Portland Argentino, 1983.

- **Título:** Manual de señalamiento horizontal
  Autores: Dirección Nacional de Vialidad

Publicación: Buenos Aires, Argentina, 2012

- **Título:** Manual de señalamiento para autopistas
  Autores: Órgano de control de concesiones viales
  Publicación: Junio 2013

- **Título:** Bases para el cálculo de puentes de hormigón armado
  Autores: Dirección Nacional de Vialidad
  Publicación: Enero 1952

- **Título:** Normas y recomendaciones de diseño geométrico y seguridad vial
  Autores: Dirección Nacional de Vialidad
  Publicación: Edición año 2010

- **Título:** Guía AASHTO para el diseño de pavimentos
  Autores: American Association of State Highway and Transportation
  Publicación: Edición año 1993

- **Título:** Ingeniería de tránsito y carreteras
  Autores: N.J. Garber, L.A. Hoel
  Publicación: Tercera edición 2002

- **Título:** Manual de capacidad de carreteras
  Autores: Transportation Research Board (TRB)
  Publicación: Edición año 2010

- **Título:** Diseño y control de mezclas de concreto
  Autores: Portland Cement Association
  Publicación: Edición año 1984

- **Título:** Puentes de hormigón
  Autores: R. Cudmani
  Publicación: Primera edición Universidad Nacional de Tucumán 1957

11.2 Páginas de internet

- http://www.construya.com.ar/
- http://www.turismoentrerios.com/
- http://www.entreriostotal.com.ar/
- http://www.freyssinet.com/

- http://www.iep-sa.com.ar/
- http://www.03442.com.ar/
- http://www.elentrerios.com/
- http://www.diariojunio.com.ar/
- http://www.aimdigital.com.ar/
- http://www.colon.elentrerios.com/
- http://www.vialidad.gov.ar/
- http://www.colon.gov.ar/
- http://www.indec.gov.ar/
- http://www.wikipedia.com/
- http://www.bolsacer.org.ar/
- http://www.colonentrerios.net/
- http://www.entrerios-colon.com.ar/
- http://www.colonturismo.tur.ar/
- http://www.isev.com.ar/

El pretensado Freyssinet

El sistema del inventor de hormigón pretensado

Diseñar, Construir, Mantener

Freyssinet
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

CE

Índice

ATE y Marcado CE	p 3
El pretensado de gran potencia de la gama C	**p 4 a 17**
- Anclajes	p 7
- Categorías de uso	p 8
- Disposición	p 10
- Zunchado	p 11
- Acopladores (CI,CU, CC, CM)	p 14 a 16
- Anclajes pasivos	p 17
Anclajes de la gama F para elementos finos	**p 19 a 25**
- Pretensado interior	p 20
- Acopladores	p 22
- Disposición	p 23
- Zunchados	p 24
- Anclajes pasivos	p 25
Componentes comunes de las gamas C y F	**p 26 a 29**
- Cordones de pretensado	p 26
- Conductos de pretensado	p 27 a 28
- Productos de inyección	p 29
Instalación	**p 30 a 35**
- Colocación y tesado (conductos, placas de anclaje, cordones, anclajes)	p 30
- Gatos para anclaje de la gama C	p 31
- Gatos para anclaje de la gama F	p 33
- Inyección y sellado	p 34
- Purgas y toma de inyección	p 35

Un pretensado de alta duración

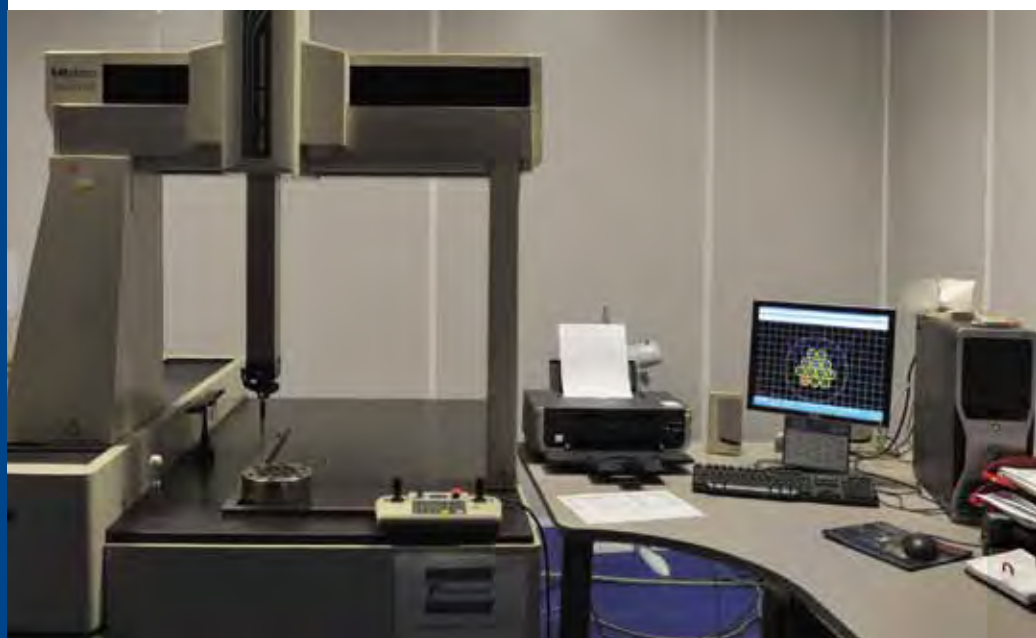
Freyssinet, empresa pionera en el ámbito del pretensado, no ha abandonado nunca su espíritu innovador, por lo que ahora está en posición de ofrecer un sistema de pretensado completo que conjuga grandes prestaciones con durabilidad.

Los servicios técnicos de Freyssinet garantizan el diseño de los anclajes, los gatos y los equipos de colocación, y además cuentan con un centro de ensayos (en el que destaca un banco de tracción de 2.000 toneladas) y un laboratorio de formulación para la lechada de pretensado.

Para garantizar una prestación de calidad a todos sus clientes, repartidos por todo el mundo, Freyssinet fabrica sus anclajes en su filial industrial FPC (Freyssinet Product Company) y centraliza los equipos de obra en su parque de material.

De forma paralela, Freyssinet forma a sus equipos en materia de colocación del pretensado en todas sus filiales. La **PT Academy** es el centro de formación en pretensado de Freyssinet. Cada año entrega a sus alumnos diplomas que certifican la competencia de los encargados (DTP), de los técnicos especializados (CMP) y de los operarios (OP).

Los modelos C y F de los anclajes de pretensado de Freyssinet ya han demostrado en estructuras de todo el mundo que cumplen los requisitos de ejecución más exigentes: tableros y pilares de puentes, recintos de reactores nucleares, depósitos de gas natural licuado, plataformas en mar abierto, torres eólicas, etc. Freyssinet ha desarrollado una solución optimizada para cada aplicación concreta.



Aprobación Técnica Europea (ATE) y Marcado CE

Freyssinet está en posesión de la Aprobación Técnica Europea (ATE) n° ETA 06/0226 para el sistema de pretensado que incluye las gamas de anclajes:

- C para los cables de 3 a 55 cordones.
- F para los cables de 1 a 4 cordones.

Como complemento indispensable para esta aprobación, Freyssinet también ha obtenido la certificación de conformidad CE: certificado 1683-CPD-0004. La Aprobación Técnica Europea se entrega tras la realización de los ensayos definidos en la ETAG 013, la guía de Aprobación Técnica Europea para los kits de pretensado de estructuras mediante postensado. Un organismo certificado realiza un seguimiento continuo de la ATE y del marcado CE.

El kit de pretensado incluye todos los elementos que componen un cable completo.

Agrément Technique Européen No. ETA-06/0226
European Technical Approval No. ETA-06/0226
EOTA
CERTIFICAT DE CONFORMITÉ
N° 1683 - CPD - 0004
PROCÉDÉ DE PRÉCONTRAINTE PAR POST-TENSION
FREYSSINET
PPC
Système Freyssinet

ETAG 013 - "Aprobación Técnica Europea" y el "Certificado de conformidad CE" asociado

Componentes específicos

- Bloques de anclaje pasivo y activo
- Acopladores fijos y móviles
- Cuñas
- Tromplacas
- Capots de protección
- Vainas de plástico

Componentes estándares

- Vainas y conductos metálicos
- Cordones de pretensado
- Materiales de protección anticorrosión

Por razones prácticas, el zunchado suele realizarlo la empresa general.

El diseñador verificará que las disposiciones adoptadas para su proyecto a partir de los elementos que aparecen en este catálogo cumplen la legislación local vigente.

Viaducto del Sioule, Francia

El pretensado de gran potencia de la gama C

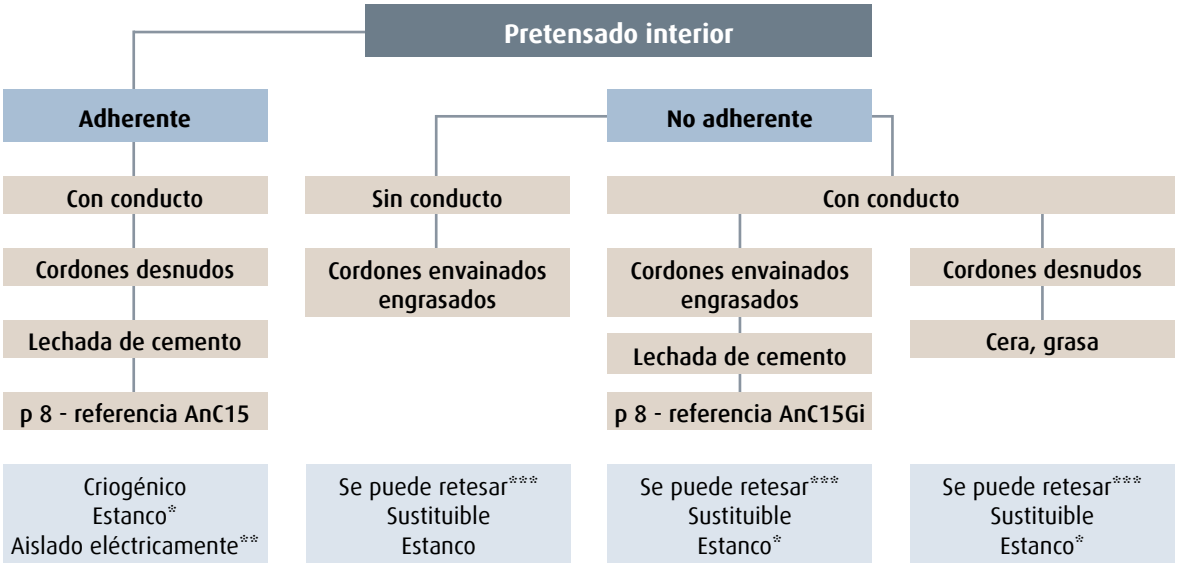
Categorías de uso

El sistema de pretensado de la gama C ha sido diseñado y certificado para distintos tipos de aplicaciones:

- Empleo de cordones T13 y T15 de todas las clases (1770 ó 1860 MPa), incluidos los cordones galvanizados o envainados y engrasados.
- Unidades de pretensado de hasta 55 cordones.

Se puede utilizar en pretensados **interiores o exteriores** para estructuras de hormigón, acero, madera o mampostería:

- **Adherente o no adherente**
- **Con o sin conducto**
- **Con posibilidad de retesado**
- **Sustituible**
- **Sustituible, regulable**
- **Con posibilidad de detesado**
- **Con aislamiento eléctrico**
- **Para aplicaciones criogénicas.**



**mediante una vaina estanca continua **mediante disposiciones especiales - página 9*
****mediante la conservación de la longitud sobrante de los cordones*

Configuraciones de pretensado interior adherente

El modo de uso más habitual de la gama C con pretensado interior adherente se basa en el empleo de cordones desnudos lubricados en una vaina corrogada con fleje metálico, galvanizada o no, que puede curvarse manualmente y en la que se inyecta una lechada de cemento después del tesado de los cordones. En las zonas curvadas y para reducir el coeficiente de rozamiento de los cordones con la vaina, Freyssinet propone un sistema de lubricación de serie del fleje realizado siguiendo un procedimiento único que Freyssinet denomina LFC.

Si se desea aumentar la vida ùtil del pretensado o en el caso de aplicaciones en entornos muy agresivos por lo que respecta a la corrosión del acero del pretensado, la vaina de fleje metálico puede sustituirse por una vaina de plástico estanca (también pueden sustituirse las conexiones entre elementos). Freyssinet ha desarrollado la vaina de pretensado Plyduct®, una vaina de PEAD con un

perfil corrogado que garantiza la adherencia del cable a la estructura. El espesor de la vaina se determina en función de las presiones laterales que se producen en las zonas curvas y de los desplazamientos que experimentan los cordones durante el tesado.

En el caso de las estructuras para entornos marinos, Freyssinet propone el uso de un conducto metálico estanco formado por tubos lisos muy gruesos con juntas resistentes, revestidos y colmatados con resina mediante un manguito termorretráctil.

Para las estructuras compuestas por elementos prefabricados con juntas combinadas, Freyssinet ha desarrollado el acoplador de vaina Liaseal®. Este acoplador plástico garantiza la estanquidad frente a la penetración de aguas de infiltración entre las juntas de las dovelas.

Para cada configuración existe un modo idóneo de protección de las cabezas de anclaje: puede tratarse de sellado (hormigonado de la cabeza de anclaje en un cajetin) o de un capot permanente de fundición (galvanizada o pintada) o de plástico e inyectada con el mismo producto de protección empleado en la sección principal del cable.

Para proteger los cables de las corrientes de fuga o efectuar el control eléctrico de la estanquidad de las vainas de plástico, Freyssinet ofrece también un sistema de pretensado con aislamiento eléctrico basado en el uso de una placa aislante bajo la cabeza de anclaje, y de una vaina y una tapa de plástico que forman un revestimiento continuo y estanco en torno a los torones.

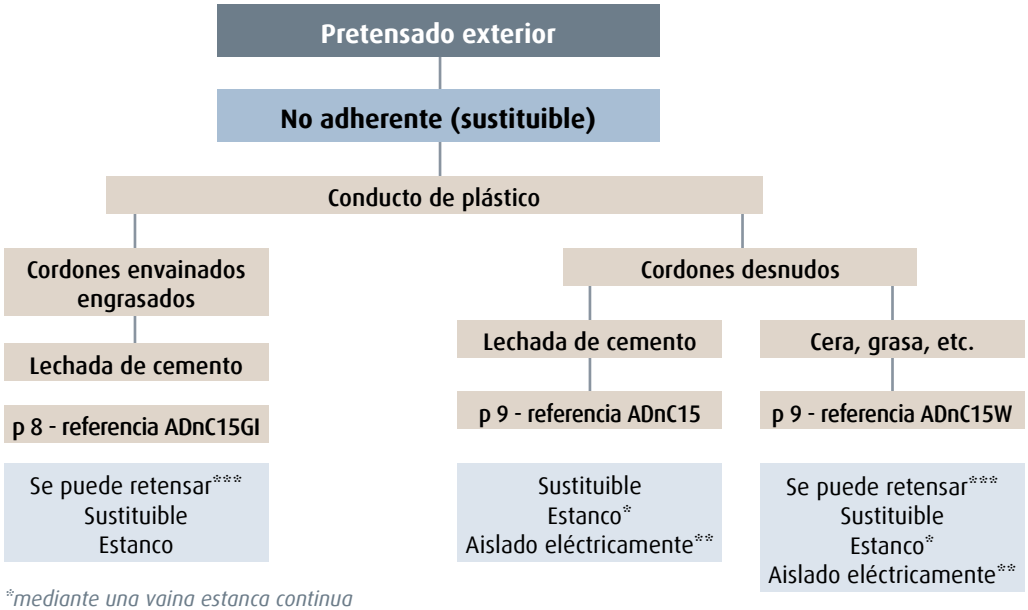
Configuraciones de pretensado interior no adherente

Los cables de pretensado no adherente se usan esencialmente para aplicaciones que implican la necesidad de medir la tensión del cable, de volver a tesarlo o de aflojarlo y sustituirlo.

Se puede obtener un pretensado no adherente simplemente utilizando un producto de protección anticorrosión blando como sustituto de la lechada de cemento, generalmente grasa o cera especialmente diseñadas para esta función. En este caso, se prestará especial atención a la estanquidad de los conductos.

Para aumentar la vida del pretensado colocando varias barreras de protección contra la corrosión o para permitir, por ejemplo, la sustitución individual de los cordones, Freyssinet recomienda utilizar cordones protegidos con grasa y revestidos con una vaina individual de PEAD. Estas armaduras pueden colocarse en un conducto inyectado con lechada de cemento antes del tesado del cable o bien pueden incorporarse directamente en el entramado antes del hormigonado.

Puente Pierre Pflimlin, Estrasburgo (Francia)



**mediante una vaina estanca continua*
***mediante disposiciones especiales - página 9*
****mediante la conservación de la longitud sobrante de los cordones*

Configuraciones de pretensado exterior

El pretensado exterior se adapta a la perfección a los elementos de hormigón con un espesor reducido y permite examinar fácilmente la sección principal de los cables.

El uso más habitual de la gama C en pretensado exterior se basa en el empleo de cordones colocados en los tramos de tubos de PEAD gruesos, unidos mediante soldadura por espejos y en los que se inyecta lechada de cemento tras el tesado del cable.

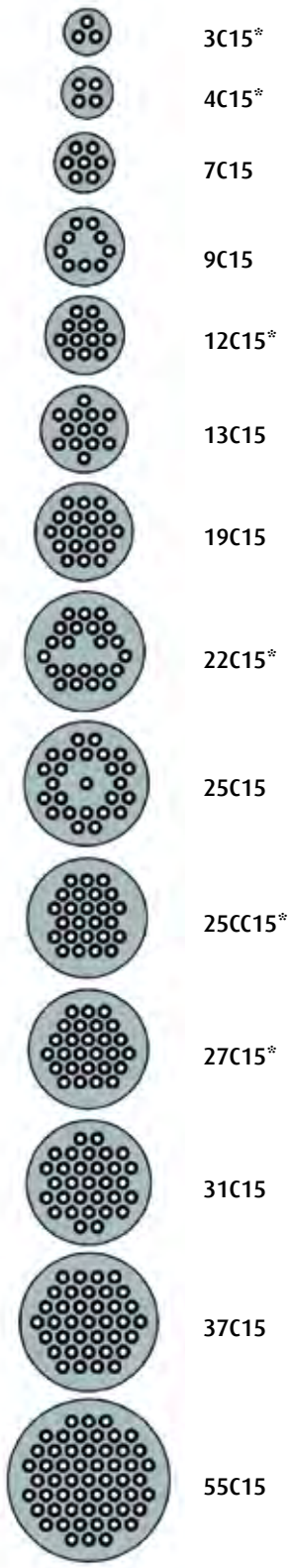
Para que sea posible desmontar el cable sin dañar la estructura, los conductos se componen de tuberías dobles a la altura de las secciones cruzadas en el hormigón, es decir, en las desviaciones y en las riostras de anclaje. El tubo de PEAD pasa al interior de un tubo de encofrado rígido y metálico que permite disociar el cable de la estructura y repartir los esfuerzos transversales provocados por la desviación lateral.

En el caso de los cables cuyos cordones son independientes unos de otros, Freyssinet recomienda utilizar cordones protegidos con grasa y revestidos con una vaina individual de PEAD y colocarlos en un conducto inyectado con lechada de cemento antes de tesar el cable. Esta disposición tiene la ventaja de aumentar la vida del pretensado, debido a que se colocan varias barreras de protección contra la corrosión, y de permitir, por ejemplo, la sustitución individual de los cordones.

Otra solución consiste en inyectar el cable con un producto anticorrosión blando, como una grasa o una cera especialmente diseñadas para esta función. En este caso, debe prestarse especial atención a la inyección en caliente de estos productos.

Anclaje de la gama C

Unidad de anclajes



** Configuración de los cordones en el anclaje sin cordón central.*

Composición

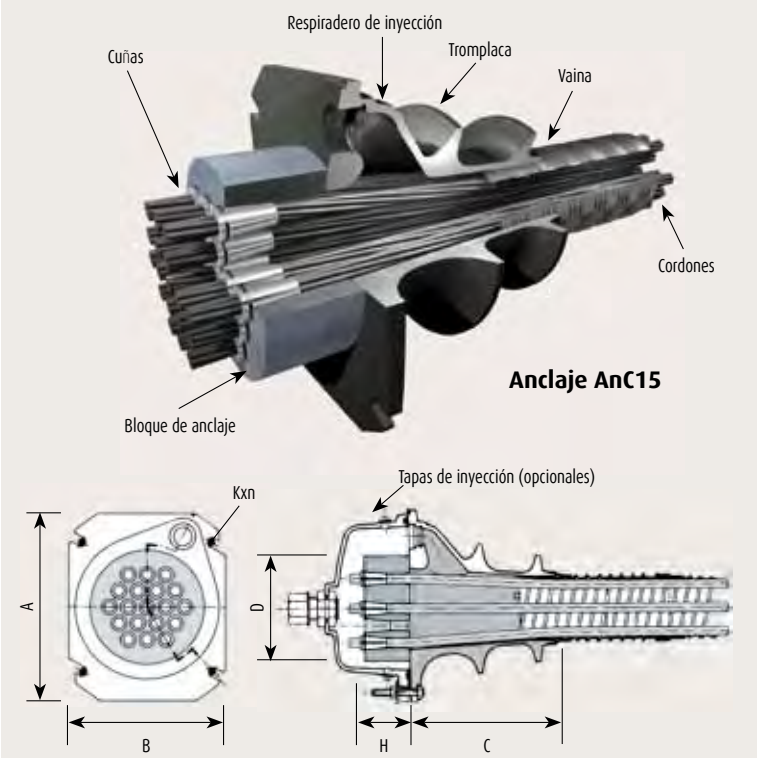
Los anclajes están formados por:

- Cuñas que garantizan un anclaje eficaz con esfuerzos estáticos o dinámicos.
- Bloques de anclaje de acero circulares y con perforaciones troncocónicas.
- Tromplacas de anclaje de hierro fundido y varias capas para una mejor difusión del esfuerzo de pretensado en el hormigón.
- Un capot permanente opcional.

Anclajes compactos

Las reducidas dimensiones de los anclajes de la gama C permiten:

- Una disminución del espesor de las vigas y las almas de los cajones.
- Una mejor concentración de los anclajes en los empalmes.
- Una desviación mínima de los cordones.



Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	H (mm)	Kxn (mm)
3C15	150	110	120	85	50	M10x2
4C15	150	120	125	95	50	M10x2
7C15	180	150	186	110	55	M12x2
9C15	225	185	260	150	55	M12x4
12C15	240	200	165	150	65	M12x4
13C15	250	210	246	160	70	M12x4
19C15	300	250	256	185	80	M12x4
22C15	330	275	430	220	90	M12x4
25C15	360	300	400	230	95	M16x4
25CC15	350	290	360	220	95	M16x4
27C15	350	290	360	220	100	M16x4
31C15	385	320	346	230	105	M16x4
37C15	420	350	466	255	110	M16x4
55C15	510	420	516	300	145	M20x4

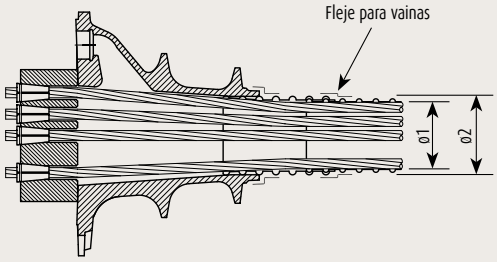
Todas las unidades cuentan con marcado CE

Anclaje de la gama C (continuación)

Categorías de uso

Para pretensado interior adherente en cordones desnudos con inyección de lechada de cemento

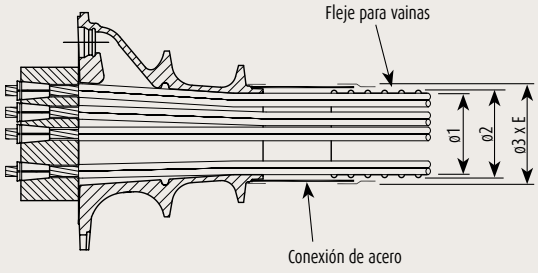
AnC15



Unidades	Ø1* (mm)	Ø2** (mm)
3C15	40	45
4C15	45	50
7C15	60	65
9C15	65	70
12C15	80	85
13C15	80	85
19C15	95	100
22C15	105	110
25C15	110	115
25CC15	110	115
27C15	115	120
31C15	120	125
37C15	130	135
55C15	160	165

Para pretensado interior no adherente en cordones envainados y engrasados con inyección de lechada de cemento

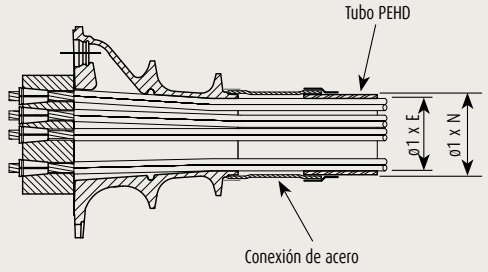
AnC15GI



Unidades	Ø1* (mm)	Ø2** (mm)	Ø3 (mm)	E (mm)
3C15	40	45	70	2,9
4C15	65	70	82,5	3,2
7C15	65	70	82,5	3,2
9C15	80	85	101,6	5
12C15	95	100	114,3	3,6
13C15	95	100	114,3	3,6
19C15	115	120	133	4
22C15	120	125	139,7	4
25C15	130	135	152,4	4,5
25CC15	130	135	152,4	4,5
27C15	130	135	152,4	4,5
31C15	145	150	177,8	5
37C15	145	150	177,8	5

Para pretensado exterior no adherente en cordones envainados y engrasados con inyección de lechada de cemento

ADnC15GI

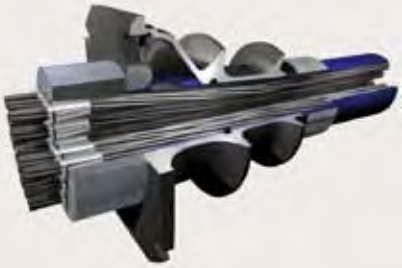


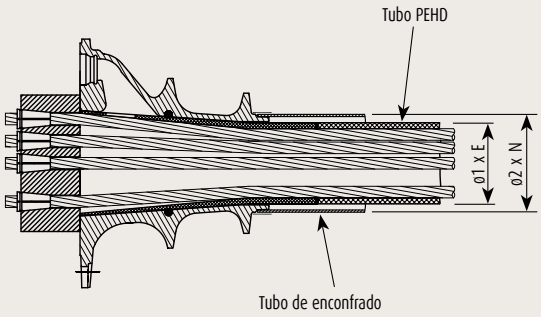
Unidades	Ø1* (mm)	E (mm)	Ø2** (mm)	N (mm)
3C15	70	2,9	63	4,7
4C15	82,5	3,2	75	5,5
7C15	82,5	3,2	90	6,6
9C15	101,6	5	90	6,6
12C15	114,3	3,6	110	5,3
13C15	114,3	3,6	110	5,3
19C15	133	4	125	6
22C15	139,7	4	125	6
25C15	152,4	4,5	140	6,7
25CC15	152,4	4,5	140	6,7
27C15	152,4	4,5	140	6,7
31C15	177,8	5	160	7,7
37C15	177,8	5	160	7,7
55C15	219,1	6,3	200	9,6

** Verificar el espesor de la vaina en función de la normativa aplicable.*
*** Ø : diámetro interior del conducto estriado/exterior de conductos de polietileno o de acero. * y **: dimensiones mínimas recomendadas.*

Para pretensado **exterior** no adherente en cordones desnudos con inyección de lechada de cemento

ADnC15

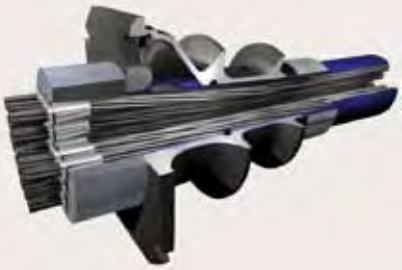


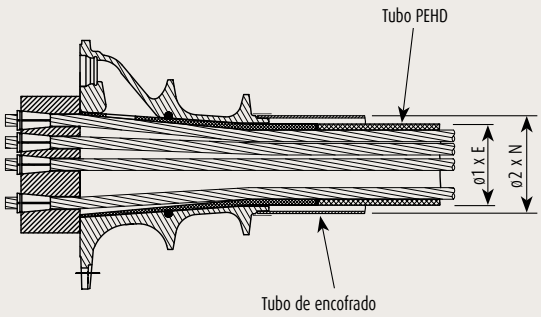


Unidades	Ø1* (mm)	E (mm)	Ø2** (mm)	N (mm)
3C15	50	3,7	70	2,9
4C15	63	4,7	82,5	3,2
7C15	63	4,7	82,5	3,2
9C15	75	5,5	101,6	5
12C15	90	6,6	114,3	3,6
13C15	90	6,6	114,3	3,6
19C15	110	5,3	133	4
22C15	110	5,3	139,7	4
25C15	125	6	152,4	4,5
25CC15	125	6	152,4	4,5
27C15	125	6	152,4	4,5
31C15	140	6,7	177,8	5
37C15	140	6,7	177,8	5

Para pretensado **exterior** no adherente con cordones desnudos e inyección de producto blando

ADnC15W

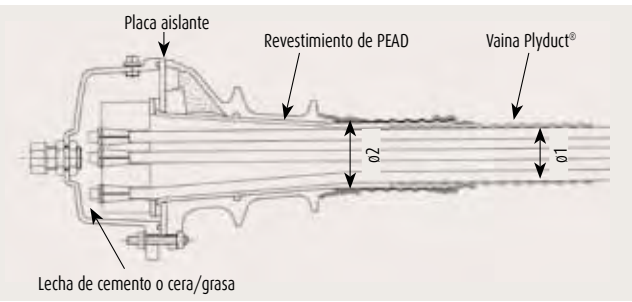




Unidades	Ø1* (mm)	E (mm)	Ø2** (mm)	N (mm)
3C15	50	3,7	70	2,9
4C15	63	4,7	82,5	3,2
7C15	63	4,7	82,5	3,2
9C15	75	5,5	101,6	5
12C15	90	6,6	114,3	3,6
13C15	90	6,6	114,3	3,6
19C15	110	8,1	133	4
22C15	110	8,1	139,7	4
25C15	125	9,2	152,4	4,5
25CC15	125	9,2	152,4	4,5
27C15	125	9,2	152,4	4,5
31C15	140	10,3	177,8	5
37C15	140	10,3	177,8	5

Para pretensado con aislamiento eléctrico

Los cables provistos de anclajes de la gama C pueden revestirse con un envainado continuo no conductor para obtener un sistema de pretensado aislado eléctricamente. Suelen utilizarse en las estructuras ferroviarias en las que las corrientes de fuga pueden comprometer la durabilidad de los cables.



Unidades	Ø1* (mm)	Ø2** (mm)
3C15	40	45
4C15	45	50
7C15	60	65
9C15	65	70
12C15	80	85
13C15	80	85
19C15	95	100
22C15	105	110
25C15	110	115
25CC15	110	115
27C15	115	120
31C15	120	125
37C15	130	135
55C15	160	165

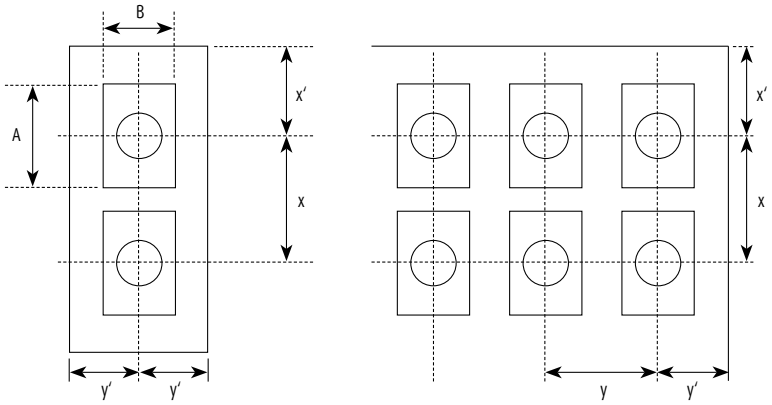
** Verificar el espesor de la vaina en función de la normativa aplicable.*
*** Ø : diámetro interior del conducto estriado/exterior de conductos de polietileno o de acero.* y **: dimensiones mínimas recomendadas.*

Disposiciones de anclajes de la gama C

Los anclajes deben estar situados a una distancia suficiente de la pared y han de estar separados según una distancia entre ejes mínima. Estas distancias se obtienen a partir de las dimensiones a y b de los montajes de los ensayos realizados en el marco del procedimiento de la Aprobación Técnica Europea.
A continuación aparecen los anclajes dispuestos en función de las direcciones normales: x e y, con el lateral de menor tamaño de la placa de anclaje orientada según el eje y.

Notación

- A, B: dimensiones en plano de la placa de anclaje (A ≥ B).
- a, b: dimensiones del prisma de prueba (a ≥ b).
- x, y: la distancia entre ejes de los anclajes en las direcciones x e y.
- x′ y′ : la distancia desde el anclaje al paramento más cercano en las direcciones x e y.
- $f_{cm,0}$: la resistencia media del hormigón a la compresión medida en el cilindro antes del tesado.



Las dimensiones x e y deben satisfacer las siguientes condiciones:

x ≥ A + 30 (mm)
y ≥ B + 30 (mm)
x . y ≥ a • b
x ≥ 0,85 a
y ≥ 0,85 b
x′ ≥ 0,5 x + revestimiento del hormigón — 10 (mm)
y′ ≥ 0,5 y + revestimiento del hormigón — 10 (mm)

Distancias a y b

	a = b (mm)		
	$f_{cm,o}$ (MPa)		
Unidades	**24**	**44**	**60**
3C15	220	200	180
4C15	250	220	200
7C15	330	260	240
9C15	380	300	280
12C15	430	320	300
13C15	450	340	310
19C15	530	400	380
22C15	590	430	410
25C15	630	460	440
27C15	650	480	470
31C15	690	520	500
37C15	750	580	540
55C15	1070	750	690

En la tabla aparecen los valores a y b para tres clases distintas de resistencias del hormigón $f_{cm,0}$.

Si al realizar el proyecto se prevé un valor $f_{cm,0}$ distinto a los valores indicados en la tabla, se puede proceder por interpolación lineal para determinar los valores x e y. No obstante, no se podrá tensar al máximo cuando $f_{cm,0}$ sea inferior al menor de los valores indicados en la tabla que aparece en la tabla.

Si el proyecto prevé un tesado parcial o un índice de tesado inferior al mínimo [0,8 F_{pk}; 0,9 $F_{p0,1\%}$], se puede proceder por interpolación para determinar el valor requerido de $f_{cm,0}$, teniendo en cuenta que con el 50% de la fuerza máxima, la resistencia necesaria para el hormigón puede llegar a los 2/3 de los valores indicados en las tablas anteriores y que con el 30% de esta fuerza, la resistencia que requiere el hormigón puede ser equivalente a la mitad de dichos valores.

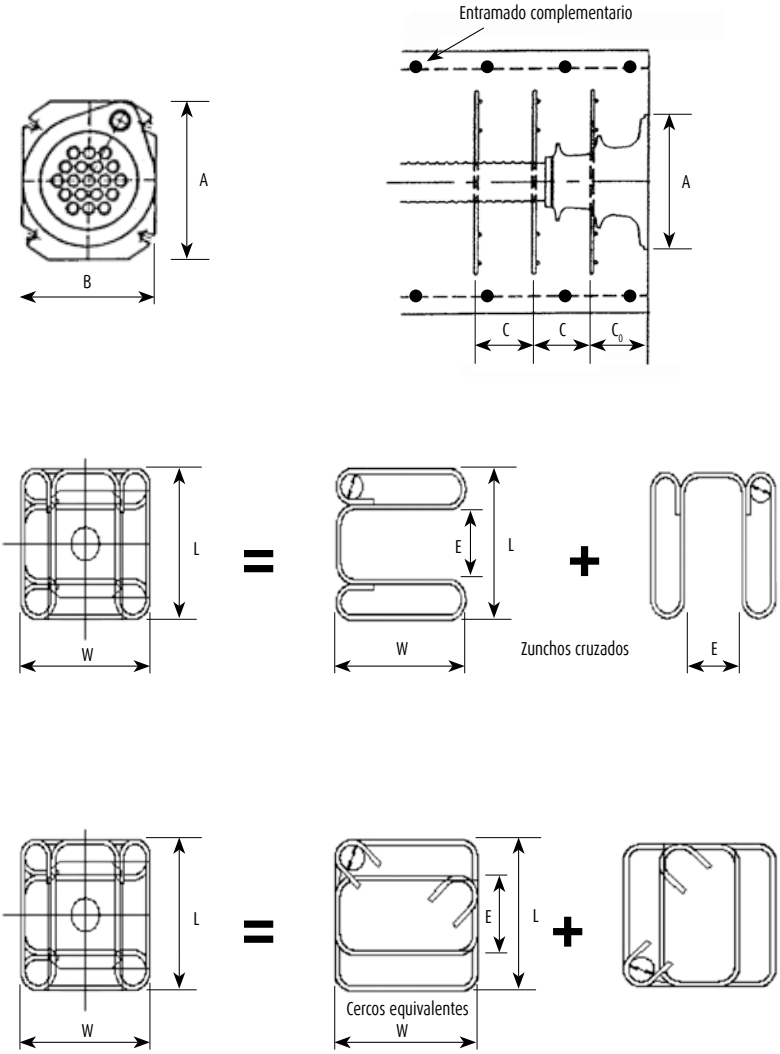
Zunchado de los anclajes de la gama C

Las fuerzas concentradas que ejercen las unidades pretensadas imponen la necesidad de instalar un zunchado junto a los anclajes en el caso de las estructuras de hormigón. Este entramado local incluye un zunchado de rotura y los elementos de acero complementarios. Se ha definido el zunchado de rotura de tal modo que queda asegurado mediante zunchos cruzados o zunchado helicoidal para poder tener en cuenta las disposiciones constructivas habituales en determinados países.

Los zunchos que se indican en las tablas que aparecen a continuación se deducen de las armaduras empleadas en los prismas de ensayo y para una resistencia cilindrica del hormigón de 24 ó 44 MPa. Si la resistencia del hormigón es de 60 MPa, debe consultarse la Aprobación Técnica Europea del sistema Freyssinet. Si se trata de otras resistencias, se podrán interpolar los valores indicados en las tablas.

1/ Zunchos cruzados (cercos)

Los esquemas que aparecen a continuación definen la disposición general del zunchado de rotura en caso de que se empleen zunchos cruzados. En cada capa se colocan dos zunchos cruzados. Por razones prácticas, un zuncho puede sustituirse por dos cercos cuya sección tenga una resistencia equivalente como se muestra en el siguiente esquema.



CE

Zunchado de los anclajes de la gama C (continuación)

En el caso de anclajes con varias filas, normalmente las dimensiones W y L son iguales al valor LO que aparece en las siguientes tablas. Por el contrario, en el caso de los anclajes en una sola fila, W se reduce y L aumenta, aunque siempre respetando el valor mínimo de E indicado en las siguientes tablas.
Las características del zunchado de rotura varían en función de la resistencia media en compresión del hormigón durante el tensado: fcm,0 (medida sobre el cilindro). En estas tablas aparece la descripción para dos valores de resistencia.

Unidades	Zunchos cruzados o cercos equivalentes (FeE 235)							(B500) Elementos de acero complementarios (cercos)		
	Número de capas	Co (mm)	C (mm)	Diámetro d (mm)	Diámetro del mandril D (mm)	Distancia centro mínima E (mm)	Dim. sin LO (mm)	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número
3C15	3	100	75	8	31	90	200	110	8	3
4C15	3	100	75	8	46	90	230	115	12	3
7C15	3	120	90	12	74	130	310	120	12	4
9C15	3	120	110	12	74	140	360	125	14	4
12C15	3	120	120	14	83	160	410	140	16	4
13C15	3	140	125	14	88	170	430	130	16	4
19C15	3	160	125	16	117	200	520	180	20	4
22C15	3	170	140	20	118	215	570	130	16	6
25C15	3	200	160	20	135	220	610	175	20	5
27C15	3	175	170	20	130	250	630	130	20	6
31C15	3	210	150	20	130	255	670	140	20	6
37C15	4	250	225	20	130	270	740	130	25	5
55C15	5	290	200	25	160	340	1050	200	20	6

fcm,0 = 24 MPa

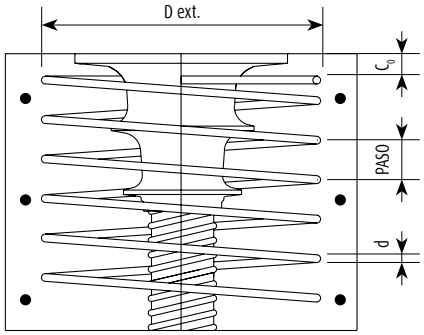
Unidades	Zunchos cruzados o cercos equivalentes (FeE 235)								(B500) Elementos de acero complementarios (cercos)		
	Número de capas	Co (mm)	C (mm)	Tipo	Diámetro d (mm)	Diámetro del mandril D (mm)	Distancia centro mínima E (mm)	Longitud total LO (mm)	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número
3C15	3	100	75	FC	8	26	90	190	150	8	2
4C15	3	100	75	FC	8	31	90	200	250	8	3
7C15	3	120	90	FC	12	39	130	240	140	10	4
9C15	3	120	110	FC	12	39	140	290	150	14	3
12C15	3	120	120	C	14	84	160	300	240	14	3
13C15	3	140	125	C	14	84	170	330	120	14	4
19C15	3	160	125	C	16	96	200	380	200	16	3
22C15	3	170	140	C	20	120	215	410	160	14	4
25C15	3	200	160	C	20	120	220	440	165	16	3
27C15	3	175	170	C	20	120	250	460	165	16	3
31C15	3	210	190	C	20	120	255	500	210	20	3
37C15	4	250	225	C	20	120	270	600	210	20	4
55C15	4	290	255	C	25	150	340	730	200	20	4

fcm,0 = 44 MPa

FC: zunchos cruzados o cercos equivalentes
C: sólo cercos

2/ Espiras helicoidales

El esquema que aparece en la figura define la disposición general del zunchado de rotura cuando se emplea una espira helicoidal. Esta disposición es especialmente útil en el caso de anclajes aislados.



Zunchado y entramado complementario

Unidades	Zunchado helicoidal (FeE 235)					(B500) Elementos de acero complementarios (cercos)		
	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número	Co (mm)	Diámetro exterior D (mm)	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número
3C15	50	8	5	40	160	110	8	3
4C15	60	10	5	40	190	115	10	3
7C15	60	14	6	40	270	120	10	4
9C15	70	14	6	40	320	125	12	4
12C15	70	14	7	40	370	140	16	4
13C15	70	14	7	40	390	130	16	4
19C15	60	16	8	40	470	180	20	4
22C15	70	16	8	40	510	130	20	5
25C15	80	20	7	40	550	150	20	5
27C15	80	20	7	40	570	160	20	5
31C15	80	20	7	40	600	140	20	6
37C15	90	20	7	40	660	130	25	5
55C15	100	25	9	40	930	200	20	6

fcm,0 = 24 MPa

Puente del Corgo, Portugal

Unidades	Zunchado helicoidal (FeE 235)					(B500) Elementos de acero complementarios (cercos)		
	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número	Co (mm)	Diámetro exterior D (mm)	Paso (mm)	Diámetro d (mm)	Número
3C15	50	8	5	40	150	150	8	2
4C15	60	10	5	40	160	250	8	3
7C15	60	12	6	40	200	140	10	4
9C15	70	14	6	40	250	150	12	3
12C15	50	14	7	40	260	240	14	3
13C15	70	14	7	40	290	120	14	4
19C15	60	16	8	40	320	200	16	3
22C15	70	16	8	40	350	160	14	4
25C15	80	20	7	40	380	165	16	3
27C15	80	20	7	40	400	165	16	3
31C15	80	20	8	40	420	210	16	3
37C15	90	20	9	40	520	210	20	4
55C15	100	25	10	40	650	250	20	3

fcm,0 = 44 MPa

3/ Entramado complementario

El zunchado de rotura debe completarse en la zona de anclaje con el armado complementario utilizado en los prismas de ensayo de transferencia, en forma de cercos como se muestra en los cuadros anteriores o mediante barras de la misma sección correctamente ancladas.

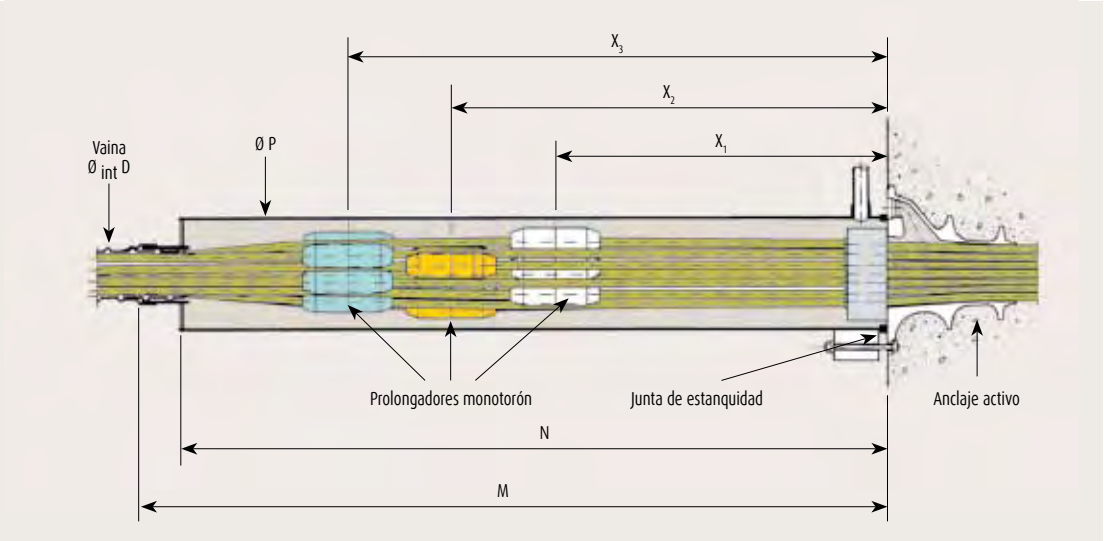
El armado que se muestra en las tablas anteriores normalmente ha de completarse mediante armaduras generales, que no aparecen en las figuras y que deben corresponder al mínimo necesario contra las fisuras y a las armaduras de equilibrio general. La persona encargada de elaborar el proyecto debe verificar el equilibrio general de las zonas de anclaje.

Acopladores fijos CI monocordón

Es necesario incorporar acopladores cuando una estructura continua está compuesta por fases sucesivas con prolongación de los cables ya colocados, tensados e inyectados en el tramo anterior. Normalmente se utilizan en pretensados interiores.

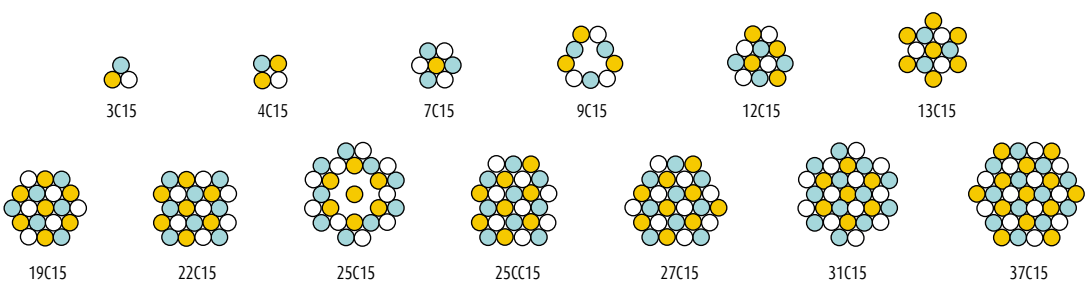
Acopladores fijos CI monocordón

Los acopladores fijos CI permiten conectar el cable secundario al cable primario usando prolongadores monocordón, mecanizados o moldeados, con bloqueo automático mediante un resorte interpuesto entre las dos cuñas opuestas. El anclaje primario es un anclaje gama C. Los prolongadores monocordón dispuestos en tres niveles ofrecen una configuración muy compacta.



Unidades	D (mm)	M (mm)	N (mm)	P (mm)	X_1 (mm)	X_2 (mm)	X_3 (mm)
CI 3C15	40	1050	1000	102	250	500	750
CI 4C15	45	1050	1000	127	250	500	750
CI 7C15	60	1050	1000	127	250	500	750
CI 9C15	65	1100	1050	178	300	500	800
CI 12C15	80	1150	1100	194	300	550	800
CI 13C15	80	1200	1150	219	300	550	800
CI 19C15	95	1200	1150	219	300	550	800
CI 22C15	105	1250	1200	273	350	600	800
CI 25C15	110	1250	1200	273	350	600	850
CI 25CC15	110	1300	1250	273	350	600	850
CI 27C15	115	1300	1250	273	350	600	850
CI 31C15	120	1350	1300	273	400	650	900
CI 37C15	130	1530	1480	324	400	650	900

Todas las unidades cuentan con marcado CE



Acopladores fijos CU y CC multicordón

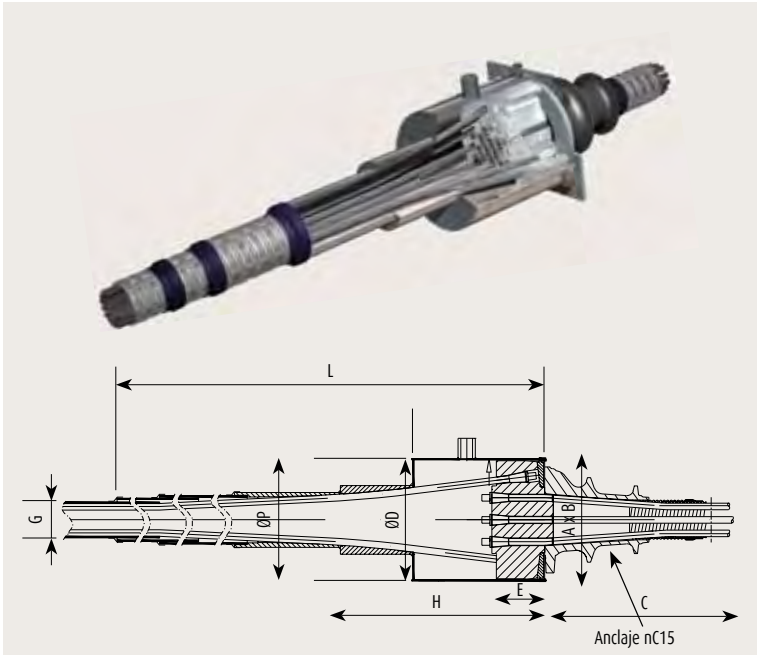
Se pueden usar dos tipos de acopladores multicordón:

Acopladores tipo CU

El bloque de anclaje usado con estos acopladores está diseñado para recibir las cuñas de anclaje del cable secundario.
Este conjunto está protegido mediante un capot que en uno de sus extremos cuenta con una trompeta para garantizar la conexión con el conducto del cable secundario.

Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G (mm)	ØD (mm)	E (mm)	L (mm)	H (mm)	ØP (mm)
CU 3C15	150	110	120	40	140	120	150	150	150
CU 4C15	150	120	125	45	150	127	150	150	150
CU 7C15	180	150	186	60	200	120	180	180	180
CU 9C15	225	185	260	65	255	122	225	225	225
CU 12C15	240	200	165	80	265	130	240	240	240
CU 13C15	250	210	246	80	276	130	250	250	250
CU 19C15	300	250	256	95	306	140	300	300	300
CU 22C15	330	275	430	105	335	145	330	330	330
CU 25C15	360	300	400	110	346	145	360	360	360
CU 25CC15	350	290	360	110	354	150	350	350	350
CU 27C15	350	290	360	115	354	150	350	350	350
CU 31C15	385	320	346	120	356	150	385	385	385
CU 37C15	420	350	466	130	386	156	420	420	420

Todas las unidades cuentan con marcado CE

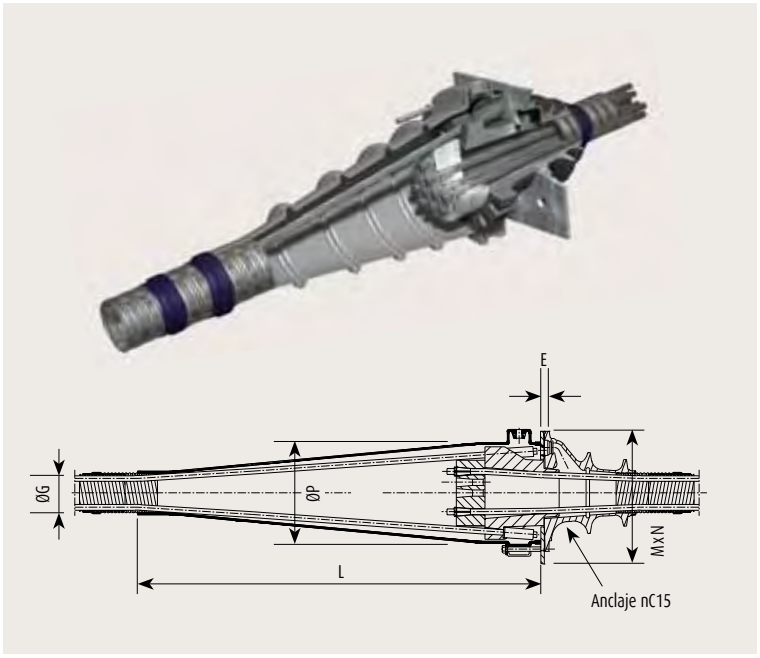


Acopladores de tipo CC

Para estos acopladores, se introduce una corona acanalada entre la placa de anclaje y el bloque de anclaje del cable primario. El cable secundario se ancla por medio de manguitos roscados a esta corona.

Unidades	E (mm)	L (mm)	M x N* (mm)	ØP (mm)	ØG (mm)
CC 3C15**	10	570	220 x 220	210	40
CC 4C15**	10	600	240 x 240	220	45
CC 7C15**	10	670	260 x 260	230	60
CC 9C15**	10	750	290 x 290	270	65
CC 12C15**	10	725	300 x 300	280	80
CC 13C15	10	770	290 x 290	275	80
CC 19C15	12	825	320 x 320	305	95
CC 22C15**	10	885	390 x 390	365	110
CC 25C15	5	900	360 x 360	340	110
CC 27C15**	10	955	390 x 390	365	110
CC 31C15	5	1 110	420 x 420	400	120

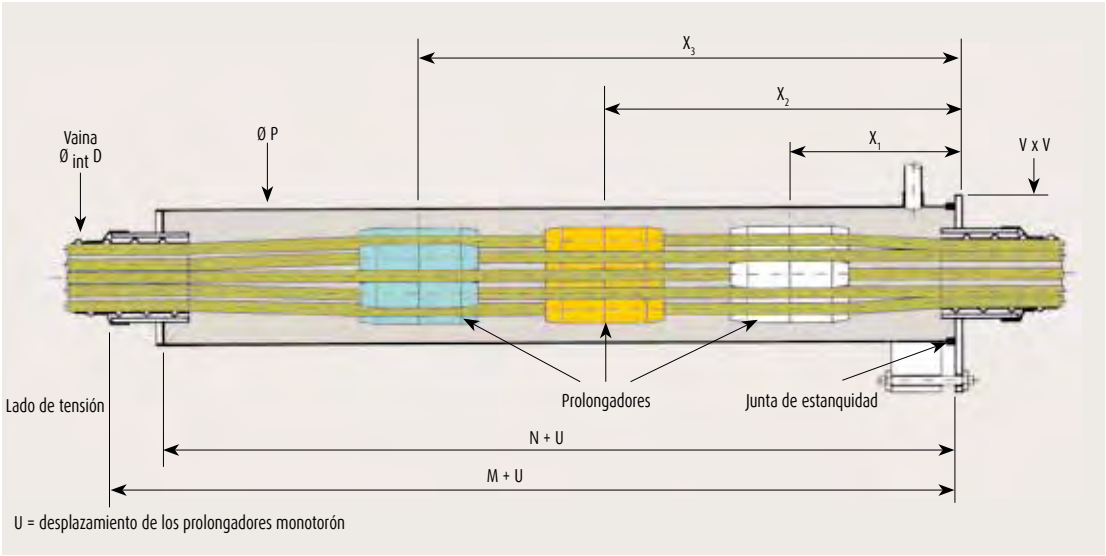
*Dimensiones de la placa de mantenimiento.
** Disponibles bajo pedido.*



Acopladores móviles CM monocordón

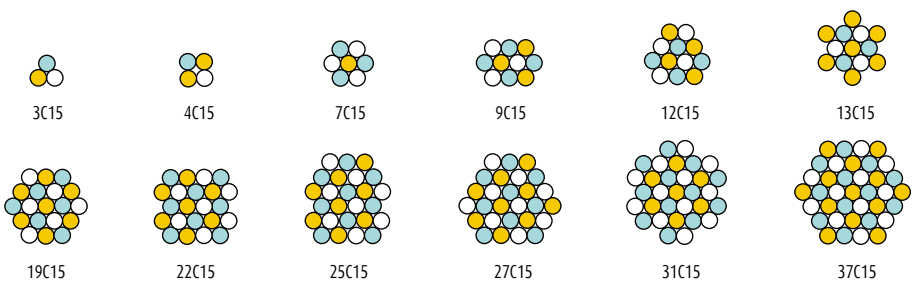
Acoplamiento de cables no tesados

Estos dispositivos de conexión permiten unir totalmente dos cables no tensados.
Esta configuración es similar a la de los acopladores fijos que utilizan los mismos prolongadores individuales, aunque sin anclaje primario. La tapa es más larga para permitir el desplazamiento de los prolongadores durante el tesado del cable completo.



Unidades	D (mm)	M (mm)	N (mm)	P (mm)	X_1 (mm)	X_2 (mm)	X_3 (mm)	V (mm)
CM 3C15	40	1050	1000	102	250	500	750	130
CM 4C15	45	1050	1000	108	250	500	750	140
CM 7C15	60	1050	1000	114	250	500	750	150
CM 9C15	65	1100	1050	159	300	550	800	200
CM 12C15	80	1150	1100	159	300	550	800	200
CM 13C15	80	1200	1150	168	300	550	800	200
CM 19C15	95	1200	1150	194	300	550	800	230
CM 22C15	105	1250	1200	219	350	600	800	230
CM 25C15	110	1250	1200	219	350	600	850	250
CMI 27C15	115	1300	1250	219	350	600	850	250
CM 31C15	120	1350	1300	244	400	650	900	280
CM 37C15	130	1530	1480	273	400	650	900	310

Todas las unidades cuentan con marcado CE

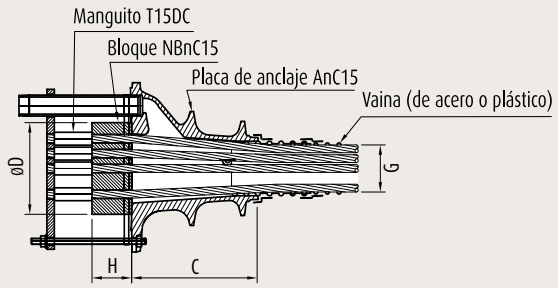


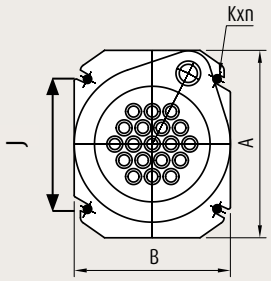
Anclajes pasivos

Existen tres tipos de anclajes pasivos embebidos en el hormigón que se utilizan en combinación con los anclajes activos de la gama C: NB, N y G. Los cables se colocan antes del hormigonado.

Anclaje pasivo de tipo NB

Los anclajes NB están formados por un bloque de anclaje con perforaciones cilíndricas sobre el que se apoyan los manguitos roscados sustentados por una placa trasera de retenida.





Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	H (mm)	G (mm)	J (mm)	Kxn
3C15	150	110	120*	85	50	40**	91	M10x2
4C15	150	120	125*	95	50	45***	101	M10x2
7C15	180	150	186	110	55	60	128	M12x2
9C15	225	185	260	150	55	65	153	M12x4
12C15	240	200	165	150	65	80	168	M12x4
13C15	250	210	246	160	70	80	168	M12x4
19C15	300	250	256	185	80	95	208	M12x4
22C15	330	275	430	220	90	105	248	M12x4
25C15	360	300	400	230	95	110	268	M16x4
25CC15	350	290	360	220	95	110	258	M16x4
27C15	350	290	360	220	100	115	258	M16x4
31C15	385	320	346	230	105	120	268	M16x4
37C15	420	350	466	255	110	130	300	M16x4
55C15	510	420	516	300	145	160	370	M20x4

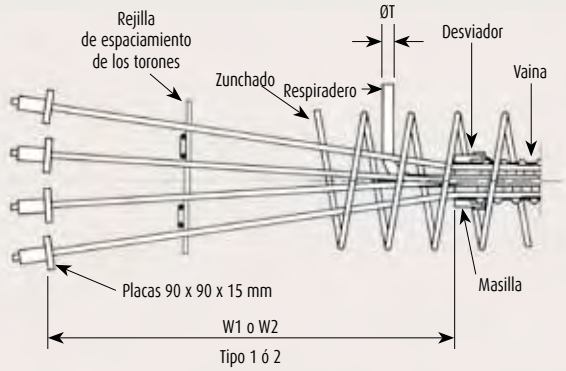
Todas las unidades cuentan con marcado CE

** Placa de anclaje en dos fases ** Variante vaina oval 58x21*
**** Variante vaina oval 75x21*

Unidades	W1 (mm)	W2 (mm)	ØT (mm)
3C15	300	300	G 1/2"
4C15	350	350	G 1/2"
7C15	500	400	G 1/2"
9C15	600	400	G 1/2"
12C15	900	500	G 1/2"
13C15	1 200	500	G 1/2"
19C15	1 500	650	G 1"
22C15	1 800	750	G 1"
25C15	2 000	850	G 1"
27C15	2 000	1 000	G 1"
31C15	2 200	1 100	G 1"
37C15	2 500	1 280	G 1 1/2"
55C15	2 800	1 400	G 1 1/2"

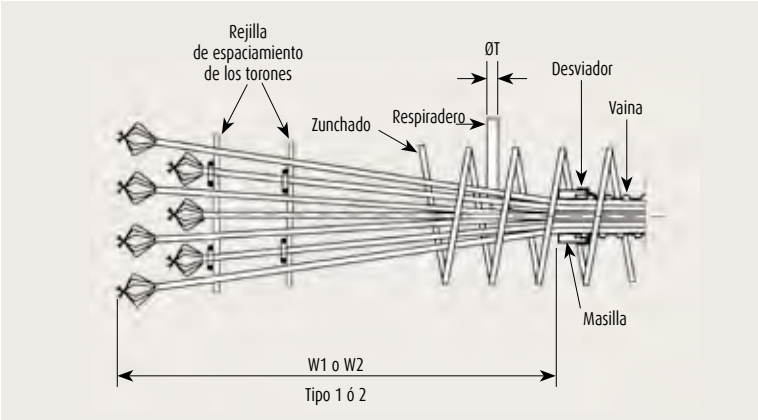
Anclaje pasivo de tipo N

En el anclaje de tipo N, cada cordón cuenta con un manguito roscado que se apoya individualmente en una placa de acero.

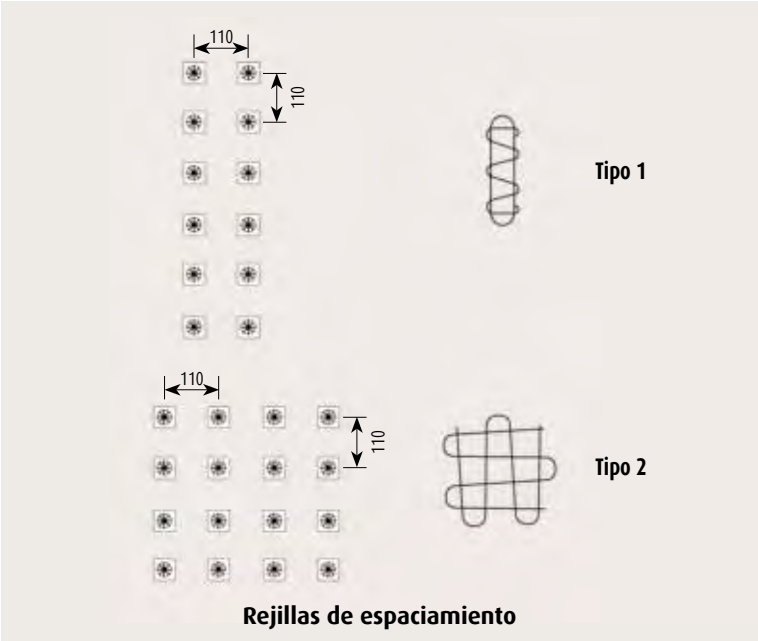


Anclaje pasivo de tipo G

El anclaje de tipo G es un anclaje por adherencia. El extremo de cada cordón está preformado para formar un bulbo.



Unidades	W1 (mm)	W2 (mm)	ØT (mm)
3C15	950	450	G 1/2"
4C15	950	500	G 1/2"
7C15	950	550	G 1/2"
9C15	950	550	G 1/2"
12C15	1 300	650	G 1/2"
13C15	1 300	650	G 1/2"
19C15	1 300	800	G 1"
22C15	1 500	1 000	G 1"
25C15	1 500	1 000	G 1"
27C15	1 700	1 250	G 1"
31C15	1 700	1 250	G 1"
37C15	2 000	1 250	G 1 1/2"
55C15	2 500	1 250	G 1 1/2"



Rejillas de espaciamiento

EPR, China

Anclajes de la gama F para elementos finos

Composición del anclaje de la gama F

Los anclajes de la gama F están compuestos por:

- Un cuerpo de anclaje embebido en el hormigón que cumple la función de cabeza de anclaje y pieza de difusión.
- Cuñas que garantizan el anclaje de los cordones.
- Elementos de protección definitiva de las cuñas, constituidos por capots PEAD (o metálicas) y rellenos de grasa.

Categorías de uso

Los anclajes de la gama F están diseñados para el pretensado de elementos finos (losas, forjados, etc.)
Se utilizan para:

- El pretensado no adherente
- El pretensado adherente

Puente de Jamuna, Bangladesh

Configuraciones de pretensado interior adherente

El modo de uso más habitual de la gama F con pretensado interior adherente se basa en el empleo de cordones desnudos lubricados en una vaina corrugada de fleje metálico, galvanizada o no, normalmente plana para facilitar la introducción de los elementos finos y en la que se inyecta una lechada de cemento después del tensado de los cordones.

Los anclajes, la vaina y las armaduras de pretensado se colocan antes del hormigonado de la estructura. De este modo es posible evitar el riesgo de aplastamiento de las vainas planas durante el hormigonado que impediría el posterior enfilado de los cordones.

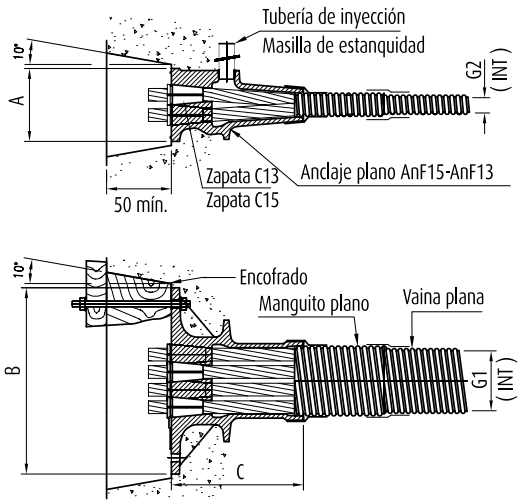
Configuraciones de pretensado interior no adherente

Los anclajes de la gama F para el pretensado interior no adherente se utilizan con cordones protegidos con grasa y revestidos con una vaina individual de PEAD. Estas armaduras se incorporan directamente en el armado antes del hormigonado prestando especial atención para no dañar la vaina individual.

El anclaje individual AF13/15, para cordones T13 y T15 respectivamente, permite distribuir uniformemente los efectos beneficiosos del pretensado en los elementos finos.

Pretensado interior adherente

Unidades multicordón de 3 a 5 F13/F15



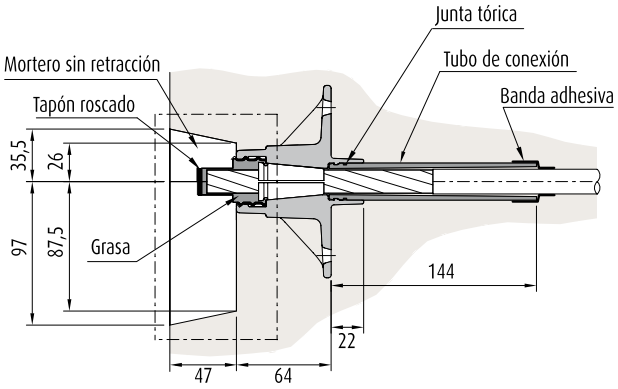
Notas: Los anclajes F han sido diseñados para una resistencia mínima del hormigón fcmin= 22 MPa (cilindrica).
El método de colocación habitual es el enfilado de los torones en los conductos (vainas planas) antes del hormigonado.
No obstante, en caso necesario, es posible enfilar los cordones después del hormigonado de la estructura por medio de de disposiciones concretas.

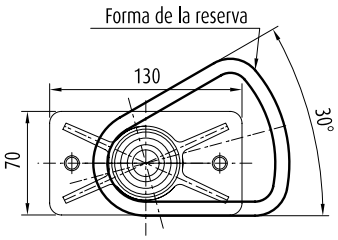
Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G1 x G2 (mm^2)	G (mm)	H (mm)
A3 F13/15	85	190	163	58 x 21	95	200
A4 F13/15	90	230	163	75 x 21	100	240
A5 F13/15	90	270	163	90 x 21	100	280

Puente en Rousson, Francia

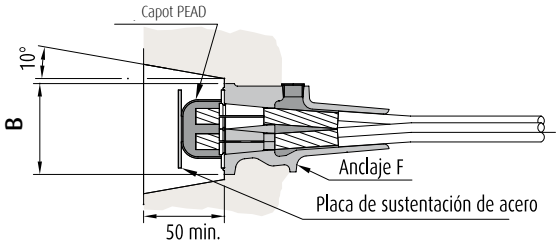
Pretensado interior no adherente con cordones envainados y engrasados

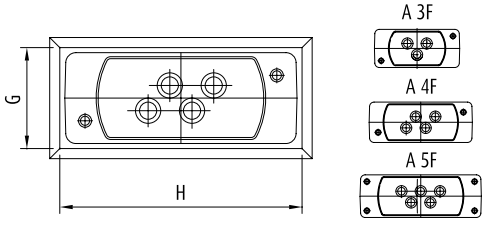
1/ Unidad monocordón (1F13/1F15) CE

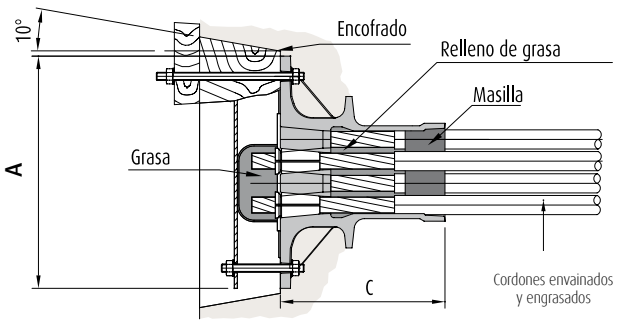




2/ Unidades multicordón (de 3 a 5 F13/F15)





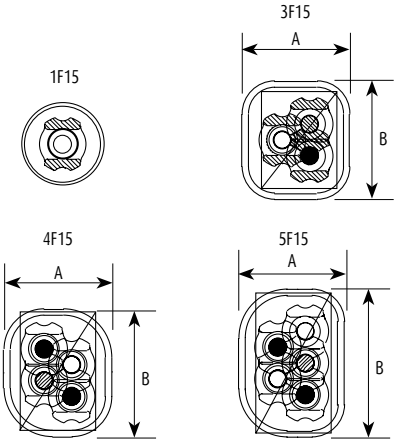


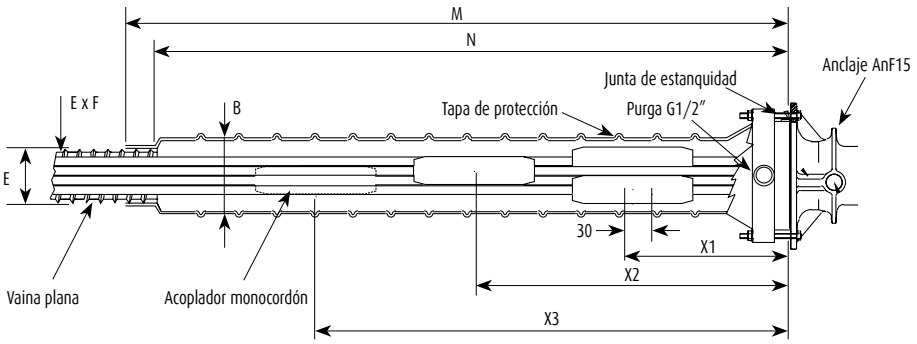
CE CE

Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	G (mm)	H (mm)
A 3F 13/15	190	85	163	95	200
A 4F 13/15	230	90	163	100	240
A 5F 13/15	270	90	163	100	280

Acopladores fijos CI monocordón

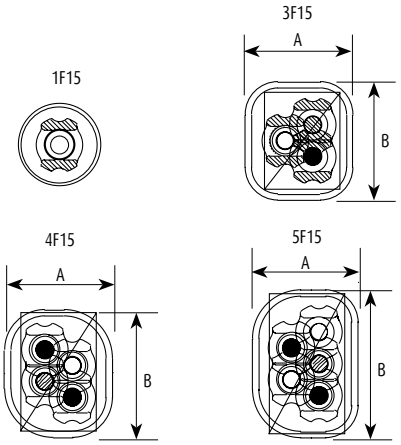
Pretensado adherente

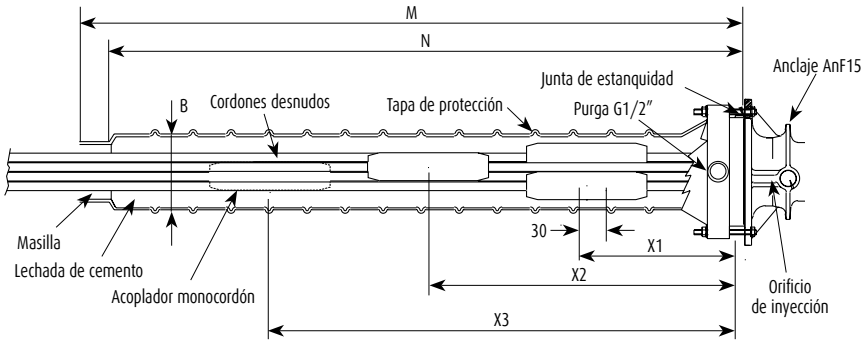




Unidades	A (mm)	B (mm)	E (mm)	F (mm)	M (mm)	N (mm)	X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)
CI 1F13/15	-	-	-	-	550	550	250	-	-
CI 3F13/15	100	100	58	20	800	750	250	500	750
CI 4F13/115	100	110	75	20	1050	1000	250	500	750
CI 5F13/15	100	140	90	20	1050	1000	250	500	750

Pretensado no adherente





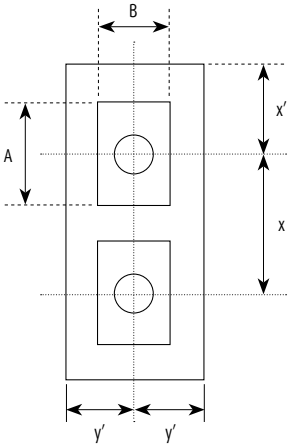
Unidades	A (mm)	B (mm)	M (mm)	N (mm)	X1 (mm)	X2 (mm)	X3 (mm)
CI 1F13/15	-	-	550	500	250	-	-
CI 3F13/15	100	100	800	750	250	500	750
CI 4F13/15	100	110	1050	1000	250	500	750
CI 5F13/15	100	140	1050	1000	250	500	750

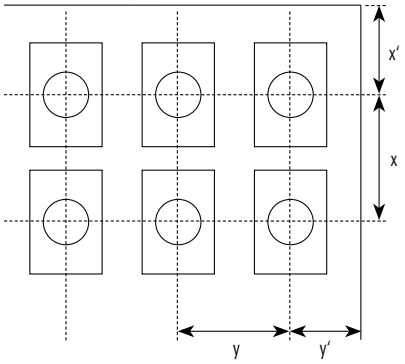
Disposiciones de los anclajes de la gama F

Los anclajes deben estar situados a una distancia suficiente de la pared y han de estar separados según una distancia entre ejes mínima. Estas distancias se obtienen a partir de las dimensiones a y b de los montajes de los ensayos realizados en el marco del procedimiento de la Aprobación Técnica Europea. En la descripción que aparece a continuación se considera que los anclajes están dispuestos según las dos direcciones normales: x e y, con el lateral de menor tamaño de la placa de anclaje orientada según el eje y.

Notación

- A, B: dimensiones en plano de la placa de anclaje (A ≥ B).
- a, b: longitudes laterales de la probeta (a ≥ b).
- x, y: la distancia entre ejes de los anclajes en las direcciones x e y.
- x′ y′ : la distancia desde el anclaje al paramento más cercano en las direcciones x e y.
- $f_{cm,o}$: la resistencia media del hormigón a la compresión medida en el cilindro antes del tesado.





Las dimensiones x e y deben satisfacer las siguientes condiciones:

$x \geq A + 30$ (mm)
$y > B + 30$ (mm)
$x \cdot y \geq a \cdot b$
$x \geq 0{,}85\ a$
$y \geq 0{,}85\ b$
$x' \geq 0{,}5\ x$ + revestimiento del hormigón — 10 (mm)
$y' \geq 0{,}5\ y$ + revestimiento del hormigón — 10 (mm)

Distancias a y b

Unidades	$f_{cm,o}$ (MPa)	a (mm)	b (mm)
1F 13/15	22	190	140
3/4 F 13	22	500	160
3/4 F 15	22	390	190
5 F 13	22	570	260
5 F 15	22	510	240

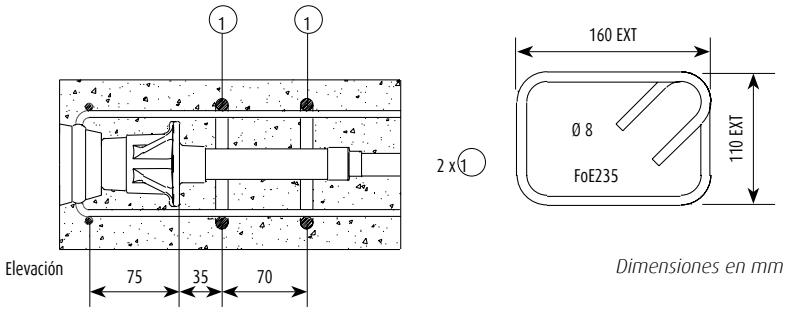
En la tabla lateral aparecen los valores a y b para tres resistencias $f_{cm,o}$ diferentes del hormigón en el caso de la gama F.

Si el proyecto prevé un tensado parcial o un índice de tensado inferior al mínimo [0,8 F_{pk}; 0,9 $F_{p0,1\%}$], se puede proceder por interpolación para determinar el valor requerido de $f_{cm,o}$, teniendo en cuenta que con el 50% de la fuerza máxima, la resistencia necesaria para el hormigón puede llegar a los 2/3 de los valores indicados en las tablas anteriores y que con el 30% de esta fuerza, la resistencia que requiere el hormigón puede ser equivalente a la mitad de dichos valores.

Zunchado de los anclajes de la gama F

1/ Unidad monocordón

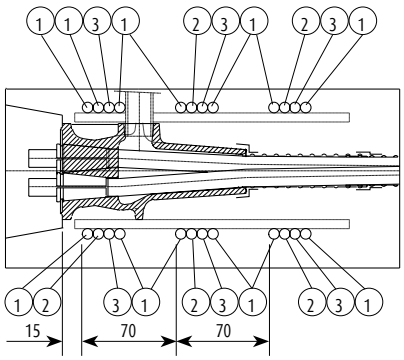
A 1F13
A 1F15



Dimensiones en mm

2/ Unidades multicordón (de 3 a 5F13/F15)

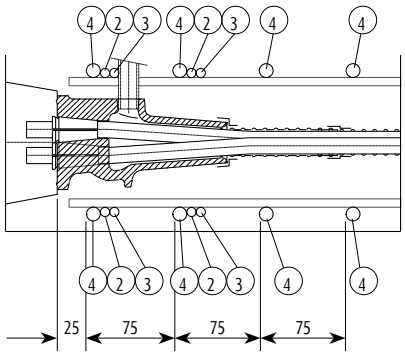
A 3F13
A 4F13



Tipo	Nº	Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	h (mm)
1	12	8	320			
2	3	8	320	20	160	140
3	3	8	320	20	160	140

Ver el tipo de barras más bajas.

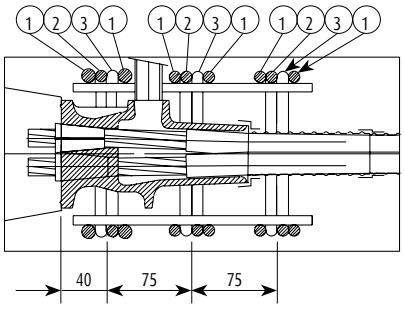
A 3F15
A 4F15



Tipo	Nº	Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	h (mm)
2	2	8	350	60	160	160
3	2	8	350	60	160	160
4	4	12	350		160	160

Ver el tipo de barras más bajas.

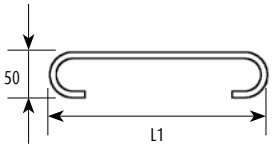
A 5F15
A 5F13



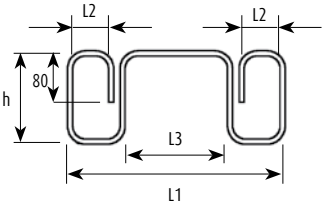
Tipo	Nº	Ø (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	h (mm)
1	12	10	380	-	-	-
2	3	10	380	55	190	145
3	3	10	380	55	190	145

Ver el tipo de barras más bajas.

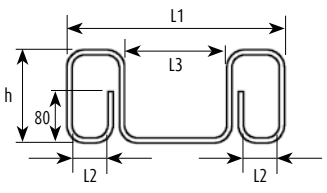
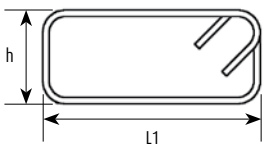
Tipo Nº 1



Tipo Nº 2



Tipo Nº 3



Tipo Nº 4