

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RAFAELA
Departamento Ingeniería Civil**

ASIGNATURA

PROYECTO FINAL

**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA
RED CLOACAL DEL BARRIO GÜEMES EN
LA CIUDAD DE TOSTADO, SANTA FE
(ARGENTINA)**

AUTORES

**JEREMIAS BARRIONUEVO
IGNACIO THELER**

RAFAELA (SF), agosto de 2020

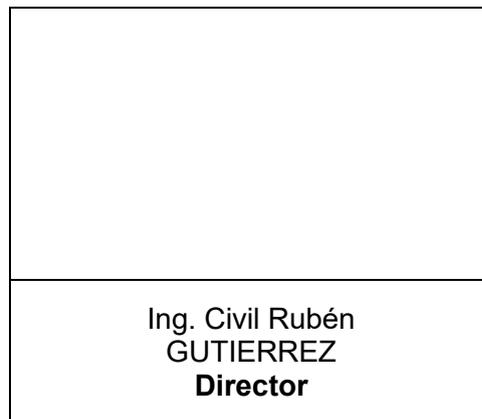
**DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED CLOACAL
DEL BARRIO GÜEMES EN LA CIUDAD DE TOSTADO,
SANTA FE (ARGENTINA)**

PROYECTO FINAL
ELABORADO POR

**JEREMIAS BARRIONUEVO
IGNACIO THELER**

BAJO LA DIRECCIÓN DE
ING. CIVIL **RUBÉN GUTIERREZ**

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED CLOACAL DEL BARRIO GÜEMES EN LA CIUDAD DE TOSTADO, SANTA FE (ARGENTINA)



DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED CLOACAL DEL BARRIO GÜEMES EN LA CIUDAD DE TOSTADO, SANTA FE (ARGENTINA)

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN		
Ing. Civil Juan NITTMANN Jurado	Ing. Civil Hugo Félix Begliardo Jurado Presidente	Ing. Civil Daniel Ferrari Jurado

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a la Universidad Tecnológica Nacional por cambiarnos la vida. A los ciudadanos argentinos que hacen posible la educación pública.

A todos los compañeros de universidad y trabajo que nos acompañaron durante estos años. Con ellos el proceso además de ser enriquecedor fue disfrutado de principio a fin, contribuyendo a nuestra formación humana y profesional.

También al personal de la Municipalidad y Cooperativa Telefónica de Tostado, Cooperativa de Agua Potable y Marcelo Ortenzi, miembro del ICEDeL Rafaela, por toda la información brindada y que ha sido necesaria para la realización de este proyecto.

Un agradecimiento a todos los profesores de la Facultad Regional Rafaela, especialmente a quienes ofrecieron su asistencia técnica ante nuestras inquietudes. Gracias Rubén Gutierrez, Daniel Ferrari, Cecilia Panigatti, Carina Griffa, Gerardo Fornero, Juan Nittman, Héctor Mónaco y Marco Boidi.

Finalmente, un cálido agradecimiento a nuestras familias y amigos que fueron el sostén emocional y anímico en muchos momentos de la carrera.

Jere y Nacho.

PRÓLOGO:

El desarrollo de la humanidad en el último siglo trajo como resultado la aglomeración de personas en ciudades a causa de la migración desde espacios rurales a urbanos. Esto generó la necesidad de proveer servicios básicos a las viviendas, a los efectos de gozar de una vida saludable y confortable. Dentro de estos servicios esenciales se encuentra el consumo de agua potable, redes de gas y electricidad, gestión de residuos sólidos urbanos, desagües pluviales y cloacales.

Debido a la alta concentración de personas en ciudades, la generación de desechos líquidos y sólidos sufrió un incremento, lo que provocó un aumento del riesgo de contraer enfermedades de tipo sanitarias por parte de los habitantes. Por este motivo se tornó indispensable generar un correcto manejo y tratamiento de los desechos, tanto de residuos sólidos como de efluentes domiciliarios.

La mejor alternativa para tratar estos últimos son los sistemas de redes cloacales. Éstos consisten en construir una red de caños que tiene por objetivo transportar los efluentes hasta una planta de tratamientos que normalmente se ubica alejada de la zona urbana con el fin de proteger la salud de los habitantes. Aquí las aguas residuales obtienen un grado de depuración que las vuelve aptas para ser vertidas en un cuerpo receptor de agua natural para completar el ciclo hidrológico.

La ciudad de Tostado presenta un grado de desarrollo bajo en cuanto a la extensión del servicio de red cloacal en la ciudad. Es por eso que el presente proyecto tiene por finalidad brindar una solución a esta problemática a los efectos de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

A continuación se presenta el desarrollo de un proyecto para el barrio Güemes de la ciudad de Tostado. Se realizó el estudio planialtimétrico del mismo y se planteó la red de colectores cloacales. Además, se diseñó una estación de bombeo para impulsar los efluentes y se verificó la unión con el sistema existente, donde también se propuso la ampliación de la planta de tratamiento. Finalmente se elaboró un cómputo y presupuesto total de la obra y un estudio del impacto que ésta genera sobre el medio ambiente.

ÍNDICE:

CAPÍTULO 1: CARACTERIZACIÓN DE TOSTADO Y BARRIO GÜEMES	1
1.1. CARACTERÍSTICAS DE TOSTADO.....	1
1.1.1. Localización geográfica.....	1
1.1.2. Actividad socioeconómica.....	1
1.1.3. Infraestructura y servicios públicos	2
1.2. CARACTERÍSTICAS DEL BARRIO GÜEMES	2
1.4.1. Localización dentro de la ciudad	2
1.4.2. Infraestructura.....	3
1.4.2.1. Calles	3
1.4.2.2. Agua potable	3
1.4.2.3. Gas	4
1.4.2.4. Cloacas	4
CAPÍTULO 2: PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA ESTÁTICO	5
2.1. GENERALIDADES.....	5
2.1.1. Componentes del efluente domiciliario.....	5
2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	6
2.2.1. Desventajas de los pozos absorbentes.....	7
2.3. CONCLUSIÓN	7
CAPÍTULO 3: ESTIMACIÓN POBLACIONAL	9
3.1. DATOS CENSALES.....	9
3.2. CÁLCULO DE POBLACIÓN DE DISEÑO	10
3.2.1. Modelo de crecimiento aritmético o lineal	10
3.2.2. Modelo de crecimiento geométrico o exponencial.....	12
3.3. RESULTADO	14
CAPÍTULO 4: RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO	15
4.1. FUNDAMENTACIÓN.....	15
4.2. ANTECEDENTES	15
4.3. MÉTODO DE NIVELACIÓN	15
4.4. PROCEDIMIENTO EN CAMPO	16
CAPÍTULO 5: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	17
5.1. CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO	17
5.1.1. Determinación de la dotación de agua.....	17
5.1.2. Coeficientes picos de consumo.....	17
5.1.2.1. Coeficientes picos estacionarios.....	18

5.1.2.1.1. Coeficiente pico estacionario máximo.....	18
5.1.2.1.2. Coeficiente pico estacionario mínimo	18
5.1.2.2. Coeficientes picos horarios.....	19
5.1.2.2.1. Coeficiente pico horario máximo.....	19
5.1.2.2.2. Coeficiente pico horario mínimo	19
5.1.3. Coeficiente de infiltración	20
5.1.4. Tasa de retorno.....	20
5.1.5. Cálculo de caudal máximo	20
5.1.6. Cálculo de caudal mínimo	21
5.2. VERIFICACIONES	22
5.2.1. Dimensionado de caños para caudales máximos	22
5.2.2. Pendiente de autolimpieza para caudales mínimos.....	23
5.2.3. Velocidades límites	23
5.3. FUNDAMENTOS PARA EL TRAZADO DE LA RED	24
5.3.1. Criterios de diseño	24
5.3.2. Reglamentación para el diseño.....	25
5.4. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS	26
5.4.1. Depresión del nivel freático	26
5.4.2. Entibado.....	28
5.4.2.1. Cálculo de esfuerzos	29
5.4.2.2. Elección de materiales.....	33
5.4.2.2.1. Verificación de los parantes.....	34
5.4.2.2.2. Verificación del puntal.....	34
5.4.2.2.3. Verificación de la placa de madera	35
CAPÍTULO 6: VERIFICACIÓN DE LA RED CLOACAL EXISTENTE.....	39
6.1. CONSIDERACIONES DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED CLOACAL.....	39
6.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA EXISTENTE	39
6.3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	40
6.4. VERIFICACIÓN A TRAVÉS DE PLANOS Y PLANILLAS DE CÁLCULO.....	40
CAPÍTULO 7: DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO.....	43
7.1. POZO DE BOMBEO PROYECTADO.....	43
7.1.1. Composición	43
7.1.2. Criterios de diseño	43
7.1.3. Diseño de estación de bombeo.....	44
7.1.3.1. Descripción.....	44
7.1.3.2. Dimensionamiento de cámara húmeda	45
7.1.4. Cañería de impulsión	46

7.1.4.1. Traza y perfil.....	47
7.1.4.1.1. Situación A	47
7.1.4.1.2. Situación B	48
7.1.4.2. Dimensionamiento para caudal máximo	49
7.1.4.3. Válvulas.....	50
7.1.4.3.1. Situación A	50
7.1.4.3.2. Situación B	50
7.1.5. Sistema de bombeo	50
7.1.5.1. Situación A	50
7.1.5.1.1. Cálculo altura de impulsión.....	50
7.1.5.1.1.1. Altura geométrica	50
7.1.5.1.1.2. Pérdidas de carga de tramo	51
7.1.5.1.1.3. Pérdidas de carga localizadas	51
7.1.5.1.1.4. Curva H-Q del sistema	51
7.1.5.1.2. Selección de bomba para situación A.....	53
7.1.5.1.2.1. Punto de funcionamiento de sistema y bomba	53
7.1.5.1.3. Verificaciones	55
7.1.5.1.3.2. Tiempo máximo de permanencia hidráulico.....	55
7.1.5.1.3.3. Frecuencia de arranques	56
7.1.5.1.3.4. Golpe de Ariete.....	57
7.1.5.2. Situación B	57
7.1.5.2.1. Cálculo altura de impulsión.....	57
7.1.5.2.1.1. Altura geométrica	58
7.1.5.2.1.2. Pérdidas de carga de tramo	58
7.1.5.2.1.3. Pérdidas de carga localizadas	58
7.1.5.2.1.4. Curva H-Q del sistema	58
7.1.5.2.2. Selección de bomba para situación B.....	59
7.1.5.2.2.1. Punto de funcionamiento de sistema y bomba	59
7.1.5.2.3. Verificaciones	61
7.1.5.2.3.2. Tiempo máximo de permanencia hidráulico.....	61
7.1.5.2.3.3. Frecuencia de arranques	61
7.1.5.2.3.4. Golpe de Ariete.....	62
7.1.6. Detalles técnicos.....	63
7.2. POZO DE BOMBEO EXISTENTE	64
7.2.1. Cálculo altura de impulsión	64
7.2.1.1. Altura geométrica	64
7.2.1.2. Pérdidas de carga de tramo	64

7.2.1.3. Pérdidas de carga localizadas	65
7.2.1.4. Condiciones a cumplir por la bomba	65
7.2.2. Verificaciones	65
7.2.2.1. Altura manométrica y caudal a impulsar por bomba existente	66
7.2.2.2. Golpe de Ariete para cañería de impulsión	67
7.3. ESTACIÓN DE IMPULSIÓN EXISTENTE	67
7.3.1. Cálculo altura de impulsión	67
7.3.1.1. Altura geométrica	67
7.3.1.2. Pérdidas de carga de tramo.....	68
7.3.1.3. Pérdidas de carga localizadas	68
7.3.1.4. Condiciones a cumplir por la bomba	68
7.3.2. Verificaciones	68
7.3.2.1. Altura manométrica y caudal a impulsar por bomba existente	68
7.3.2.2. Golpe de Ariete para cañería de impulsión	69
CAPÍTULO 8: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO.....	71
8.1. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES	71
8.1.1. Caracterización del efluente a tratar.....	71
8.1.1.1. Composición microbiológica	71
8.1.1.2. Composición física	71
8.1.1.2.1. Sólidos.....	71
8.1.1.2.2. Otras características.....	71
8.1.1.3. Composición química	72
8.1.1.3.1. pH.....	72
8.1.1.3.2. Oxígeno disuelto.....	72
8.1.1.3.3. Demanda biológica de oxígeno (DBO).....	72
8.1.1.3.4. Demanda química de oxígeno (DQO).....	72
8.1.1.3.5. Otras sustancias.....	72
8.1.2. Consecuencias del vertido de efluentes sin depurar	73
8.1.3. Etapas del tratamiento de un efluente	73
8.1.3.1. Pretratamiento	73
8.1.3.2. Tratamiento primario	73
8.1.3.3. Tratamiento secundario	74
8.1.3.4. Tratamiento terciario.....	74
8.1.3.5. Disposición final.....	74
8.1.4. Lagunas de tratamiento como método de estabilización	74
8.1.4.1. Lagunas anaeróbicas	74
8.1.4.2. Lagunas facultativas.....	75

8.1.4.3. Lagunas aeróbicas	75
8.1.5. Límites máximos permitidos para la disposición final	75
8.2. PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE	76
8.2.1. Llegada del efluente a la planta de tratamiento	77
8.2.1.1. Caño impulsor	77
8.2.2. Pretratamiento	77
8.2.2.1. Cámara rompe cargas.....	77
8.2.2.2. Aforador triangular.....	78
8.2.2.3. Cámara partidora principal	79
8.2.2.4. Cámara partidora secundaria	79
8.2.2.5. Bocas de registro	79
8.2.3. Tratamiento primario-secundario	80
8.2.3.1. Laguna facultativa	80
8.2.3.2. Laguna de maduración.....	81
8.2.4. Tratamiento terciario	82
8.2.4.1. Clorinador.....	82
8.2.5. Disposición final.....	82
8.3. AMPLIACIÓN PROPUESTA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	82
8.3.1. Llegada del efluente a la planta	82
8.3.2. Pretratamiento	82
8.3.2.1. Cámara partidora secundaria y bocas de registro	83
8.3.3. Tratamiento primario-secundario	83
8.3.3.1. Laguna facultativa	83
8.3.3.1.1. Criterios de diseño.....	83
8.3.3.1.2. Cálculo de superficie y taludes	83
8.3.3.1.3. Cálculo de volumen.....	85
8.3.3.1.4. Tiempo de retención hidráulico.....	86
8.3.3.1.5. Remoción de lodos.....	86
8.3.3.2. Laguna de maduración.....	87
8.3.3.2.1. Tiempo de retención hidráulico.....	87
8.3.3.2.2. Cálculo de volumen mínimo necesario	87
8.3.3.2.3. Dimensiones adoptadas y volumen útil.....	87
8.3.3.3. Cotas de la planta de tratamiento	88
8.3.4. Tratamiento Terciario.....	89
8.3.4.1. Clorinador.....	89
8.3.5. Disposición final	89
CAPÍTULO 9: CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.....	91

9.1. CONSIDERACIONES	91
9.2. RESULTADOS	92
CAPÍTULO 10: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	97
10.1. METODOLOGÍA.....	97
10.1.1. Método Prognos II.....	97
10.2. RESULTADOS	99
10.2.1. Análisis de resultados negativos	100
10.2.2. Análisis de resultados positivos.....	102
10.2.3. Acciones de mitigación	103
CONCLUSIONES:	105
REFERENCIAS:	107
BIBLIOGRAFÍA:	109

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1.1.	Plano de trama urbana de Tostado y su ubicación dentro de la provincia.....	1
Figura 1.2.	Ubicación del barrio Güemes en Tostado	2
Figura 1.3.	Calles pavimentadas en el barrio Güemes	3
Figura 1.4.	Extensión de la red de agua potable en el barrio Güemes.....	3
Figura 1.5.	Extensión de la red de gas en el barrio Güemes	4
Figura 1.6.	Extensión de la red de cloacas en el barrio Güemes	4
Figura 2.1.	Vivienda con pozo absorbente y bombeo de agua subterránea.....	5
Figura 2.2.	Pozos absorbentes en suelo firme y poco consistente.....	6
Figura 3.1.	Evolución demográfica de Tostado según INDEC	9
Figura 3.2.	Función de crecimiento poblacional con método aritmético	12
Figura 3.3.	Función de crecimiento poblacional con método geométrico	13
Figura 3.4.	Condición de los lotes del barrio Güemes.....	14
Figura 4.1.	Nivel South NL-C32 utilizado	16
Figura 5.1.	Esquema del proyecto integral del sistema cloacal.....	25
Figura 5.2.	Sistema de abatimiento de nivel freático.....	26
Figura 5.3.	Zonas de depresión del nivel freático	28
Figura 5.4.	Entibado de madera en zanjas	29
Figura 5.5.	Entibado metálico utilizado en zanjas	29
Figura 5.6.	Empuje para arcillas fisuradas firmes a duras.....	31
Figura 5.7.	Estado de cargas para el entibado propuesto.....	32
Figura 5.8.	Diagrama de momentos flectores del sistema	32
Figura 5.9.	Diagrama de esfuerzos normales del sistema	32
Figura 5.10.	Esquema del entibado propuesto	33
Figura 7.1.	Resolución planteada para barrios Güemes y San Genaro	44
Figura 7.2.	Círculo de trazado para la situación A.....	47
Figura 7.3.	Esquema del trazado de impulsión para la situación B.....	48
Figura 7.4.	Función entre el caudal y la altura del sistema para situación A.....	52
Figura 7.5.	Intersección de curvas H-Q y P-Q para situación A	54
Figura 7.6.	Función entre el caudal y la altura del sistema para situación B.....	59
Figura 7.7.	Intersección de curvas H-Q y P-Q para situación B.....	60
Figura 7.8.	Curva H-Q a satisfacer por las bombas existentes	66
Figura 7.9.	Comparación de curvas H-Q de sistema y bomba.....	66
Figura 7.10.	Rango de trabajo de la bomba de impulsión existente.....	68
Figura 8.1.	Planta de tratamiento existente	76
Figura 8.2.	Cámara rompe cargas existente	78
Figura 8.3.	Aforador triangular	78

Figura 8.4. Laguna facultativa existente	80
Figura 8.5. Laguna de maduración existente	81
Figura 10.1. Resultados obtenidos en el estudio del impacto ambiental	99

LISTA DE TABLAS:

Tabla 3.1. Población de Tostado por radios censales (IPEC, 2010).....	10
Tabla 3.2. Datos censales para Tostado y el barrio Güemes	11
Tabla 3.3. Estimación poblacional a través de método aritmético	11
Tabla 3.4. Estimación poblacional a través de método geométrico	13
Tabla 5.1. Coeficientes pico estacionario máximo según COFAPyS.....	18
Tabla 5.2. Coeficientes pico estacionario mínimo según COFAPyS	19
Tabla 5.3. Coeficientes pico horario máximo según COFAPyS.....	19
Tabla 5.4. Coeficientes pico horario mínimo según COFAPyS.....	19
Tabla 5.5. Diámetro y espesor de caño comercial clase 4	23
Tabla 5.6. Resultados del comportamiento de los pozos de bombeo en Rafaela.....	27
Tabla 5.7. Características técnicas del perfil elegido.....	33
Tabla 5.8. Características de placa fenólica elegida	35
Tabla 7.1. Caudal de diseño de la cámara húmeda	45
Tabla 7.2. Resumen de longitud y accesorios de la situación A.....	48
Tabla 7.3. Resumen de longitud y accesorios de la situación B.....	49
Tabla 7.4. Altura manométrica en función del caudal para la situación A.....	52
Tabla 7.5. Altura manométrica en función del caudal para la situación B.....	59
Tabla 7.6. Niveles de la cámara de bombeo	63
Tabla 7.7. Altura manométrica en función del caudal para el pozo existente	65
Tabla 8.1. Parámetros máximos admisibles para la descarga de efluentes residuales ...	76
Tabla 8.2. Cotas de los puntos de interés de la laguna facultativa existente	80
Tabla 8.3. Cotas de los puntos de interés de la laguna de maduración existente	81
Tabla 9.1. Costo total para la ejecución de la red colectora	93
Tabla 9.2. Costo total para la ejecución de la estación de bombeo.....	94
Tabla 9.3. Costo total para la ejecución de las lagunas de tratamiento	95
Tabla 9.4. Costo total para la ejecución de la obra.....	95
Tabla 10.1. Parámetros evaluados en el método Prognos II.....	98
Tabla 10.2. Resultados obtenidos en el impacto ambiental.....	99
Tabla 10.3. Resultados de impacto negativo.....	100
Tabla 10.4. Resultados de impacto positivo	102

ANEXOS:

I “ESTIMACIÓN POBLACIONAL”	111
1.1. Radios censales (IPEC).	
1.2. Imagen satelital y lotes de Tostado.	
II “RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO”	113
2.1. Relevamiento topográfico en barrio Güemes.	
III “PLANILLAS DE CÁLCULO”	115
3.1. Planilla de cálculo de cloaca máxima.	
3.2. Planilla de cálculo de cloaca mínima.	
3.3. Planilla de cálculo de movimiento de suelos.	
IV “PROYECTO DE LA RED”	117
4.1. Proyecto integral del sistema cloacal.	
4.2. Proyecto de la red cloacal del barrio Güemes.	
V “DEPRESIÓN DE NIVEL FREÁTICO”	119
5.1. Pozos para depresión de nivel freático.	
VI “PROYECTO EXISTENTE”	121
6.1. Red cloacal existente.	
6.2. Pozo de bombeo existente.	
6.3. Estación de impulsión existente.	
6.4. Catálogos de bombas existentes.	
6.5. Planta de tratamiento existente.	
VII “VERIFICACIÓN RED EXISTENTE”	123
7.1. Planilla de verificación del colector de calles San Martín y Santa Fe.	
7.2. Plano de subcuencas del colector de calles San Martín y Santa Fe.	
7.3. Planilla de verificación del colector de calles Presidente Perón e Independencia.	
7.4. Plano de subcuencas del colector de calles Presidente Perón e Independencia.	
VIII “ESTACIÓN DE BOMBEO”	125
8.1. Pozo de bombeo proyectado.	
8.2. Catálogos de bombas propuestas.	
IX “LAGUNAS DE TRATAMIENTO”	127
9.1. Planta de tratamiento y disposición final.	
9.2. Plano de planta de tratamiento proyectada.	
9.3. Corte de planta de tratamiento proyectada.	
9.4. Dispositivos de pretratamiento.	
9.5. Verificación cañerías de planta de tratamiento.	
X “CÓMPUTO Y PRESUPUESTO”	129
10.1. Análisis de precios.	
XI “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL”	131
11.1. Matriz de impacto ambiental.	
XII “RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS Y DE OPERACIÓN”	133

CAPÍTULO 1

CARACTERIZACIÓN DE TOSTADO Y BARRIO GÜEMES

1.1. CARACTERÍSTICAS DE TOSTADO

1.1.1. Localización geográfica

La ciudad de Tostado es la cabecera del Departamento 9 de Julio. Se ubica al noroeste de la provincia de Santa Fe, a 320 kilómetros de su capital. Se encuentra a 29°13'41" latitud sur y 61°47'17" longitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar es de 74 metros.

La localidad se comunica con las demás ciudades a través de la ruta provincial 2 y las rutas nacionales 95 y 98 como se muestra en la **Figura 1.1**. Se sitúa a 6 kilómetros del cauce del Río Salado.

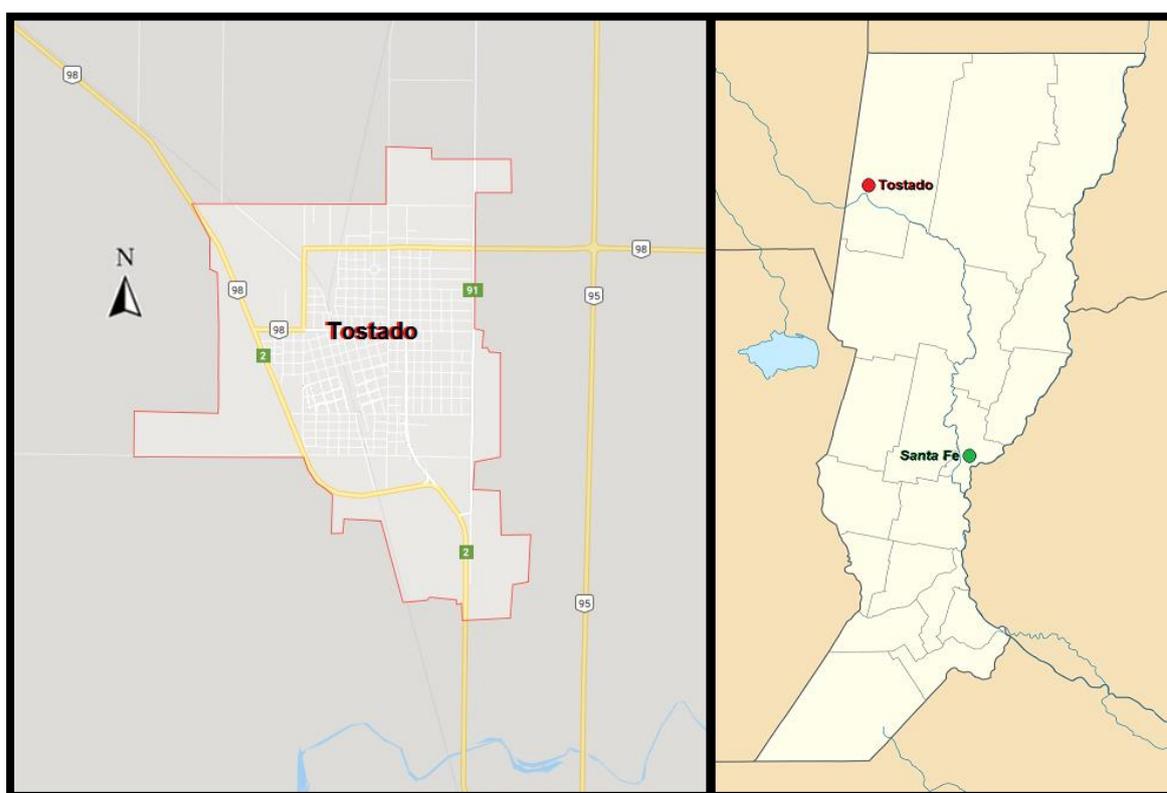


Figura 1. 1. Plano de trama urbana de Tostado y su ubicación dentro de la provincia.

1.1.2. Actividad socioeconómica

La ciudad de Tostado, fundada en el año 1891, cuenta con una población de 15.533 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina [INDEC], 2010). Hasta la fecha se encuentran empadronadas en la Municipalidad 5.401 viviendas (Instituto Provincial de Estadísticas y Censos [IPEC], 2010).

Su economía comprende la explotación agrícola-ganadera de la zona, actividad comercial y labor pública. Presenta un bajo desarrollo industrial.

Posee un buen nivel educativo. Este abarca jardines de infantes, escuelas primarias, escuelas secundarias polimodales y técnica, y un instituto terciario.

1.1.3. Infraestructura y servicios públicos

La trama urbana es de tipo damero. La ciudad se encuentra dividida por las vías del Ferrocarril General Manuel Belgrano.

La localidad cuenta con el servicio de agua potable como el más desarrollado, alcanzando aproximadamente el 90% del radio urbano, según entrevista realizada a Omar Verwimp, presidente de la Cooperativa de Agua Potable de Tostado. Se utiliza el proceso de ósmosis inversa al efecto de que el agua obtenga la calidad necesaria para su posterior distribución. La mayoría de los vecinos utiliza una perforación en sus terrenos para bombear agua subterránea y disponer de mayor cantidad para otros usos.

La ciudad cuenta con red de distribución de gas licuado propano. La misma se extiende en la zona céntrica del trazado urbano, el resto de la localidad utiliza gas envasado en cilindros y garrafas.

La gestión de residuos sólidos urbanos es responsabilidad de la municipalidad. En la actualidad, ésta sólo se limita a retirar los residuos de cada domicilio y transportarlos a un terreno que funciona como basural a cielo abierto. El mismo se encuentra a 1.400 metros del inicio de la zona urbana.

Por último, en lo que respecta a los desagües cloacales, sólo la zona céntrica posee el servicio. La distribución y el mantenimiento de éste, son gestionados por la Cooperativa Telefónica de Tostado. En el resto de la ciudad se eliminan los efluentes cloacales por medio de sistemas estáticos.

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL BARRIO GÜEMES

1.4.1. Localización dentro de la ciudad

El barrio para el cual se diseñó la red de cloacas se ubica en el sector norte de la ciudad, como se presenta en la **Figura 1.2**. Se extiende desde las calles Reconquista hasta Saavedra, en sentido norte-sur, y desde Presidente Perón hasta las vías del Ferrocarril en sentido este-oeste.

En su mayoría se compone por viviendas familiares, teniendo un escaso número de locales comerciales. Cuenta con la presencia de 3 escuelas y un salón de eventos. No se registra actividad industrial.

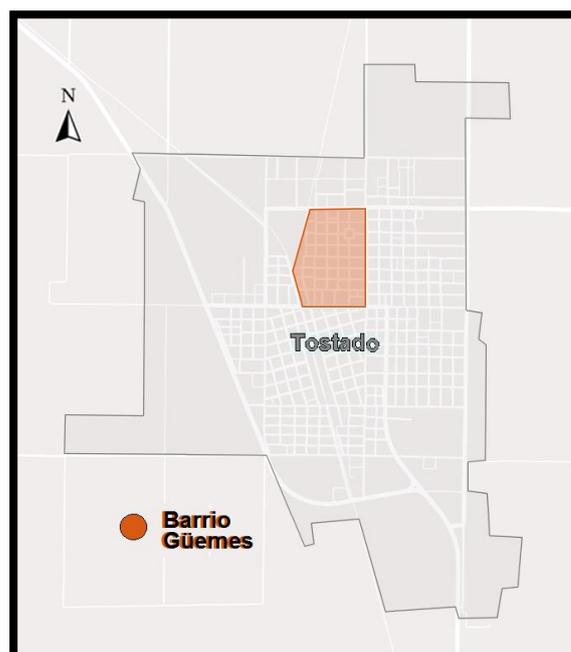


Figura 1. 2. Ubicación del barrio Güemes en Tostado.

1.4.2. Infraestructura

A continuación, se realiza una descripción de la situación actual de los servicios y la infraestructura en el barrio Güemes. Cabe destacar que el alumbrado público abarca toda la extensión del mismo.

1.4.2.1. Calles

Güemes está delimitado por las calles Reconquista, Saavedra y Presidente Perón. Tanto las tres, como 25 de Mayo, se encuentran pavimentadas con hormigón en toda su extensión dentro del barrio. También se hallan en la misma situación Los Andes, entre 25 de Mayo y Presidente Perón; y Jujuy entre Presidente Perón y 5 de Noviembre. Esto arroja un total de aproximadamente 3.900 metros lineales de pavimento urbano. El resto de las calles se encuentran ripiadas. En la **Figura 1.3.** se puede observar lo descrito anteriormente.

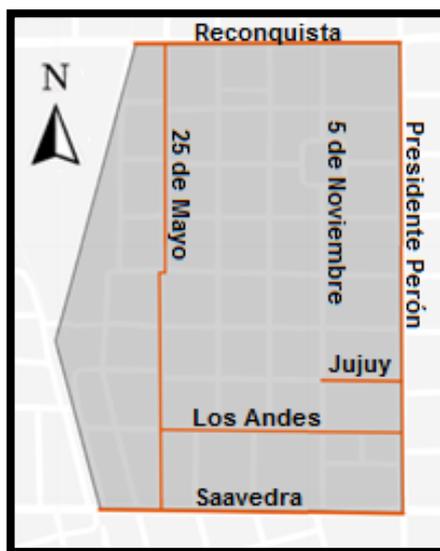


Figura 1. 3. Calles pavimentadas en el barrio Güemes.

1.4.2.2. Agua potable

La red de agua potable consiste en 9.800 metros lineales de cañería, como se presenta en la **Figura 1.4.** Esto significa que el 76% del barrio cuenta con este servicio.

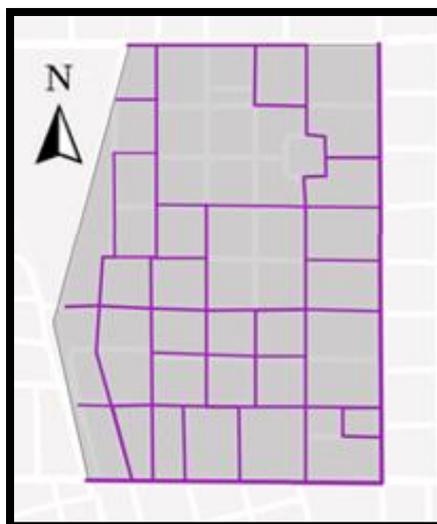


Figura 1. 4. Extensión de la red de agua potable en el barrio Güemes.

1.4.2.3. Gas

La ciudad cuenta con servicio de gas licuado propano, el cual se extiende en el barrio en 3.880 metros, lo que representa que un 30% de éste pueda acceder al servicio. En la **Figura 1.5.** se detalla la distribución de la red dentro del barrio.

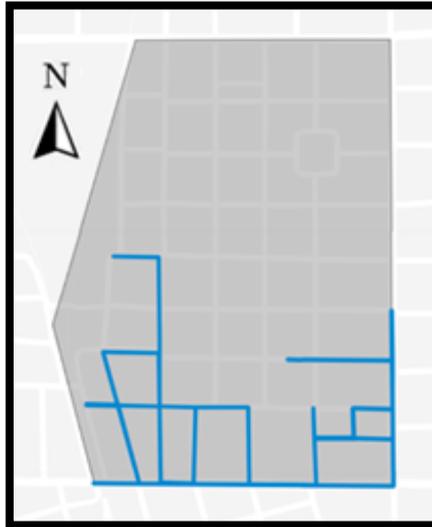


Figura 1. 5. Extensión de la red de gas en el barrio Güemes.

1.4.2.4. Cloacas

Actualmente el servicio de cloacas se distribuye en el centro del radio urbano. Un porcentaje de dicha red se extiende hasta alcanzar las primeras cuadras de la zona sur del barrio Güemes, como se muestra en la **Figura 1.6.** Esto representa el 22% del mismo.

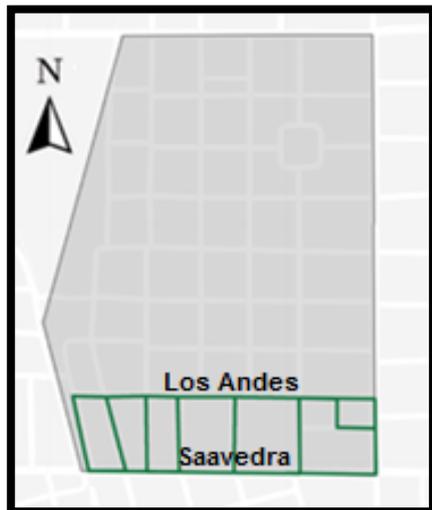


Figura 1. 6. Extensión de la red de cloacas en el barrio Güemes.

CAPÍTULO 2

PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA ESTÁTICO

2.1. GENERALIDADES

En aquellas localidades en que no existe una red cloacal, los efluentes domiciliarios son evacuados mediante un sistema estático. Esto consiste en eliminarlos en el mismo terreno en el que se producen.

Para el tratamiento de los efluentes, puede incluirse cámaras sépticas, pozos absorbentes y drenes de infiltración. La eficiencia de depuración depende de la combinación de éstos, pero, en diferentes grados, todos contaminan el nivel freático.

La mayoría de los habitantes de la ciudad recurren a la utilización de sistemas de bombeo a los efectos de obtener agua para consumo domiciliario. Esto representa una amenaza para las personas que utilizan sistema estático en el mismo lugar. En la **Figura 2.1.** se observa una vivienda con las características anteriormente mencionadas.

Por otro lado, el aumento constante de las precipitaciones eleva el nivel de la napa freática. Esto suele provocar la saturación de los pozos absorbentes y el posterior rebalse en la vía pública, representando un riesgo para la salud de las personas.

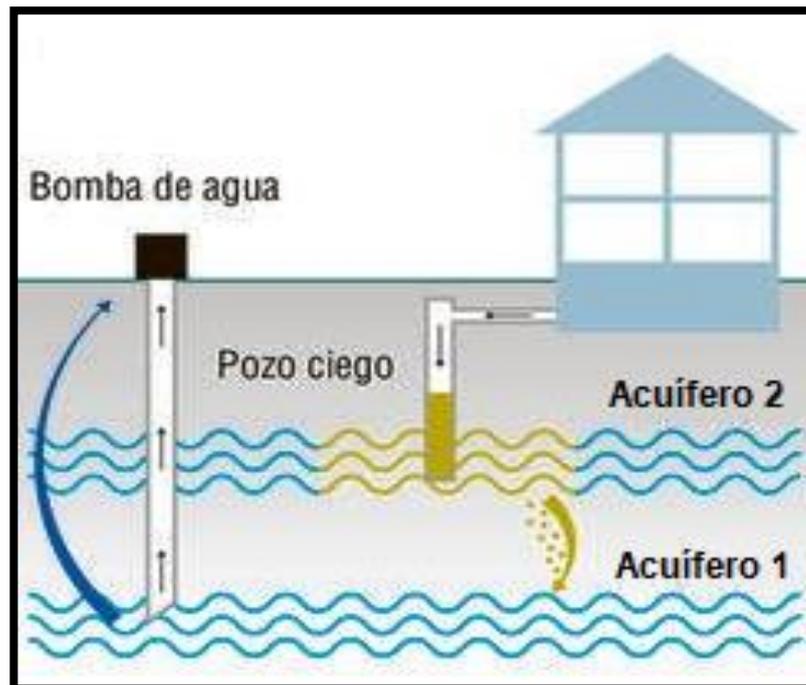


Figura 2.1. Vivienda con pozo absorbente y bombeo de agua subterránea. Fuente: El Día, 2017.

2.1.1. Componentes del efluente domiciliario

Los efluentes domiciliarios incluyen una gran variedad de sustancias. Éstas pueden ser materia orgánica, microorganismos patógenos, aceites, ácidos, jabones y detergentes, entre otros.

No realizar un tratamiento previo al vertido de los mismos en un cuerpo receptor final, representa una solución condenable desde el punto de vista sanitario y medio ambiental.

2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Generalmente los sistemas estáticos se componen por cámaras sépticas y pozos absorbentes.

Las cámaras sépticas son recipientes cerrados herméticamente, en los cuales los desechos cloacales sufren una descomposición anaeróbica. Ésta normalmente funciona como un tratamiento previo al vertido en pozos absorbentes. Además, los sólidos orgánicos decantan en su fondo, permitiendo una reducción de la carga orgánica.

Los pozos absorbentes son recintos cerrados que se utilizan para acumular efluentes domiciliarios. Gracias a la alta permeabilidad del suelo, éstos se infiltran en él. Suelen tener sección circular, con un diámetro que ronda los 1,5 metros. Su profundidad es variable entre 8 y 10 metros. En la **Figura 2.2.** se presentan dos casos de pozos absorbentes con las características anteriormente mencionadas.

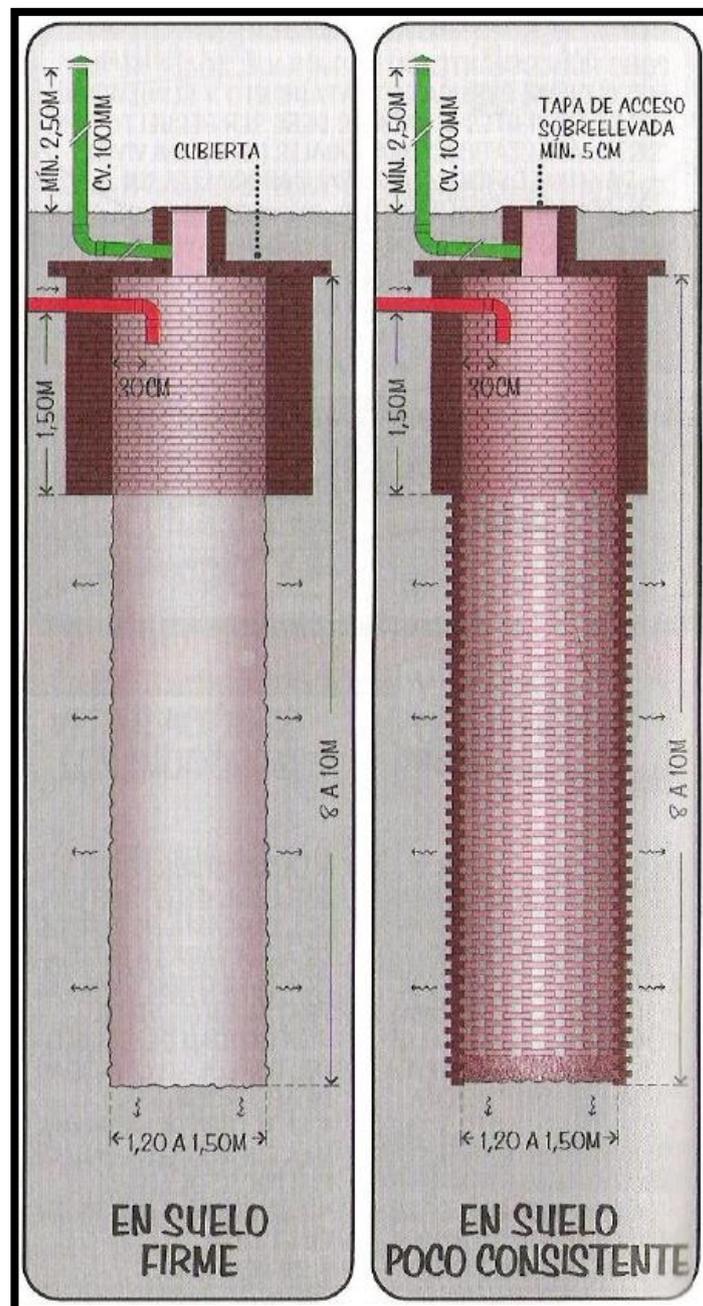


Figura 2.2. Pozos absorbentes en suelo firme y poco consistente. Fuente: Nisnovich, 2004.

2.2.1. Desventajas de los pozos absorbentes

El correcto funcionamiento de un pozo absorbente depende directamente de las variaciones que sufra el nivel freático. Para evitar su contaminación, se recomienda que éste último se encuentre al menos 2 metros por debajo del fondo del pozo. Esto se vuelve prácticamente imposible en localidades donde la napa se sitúa cercana a la superficie. En consecuencia, se debe realizar un desagote habitual del mismo mediante camiones atmosféricos.

Si no se cuenta con un tratamiento previo, como una cámara séptica, la disposición de grasas provoca la impermeabilización del pozo. De esta manera funciona como un gran reservorio de efluente no tratado. Dicho fenómeno es irreversible, lo que implica que el pozo absorbente deba anularse y construirse otro. Esto demanda el desagote, la desinfección y el posterior relleno del mismo, volviendo impráctica su implementación.

La ubicación del pozo, como mínimo, se debe encontrar a 4 metros de distancia de los ejes divisores del terreno, y, por lo menos, a un metro de la línea de edificación municipal. Si existe una perforación para bombear agua, el pozo se debe encontrar al menos a 10 metros de la misma. En tanto que, para edificios, es conveniente que se ubiquen lo más alejado posible, al efecto de impedir que se debiliten sus cimientos. Además, de esta forma los desagües pluviales no provocan la saturación de la zona absorbente.

Cuando se cuenta con un suelo poco consistente, es indispensable rodear al pozo con ladrillos a lo largo de toda su profundidad. Esta práctica se torna constructivamente difícil y peligrosa. Por otro lado, la entrada de efluente, como su recurrente vaciado a través de camiones atmosféricos, puede provocar el desmoronamiento de las paredes de suelo.

2.3. CONCLUSIÓN

La existencia de sistemas estáticos presenta inconvenientes tanto en su ejecución como en su posterior uso, ya que demanda un habitual mantenimiento.

El efecto adverso más importante, de la utilización de estos sistemas, es la contaminación que genera en las aguas subterráneas. Esto supone un alto riesgo sanitario.

La solución es una red cloacal. La misma permite evacuar rápidamente los efluentes de la vivienda y realizar un tratamiento en una planta preparada para dicha tarea.

A continuación, se plantea el diseño y dimensionamiento de una red cloacal para el barrio Güemes de la ciudad de Tostado.

CAPÍTULO 3

ESTIMACIÓN POBLACIONAL

Para diseñar la red cloacal, el primer criterio que se define es la población futura, la cual se corresponde con el plazo de vida útil de la obra proyectada.

Es importante ser preciso en la estimación poblacional, puesto que una subestimación pone en riesgo la utilidad del sistema, pudiendo provocar que el mismo se vuelva ineficiente rápidamente. Por otro lado, una sobreestimación genera el encarecimiento de los costos del proyecto.

Por tal motivo es fundamental satisfacer los requisitos técnicos realizando un estudio adecuado de las características de la población, a los efectos de lograr un proyecto óptimo económicamente.

La vida útil es la cantidad de años en los que se espera que la obra sea útil a tal fin, sin que se vuelva antieconómica por razones de mantenimiento. La misma depende directamente de los materiales utilizados para la ejecución de la obra y de las características del efluente tratado.

Teniendo en cuenta que los materiales utilizados son PVC, hierro fundido y hormigón armado, y que su utilidad ronda entre 20 y 30 años, se considera apropiado establecer una vida útil de 25 años para la obra.

3.1. DATOS CENSALES

Una acertada proyección surge del análisis de los datos obtenidos para la ciudad en los últimos censos nacionales, los mismos se muestran en la **Figura 3.1**.

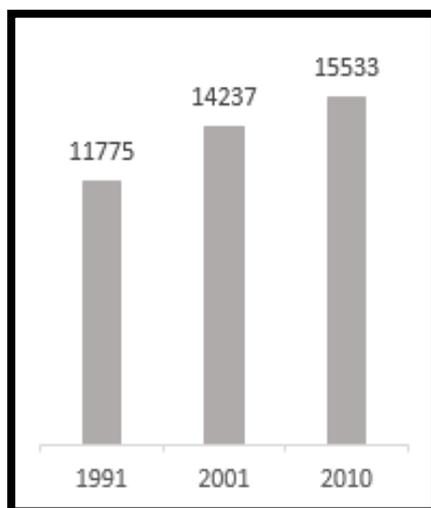


Figura 3. 1. Evolución demográfica de Tostado según INDEC (2010).

Si bien la localidad se encuentra en continuo crecimiento, debido a ser ciudad cabecera departamental, el desarrollo de este proyecto sólo afecta al barrio Güemes.

Un análisis discriminado por radios censales desarrollado por el IPEC (2010) en la ciudad de Tostado revela que el radio 4 corresponde al barrio Güemes. En dicho estudio, para el año y barrio mencionados, se expresa como resultado 1.794 habitantes y 559 viviendas, esto se muestra en la **Tabla 3.1**. Dicha información es la fuente utilizada para realizar la estimación correspondiente.

En el **Anexo I “Estimación poblacional”** se presenta el plano de la ciudad con la referencia de cada uno de los radios.

Tabla 3. 1. Población de Tostado por radios censales (IPEC, 2010).

DISTRITO Y RADIOS	POBLACIÓN TOTAL	VIVIENDAS TOTALES
Tostado	15.533	5.401
Radio 03	1450	457
Radio 04	1794	559
Radio 05	1658	539
Radio 06	1164	355
Radio 07	1035	404
Radio 08	1642	437
Radio 09	863	337
Radio 10	282	168
Radio 11	263	149
Radio 12	700	494
Radio 13	1236	451
Radio 14	772	288
Radio 15	577	264
Radio 16	137	348
Radio 17	860	315

3.2. CÁLCULO DE POBLACIÓN DE DISEÑO

Rodríguez Ruiz (2001), menciona que hay diferentes métodos para estimar la población de diseño en un proyecto. Los métodos tienen en cuenta factores y situaciones que repercuten en el desarrollo de una población, arrojando diferentes proyecciones de crecimiento en cada caso.

Se debe elegir aquel método que represente de la forma más acertada posible al entorno en el que se va a emplazar la obra.

3.2.1. Modelo de crecimiento aritmético o lineal

Este método supone un aumento de población anual constante entre un censo y otro, es decir que en este período la población incrementa todos los años la misma cantidad de habitantes. Esto representa una relación de aumento lineal de la misma.

La variación de la población a lo largo del tiempo se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{dP}{dt} = Ka \quad (1)$$

$$dP = Ka * dt \quad (2)$$

Se integra dicha expresión utilizando como límites los censos correspondientes.

$$\int_{P_i}^{P_f} dP = Ka \int_{t_i}^{t_f} dt \quad (3)$$

$$P_f - P_i = Ka * (t_f - t_i) \quad (4)$$

Se concluye que la población futura se obtiene con la siguiente expresión:

$$P_f = P_i + Ka * (t_f - t_i) \quad (5)$$

El termino Ka representa la tasa de crecimiento anual de habitantes por año.

$$Ka = \frac{Pf - Pi}{tf - ti} \quad (6)$$

Donde:

Ka : tasa de crecimiento poblacional aritmético.

Pf : población para el último censo.

Pi : población inicial.

Tf : año de realización del último censo.

Ti : año de realización del censo inicial.

A partir de los datos poblacionales por radios censales (IPEC, 2010) y de la población total de Tostado (INDEC, 1991-2010), se estima a través de una relación lineal, la cantidad de habitantes del barrio Güemes para los años 1991 y 2001. Los resultados se muestran en la **Tabla 3.2**.

Tabla 3. 2. Datos censales para Tostado y el barrio Güemes.

Año	Población Tostado	Población Güemes	Población estimada Güemes
1991	11.775		1360
2001	14.237		1645
2010	15.533	1794	

Luego de obtener la población para el barrio Güemes en los últimos tres censos, se deben determinar las tasas correspondientes a cada uno de los períodos. Se calculan dos tasas de crecimiento diferentes:

Tasa n°1:
$$Ka = \frac{1645 - 1360}{2001 - 1991} = 28,5$$

Tasa n°2:
$$Ka = \frac{1794 - 1645}{2010 - 2001} = 16,56$$

Tasa promedio:
$$Ka = 22,53$$

Finalmente se adopta el valor promedio de ellas para calcular la población de diseño futura.

Posteriormente se realiza la estimación para períodos de 5 años, hasta obtener la población acorde a la vida útil a la cual se proyecta la obra. Los valores obtenidos se presentan en la **Tabla 3.3**.

Tabla 3. 3. Estimación poblacional a través de método aritmético.

Año	Población Güemes	Población estimada
1991	1360	
2001	1645	
2010	1794	
2015		1907
2020		2020
2025		2133
2030		2246
2035		2359
2040		2472
2045		2585

En la **Figura 3.2.** se muestra la gráfica que expresa el crecimiento poblacional utilizando el método aritmético.

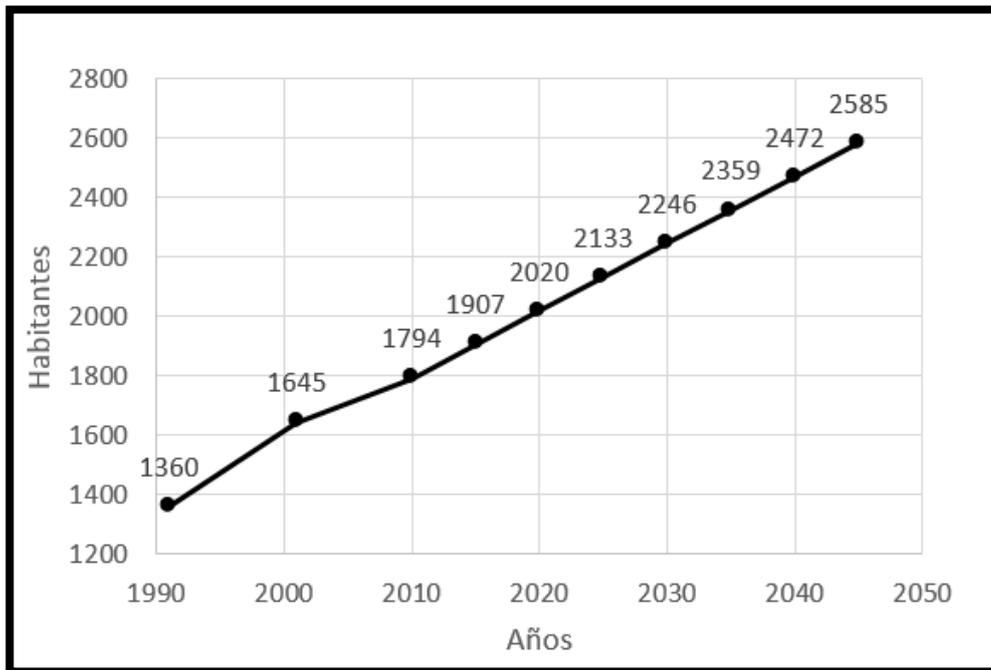


Figura 3. 2. Función de crecimiento poblacional con método aritmético.

3.2.2. Modelo de crecimiento geométrico o exponencial

Este método supone un aumento constante de la población con una relación proporcional a la variación de su volumen. Se utiliza el último dato poblacional conocido y la fórmula del “interés compuesto” en la cual se mantiene constante la tasa anual del período anterior.

El crecimiento de la población estimado con este método se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{dP}{dT} = k * P(t) \rightarrow \frac{1}{P} * dP = k * dt \quad (7)$$

Se integra dicha expresión utilizando como límites los censos correspondientes.

$$\int_{Pi}^{Pf} \frac{1}{P} * dP = \int_{ti}^{tf} k * dt \quad (8)$$

$$\ln Pf = \ln Pi + (tf-ti) * k \quad (9)$$

La población futura se obtiene con la siguiente expresión:

$$Pf = Pi * (1 + \alpha)^T \quad (10)$$

El termino α representa la tasa de crecimiento anual de habitantes por año.

$$\alpha = \frac{(Pf)^{\frac{1}{T}}}{Pi} - 1 \quad (11)$$

Donde:

α : tasa de crecimiento poblacional geométrico.

Pf : población para el último censo.

Pi : población inicial.

T : período de vida útil de la obra.

Se calcula la tasa de crecimiento poblacional utilizando el método geométrico:

Tasa n°1:
$$\alpha = \frac{(14237)^{\left(\frac{2001}{1997}\right)} - 1}{11775} = 0,0192$$

Tasa n°2:
$$\alpha = \frac{(15533)^{\left(\frac{2010}{2007}\right)} - 1}{14237} = 0,0097$$

Tasa promedio:
$$\alpha = 0,01445$$

Finalmente se adopta el valor promedio de ellas para calcular la población de diseño futura.

Se estiman los valores de población para períodos de 5 años hasta alcanzar la población correspondiente a la vida útil a la cual se proyecta la obra. Los valores obtenidos se presentan en la **Tabla 3.4**.

Tabla 3. 4. Estimación poblacional a través de método geométrico.

Año	Población Güemes	Población estimada
2010	1794	
2015		1928
2020		2073
2025		2228
2030		2395
2035		2574
2040		2767
2045		2975

En la **Figura 3.3**. se muestra la gráfica que expresa el crecimiento poblacional utilizando el método geométrico.

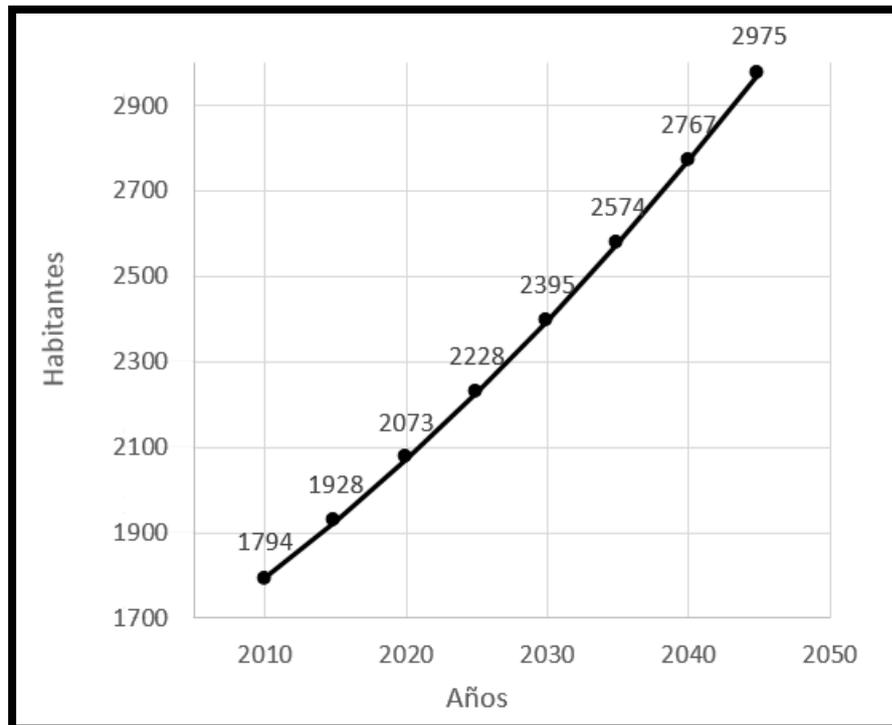


Figura 3. 3. Función de crecimiento poblacional con método geométrico.

3.3. RESULTADO

A partir de la observación de los planos de lotes, otorgados por la Municipalidad de Tostado, se concluye que aproximadamente el 79% de éstos se encuentran habitados. Es por eso que se considera que el barrio no puede crecer exponencialmente en cuanto a población, por encontrarse limitado físicamente.

En el **Anexo I “Estimación poblacional”** se presenta una imagen satelital del barrio Güemes para el año 2020. La misma permite realizar el conteo de los lotes que se encuentran habitados. Los resultados del estudio se presentan en la **Figura 3.4.**

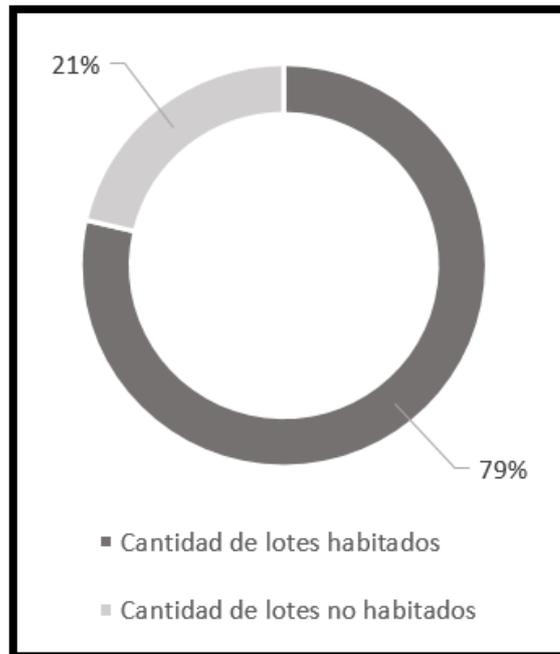


Figura 3. 4. Condición de los lotes del barrio Güemes.

Una vez realizado este análisis se decide elegir el modelo aritmético. Se considera que éste representa el posible crecimiento poblacional del barrio Güemes para los próximos 25 años, por lo tanto, se adopta 2.585 habitantes como población de diseño.

CAPÍTULO 4

RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

4.1. FUNDAMENTACIÓN

Para la realización de un proyecto de ingeniería es fundamental la recopilación de la información del lugar donde va a estar emplazada la obra. Dicha tarea implica relevamientos en campo mediante diferentes instrumentos de topografía, como por ejemplo nivel óptico y estación total.

Al tratarse de un proyecto de cloacas, y considerando que estas funcionan por gravedad, es indispensable tener información de cómo varían las pendientes de los terrenos naturales, a los efectos de minimizar volúmenes de excavación y eficientizar la red.

4.2. ANTECEDENTES

Debido a la existencia de la red cloacal en la zona céntrica de la ciudad, sólo es necesario relevar el barrio Güemes para posteriormente generar su trazado.

Se utiliza como base un punto fijo con cota conocida. La misma pertenece al sistema I.G.N. (Instituto Geográfico Nacional) y se encuentra ubicado en el kilómetro 238, sobre las vías del Ferrocarril General Manuel Belgrano.

Se procede con el método de nivelación cerrada para trasladar su cota a un punto fijo que se encuentra dentro del barrio. El mismo se ubica en la intersección de las calles 25 de Mayo y Salta. Posteriormente se continúa con el proceso de nivelación.

4.3. MÉTODO DE NIVELACIÓN

Tanto para traslados de puntos fijos como para la caracterización del terreno, se utiliza el método de nivelación cerrada compuesta. Es cerrada porque el punto de salida y de llegada en la nivelación es el mismo, y es compuesta porque se deben realizar cambios de estación en el proceso.

Este método tiene como particularidad que se parte de un punto correctamente monumentado y de cota conocida, se toman "n" cantidad de puntos con lecturas atrás y adelante, pudiendo ser estos puntos fijos o puntos de paso. Una vez leído el último punto, se inicia el proceso de vuelta. Lo que antes era lectura atrás se transforma en lectura adelante. Esto otorga la ventaja de detectar posibles errores cometidos, permitiendo su corrección y garantizando la validez del trabajo.

Debido a la importancia que representa un punto fijo, se utiliza un error admisible máximo de 3 milímetros en el traslado de sus cotas. En tanto que para el relevamiento del terreno natural dentro del barrio se admite una tolerancia de 4 centímetros.

4.4. PROCEDIMIENTO EN CAMPO

Para la ejecución del relevamiento se utilizó un nivel óptico South NL-C32, como se muestra en la **Figura 4.1**. El mismo ha sido empleado para conocer los niveles de veredas, cunetas y ejes de calzada.



Figura 4. 1. Nivel South NL-C32 utilizado.

Finalmente, luego de realizar las labores de campo, mediante planillas de cálculo se obtuvieron los valores de cota en cuestión. Se presenta en el **Anexo II “Relevamiento topográfico”** un plano del barrio Güemes con las cotas de terreno natural. Éstas han sido utilizadas para el posterior diseño de la red.

CAPÍTULO 5

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Una de las variables que más injerencia tiene en el diseño y dimensionamiento de una red cloacal es el caudal que ésta debe evacuar. El mismo a su vez se ve afectado principalmente por 2 parámetros que son la población futura y la dotación. Esta última se define como la cantidad promedio de agua que consumen los habitantes de una localidad en el lapso de un día.

Es importante destacar que la red debe garantizar su funcionamiento durante toda la vida útil de la obra, considerando que en ella existen variaciones de caudal. Para contemplar este fenómeno, se utilizan coeficientes picos que corrigen el caudal promedio, permitiendo que la red sea eficiente incluso en condiciones extremas de consumo.

Además de éstos, se emplean dos coeficientes más. Uno de ellos maximiza el caudal y representa la posible infiltración de efluentes no contemplados en el consumo domiciliario. El otro, por el contrario, minimiza el caudal suponiendo que un porcentaje del agua utilizada en las viviendas no se vierte en la red.

Por otra parte, se realizan verificaciones necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. En primer lugar, se determinan las dimensiones que deben tener los colectores para evacuar el caudal máximo correspondiente a cada uno de ellos. Posteriormente se verifica si cumplen con la pendiente mínima de autolimpieza considerando el caudal mínimo de diseño. Ésta garantiza el arrastre de los sedimentos.

En el siguiente capítulo se desarrollan los cálculos mencionados y se presentan consideraciones constructivas que se deben tener en cuenta para lograr una correcta ejecución. La metodología empleada para el diseño de la red cloacal corresponde a Metcalf y Eddy (1995).

5.1. CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

5.1.1. Determinación de la dotación de agua

Como se mencionó anteriormente, la dotación es la cantidad media de agua que consume cada habitante por día. Ésta incluye consumo de viviendas, comercios, industrias y servicios públicos. Además, contempla un porcentaje de fugas.

De acuerdo a una entrevista con el presidente de la Cooperativa de Agua Potable, la localidad de Tostado consume en promedio 2.700.000 litros por día. Éstos se reparten en las 4.100 conexiones a lo largo de toda la ciudad, lo que arroja que 659 litros son consumidos diariamente en cada vivienda. Por otro lado, el barrio Güemes cuenta con 1.794 habitantes, repartidos en 559 viviendas (IPEC, 2010). Esto promedia 3,2 habitantes por cada una de ellas.

A los efectos del cálculo, se considera que la cantidad total de litros por viviendas se divide entre 3 habitantes, lo que da como resultado final la dotación. A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$\delta_{agua} = \frac{659 \text{ l/d/viv}}{3 \text{ hab/viv}} = 220 \frac{\text{l}}{\text{hab}}$$

Debido a que esta cantidad puede sufrir cambios en un futuro, se adopta una dotación de 250 l/d/hab para el diseño de la red.

5.1.2. Coeficientes picos de consumo

Se establecen coeficientes que corrigen el caudal logrando que la red responda adecuadamente ante situaciones de consumo mínimo y máximo.

5.1.2.1. Coeficientes picos estacionarios

Estos representan las variaciones que existen entre el caudal diario medio con respecto a los valores de los días de mayor y menor consumo.

5.1.2.1.1. Coeficiente pico estacionario máximo

Según las mediciones de la Cooperativa de Agua Potable, el caudal diario máximo registrado en un año es 3.500.000 litros. Comparando a éste con el valor promedio, se obtiene el coeficiente pico estacionario máximo, como se muestra en la expresión 12.

$$\alpha' = \frac{Q_{\text{máx}}}{Q_{\text{promedio}}} \quad (12)$$

Donde:

α' : coeficiente pico estacionario máximo.

$Q_{\text{máx}}$: caudal diario para el día de mayor consumo.

Q_{promedio} : caudal promedio.

Con los valores mencionados se calcula:

$$\alpha' = \frac{3.500.000 \text{ l/d}}{2.700.000 \text{ l/d}} = 1,30$$

El COFAPyS (Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento) sugiere utilizar coeficientes estacionarios máximos en función de la población a la que se abastece. En la **Tabla 5.1.** se observan dichos valores.

Tabla 5. 1. Coeficientes pico estacionario máximo según COFAPyS.

Población	α'
500 < Pf < 3000	1,40
3000 < Pf < 15000	1,40
15000 < Pf < 30000	1,30
Pf > 30000	1,20

La relación de los consumos de Tostado coincide con el valor sugerido por COFAPyS para la cantidad de habitantes correspondiente. Por tal motivo se utiliza el valor 1,30 para los cálculos posteriores.

5.1.2.1.2. Coeficiente pico estacionario mínimo

Según las mediciones de la Cooperativa de Agua Potable, el caudal diario mínimo registrado en un año es 1.200.000 litros. Comparando a éste con el valor promedio, se obtiene el coeficiente pico estacionario mínimo, como se muestra en la fórmula 13.

$$a' = \frac{Q_{\text{mín}}}{Q_{\text{promedio}}} \quad (13)$$

Donde:

a' : coeficiente pico estacionario mínimo.

$Q_{\text{mín}}$: caudal diario para el día de menor consumo.

Q_{promedio} : caudal promedio.

Con los valores mencionados se calcula:

$$a' = \frac{1.200.000 \frac{l}{d}}{2.700.000 \frac{l}{d}} = 0,45$$

La **Tabla 5.2.** presenta los coeficientes estacionarios mínimos para diferentes valores de población según COFAPyS.

Tabla 5. 2. Coeficientes pico estacionario mínimo según COFAPyS.

Población	a'
500 < Pf < 3000	0,6
3000 < Pf < 15000	0,7
15000 < Pf < 30000	0,7

Si bien los valores oficiales de Tostado no coinciden con lo sugerido por COFAPyS, se utiliza 0,45 como coeficiente estacionario mínimo. Esto se debe a que los valores calculados se basan en mediciones de consumo real en la ciudad.

5.1.2.2. Coeficientes picos horarios

Estos representan las variaciones que existen entre el caudal horario medio con respecto a los caudales horarios de máxima y mínima demanda.

5.1.2.2.1. Coeficiente pico horario máximo

Para calcular este factor no se conocen los valores registrados por la cooperativa de la localidad, por lo tanto, se utiliza la **Tabla 5.3.** sugerida por COFAPyS.

Tabla 5. 3. Coeficientes pico horario máximo según COFAPyS.

Población	α''
500 < Pf < 3000	1,90
3000 < Pf < 15000	1,70
15000 < Pf < 30000	1,50
Pf > 30000	1,30

La ciudad de Tostado cuenta con 15.533 habitantes, es por eso que se utiliza el valor 1,50 como coeficiente pico horario máximo.

5.1.2.2.2. Coeficiente pico horario mínimo

Como ocurre en el caso anterior, para calcular este coeficiente no se cuenta con los registros de la cooperativa de la ciudad. Por este motivo se utiliza la **Tabla 5.4,** elaborada por COFAPyS, para coeficientes picos horarios mínimos.

Tabla 5. 4. Coeficientes pico horario mínimo según COFAPyS.

Población	a''
500 < Pf < 3000	0,5
3000 < Pf < 15000	0,5
15000 < Pf < 30000	0,6

En esta ocasión, el valor sugerido para poblaciones que cuentan con más de 15.000 habitantes es de 0,6. Finalmente se adopta este coeficiente para el diseño de la red.

5.1.3. Coeficiente de infiltración

El caudal cloacal además de contemplar aguas de tipo domiciliaria e industrial puede contener caudales incontrolados o de infiltración.

Este caudal de infiltración se debe a la probabilidad de ingreso de agua, tanto subterránea como pluvial, a través de bocas de registro y caños colectores. Es por eso que se maximiza el caudal de diseño en un 10% para considerar este fenómeno, o lo que es lo mismo, se multiplica dicho valor por 1,10.

5.1.4. Tasa de retorno

Para el cálculo del caudal cloacal se utiliza la dotación de agua potable como dato de partida. Existe un coeficiente llamado “tasa de retorno” que representa el porcentaje de agua que se vierte a través de la red cloacal, suponiendo que el resto se pierde en diferentes usos como, riego o lavado de autos, entre otros.

Se considera una tasa de retorno con un valor de 0,85.

5.1.5. Cálculo de caudal máximo

Este representa el valor máximo de caudal para el último año de la vida útil de la red, es por esto que se lo utiliza para calcular los diámetros y las pendientes necesarios en su trazado.

Utilizando las variables y coeficientes presentados anteriormente, se calcula el caudal de diseño máximo con la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{diseñoMáx}} = P * \delta_{\text{agua}} * \alpha' * \alpha'' * 1,10 * \beta \quad (14)$$

Donde:

$Q_{\text{diseñoMáx}}$: caudal de diseño máximo.

P : población de diseño a 25 años.

δ_{agua} : dotación media de agua en metros cúbicos por habitante por día.

α' : coeficiente pico estacionario máximo.

α'' : coeficiente pico horario máximo.

1,10: coeficiente de infiltración.

β : tasa de retorno.

Utilizando los valores del proyecto se obtiene:

$$Q_{\text{diseñoMáx}} = 2585 \text{ hab} * 250 \frac{\text{l}}{\text{hab} \cdot \text{d}} * 1,30 * 1,50 * 1,10 * 0,85 = 1.178.275 \frac{\text{l}}{\text{d}}$$

$$Q_{\text{diseñoMáx}} = \frac{1.178.275 \frac{\text{l}}{\text{d}}}{24 \frac{\text{h}}{\text{d}} * 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}}$$

$$Q_{\text{diseñoMáx}} = 13,64 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Para calcular el caudal de aporte de cada caño colector, es útil considerar el gasto hectométrico. Éste es el gasto máximo que ingresa a la red por cada hectómetro del barrio.

Su valor nace de dividir el caudal de diseño máximo, por la cantidad total de hectómetros que tiene la red, como se muestra en la expresión 15.

$$G_{hm\acute{a}ximo} = \frac{Q_{dise\acute{n}oM\acute{a}x}}{Hm\ Total} = \frac{13,64 \frac{l}{s}}{97,18\ hm} = 0,14 \frac{l}{s*hm} \quad (15)$$

Donde:

G_{hm} máximo: gasto hectométrico máximo.

Q_{diseñoMáx}: caudal de diseño máximo.

HmTotal: cantidad total de hectómetros de la red.

5.1.6. Cálculo de caudal mínimo

Este representa el valor mínimo de caudal a partir de la puesta en servicio de la red. Es utilizado para verificar la autolimpieza de los caños colectores.

Empleando las variables y coeficientes presentados anteriormente, se calcula el caudal de diseño mínimo con la siguiente fórmula:

$$Q_{dise\acute{n}oM\acute{i}n} = Pinicial * \delta agua * a' * a'' * 1,10 * \beta \quad (16)$$

Donde:

Q_{diseñoMín}: caudal de diseño mínimo.

Pinicial: población a servir al comienzo del servicio de la red.

δagua: dotación media de agua en metros cúbicos por habitante por día.

a': coeficiente pico estacionario mínimo.

a'': coeficiente pico horario mínimo.

1,10: coeficiente de infiltración.

β: tasa de retorno.

A partir de los valores del proyecto se obtiene:

$$Q_{dise\acute{n}oM\acute{i}n} = 2020\ hab * 250 \frac{hab}{d} * 0,45 * 0,60 * 1,10 * 0,85 = 127.487 \frac{l}{d}$$

$$Q_{dise\acute{n}oM\acute{i}n} = \frac{127.487 \frac{l}{d}}{24 \frac{h}{d} * 3600 \frac{s}{h}}$$

$$Q_{dise\acute{n}oM\acute{i}n} = 1,48 \frac{l}{s}$$

Para calcular el caudal de aporte de cada caño colector, es útil considerar el gasto hectométrico. Éste es el gasto mínimo que ingresa a la red por cada hectómetro del barrio.

Su valor nace de dividir el caudal de diseño mínimo, por la cantidad total de hectómetros que tiene la red, como se muestra en la expresión 17.

$$G_{hm\acute{i}nimo} = \frac{Q_{dise\acute{n}oM\acute{i}n}}{Hm\ Total} = \frac{1,48 \frac{l}{s}}{97,18\ hm} = 0,015 \frac{l}{s*hm} \quad (17)$$

Donde:

G_{hm} mínimo: gasto hectométrico mínimo.

Q_{diseñoMín}: caudal de diseño mínimo.

HmTotal: cantidad total de hectómetros de la red.

5.2. VERIFICACIONES

Luego de conocer los caudales máximos y mínimos se define la traza y la pendiente de cada caño colector.

Para el caudal máximo, calculado para el total de la vida útil de la obra, se deben dimensionar los diámetros de los caños que integran la red.

Por otro lado, para el caudal mínimo, calculado para el inicio del uso de la red, se debe verificar la autolimpieza de los colectores.

5.2.1. Dimensionado de caños para caudales máximos

Se deben dimensionar las cañerías correspondientes al caudal que éstas van a transportar. Para esto se utiliza la ecuación de Manning, normalmente empleada en escurrimientos por gravedad.

$$\varnothing = \left(\frac{QMáx * n}{0,312 * i^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (18)$$

Donde:

\varnothing : diámetro del colector en mm.

$QMáx$: caudal máximo de diseño en m³/s.

n : características del material PVC.

i : pendiente de la cañería en m/m.

Para el caño que recibe el caudal máximo, se utiliza una pendiente mínima de 3‰ y el coeficiente para el material PVC que es igual a $n = 0,01$. A partir de esto se obtiene:

$$\varnothing = \left(\frac{0,01364 \frac{m^3}{s} * 0,01}{0,312 * \left(0,003 \frac{m}{m}\right)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} = 164 \text{ mm}$$

Luego del cálculo realizado se concluye que, para el colector final, que reúne todo el caudal de la zona servida, se debe utilizar un diámetro superior a 164 mm. Se adopta un diámetro comercial de 200 mm en el punto de salida del barrio.

Por otra parte, también se utiliza la ecuación de Manning para calcular los diámetros del resto de los colectores que componen la red cloacal.

Se concluye que, en la mayoría de los casos, considerando las pendientes adoptadas, es suficiente colocar caños de diámetros 160 mm para escurrir el agua servida. Sólo se requiere un diámetro 200 mm en 392 metros lineales de cañería, correspondientes a los últimos tramos del trazado.

La elección de los diámetros utilizados en cada uno de los tramos de la red se presenta en el **Anexo III “Planillas de cálculo”**.

En la **Tabla 5.5.** se presentan las características de los caños elegidos:

Tabla 5. 5. Diámetro y espesor de caño comercial clase 4.

Caño Comercial Clase 4		
Diámetro nominal	Diámetro exterior	Espesor
mm	mm	mm
110	110	2,0
160	160	3,2
200	200	4,0
250	250	4,9
315	315	6,2
400	400	7,9

5.2.2. Pendiente de autolimpieza para caudales mínimos

La pendiente de autolimpieza es aquella que permite asegurar el arrastre de sedimentos en el interior de los colectores. Por tal motivo se debe garantizar una pendiente mínima que responda a esta situación. Para esto se establece un esfuerzo tracción $F_t = 0,1 \text{ kg/m}^2$ y se expresa la fórmula correspondiente a pendiente mínima:

$$I_{\text{mínima}} = c * Q_{\text{analizado}}^{-0.46} \quad (19)$$

Donde:

I_{mínima}: pendiente mínima de colector analizado.

c: coeficiente que depende de la fuerza tracción F_t y el material. Para PVC igual a 0,000234.

Q_{analizado}: caudal para el colector analizado.

Se utilizan planillas de cálculo, las cuales permitieron realizar un cálculo iterativo y ágil durante el proceso de dimensionado y verificación de la red. Las mismas se encuentran en **Anexo III “Planillas de cálculo”**.

Luego de realizar ambas verificaciones se define el trazado final de los colectores que integran el proyecto. El mismo se encuentra en **Anexo IV “Proyecto de la red”**, en el plano “Proyecto cloacal del barrio Güemes”.

5.2.3. Velocidades límites

Se continuación se presenta la fórmula de Manning que permite calcular la velocidad de escurrimiento del efluente:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} \quad (20)$$

Donde:

V: velocidad de sección llena en m/s.

n: características del material PVC.

R: radio hidráulico en m.

i: pendiente del colector analizado en m/m.

Se establecen velocidades límites a los efectos de evitar la decantación de sólidos sedimentables y la erosión del material de las cañerías. En consecuencia, la velocidad del efluente debe estar comprendida entre 0,5 m/s y 4,5 m/s.

En la mayoría de los caños de la red proyectada los efluentes se transportan a velocidades admisibles por lo que se dan garantías del correcto funcionamiento del sistema.

5.3. FUNDAMENTOS PARA EL TRAZADO DE LA RED

5.3.1. Criterios de diseño

Uno de los aspectos más importantes a la hora de construir una obra es el factor económico. Éste se compone principalmente de costo de materiales, equipos y mano de obra. A partir de esta premisa, se realiza un diseño de la red cloacal con cañería colector simple. Esto quiere decir que todos los vecinos de una cuadra vierten sus efluentes domiciliarios a una única cañería maestra.

Algunas de las ventajas que otorga esta alternativa de trazado son, la demanda de una menor cantidad de bocas de registro, aproximadamente la mitad. Además, el ahorro en metros lineales de cañería y excavación, y por lo tanto la reducción considerable de los costos de mano de obra.

A partir de esta decisión se determina que los colectores sean ubicados en las veredas. Esto evita la rotura y reconstrucción de calles y además no se interrumpe el tránsito de vehículos.

Con respecto al sentido de escurrimiento, se elige aquel que permita aprovechar las pendientes del terreno natural. Además, es necesario tener en cuenta la red cloacal existente. Ésta tiene su planta de tratamiento al sur-este de la ciudad, lo que implica que el movimiento de los efluentes concorra hacia ese punto.

Por otro lado, se conoce que el colector principal se encuentra en calle Presidente Perón. El mismo en su momento ha sido programado por la empresa "SyD Ingenieros" para la extensión del servicio hacia los barrios del norte de la ciudad. Por este motivo se define como punto de encuentro, entre la red existente y la red proyectada, una boca de registro que se encuentra en la esquina de las calles Presidente Perón y Los Andes.

Una vez realizado el trazado del barrio, es necesario elevar el nivel del efluente hasta al menos alcanzar la cota de inicio del sistema existente. Para solucionar este inconveniente se plantea la construcción de un pozo de bombeo que otorgue la altura necesaria para que la red cloacal pueda funcionar por gravedad.

La zona sur del barrio Güemes cuenta con sistema cloacal. En calle Los Andes se encuentran disponibles los colectores y bocas de registro que permiten la conexión de una porción del barrio. Debido a esto, el sector sur de la red proyectada se conecta a las bocas de registro que se encuentran en esta calle.

En la **Figura 5.1.** se presenta un esquema donde se aclara la resolución integral del sistema.

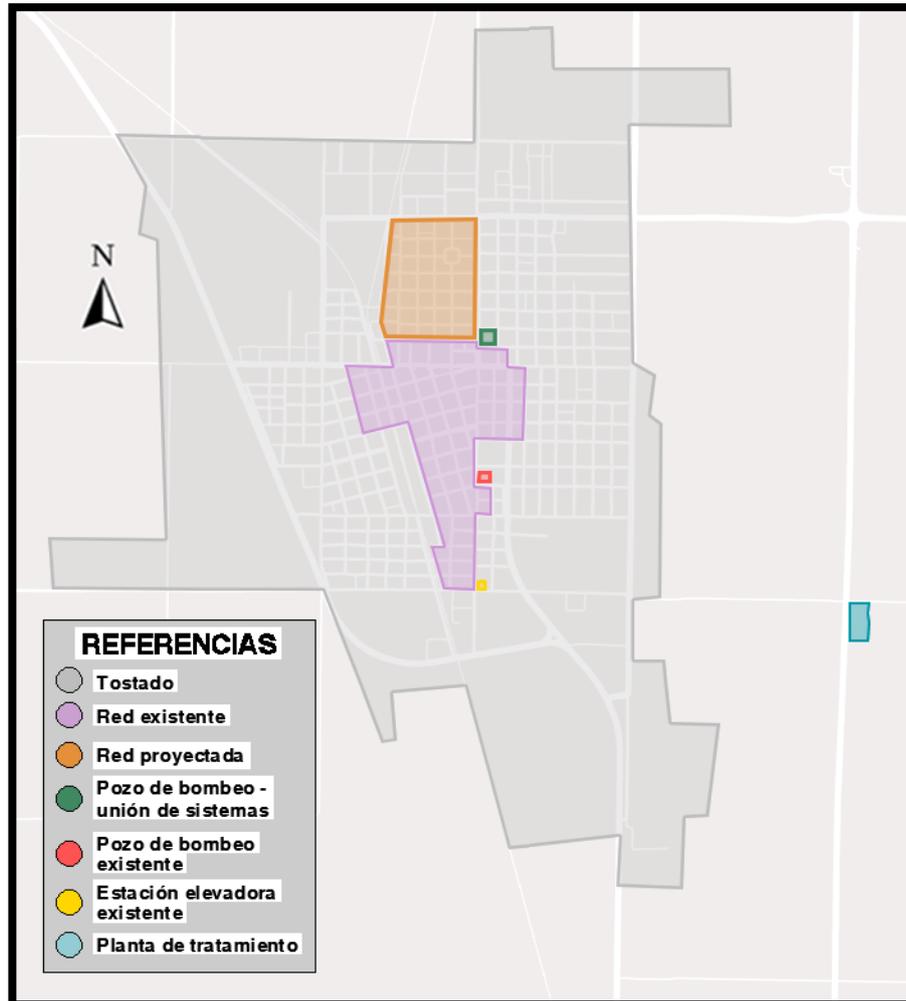


Figura 5. 1. Esquema del proyecto integral del sistema cloacal.

Finalmente, en el **Anexo IV “Proyecto de la red”**, en “Proyecto integral del sistema cloacal” se presenta el detalle de la solución propuesta.

5.3.2. Reglamentación para el diseño

A continuación, se enumeran diferentes consideraciones reglamentarias que se tienen en cuenta para el diseño del proyecto:

- 1) Mejorar las condiciones hidráulicas aumentando la pendiente en los tramos iniciales. Por lo tanto, se utilizan pendientes 5‰, 4‰ y 3‰ a medida que se van sumando los colectores.
- 2) Diseñar el recorrido de los efluentes hacia el punto de descarga de la forma más directa, como la topografía y el trazado urbano lo permitan. Esto evita la descomposición de los efluentes.
- 3) Ubicar una boca de registro en cada esquina del barrio respetando longitudes máximas. Éstas son 150 metros para cambios de diámetro y dirección, y 200 metros en cambios de pendientes.
- 4) Verificar que las cañerías de ventilación presenten una cota intrauno mayor a la cota intradós del resto de las cañerías que desaguan en la misma boca de registro.
- 5) Respetar las tapadas mínimas para cañerías que se ubican en veredas y calzadas, es decir 0,80 y 1,20 metros respectivamente.

5.4. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

Cuando se trata de excavaciones en obras civiles se deben tomar los recaudos correspondientes. La construcción de una red cloacal demanda grandes movimientos de suelo, en su mayoría de tipo zanja, para la colocación de caños. Éstos normalmente se encuentran a profundidades cercanas a los 3 y 4 metros, lo que implica que sea necesario utilizar un entibado para garantizar la estabilidad del suelo y la seguridad de los operarios.

Por otro lado, en las localidades donde el nivel freático se encuentra cercano a la superficie, es necesario realizar la depresión de éste a los efectos de poder realizar las tareas de excavación de forma adecuada.

A continuación, se proponen las soluciones tentativas para ambas situaciones. Por un lado, un sistema para deprimir la napa freática y por el otro, el cálculo del entibado necesario.

5.4.1. Depresión del nivel freático

Cada vez que se realiza un pozo de bombeo para deprimir el agua subterránea, se genera un cono de abatimiento. Esto quiere decir que, en las zonas más cercanas al pozo, las profundidades alcanzadas por el nivel freático son mayores y se van reduciendo a medida que se va agrandando su extensión, es decir que el nivel freático se encontrará más cerca de la superficie cuanto más lejos se esté del pozo de bombeo. Dicho fenómeno se puede visualizar en la **Figura 5.2**.

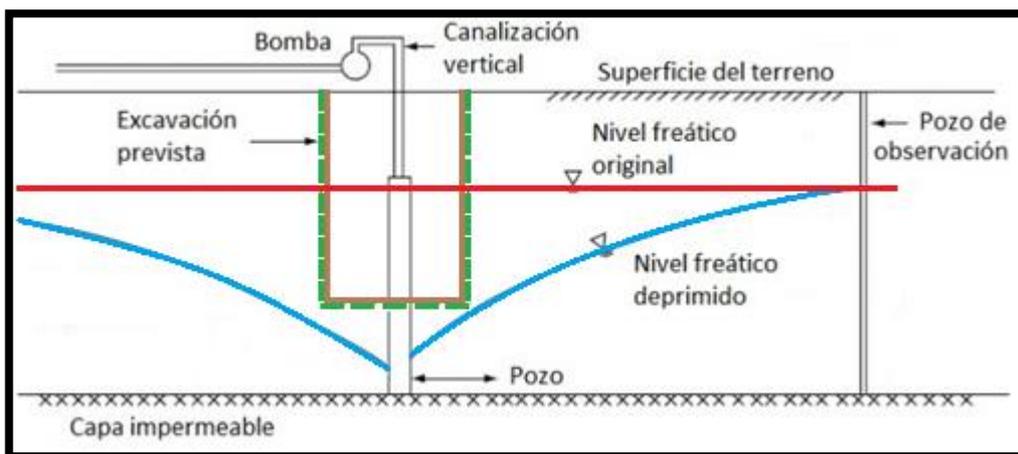


Figura 5. 2. Sistema de abatimiento de nivel freático.

Uno de los métodos más empleados para resolver el problema de flujo permanente en un acuífero libre es la ecuación de DUPUIT (Custodio y Llamas, 1983), el cual supone la siguiente fórmula:

$$H^2 - H_0^2 = \frac{Q}{\pi * k} * Ln \left(\frac{R}{R_0} \right) \quad (21)$$

Donde:

H: altura en el piezómetro de estudio a la distancia R del pozo, en m.

H₀: altura del nivel de agua a una distancia R₀ del pozo donde no provoca descensos, en m.

Q: caudal de bombeo en régimen estable, en m³/d.

k: permeabilidad media del estrato, en m/d.

R₀: distancia a la cual el pozo de bombeo no produce descensos, en m.

R: distancia a la cual se instala el piezómetro, en m.

Dos de las variables que interfieren en la depresión del nivel freático son la permeabilidad media del estrato, medida en metros por día, y el caudal en régimen estable que puede deprimir la bomba.

Para determinar la permeabilidad k es necesario realizar un estudio del comportamiento del suelo mediante pozos de bombeo de prueba. En el **Anexo XII “Responsabilidades Constructivas y de Operación”** se introduce el procedimiento a ejecutar en el ensayo. Normalmente los valores de permeabilidad para el tipo de suelo limo arcilloso se encuentran entre 0,1 y 1,1 m/d (Nittmann, 2020). Debido a que es un rango amplio de valores, las profundidades de depresión de nivel freático obtenidas para un tipo de bomba específica varían de forma significativa. Es por este motivo que es indispensable realizar el ensayo en el lugar a excavar.

Generalmente los tipos de bombas utilizadas para esta clase de tareas comprenden aquellas que son capaces de impulsar 8, 10, 12, 15 m³/h y una altura manométrica que varía en función de la ubicación del punto de disposición final del agua deprimida.

Se adjunta en la **Tabla 5.6.**, los resultados de un estudio realizado en el año 2003 por Ing. Marco Boidi en la ciudad de Rafaela (Santa Fe). El mismo sirve como base para realizar un cálculo estimado de la cantidad de pozos de bombeo necesarios para ejecutar la obra en condiciones apropiadas, posterior a determinar la permeabilidad k del suelo en el barrio Güemes de la ciudad de Tostado.

Tabla 5. 6. Resultados del comportamiento de los pozos de bombeo en Rafaela. (Boidi, 2003)

<i>Evolución de los pozos de bombeo</i>									
<i>Pozo</i>	<i>Q</i> <i>(m³/h)</i>	<i>H imp</i> <i>(mca)</i>	<i>Pot</i> <i>Watt</i>	<i>Dep</i> <i>(m)</i>	<i>S pozo</i> <i>(m)</i>	<i>Long filtro</i> <i>(m)</i>	<i>Prof Pozo</i> <i>(m)</i>	<i>Radio Infl</i> <i>(m)</i>	<i>Area dep</i> <i>(ha)</i>
1	8	23	0.85	3	16	11	30	80	2.01
2	10	27	1.25	3	20	14	37	100	3.14
3	12	31	1.72	3	24	16	43	125	4.91
4	15	37	2.57	3	30	20	53	150	7.07
Longitud de impulsión: 800 m			Pérdida de carga uniforme: 4 mca				Pendiente piezométrica: 0.005 m/m		
<i>Radio Infl</i>	Depresión de 1 metro el NF			<i>Pot</i>	Potencia eléctrica		<i>S pozo</i>	Depresión en el pozo	
<i>H imp</i>	Altura de implusión de bombeo			<i>Dep</i>	Depresión de nivel deseado		<i>Area dep</i>	Área de depresión teórica	

A partir del estudio de los movimientos de suelo para el zanjeado de la red proyectada y considerando que el nivel freático se encuentra aproximadamente a un metro de profundidad, según personal de la Cooperativa Telefónica de Tostado, se diferencia en sectores el barrio Güemes, en función de la depresión exigida en cada caso.

Se categoriza en 3 zonas de depresión. Existen sectores que rondan los 4 metros, otros los 3 metros y finalmente las zonas de 2 metros como se muestra en la **Figura 5.3**.

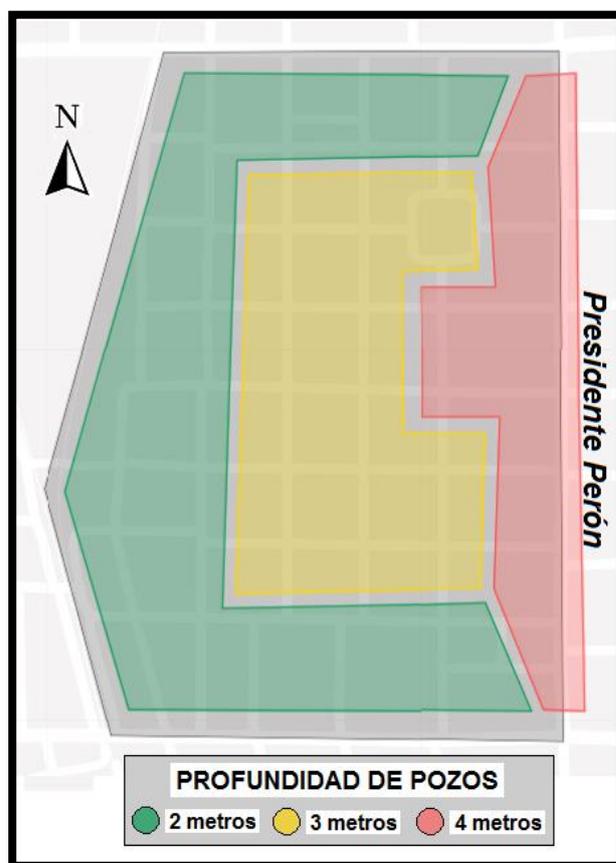


Figura 5. 3. Zonas de depresión del nivel freático.

Como se puede observar en la figura, las mayores profundidades de excavación se encuentran en la zona del colector principal sobre calle Presidente Perón. En tanto que éstas van decreciendo en dirección este-oeste, llegando a los puntos de menor profundidad en el perímetro del barrio. Las profundidades de los diferentes tramos se presentan en el **Anexo III “Planillas de cálculo”**.

Como solución se sugiere realizar una batería de bombeadores dispuestos en los diferentes sectores del barrio. La superposición de conos de abatimiento garantiza que la excavación de todos los tramos se encuentre sin la presencia del nivel freático.

En el **Anexo V “Depresión de nivel freático”** se presenta, de modo meramente ilustrativo, sin demostración de cálculo, el plano del barrio Güemes con la ubicación de 24 pozos de bombeo estimados a partir de proyectos cloacales de similares características. Este estudio no debe ser tomado como aplicable a la obra en cuestión y se debe tener en cuenta una serie de consideraciones presentes en el **Anexo XII “Responsabilidades constructivas y de operación”**.

5.4.2. Entibado

Un entibado es una estructura utilizada de forma transitoria en excavaciones para evitar el desmoronamiento del suelo. Puede ser metálico o de madera. Normalmente es empleado en zanjas de suelos no cohesivos o poco consistentes, aunque es exigido utilizarse siempre que se supere 1,20 metros de profundidad de excavación (Artículo N°1, resolución N°503 de la Ley N° 24.557 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación Argentina).

En los entibados construidos con maderas, para la contención lateral de las paredes o taludes del suelo, se utilizan tablones verticales, también llamados parantes. Éstos se encuentran fijados por medio de puntales, dispuestos en sentido horizontal. Además, en algunos casos pueden emplearse largueros, en sentido paralelo a la zanja, para otorgar mayor rigidez. En la **Figura 5.4.** se observan los elementos nombrados.

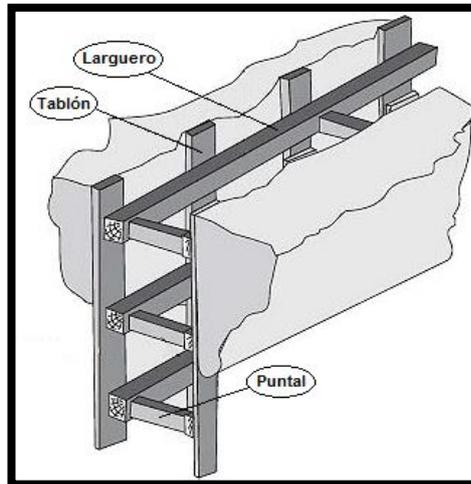


Figura 5. 4. Entibado de madera en zanjas. Fuente: Estructplan, 2008.

Por otro lado, los entibados metálicos garantizan un mayor grado de seguridad y un fácil montaje en obra, ya que son prefabricados e hincados a medida que avanza la excavación. Esto lo hacen a través de cuñas ubicadas en la parte inferior que permiten penetrar en el suelo de la zanja de forma continua. En la **Figura 5.5.** se presenta un entibado metálico tipo.

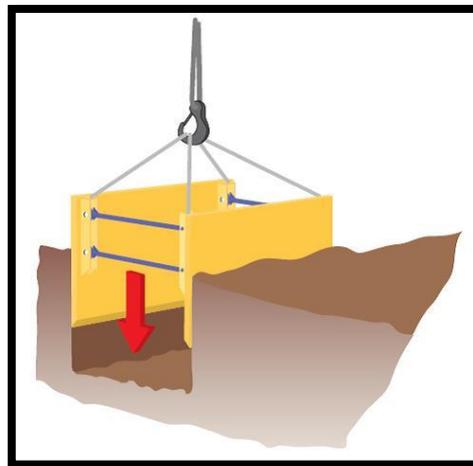


Figura 5. 5. Entibado metálico utilizado en zanjas. Fuente: Iguazuri, 2015.

5.4.2.1. Cálculo de esfuerzos

Se propone un entibado metálico compuesto por perfiles de acero y marcos laterales de madera. Tanto los parantes como los marcos laterales son dimensionados a flexión, mientras que los puntales a sollicitación axial, por estar dispuestos en sentido perpendicular al empuje del suelo. Se plantea que el entibado esté compuesto por módulos de 1,5 metros de altura, encastrables entre sí, a los efectos de tener un mayor rango de profundidades.

Las fuerzas actuantes en el sistema están determinadas por el empuje del suelo, que a su vez depende de la profundidad de excavación y de dos parámetros del mismo, como lo son su peso específico y cohesión.

Para calcular los esfuerzos actuantes se utiliza la teoría de Terzaghi y Peck (Terzaghi y Peck, 1969). La misma distingue tres casos de empujes diferentes en función del tipo de suelo: arenas, arcillas blandas a medias y arcillas fisuradas firmes a duras.

En los últimos dos casos, se utiliza un parámetro “N” para conocer con qué fórmula se debe calcular la carga actuante en el sistema. A continuación, se presenta la expresión 22 que permite calcular el parámetro N:

$$N = \frac{\gamma * H}{c} \quad (22)$$

Donde:

N: parámetro de Terzaghi-Peck.

γ : peso específico del suelo.

H: profundidad de excavación.

c: cohesión del suelo.

Según un estudio realizado en Tostado (Ingenoa, 1998), la ciudad cuenta con un suelo limo-arcilloso con las siguientes características:

Peso específico natural (γ): 1,90 t/m³.

Cohesión (c): 7,87 t/m².

Teniendo en cuenta que las zanjas para la construcción de la red cloacal tienen profundidades que oscilan entre 1 y 4,5 metros, y considerando las características del suelo anteriormente mencionadas, se calcula el parámetro N de Terzaghi-Peck:

$$N = \frac{1,90 \frac{t}{m^3} * 4,5 m}{7,87 \frac{t}{m^2}} = 1,09$$

Este resultado determina que, para el cálculo de las cargas presentes en el sistema, se debe utilizar la fórmula propuesta por Terzaghi-Peck que se corresponde con un suelo tipo “arcillas fisuradas firmes a duras”. A continuación, se muestra la fórmula correspondiente:

$$P = 0,4 * \gamma * H \quad (23)$$

Donde:

P: empuje del suelo por unidad de superficie en t/m².

γ : peso específico del suelo en t/m³.

H: profundidad de excavación en m.

Con los valores determinados anteriormente se procede a calcular la carga P:

$$P = 0,4 * 1,90 \frac{t}{m^3} * 4,5 m = 3,42 \frac{t}{m^2}$$

En la **Figura 5.6.** se presenta el diagrama de distribución de empuje lateral correspondiente a arcillas fisuradas firmes a duras en función de la profundidad de excavación.

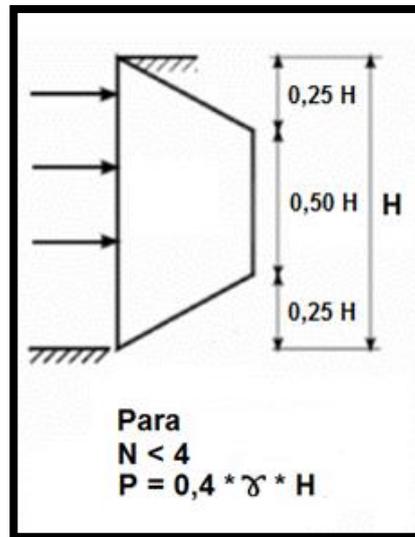


Figura 5. 6. Empuje para arcillas fisuradas firmes a duras. Fuente: Terzaghi-Peck, 1969.

La carga de 3,42 t/m² corresponde al empuje lateral del suelo que somete a flexión a dicho marco, por lo que se procede a verificar que éste pueda resistir la tensión de trabajo.

Se propone la utilización de módulos de 1,5 metros de altura, los cuales permiten cubrir los 4,5 metros máximos de excavación. El ancho de los módulos, es decir el lado paralelo a la dirección de la zanja es de 2 metros, siendo ésta también la separación entre los baricentros de los perfiles compuestos que se encuentran solicitados a flexión con el empuje del suelo.

El módulo cuenta con dos puntales horizontales perpendiculares a la zanja y que trabajan a compresión. El primero de ellos se encuentra en la parte superior y el segundo distanciado 50 centímetros por debajo de éste. Esta configuración permite dejar libre el metro inferior a los efectos de brindar al operario más libertad para maniobrar dentro de la zanja y colocar los caños adecuadamente.

A partir de estas condiciones se calcula la carga por metro lineal de excavación que deben soportar cada uno de los perfiles.

$$Q = P * a \quad (24)$$

Donde:

Q: carga por metro lineal que reciben los perfiles en t/m.

P: empuje del suelo por unidad de superficie en t/m².

a: ancho de influencia de suelo para cada perfil, en metros.

El cálculo de la carga es:

$$Q = 3,42 \frac{t}{m^2} * 1 m = 3,42 \frac{t}{m}$$

A partir del uso del software de cálculo estructural "Ftool" se modela el estado de carga (Figura 5.7.) del sistema estructural planteado y se obtienen los momentos flectores (Figura 5.8.) y esfuerzos normales (Figura 5.9.).

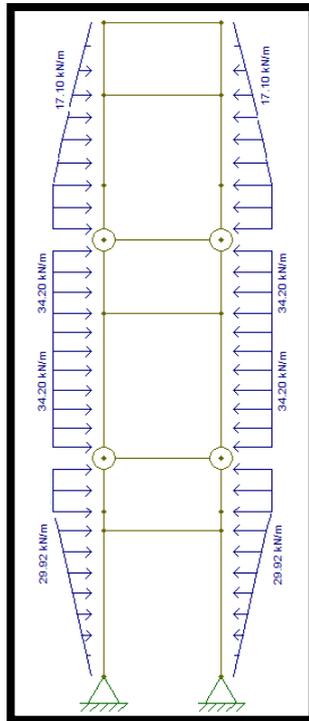


Figura 5. 7. Estado de cargas para el entibado propuesto.

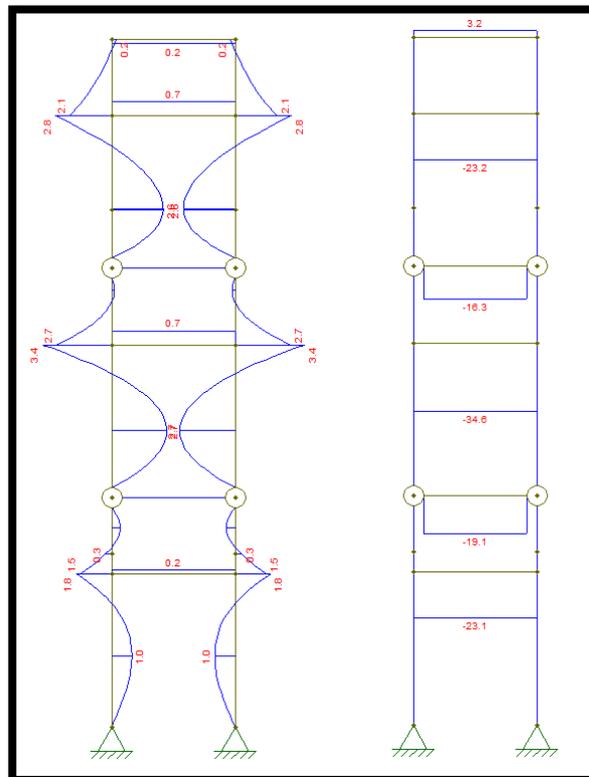


Figura 5.8. y 5.9. Diagrama de momentos flectores y esfuerzos normales del sistema.

Los valores obtenidos son de $N = 34.600 \text{ Kg}$ y $M_f = 34.000 \text{ Kgcm}$, por lo tanto, se deben elegir secciones y materiales, para los puntales y marcos, que permitan absorber dichos esfuerzos.

5.4.2.2. Elección de materiales

Se opta por utilizar un entibado prefabricado compuesto por metal y madera, a los efectos de facilitar las tareas dentro de la obra, tanto en lo que refiere al proceso de excavación como a la colocación y posicionamiento de los caños dentro de la zanja. El mismo además otorga mayor seguridad que los entibados compuestos únicamente por madera.

Cada módulo del entibado propuesto está formado por marcos de madera fenólica impermeabilizada sujeto en los extremos por dos perfiles (UPN 100) soldados entre sí. En sentido transversal se disponen puntales compuestos por dos perfiles soldados del mismo tipo. Para todos los elementos metálicos se utiliza acero F-24. En la **Figura 5.10.** se presenta un esquema detallado de este tipo de entibación.

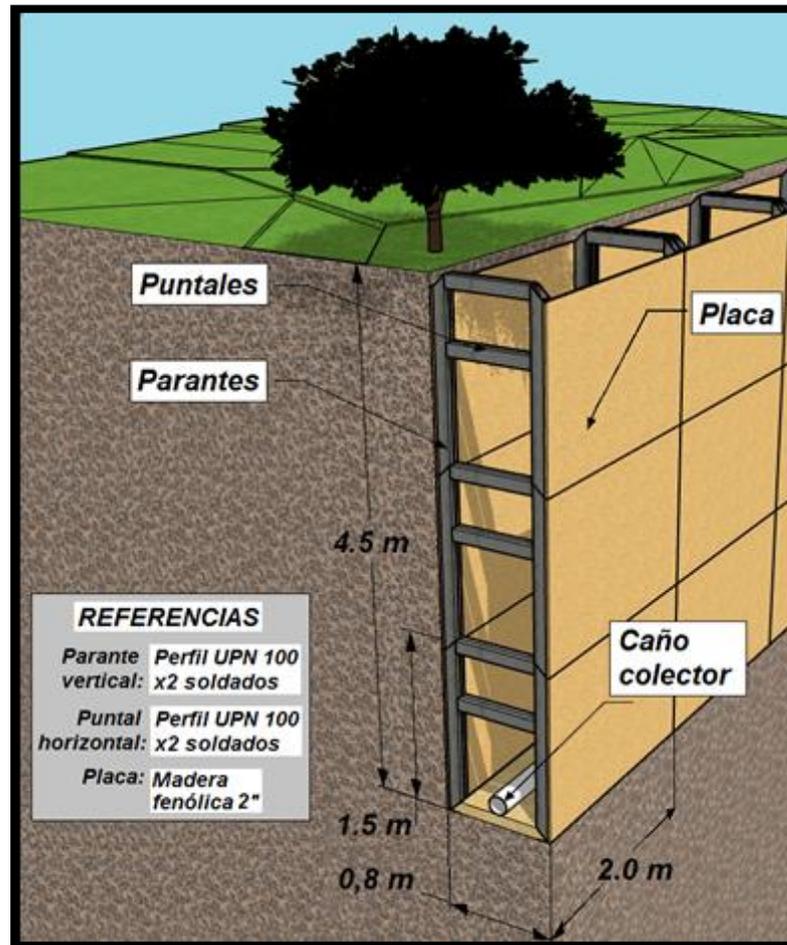


Figura 5. 10. Esquema de entibado propuesto.

A continuación, en la **Tabla 5.7.** se presentan las características correspondientes a los elementos que conforman los módulos. En el caso de los perfiles UPN 100, se obtienen sus características geométricas provistas por el fabricante Acindar.

Tabla 5. 7. Características técnicas del perfil elegido. Fuente: Acindar, 2008.

Perfil UPN 100 mm					
Material	Tensión admisible	Momentos de inercia		Modulos resistente a la flexión	
	σ flexión	Jx	Jy	Wx	Wy
Acero F-24	1600 kg/cm ²	206 cm ⁴	41,2 cm ⁴	29,3 cm ³	8,5 cm ³
Dimensiones					
A	h	b	s	t	Xg
13,5 cm ²	100 mm	50 mm	6 mm	9 mm	1,55 cm

5.4.2.2.1. Verificación de los parantes

Se debe comparar la tensión admisible a flexión del material con el valor de la tensión de trabajo de dicho elemento estructural. Es necesario satisfacer la siguiente condición:

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_{trabajo} \quad (25)$$

Donde:

σ_{adm} : tensión admisible a flexión en kg/cm².

$\sigma_{trabajo}$: tensión de trabajo en kg/cm².

La siguiente expresión permite calcular la tensión de trabajo:

$$\sigma_{trabajo} = \frac{MfMáx}{W_y} \quad (26)$$

Siendo:

$\sigma_{trabajo}$: tensión de trabajo a flexión en kg/cm².

$MfMáx$: momento máximo solicitante en Kgcm.

W_y : módulo resistente a la flexión en cm³.

Utilizando los valores correspondientes para el cálculo, se obtiene la tensión de trabajo:

$$\sigma_{trabajo} = \frac{34.000 \text{ kgcm}}{58,6 \text{ cm}^3} = 580,20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se satisface la condición 25, lo que sería:

$$2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 580,20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para los parantes se eligen dos perfiles de acero F-24 tipo UPN 100 soldados entre sí.

5.4.2.2.2. Verificación del puntal

Se debe comparar la tensión admisible a compresión del material con el valor de la tensión de trabajo de dicho elemento estructural. Es necesario satisfacer la siguiente condición:

$$\sigma_{adm} \geq \sigma_{trabajo} \quad (27)$$

Donde:

σ_{adm} : tensión admisible a compresión en kg/cm².

$\sigma_{trabajo}$: tensión de trabajo en kg/cm².

La siguiente expresión permite calcular la tensión de trabajo, considerando que ésta comprende la sollicitación axil y el fenómeno de pandeo:

$$\sigma_{trabajo} = \frac{N * \omega}{A} \quad (28)$$

Siendo:

$\sigma_{trabajo}$: tensión de trabajo a compresión en kg/cm².

N : esfuerzo axil a compresión en kg.

ω : módulo de pandeo.

A : área de la sección transversal en cm².

Para calcular el coeficiente ω es necesario calcular la esbeltez de la pieza con la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{Lb * k}{i \text{ min}} = \frac{Lp}{i \text{ min}} \quad (29)$$

Donde:

λ : esbeltez de la barra.

L_b : longitud del puntal en cm.

k : coeficiente que depende de las condiciones de vínculo de la barra.

i mín: radio de giro mínimo en cm.

L_p : longitud de pandeo en cm.

La longitud de pandeo (L_p) está dada por el producto de la longitud real de la barra (L_b) y el coeficiente k que depende de las condiciones de vínculo. En este caso el puntal compuesto por dos perfiles UPN 100 soldados entre sí, presenta en sus extremos unión por soldadura, lo que se traduce en una barra sometida a compresión, biempotrada y con un coeficiente $k = 0,5$. Por motivos de seguridad se escoge como coeficiente $k = 1$, suponiendo que los perfiles no se encuentren perfectamente soldados, siendo ésta la peor situación, y para la cual si se verifica la misma, se garantiza que el puntal va a trabajar de forma correcta.

Por otro lado el radio de giro mínimo, en el caso de perfiles comerciales, se extrae de las tablas provistas por los fabricantes. Este valor depende de la relación entre la inercia de la sección transversal, en su sentido más desfavorable, y el área de la misma. En este caso se utiliza el radio de giro mínimo ($i_y = 1,47$ cm), según Acindar, y se lo multiplica por dos, por tratarse de dos perfiles vinculados. A continuación, se calcula la esbeltez a partir de la expresión (29):

$$\lambda = \frac{60 \text{ cm} * 1}{2 * 1,47 \text{ cm}} = 20,4$$

Se ingresa a la Tabla 3 para acero F-24 del Cirsoc 301-2005 "Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios", con dicho valor de esbeltez $\lambda = 20,4$, y se obtiene un valor $\omega = 1,20$. Utilizando los valores correspondientes para el cálculo, se obtiene la tensión de compresión:

$$\sigma_{trabajo} = \frac{34.600 \text{ kg} * 1,20}{27,0 \text{ cm}^2} = 1.538 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se satisface la condición 27, es decir:

$$1.600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 1.538 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

De esta manera se adopta para los puntales horizontales de cada módulo dos perfiles de acero F-24 tipo UPN 100 soldados entre sí.

5.4.2.2.3. Verificación de la placa de madera

Se decide utilizar placas de madera contrachapada fenólica de un espesor de dos pulgadas. Es importante destacar que este material es sensible a la absorción de humedad, lo que afecta negativamente sus propiedades mecánicas. Por lo tanto, a los efectos de prolongar la vida útil de cada uno de los módulos, es necesario impermeabilizar las placas.

A continuación, se presenta en la **Tabla 5.8.** las características técnicas de la placa fenólica propuesta.

Tabla 5.8. Características de placa fenólica elegida.

Placa contrachapada fenólica de 2"					
Tensión admisible	Momento de inercia	Módulo resistente a la flexión	Módulo de elasticidad longitudinal	Espesor	Ancho
σ flexión	J_y	W_y	E	h	b
5100 t/m ²	0,0000164 m ⁴	0,0006452 m ³	815772 t/m ²	0,0508 m	1,5 m

Se procede a dimensionar los marcos laterales de madera a flexión. Para ello se utiliza el empuje del suelo por unidad de superficie calculado en la ecuación 23, dicho valor es 3,42 t/m².

La placa de madera es un elemento superficial y se lo calcula como una viga de ancho de 1 metro, biarticulada en los perfiles metálicos calculados anteriormente. Por lo que la carga por unidad de superficie correspondiente al empuje de suelo, es decir 3,42 t/m², es multiplicada por 1 metro de ancho. Es así que se tiene una viga de 2 metros de longitud, biarticulada y solicitada con una carga uniformemente distribuida de 3,42 t/m.

Para considerar los diferentes factores que modifican la resistencia de la madera, como el grado de humedad variable, se decide utilizar un coeficiente de mayoración de carga de 1,3. Esto implica que se incrementa la carga un 30%.

$$Q_{\text{cálculo}} = Q * \text{Coefmayorador} = 3,42 \text{ t/m} * 1.3 = 4,45 \text{ t/m}$$

Donde:

Qcálculo: Carga de cálculo mayorada en t/m.

Q: Carga del empuje del suelo en t/m.

Coefmayorador: Coeficiente de mayoración de carga.

El sistema en cuestión tiene una solicitación máxima de momento flector calculable con la fórmula $\frac{Q * L^2}{8}$, donde el valor máximo se da en el centro de la luz, es decir a 1 metro de distancia de cada apoyo.

Se procede a calcular su valor:

$$Mú = \frac{Q_{\text{cálculo}} * L^2}{8} = \frac{4,45 \text{ t/m} * (2 \text{ m})^2}{8} = 2,22 \text{ t.m}$$

Donde:

Mú: Momento flector último en t.m.

Qcálculo: Carga de cálculo en t/m.

L: Longitud de cálculo en m.

Luego de realizar el cálculo del momento último, es necesario calcular el momento nominal dividiendo el momento último por el factor correspondiente a la flexión 0,9:

$$Mn = \frac{Mú}{0,9} = \frac{2,22 \text{ t.m}}{0,9} = 2,47 \text{ t.m}$$

Donde:

Mn: Momento flector nominal en t.m.

Mú: Momento flector último en t.m.

Considerando las características geométricas de la sección transversal de la placa elegida, espesor "h" y ancho "b", es posible determinar la inercia de la pieza y su módulo resistente a la flexión, como se presenta en la **Tabla 5.8**.

Se procede a determinar la tensión de trabajo del material:

$$\sigma_{\text{trabajo}} = \frac{Mn}{Wy} = \frac{2,47 \text{ t.m}}{0,0006452 \text{ m}^4} = 3829 \text{ t/m}^2$$

Donde:

σ_{trabajo} : tensión de trabajo en t/m².

Mn: Momento flector nominal en t.m.

Wy: Módulo resistente a la flexión en m⁴.

Se debe comparar la tensión admisible a flexión del material con el valor de la tensión de trabajo de dicho elemento estructural. Es necesario satisfacer la condición (25) establecida anteriormente.

$$5100 \frac{t}{m^2} \geq 3829 \frac{t}{m^2}$$

Se verifica que la placa de madera contrachapa adoptada resiste las tensiones de trabajo del sistema.

Finalmente se procede a calcular los valores de deflexiones máximas de la placa a los efectos de garantizar que éstas sean acordes al uso en cuestión.

Para este tipo de sistema, es posible calcular la flecha máxima de la placa, ubicada en el centro de la luz, mediante la siguiente expresión:

$$Y_{\text{máx}} = \frac{5 * Q * L^4}{384 * E * Jy} = \frac{5 * 4,45 \text{ t/m}^2 * (2 \text{ m})^4}{384 * 815772 \text{ t/m}^2 * 0,000164 \text{ m}^4} = 0,069 \text{ m}$$

Donde:

Ymáx: Deflexión máxima en m.

Q: Carga de cálculo en t/m.

L: Longitud de cálculo del elemento en m.

E: Módulo de elasticidad longitudinal en t/m².

Jy: Momento de inercia en m⁴.

El resultado obtenido es de una deflexión de 6,9 centímetros a 1 metro del apoyo.

La placa de madera contrachapada adoptada de 2 pulgadas se deforma alrededor de 7 centímetros en el centro del módulo en el peor de los casos, es decir, para profundidades de más de 3 metros, donde la carga sobre el módulo es uniforme y máxima.

Debido a que dicha eventual deformación no significa una amenaza hacia la seguridad de la estructura modular de entibación, así como tampoco para la salud de los operarios, se considera lógico el valor obtenido y se adopta como válida la placa de madera con las características anteriormente descritas.

CAPÍTULO 6

VERIFICACIÓN DE LA RED CLOACAL EXISTENTE

La red cloacal proyectada para el barrio Güemes se une a dos diferentes sectores de la red existente. Una gran parte desemboca en la entrada de un pozo de bombeo ubicado en la intersección de calles Presidente Perón y La Rioja, en tanto que la otra, correspondiente a la zona sur del barrio, se une a las cañerías colectoras de calle Los Andes.

En el siguiente capítulo se realiza la verificación necesaria para garantizar que el sistema va a continuar funcionando con normalidad a partir de la puesta en servicio de la red proyectada.

6.1. CONSIDERACIONES DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED CLOACAL

En una red cloacal que funciona por gravedad existen 3 variables determinantes que tienen relevancia en su funcionamiento. Éstas son el caudal de efluentes que se debe evacuar, y las secciones y pendientes de los caños que la componen.

Para cada ampliación de una red, debe verificarse que todos los tramos que se encuentran aguas abajo de la nueva zona servida, tengan caños colectores con las pendientes y dimensiones suficientes para resistir el incremento de caudal sin que colapse el sistema.

Si bien la red existente tiene 15 años, se realiza su verificación para un período de vida útil similar al empleado en el proyecto del barrio Güemes. Es por eso que se decide utilizar el mismo gasto hectométrico de diseño máximo, suponiendo que la población del sector céntrico de la ciudad sigue una tendencia de crecimiento igual.

6.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA EXISTENTE

Para realizar el análisis de la red existente se utilizan los planos otorgados por la empresa S&D Ingenieros, quien fue la encargada de su proyecto y ejecución en el año 2005. Los planos de la red, del pozo de bombeo, estación elevadora y planta de tratamiento se encuentran en el **Anexo VI “Proyecto Existente”**.

El sistema funciona en su mayoría por gravedad, pero cuenta con un pozo de bombeo y una estación elevadora. Además, a 2,44 km de esta última se encuentra la planta de tratamiento. A continuación, se presenta una síntesis de cómo se compone el sistema existente según S&D Ingenieros:

- 171 bocas de registro.
- 18.429 metros de cañería colectora domiciliaria.
- 2.440 metros de cañería de impulsión.
- 2 estaciones de bombeo.
- Planta de tratamiento compuesta por 2 lagunas.

La red se divide en 2 colectores principales que recorren las calles San Martín-Santa Fe y Presidente Perón-Independencia. El primero evacúa los efluentes de la zona céntrica-oeste de la ciudad, atravesando las vías del ferrocarril. En este sector además existe una conexión prevista por S&D Ingenieros para un bombeo futuro en caso de que se extienda la red. El segundo se desarrolla desde la intersección de calles Presidente Perón y Los Andes, en sentido norte-sur hasta la estación elevadora final. En dicha intersección se encuentra otra conexión para un bombeo futuro, la cual es utilizada para la unión de la red proyectada del Barrio Güemes con el sistema existente.

A lo largo del recorrido de los colectores, en las bocas de registros que componen su trazado, se unen los diferentes sectores de la red. En los planos del **Anexo VII “Verificación de Red Existente”**, se detallan por colores las diferentes subcuencas. Esto permite analizar rápidamente el sentido de evacuación de cada sector del sistema.

Los dos colectores principales nombrados se unen en una boca de registro que se ubica en la intersección de las calles Santa Fe e Independencia. Aquí el primero llega con un diámetro de 250 mm y el segundo de 200 mm, posterior a este punto, se mantiene un diámetro de 315 mm.

La red funciona por gravedad hasta llegar a un pozo de bombeo existente. El mismo se encuentra sobre calle Independencia, entre Vuelta de Obligado y Juan Manuel de Rosas. Éste otorga la altura necesaria para que todo el sistema pueda seguir funcionando por gravedad hasta alcanzar la estación elevadora. Finalmente, los efluentes de la ciudad son impulsados desde la misma hasta la planta de tratamiento ubicada fuera del radio urbano.

En los capítulos siguientes se realiza una verificación de las estaciones de bombeo mencionadas.

6.3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

A partir del proyecto otorgado por SyD Ingenieros, se realiza un análisis del escurrimiento por cuencas del sistema cloacal en toda la ciudad. En consecuencia, se extraen los valores de diámetros y cotas de inicio y fin de cada uno de los tramos colectores que se encuentran aguas abajo del barrio proyectado. Además, se conocen las longitudes de cada colector entre bocas de registro.

Con esta información, y utilizando la fórmula de Manning, es posible calcular el caudal máximo de evacuación de cada uno de ellos.

$$QMáx = \left(\frac{0,312 * \varnothing * i^{\frac{1}{2}}}{n} \right)^{\frac{8}{3}} \quad (30)$$

Donde:

QMáx: caudal máximo en m³/s que puede evacuar el colector analizado.

∅: diámetro interno del colector en mm.

i: pendiente de la cañería en m/m.

n: características del material PVC.

Para cada caño se evalúa su pendiente, y se utiliza el coeficiente para el material PVC que es igual a n = 0,01.

Finalmente se hace una comparación mediante planillas de cálculo donde se debe verificar que para cada colector se cumpla:

$$Qmáx > Q \text{ acumulado}$$

Es conveniente garantizar que en todos los tramos el caudal acumulado sea menor al 90% del caudal máximo. Esto permite que haya espacio suficiente dentro de la cañería para que se ventilen los gases generados por descomposición de los efluentes. Se evita así el daño del material y en consecuencia se prolonga la vida útil del sistema.

6.4. VERIFICACIÓN A TRAVÉS DE PLANOS Y PLANILLAS DE CÁLCULO

En calles San Martín-Santa Fe y Presidente Perón-Independencia, se encuentran los caños colectores principales. El efluente de la red proyectada es evacuado a través de ellos. Para la verificación de ambos se utilizan planillas de cálculo.

La cantidad total de hectómetros de la red proyectada es 97,21 hm. De este valor, 83,11 hm son evacuados a través del caño colector Presidente Perón-Independencia, en tanto que los 14,07 hm restantes lo hacen al colector San Martín-Santa Fe.

En los planos del **Anexo VII “Verificación de Red Existente”**, se distinguen en colores las subcuencas que llegan a cada uno de los colectores principales. En correspondencia con

esto, en las planillas se identifican con los mismos colores cada uno de los caños de dichas subcuencas. Los documentos mencionados se nombran a continuación:

- 7.1. Planilla de verificación del colector de calles San Martín y Santa Fe.
- 7.2. Plano de subcuencas del colector de calles San Martín y Santa Fe.
- 7.3. Planilla de verificación del colector de calles Presidente Perón e Independencia.
- 7.4. Plano de subcuencas del colector de calles Presidente Perón e Independencia.

Cabe aclarar que para la verificación de ambos colectores se realizan dos planillas por separado. Cada una presenta su propia nomenclatura y es independiente de la otra.

A continuación, se enlistan las variables tenidas en cuenta en la planilla:

- Boca de registro: correspondientes al colector principal, receptoras de los caños de cada subcuenca.
- Subcuencas aguas arriba: sectores o zonas de evacuación que recibe cada boca de registro.
- Longitud de influencia: hectómetros de cada subcuenca analizada.
- Caudal unitario: caudal de aporte de cada subcuenca.
- Caudal acumulado: caudal total que recibe cada boca de registro.
- Cota inicio: nivel al inicio de cada tramo entre bocas de registro.
- Cota final: nivel al final de cada tramo entre bocas de registro.
- Longitud: correspondiente a tramos entre bocas de registro.
- Pendiente: correspondiente a tramos entre bocas de registro.
- \emptyset : diámetro comercial del caño adoptado del tramo analizado.
- Caudal máximo: Caudal admisible a sección llena de cada colector.
- ¿OK?: Verificación de caudal acumulado respecto al caudal máximo.
- Q/QLL: relación entre el caudal que transporta cada colector y su máximo admisible.

Se verifica que el sistema cloacal existente admite completamente la red proyectada para el barrio Güemes.

CAPÍTULO 7

DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO

Una estación de bombeo cloacal es un sistema utilizado para elevar los efluentes domiciliarios hasta un punto receptor final.

Normalmente se emplean cuando la topografía del lugar no permite desaguar por gravedad o bien cuando para lograr esta alternativa se requieren grandes profundidades de excavación, lo que se traduce en un costo económico mayor. Consecuentemente, es conveniente emplear un sistema de bombeo que brinde la energía necesaria para que el efluente llegue al punto deseado.

En este caso, al encontrarse el punto de salida de la red proyectada por debajo de la cota de unión con el sistema existente, es indispensable la construcción de un pozo de bombeo para que la red pueda seguir funcionando por gravedad.

En el siguiente capítulo se realiza el diseño de éste, así como también las verificaciones del sistema existente, esto incluye un pozo de bombeo y una estación de impulsión final.

7.1. POZO DE BOMBEO PROYECTADO

7.1.1. Composición

Las estaciones de bombeo, en general, están formadas por los siguientes elementos:

- Pozo de bombeo con dispositivos auxiliares y conductos de aspiración.
- Bombas y válvulas de seguridad.
- Cañería de impulsión.
- Casilla de operación con tableros de controles y alarmas.

El pozo de bombeo o cámara de aspiración cumple la función de almacenar el efluente antes de su bombeo. Es aconsejable utilizar rejas como mecanismo previo para interceptar sólidos que puedan dañar las bombas. Es necesario que las mismas se encuentren sumergidas en el efluente dentro de la cámara para evitar que sufran el fenómeno de cavitación.

El volumen que puede almacenar la cámara de bombeo depende del tipo de bomba que se emplee. Éstas pueden ser de velocidad constante o variable. En el primer caso, el volumen de la cámara debe ser suficiente para evitar una elevada frecuencia de arranques y paradas, lo que implica el acortamiento de la vida útil de la bomba. En cambio, si éstas son de velocidad variable, puede regularse su intensidad de trabajo, en función del caudal ingresante al pozo y a lo que suceda en el resto de la red.

7.1.2. Criterios de diseño

Se proyecta la construcción de la estación de bombeo en un terreno de la Cooperativa de Agua Potable de Tostado, ubicado en calles Presidente Perón y La Rioja. La extensión del predio ronda los 250 m² y está compuesto por superficie verde y árboles. Debido a que se encuentra a menos de 100 metros de la conexión con el sistema existente, y que el resto del entorno del barrio se encuentra edificado, se considera a esta alternativa como la más factible para implantar la estación.

Para la unión del barrio Güemes con el sistema existente, se utiliza la boca de registro ubicada en la intersección de las calles Presidente Perón y Los Andes. La misma ha sido prevista por la empresa S&D Ingenieros durante el proyecto y ejecución de la red existente en el año 2005.

A partir de lo citado, para el diseño de la estación de bombeo se decide contemplar el sector norte de la ciudad, lo que incluye el proyecto del barrio Güemes, y una eventual futura ampliación para el barrio San Genaro y el resto de la zona.

En la **Figura 7.1.** se muestra el área de influencia con que se dimensiona el pozo de bombeo.

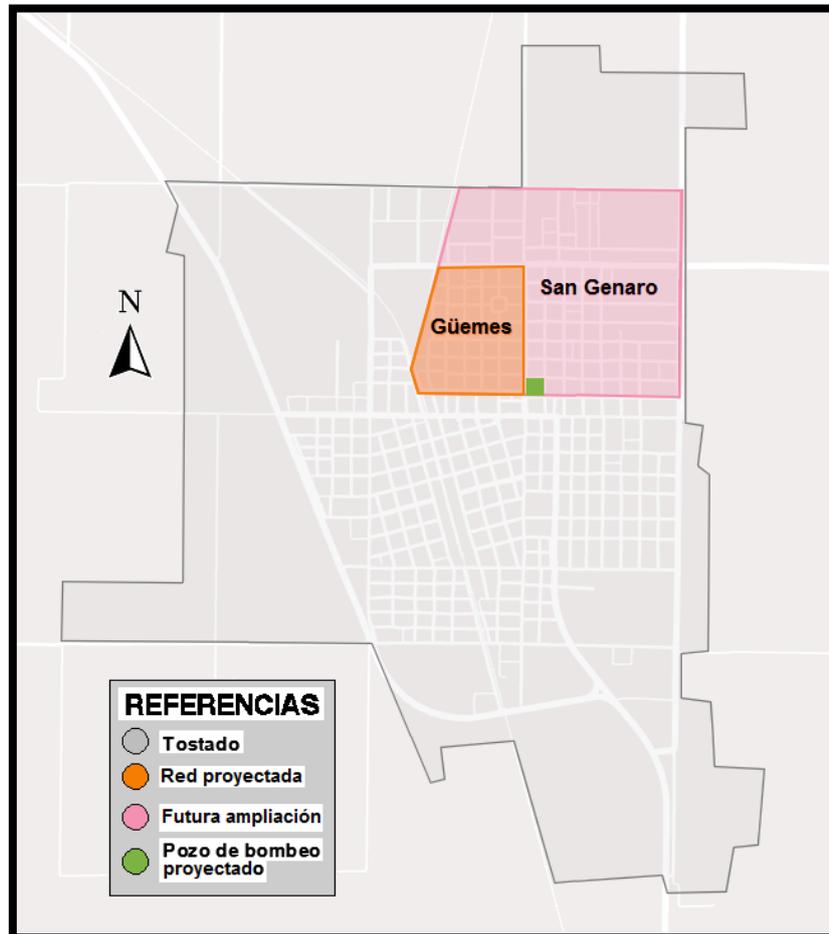


Figura 7.1. Resolución planteada para barrios Güemes y San Genaro.

A continuación, se realiza el cálculo de la estación de bombeo proyectada.

7.1.3. Diseño de estación de bombeo

7.1.3.1. Descripción

Se propone una cámara de aspiración de sección cuadrada construida in situ de hormigón armado, la cual cuenta con dos bombas sumergibles trabajando en forma alternada. Esto presenta la ventaja de que, en caso de reparación y mantenimiento de una de ellas, el pozo de bombeo puede seguir funcionando con normalidad.

Además, la estación de bombeo cuenta con dispositivos de protección como rejas y canastos que tienen la función de interceptar sólidos, presentes en el efluente, que pueden dañar las bombas.

La red proyectada para el barrio Güemes incluye una boca de registro en calle Presidente Perón entre Jujuy y Los Andes. Ésta se encuentra próxima al predio de la estación de bombeo proyectada, y tiene como función recolectar los efluentes de todo el barrio para conducirlos por gravedad hacia la cámara de aspiración. En ésta se eleva el nivel del efluente y por medio de la cañería de descarga llega al punto de salida deseado.

Si bien el proyecto en cuestión considera la construcción de la red cloacal en el barrio Güemes, se pretende que la estación de bombeo propuesta tenga la capacidad de impulsar el caudal evacuado por el barrio San Genaro en una posible futura ampliación. A partir de esta premisa se realiza el dimensionamiento de la cámara húmeda, así también como la selección de bombas, para dos situaciones diferentes.

La situación A considera el funcionamiento de la red cloacal del barrio Güemes con descarga libre hacia la red existente, a través de una boca de registro ubicada en calles Presidente Perón y Los Andes. A partir de este punto el efluente circula por gravedad hasta llegar a la estación elevadora ubicada en calles Independencia y Héctor Estela.

La situación B tiene en cuenta el caudal de dicho barrio más la puesta en servicio del barrio San Genaro. Esta situación propone la impulsión directa del efluente hasta la estación elevadora citada anteriormente.

7.1.3.2. Dimensionamiento de cámara húmeda

Para el dimensionamiento de la cámara húmeda se utiliza el caudal correspondiente a la zona norte de la ciudad de Tostado. Esto incluye el caudal de diseño correspondiente a la red del barrio Güemes como así también el caudal de aporte del barrio San Genaro.

Si bien para el barrio San Genaro no se realiza un estudio detallado de la cantidad de habitantes, ni una estimación poblacional, se considera apropiado plantear una relación lineal comparando la extensión areal de ambos barrios a los efectos de obtener un caudal de diseño equivalente para la futura ampliación.

Es decir, considerando el caudal de diseño del barrio Güemes de 49,10 m³/h y su extensión areal de 7.073 m², y que San Genaro cuenta con 10.700 m², entonces su caudal equivalente representa 74,28 m³/h. Cabe reiterar que los 49,10 m³/h se reparten entre el colector de calle San Martín-Santa Fe y el de Presidente Perón-Independencia. Este último recibe 41,98 m³/h posterior a la elevación de su nivel en el pozo de bombeo, por lo tanto se selecciona este valor para los cálculos posteriores de la situación A y a lo largo del capítulo se hará referencia a éste como caudal del barrio Güemes.

Por otro lado, se define como caudal de diseño para la cámara húmeda la situación B, que contempla la suma de ambos caudales (116,26 m³/h), es decir 41,98 m³/h y 74,28 m³/h. En la **Tabla 7.1.** se presenta un resumen de lo calculado.

Tabla 7.1. Caudal de diseño de la cámara húmeda.

	Extensión	Caudal
Situación A	Guemes	41,98 m ³ /h
Situación B	Guemes + San Genaro	116,26 m ³ /h

Según COFAPyS, es posible determinar el volumen útil de la cámara de aspiración a partir del caudal de diseño, un factor de bombeo “m” y la frecuencia de funcionamiento de las bombas. La expresión que relaciona lo anteriormente mencionado es:

$$V = \frac{m * Q_{25} * t}{4} \quad (31)$$

Donde:

V: volumen útil de la cámara de aspiración en m³.

m: coeficiente de bombeo.

Q₂₅: caudal máximo en m³/h para la vida útil de la obra proyectada.

t: frecuencia máxima admisible de arranques de la bomba durante una hora.

El factor de bombeo “m” maximiza el caudal, actuando como margen de seguridad. Por recomendación de COFAPyS se utiliza un valor de 1,10 para este factor.

El parámetro “t” representa la frecuencia máxima de arranques y paradas que puede efectuar la bomba durante una hora. Para el diseño de esta cámara de aspiración se decide utilizar una frecuencia de 6 arranques por hora.

Luego de presentar la expresión y los datos necesarios para calcular el volumen de la cámara de aspiración se procede con su cálculo:

$$V = \frac{1,10 * 116,26 \frac{m^3}{h} * 0,167 h}{4} = 5,33 m^3$$

Posterior a la determinación del volumen útil se define la superficie en planta del pozo de bombeo. Se adopta una sección cuadrada de 3 metros de lado, lo que representa una superficie de:

$$S = 3 m * 3 m = 9,00 m^2$$

A partir de esto es posible despejar la altura útil, la cual se obtiene de la relación entre el volumen (V) y la superficie (S) del pozo:

$$H1 = \frac{5,33 m^3}{9,00 m^2} = 0,60 m$$

El resultado obtenido representa la altura mínima útil para satisfacer las condiciones del caudal de diseño.

En el **Título 7.1.6. Detalles técnicos** se realiza el análisis detallado de las características y funciones que cumple cada parte de la cámara de aspiración.

7.1.4. Cañería de impulsión

Todo el volumen almacenado por la cámara de aspiración debe ser transportado hasta la planta de tratamiento para el posterior vertido en un cuerpo receptor final. Para cumplir con este objetivo se utiliza la cañería de impulsión, la cual transporta los efluentes bajo presión hasta el punto de descarga correspondiente.

Para el dimensionamiento de esta cañería se deben tener en cuenta diferentes situaciones que la condicionan. La misma se encuentra solicitada tanto por fuerzas internas como externas. Las primeras hacen referencia a la presión con la que circula el fluido dentro de la cañería, y a una posible sobrepresión por cambios en la velocidad, fenómeno conocido como Golpe de Ariete. Por otro lado, las fuerzas externas consisten en las cargas generadas por la tapada del suelo y el tránsito vehicular en la zona de la cañería.

Es necesario que la cañería tenga la resistencia mecánica para soportar dichas sollicitaciones sin sufrir roturas. Para esto, debe seleccionarse adecuadamente la clase de la tubería. La misma representa la presión máxima en régimen permanente a la que se puede someter al caño.

Por otro lado, en aquellos puntos del trazado de la cañería donde se generen cambios de dirección o choques, es recomendable utilizar anclajes o dados de hormigón para garantizar la estanqueidad de la cañería de impulsión. De esta manera no sufre movimientos en su posición, lo que asegura el transporte del fluido hasta el punto deseado.

Como fue mencionado con anterioridad la estación de bombeo es dimensionada para dos situaciones diferentes. La situación A que contempla sólo el caudal de diseño para el barrio Güemes y que tiene como destino final la boca de registro ubicada en la intersección de Presidente Perón y Los Andes. Por otro lado, la situación B, contempla el caudal para el barrio Güemes y además el barrio San Genaro. Para esta situación, que se supone como la más

desfavorable, se propone la resolución a través de una cañería de impulsión que transporte los fluidos hasta la estación que se encuentra en Independencia y Héctor Estela.

A continuación, se describen los trazados de la cañería de impulsión para ambas situaciones.

7.1.4.1. Traza y perfil

7.1.4.1.1. Situación A

El circuito comienza en la boca de registro sobre Presidente Perón entre Jujuy y Los Andes. A partir de ésta, sale un caño por gravedad con cota 69,17 msnm. Éste tiene un diámetro 200 mm y finaliza su recorrido en el punto de entrada a la cámara de aspiración con una cota de 68,97 msnm. En la estación de bombeo eleva su nivel 3,43 metros columna de agua (mca).

El punto de salida de la estación de bombeo presenta cota 72,40 msnm y se extiende a través de un caño hasta llegar a una boca de registro ubicada al frente del predio con cota 72,27 msnm, sobre calle Presidente Perón. Desde ésta, el líquido circula por gravedad hasta llegar a la boca de registro de unión con el sistema existente con una cota de 72,10 msnm. Finalmente, el efluente escurre por gravedad hasta la estación elevadora ubicada en calles Independencia y Héctor Estela.

En la **Figura 7.2.** se presenta un esquema que sintetiza lo explicado anteriormente.

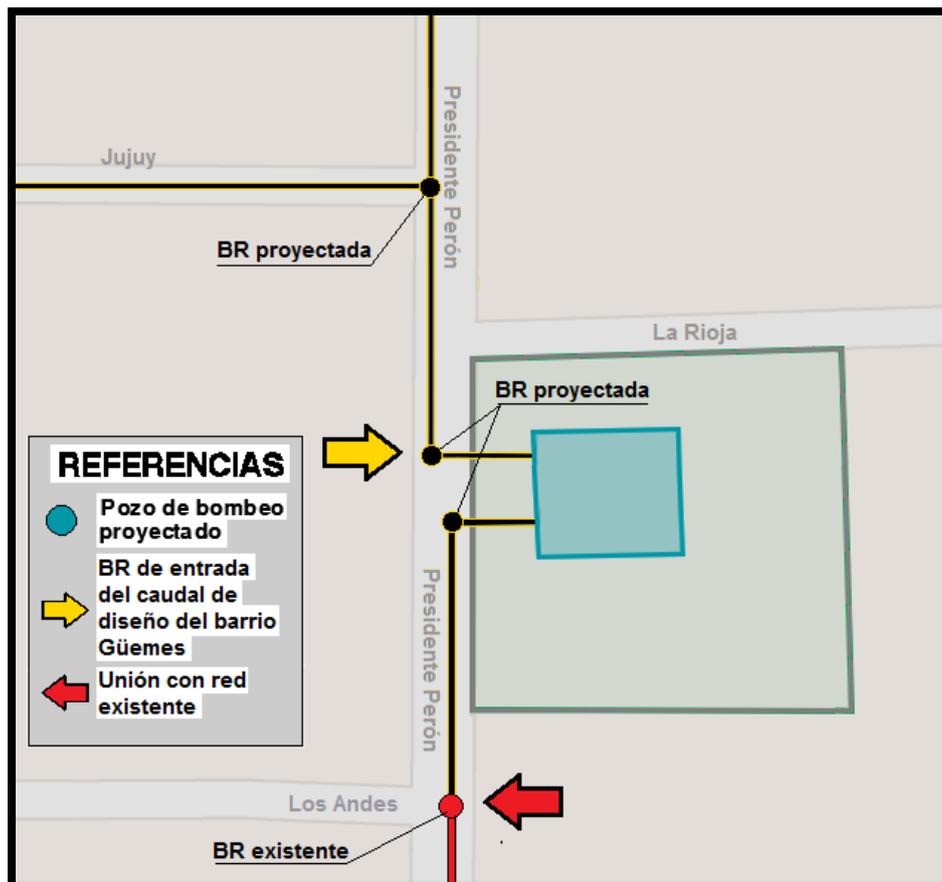


Figura 7.2. Circuito de trazado para la Situación A.

A partir del análisis de la traza de la situación A, se realiza un cómputo de longitud de cañerías y accesorios. Éstos servirán para el cálculo de las pérdidas de carga y en consecuencia la selección de una bomba adecuada para esta situación. En la **Tabla 7.2.** se presenta un resumen del cómputo:

Tabla 7.2. Resumen de longitud y accesorios de la situación A.

Cañería	
Longitud de impulsión	6,50 m
Accesorios	
Válvula esclusa	2
Codo a 90°	3

7.1.4.1.2. Situación B

Debido a que el caño colector principal del sistema existente no tiene capacidad para evacuar un caudal mayor al de la red proyectada del barrio Güemes, se considera apropiado calcular que el sistema de bombeo permita elevar directamente a la estación de impulsión final el caudal generado por una futura ampliación de la red cloacal en la zona norte de la ciudad.

Se propone un trazado del caño de impulsión para esta situación como se muestra en la **Figura 7.3.** El mismo inicia su recorrido en calle La Rioja, frente al predio de la estación de bombeo, se extiende en sentido oeste-este hasta la calle La Pampa. Continúa por ésta en sentido norte-sur hasta llegar a calle Saavedra. Allí realiza un codo para seguir su recorrido en el mismo sentido por calle Mendoza hasta interceptar 6 de Caballería. Aquí un codo a 90° le permite circular en sentido este-oeste, pasando por debajo de la calle Silvestre Begnis, hasta alcanzar la calle Gobernador Crespo. Aquí cambia nuevamente su trayectoria a 90° para circular por ésta, en sentido norte-sur, donde se encuentra con Héctor Estela. En esta intersección cambia su trayectoria en sentido este-oeste, extendiéndose 110 metros hasta alcanzar calle Independencia. Finalmente, un último codo a 90° le permite ingresar a la boca de registro que contiene el caudal de toda la ciudad para dar paso a la entrada de éste a la cámara de aspiración de la estación de impulsión.

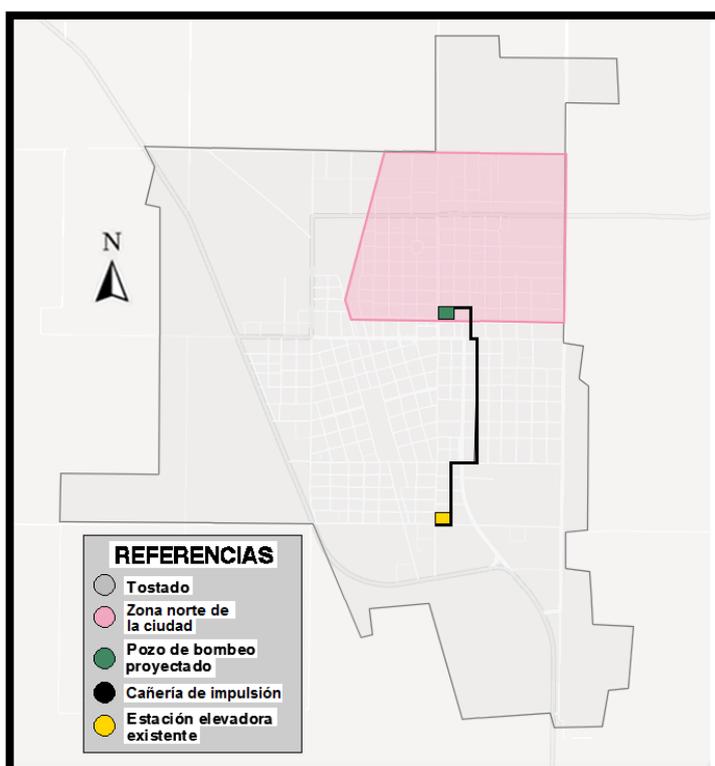


Figura 7.3. Esquema del trazado de impulsión para la Situación B.

Es importante destacar que este trazado de la situación B es tentativo, y se considera el más desfavorable a los efectos del cálculo. Es decir, se supone que una bomba que sea apta para esta situación, responderá adecuadamente ante una situación alternativa. Otra posible solución sería elevar el caudal de los barrios Güemes y San Genaro a una boca de registro ubicada en este último, para que circule aguas abajo por gravedad. Pero al no conocerse la topografía del lugar, no se asegura que pueda ser viable esta alternativa desde el punto de vista constructivo y económico.

Finalmente se presenta en la **Tabla 7.3.** la síntesis de longitudes y accesorios empleados en la traza de la situación B en la totalidad de su recorrido.

Tabla 7.3. Resumen de longitud y accesorios de la situación B.

Cañería	
Longitud de impulsión	2400 m
Accesorios	
Válvula esclusa	5
Válvula de aire	3
Codo a 90°	12
Salida del colector	1
Entrada a BR	1

En los apartados siguientes se utilizan estos cálculos métricos de longitudes y accesorios para determinar las alturas manométricas de las bombas elegidas a los efectos de satisfacer las necesidades de ambas situaciones.

7.1.4.2. Dimensionamiento para caudal máximo

Se utiliza cañería de PVC tanto para la situación A como para la situación B. Este material se caracteriza por ser flexible, otorgando ventajas antes sollicitaciones internas que producen tracción en la cañería.

Se calcula el diámetro a partir del caudal de diseño para la vida útil de 25 años y una relación "T" que contempla la cantidad de horas diarias que trabaja la bomba.

$$\varnothing = 1,3 * T^{\frac{1}{4}} * Q25^{\frac{1}{2}} \quad (32)$$

Donde:

∅: diámetro calculado para la cañería de impulsión en m.

T: relación entre la cantidad de horas de trabajo con las horas de un día.

Q25: caudal máximo en m³/s para la vida útil de la obra proyectada.

A partir del caudal de diseño determinado anteriormente, y estimando que la bomba funciona 10 horas por día, es posible calcular el diámetro necesario para la impulsión de los efluentes.

$$\varnothing = 1,3 * \left(\frac{10}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * \left(0,0323 \frac{m^3}{s}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,1878 \text{ m}$$

Por otro lado, según COFAPyS se debe verificar que la velocidad del efluente que es impulsado debe ser superior a 0,9 m/s. Para determinar la velocidad de funcionamiento se utiliza la siguiente expresión:

$$V = \frac{4 * Q25}{\pi * \varnothing^2} = \frac{4 * 0,0323 \frac{m^3}{s}}{\pi * (0,1882 \text{ m})^2} = 1,16 \frac{m}{s} \quad (33)$$

Donde:

V: velocidad del efluente en la cañería de impulsión en m/s.

Q25: caudal máximo en m³/s para la vida útil de la obra proyectada.

Ø: diámetro interno para la cañería de impulsión en m.

De esta manera se demuestra que la velocidad de impulsión es superior al mínimo establecido.

$$1,16 \frac{m}{s} \geq 0,9 \frac{m}{s}$$

Se adopta un caño de impulsión de diámetro 200 mm de clase 6. En los **apartados 7.1.5.1.3. y 7.1.5.2.3.** se realiza la verificación correspondiente a las solicitaciones que lo afectan.

7.1.4.3. Válvulas

7.1.4.3.1. Situación A

Se disponen dos válvulas esclusas. Una en la cámara de descarga y otra inmediatamente después de la bomba. Las mismas permiten independizar los tramos de la cañería para limpieza y mantenimiento.

7.1.4.3.2. Situación B

En los puntos altos del trazado se disponen tres válvulas de aire repartidas en los 2400 metros de cañería de impulsión. Éstas cumplen la función de regular la entrada y salida del aire a lo largo del trazado. De esta manera se evitan pérdidas de carga, se garantiza el normal escurrimiento y la disminución de riesgos de sobrepresiones localizadas.

Se recomienda colocar válvulas esclusas en diferentes puntos de la cañería, a los efectos de dividirla en subtramos que faciliten realizar tareas de mantenimiento y reparaciones cuando sea necesario.

7.1.5. Sistema de bombeo

7.1.5.1. Situación A

7.1.5.1.1. Cálculo altura de impulsión

La bomba debe elevar el caudal de diseño del barrio Güemes una altura manométrica que está compuesta por la suma del desnivel geométrico entre el punto de entrada a la cámara y el de salida, y las pérdidas de carga generadas por el rozamiento del tramo y los accesorios, como válvulas esclusas y codos a 90°.

7.1.5.1.1.1. Altura geométrica

Está determinada por la diferencia existente entre el nivel del rotor de la bomba y la altura de la cámara de descarga, como se muestra en la siguiente expresión:

$$H_{geométrica} = H_{descarga} - H_{rotor} \quad (34)$$

Donde:

H_{geométrica}: altura geométrica a impulsar por la bomba en la cámara de aspiración en m.

H_{descarga}: nivel de la cámara de descarga que recibe los efluentes en m.

H_{rotor}: nivel del rotor de la bomba de impulsión en m.

Con los valores correspondientes al proyecto se procede al cálculo de la altura geométrica:

$$H_{geo} = 72,40 \text{ m} - 67,38 \text{ m} = 5,02 \text{ m}$$

7.1.5.1.1.2. Pérdidas de carga de tramo

Se considera una pérdida de carga provocada por el rozamiento que existe entre el efluente y las paredes de la cañería. Para esto se utiliza la fórmula establecida por Hazen-Williams:

$$J = \frac{L * 10,7 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}} \quad (35)$$

Donde:

J: pérdida de carga para el tramo en mca.

L: longitud del tramo en m.

Q: caudal de diseño en m³/s para la situación A.

C: coeficiente de rozamiento para el PVC.

∅: diámetro interno de la cañería de impulsión en m.

A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$J = \frac{6,5 \text{ m} * 10,7 * (0,0117 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})^{1,85}}{140^{1,85} * (0,150 \text{ m})^{4,87}} = 0,02 \text{ m}$$

7.1.5.1.1.3. Pérdidas de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas son calculadas con la siguiente expresión:

$$hl = \sum k * \frac{V^2}{2g} \quad (36)$$

Donde:

hl: pérdida de carga localizada por accesorios en mca.

k: coeficiente de pérdida de carga particular para cada accesorio.

V: velocidad del efluente dentro de la cañería en m/s.

g: aceleración de la gravedad en m/s².

Se procede con el cálculo de las pérdidas localizadas para la situación A:

$$hl = 2 * 0,10 * \frac{\left(\frac{0,0117 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0177 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 3 * 0,75 * \frac{\left(\frac{0,0117 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0177 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,06 \text{ m}$$

7.1.5.1.1.4. Curva H-Q del sistema

Si bien para esta situación A, la mayor parte de la altura que debe proporcionar la bomba al sistema corresponde al desnivel geométrico, puede expresarse la variación de la altura manométrica provista por ésta en función del caudal Q de la siguiente manera:

$$H_{sistema} = H_{geométrica} + J + hl \quad (37)$$

Donde:

Hsistema: altura demandada por el sistema en mca.

Hgeométrica: altura geométrica a impulsar por la bomba en la cámara de aspiración en mca.

J: pérdida de carga por rozamiento en el tramo en mca.

hl: pérdida de carga localizada por accesorios en mca.

$$H_{sistema} = 5,02 \text{ m} + \frac{6,5 \text{ m} * 10,7 * Q^{1,85}}{140^{1,85} * (0,150 \text{ m})^{4,87}} + 2 * 0,10 * \frac{\left(\frac{Q}{0,0177 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 3 * 0,75 * \frac{\left(\frac{Q}{0,0177 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$H_{sistema} = 5,02 \text{ m} + 76,63 * Q^{1,85} + 389,87 * Q^2$$

A través de la ecuación de la altura en función del caudal se evalúa ésta para diferentes valores de caudales y se expresan los resultados en la **Tabla 7.4.** y en la **Figura 7.4.**

Tabla 7.4. Altura manométrica en función del caudal para la situación A.

Caudal Q (l/s)	Hsistema (m)
0,000	5,02
0,003	5,03
0,006	5,04
0,009	5,07
0,012	5,10
0,015	5,14

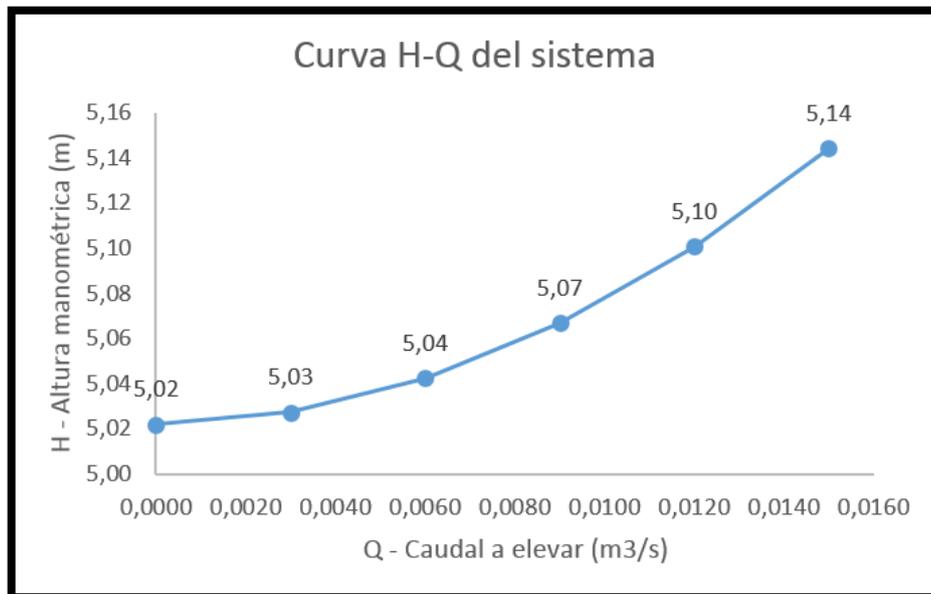


Figura 7.4. Función entre el caudal y la altura del sistema para situación A.

Evaluando la función obtenida anteriormente para el caudal de diseño del barrio Güemes se obtiene la altura manométrica total para el sistema:

$$H_{total} = H_{geométrica} + J + hl \quad (38)$$

Donde:

H_{total}: altura total en mca que debe impulsar la bomba.

H_{geométrica}: altura geométrica a impulsar por la bomba en la cámara de aspiración en mca.

J: pérdida de carga por rozamiento para el tramo en mca.

hl: pérdida de carga localizada por accesorios en mca.

A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$H_{total} = 5,02 \text{ m} + 0,02 \text{ m} + 0,06 \text{ m} = 5,10 \text{ m}$$

Finalmente se deduce que el sistema demanda una bomba que permita impulsar un caudal de 0,0117 m³/s a una altura manométrica de 5,10 metros.

A continuación, se selecciona una bomba que permita satisfacer dichas condiciones.

7.1.5.1.2. Selección de bomba para situación A

Se provee a la cámara húmeda con una bomba Flygt Modelo D-3102 MT 470. Trifásica de 400 V y 50 Hz.

7.1.5.1.2.1. Punto de funcionamiento de sistema y bomba

La intersección de las curvas del sistema y bomba, que relacionan la altura manométrica en función del caudal a impulsar, arroja que la bomba permite elevar un caudal de 22 l/s a una altura de 5,30 mca. Dichos valores corresponden al punto de funcionamiento de la bomba para este sistema y satisfacen la demanda de la situación A.

Por otro lado, el fabricante provee la curva que relaciona la potencia consumida por la bomba en kW en función del caudal de trabajo. Se obtiene que la bomba funciona a 2,85 kW. En la **Figura 7.5.** se presentan las intersecciones mencionadas anteriormente.

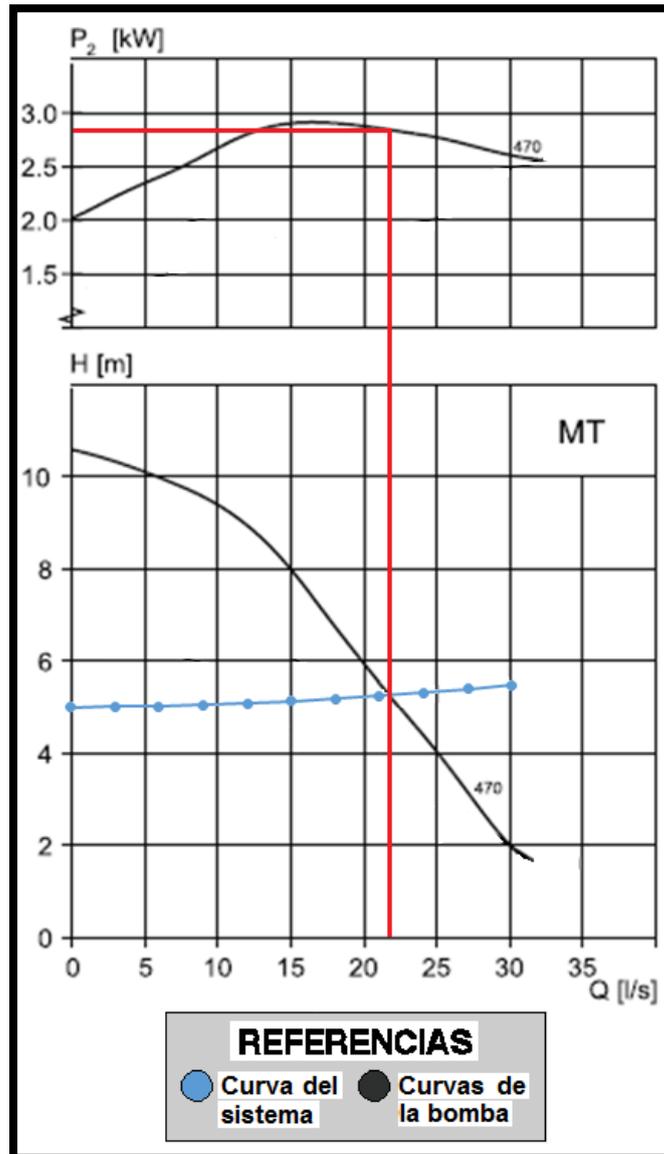


Figura 7.5. Intersección de curvas H-Q y P-Q para Situación A.

A continuación, se procede a verificar que la potencia de trabajo de la bomba sea mayor a la mínima requerida por el sistema. El cálculo de ésta se realiza a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{\gamma * Q * H_{total}}{C_b * 100} \quad (39)$$

Donde:

P: potencia necesaria en kilowatts.

γ : peso específico del efluente a impulsar en kg/m³.

Q: caudal de diseño para la situación A en m³/s.

H_{total}: altura manométrica total en mca.

C_b: rendimiento de la bomba.

Con los datos del sistema se realiza su cálculo:

$$P = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,0117 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 5,10 \text{ mca}}{0,75 * 100} = 0,80 \text{ kW}$$

Se demuestra que la situación A demanda una potencia menor a la máxima que puede otorgar la bomba elegida.

7.1.5.1.3. Verificaciones

7.1.5.1.3.2. Tiempo máximo de permanencia hidráulico

Se debe garantizar que el tiempo de permanencia de los efluentes dentro de la cámara de aspiración sea menor a 30 minutos. Para realizar esta verificación se considera la situación más desfavorable que corresponde al caudal del primer año de uso de la obra.

El caudal de inicio de uso de la obra corresponde al caudal que ingresa al pozo de bombeo en el primer año. Para esto se presenta la expresión que permite realizar el cálculo:

$$T_s = \frac{V_u}{Q_0} + \frac{V_f + 0,5 * V_u}{Q_{25} - Q_0} \quad (40)$$

Donde:

T_s: tiempo de permanencia hidráulico.

V_u: volumen útil del pozo de bombeo en m³.

Q₀: caudal de inicio de uso de la obra en m³/h.

V_f: volumen de fondo del pozo de bombeo en m³.

Q₂₅: caudal de diseño para la obra en m³/h.

Se procede con el cálculo de tiempo de retención hidráulico para dos situaciones diferentes. En ambas se utiliza el caudal diario del primer año de vida útil de la obra. En primer lugar, se calcula con el caudal mínimo, es decir, el de menor consumo de toda la vida útil, y en segundo lugar se lo hace a partir del caudal diario promedio para el primer año de la misma.

A continuación, se calcula el tiempo de retención hidráulico para el caudal mínimo (Q₀). Este caudal se obtiene relacionando el caudal obtenido en "5.1.6. Cálculo de caudal mínimo", es decir 1,48 l/s ó 5,31 m³/h, con la cantidad de hectómetros que desaguan en el pozo de bombeo proyectado (83,07 hm) respecto del total de hectómetros del barrio Güemes (97,18 hm), lo que resulta un caudal de 4,54 m³/h.

Se obtiene el siguiente resultado:

$$T_s = \frac{5,33 \text{ m}^3}{4,54 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} + \frac{5,18 \text{ m}^3 + 0,5 * 5,33 \text{ m}^3}{41,98 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} - 4,54 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1,38 \text{ h}$$

Por otro lado, se calcula el tiempo de retención hidráulico para el caudal de consumo promedio en el primer año de vida útil de la obra. En este caso se parte del mismo valor de caudal anteriormente mencionado, es decir 4,54 m³/h y se lo divide por los dos coeficientes picos mínimos, estacionario y horario, 0,45 y 0,60 respectivamente. El resultado obtenido es 16,82 m³/h y se lo utiliza en la siguiente expresión.

$$T_s = \frac{5,33 \text{ m}^3}{16,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} + \frac{5,18 \text{ m}^3 + 0,5 * 5,33 \text{ m}^3}{41,98 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} - 16,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0,63 \text{ h}$$

Los tiempos de retención hidráulicos para las dos situaciones mencionadas se encuentran entre 0,63 horas y 1,38 horas, es decir entre 38 minutos y 83 minutos. El primer valor corresponde a un día promedio del primer año de vida útil y se encuentra levemente por encima del valor límite sugerido que es 30 minutos. En el segundo caso, donde el tiempo de retención es considerablemente mayor, puede afirmarse que el efluente tenderá a septizarse en la cámara de aspiración. Este fenómeno ocurre cuando el consumo de agua disminuye y se recomienda que se realice un exhaustivo mantenimiento del pozo en los primeros años a los efectos de evitar posibles problemas.

7.1.5.1.3.3. Frecuencia de arranques

Es necesario calcular el tiempo que demanda la bomba en sus arranques, y durante su funcionamiento para cada ciclo de trabajo, y compararlo con el volumen útil de la cámara de aspiración. Esto se realiza a los efectos de verificar que la cantidad de arranques por hora supuestos para la situación A, en este caso 6, sean capaces de impulsar el caudal máximo de diseño para la vida útil de la obra, es decir, que no se requieran más de 6 arranques por hora para evacuar dicho caudal máximo.

A continuación, se verifica lo anteriormente mencionado calculando en primer lugar el tiempo de parada de la bomba en la situación A:

$$tp = \frac{Vu}{Q25} = \frac{5330 \text{ l}}{11,66 \frac{\text{l}}{\text{s}}} = 457 \text{ s} \quad (41)$$

Donde:

tp: tiempo de parada de la bomba en s.

Vu: volumen útil del pozo de bombeo en l.

Q25: caudal de diseño para la obra en l/s.

Luego se obtiene el tiempo de funcionamiento:

$$Tf = \frac{Vu}{(Q25 * m) - Q25} = \frac{5330 \text{ l}}{(11,66 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 1,1) - 11,66 \frac{\text{l}}{\text{s}}} = 4.210 \text{ s} \quad (42)$$

Donde:

tf: tiempo de funcionamiento de la bomba en s.

Vu: volumen útil del pozo de bombeo en l.

Q25: caudal de diseño para la obra en l/s.

m: coeficiente de bombeo.

Por otro lado, se calcula el tiempo total del ciclo:

$$tc = tp + tf = 457 \text{ s} + 4.210 \text{ s} = 4.667 \text{ s} \quad (43)$$

Donde:

tc: tiempo del ciclo en s.

tp: tiempo de parada de la bomba en s.

tf: tiempo de funcionamiento de la bomba en s.

Finalmente se determina la frecuencia de arranques de la bomba:

$$f = \frac{Thora}{Tc} = \frac{3600 \text{ s}}{4667 \text{ s}} = 0,77 \quad (44)$$

Donde:

f: frecuencia de arranques.

Thora: cantidad de segundos en una hora.

Tc: tiempo del ciclo en s.

Se verifica que el caudal de diseño no demanda más de 6 arranques por hora.

7.1.5.1.3.4. Golpe de Ariete

A continuación, se verifica a la cañería ante el fenómeno denominado "Golpe de Ariete". Para esto se debe calcular la presión máxima que puede generarse dentro de la cañería debido a cierres de válvulas repentinos, cambios bruscos de velocidades o interrupciones instantáneas de suministro eléctrico. Para determinar la sobrepresión generada, se utiliza la expresión de Allievi:

$$\Delta h = \frac{v * c}{g} \quad (45)$$

Donde:

Δh: sobrepresión producida por Golpe de Ariete en mca.

v: velocidad del efluente en m/s.

c: celeridad del PVC en m/s.

g: aceleración de la gravedad en m/s².

Con los datos del sistema se realiza su cálculo:

$$\Delta h = \frac{\left(\frac{0,0117 \frac{m^3}{s}}{0,0177 m^2} \right) * 1011 \frac{m}{s}}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 68,23 mca$$

Si a este valor de sobrepresión se le suma la altura manométrica para la situación A, se obtiene que el valor máximo que debe verificar la clase de la cañería es de 73,33 mca.

Considerando que la cañería de acero SCH-40 resiste una tensión de tracción de 415 MPa, se verifica que supera ampliamente los 68,23 mca, o bien 0,66 MPa, generados en una eventual sobrepresión por golpe de Ariete.

7.1.5.2. Situación B

7.1.5.2.1. Cálculo altura de impulsión

En este caso, la bomba debe elevar el caudal de los barrios Güemes y San Genaro a una altura manométrica suficiente para garantizar el transporte del efluente desde el pozo de bombeo proyectado hasta la estación de impulsión existente en calles Independencia y Héctor Estela.

Esta altura se compone por la diferencia de nivel geométrico, entre la toma de la bomba en el pozo de bombeo y el punto de entrada a la cámara en la estación existente, las pérdidas de presión localizadas y las pérdidas que se generan por el rozamiento del efluente con las paredes internas de la cañería. Éstas últimas tienen gran relevancia, por tratarse de una cañería de impulsión de más de 2400 metros de longitud, donde ésta es mayor a mil veces el diámetro.

7.1.5.2.1.1. Altura geométrica

La misma está determinada por la diferencia existente entre el nivel del rotor de la bomba y la cota intradós de entrada a la cámara en la estación de impulsión. Se utiliza la fórmula 34 desarrollada anteriormente.

Con los valores correspondientes al proyecto se procede al cálculo de la altura geométrica:

$$H_{geo} = 70,59 \text{ m} - 67,38 \text{ m} = 3,21 \text{ m}$$

7.1.5.2.1.2. Pérdidas de carga de tramo

Se considera una pérdida de carga provocada por el rozamiento que existe entre el efluente y las paredes de la cañería para una longitud de 2.4 km. Para esto se utiliza la fórmula 35 establecida por Hazen-Williams y que ha sido desarrollada anteriormente.

A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$J = \frac{2400 \text{ m} * 10,7 * (0,0323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})^{1,85}}{140^{1,85} * (0,1882 \text{ m})^{4,87}} = 16,36 \text{ m}$$

7.1.5.2.1.3. Pérdidas de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas son calculadas con la expresión 36 desarrollada anteriormente para la situación A.

Se procede con el cálculo de las pérdidas localizadas para la situación B:

$$h_l = 3 * 0,10 * \frac{\left(\frac{0,0323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0278 \frac{\text{m}^2}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 5 * 0,10 * \frac{\left(\frac{0,0323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0278 \frac{\text{m}^2}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 12 * 0,75 * \frac{\left(\frac{0,0323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0278 \frac{\text{m}^2}}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,65 \text{ m}$$

7.1.5.2.1.4. Curva H-Q del sistema

Como ocurre para la situación A, en la expresión 37, para este caso se debe expresar la variación de la altura manométrica en función del caudal Q de la siguiente manera:

$$H_{sistema} = 3,21 \text{ m} + \frac{2400 \text{ m} * 10,7 * Q^{1,85}}{140^{1,85} * (0,1882 \text{ m})^{4,87}} + 8 * 0,10 * \frac{\left(\frac{Q}{0,0278 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 12 * 0,75 * \frac{\left(\frac{Q}{0,0278 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$
$$H_{sistema} = 3,21 \text{ m} + 9372,6 * Q^{1,85} + 0,1488 * Q^2$$

A través de la ecuación de la altura en función del caudal se evalúa ésta para diferentes valores de caudales y se expresan los resultados en la **Tabla 7.5.** y en la **Figura 7.6.**

Tabla 7.5. Altura manométrica en función del caudal para la situación B.

Caudal (m ³ /s)	Hsistema (m)
0,000	3,21
0,008	4,49
0,016	7,83
0,024	13,01
0,032	19,93
0,040	28,51

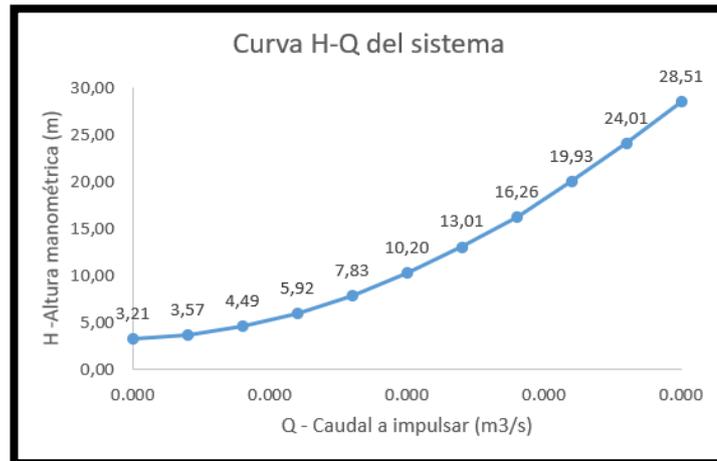


Figura 7.6. Función entre el caudal y la altura del sistema para situación B.

Evaluando la función obtenida anteriormente para el caudal de diseño de los barrios Güemes y San Genaro se obtiene la altura manométrica total para el sistema con la expresión 38.

A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$H_{total} = 3,21 \text{ m} + 16,36 \text{ m} + 0,65 \text{ m} = 20,22 \text{ m}$$

Finalmente se deduce que el sistema demanda una bomba que permita impulsar un caudal de 0,0323 m³/s a una altura manométrica de 20,22 metros.

A continuación, se selecciona una bomba que permita satisfacer dichas condiciones.

7.1.5.2.2. Selección de bomba para situación B

Se provee a la cámara húmeda con una bomba Flygt Modelo C-3201 HT 457. Trifásica de 400 V y 50 Hz.

7.1.5.2.2.1. Punto de funcionamiento de sistema y bomba

La intersección de las curvas del sistema y bomba, que relacionan la altura manométrica en función del caudal a impulsar, arroja que la bomba permite elevar un caudal de 39,50 l/s a una altura de 26,10 mca. Dichos valores corresponden al punto de funcionamiento de la bomba para este sistema y satisfacen la demanda de la situación B.

Por otro lado, el fabricante provee la curva que relaciona la potencia consumida por la bomba en kW en función del caudal de trabajo. Se obtiene que la bomba funciona a 18,60 kW. En la **Figura 7.7.** se presentan las intersecciones mencionadas anteriormente.

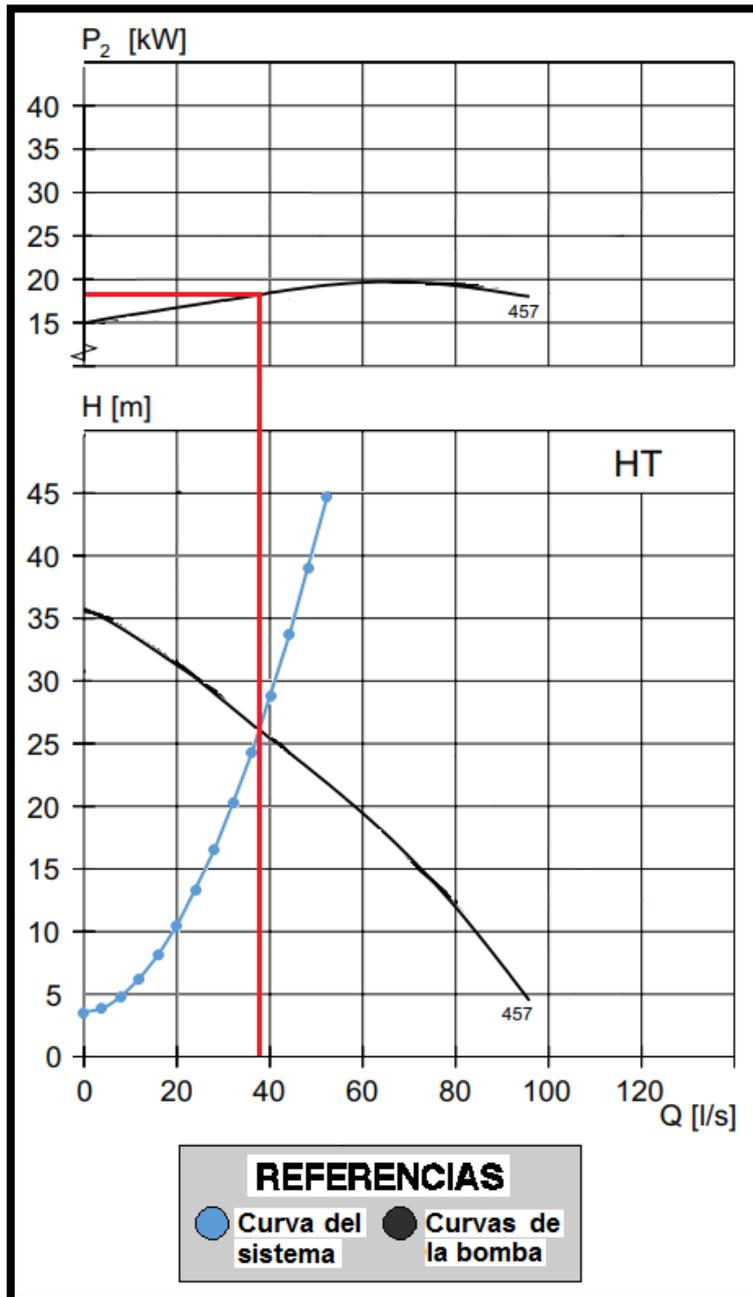


Figura 7.7. Intersección de curvas H-Q y P-Q para situación B.

A continuación, se procede a verificar que la potencia de trabajo de la bomba sea mayor a la mínima requerida por el sistema. El cálculo se realiza a partir de la expresión 39.

Con los datos del sistema se realiza su cálculo:

$$P = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,0323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 20,22 \text{ mca}}{0,75 * 100} = 8,71 \text{ kW}$$

Se demuestra que la situación B demanda una potencia menor a la máxima que puede otorgar la bomba elegida.

7.1.5.2.3. Verificaciones

7.1.5.2.3.2. Tiempo máximo de permanencia hidráulico

Se debe garantizar que el tiempo de permanencia de los efluentes dentro de la cámara de aspiración sea menor a 30 minutos. Para realizar esta verificación se considera la situación más desfavorable que corresponde al caudal del primer año de uso de la obra. Para esto se utiliza la expresión 40 desarrollada anteriormente.

Se procede con el cálculo de tiempo de retención hidráulico para dos situaciones diferentes. En ambas se utiliza el caudal diario del primer año de vida útil de la obra. En primer lugar, se calcula con el caudal mínimo, es decir, el de menor consumo de toda la vida útil, y en segundo lugar se lo hace a partir del caudal diario promedio para el primer año de la misma.

A continuación, se calcula el tiempo de retención hidráulico para el caudal mínimo (Q0).

Debido a que no se realiza un análisis detallado de consumos para barrio San Genaro, ni una estimación poblacional, se considera válido utilizar una relación lineal a los efectos de obtener el caudal mínimo para el primer año de la obra correspondiente a la situación B.

Este caudal se obtiene multiplicando el caudal mínimo de la situación A, obtenido en “7.1.5.1.3.2. Tiempo máximo de permanencia hidráulico”, es decir 4,54 m³/h, con la relación entre los caudales de diseño correspondientes a la situación B y situación A, lo que sería 116,26 m³/h sobre 41,98 m³/h. El resultado es 12,57 m³/h y se utiliza ese valor para calcular el tiempo de retención hidráulico:

$$T_s = \frac{5,33 \text{ m}^3}{12,57 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} + \frac{5,18 \text{ m}^3 + 0,5 * 5,33 \text{ m}^3}{116,26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} - 12,57 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0,50 \text{ h}$$

Por otro lado, se calcula el tiempo de retención hidráulico para el caudal de consumo promedio en el primer año de vida útil de la obra. En este caso se parte del mismo valor de caudal anteriormente mencionado, es decir 12,57 m³/h y se lo divide por los dos coeficientes picos mínimos, estacionario y horario, 0,45 y 0,60 respectivamente. El resultado obtenido es 46,58 m³/h y se lo utiliza en la siguiente expresión.

$$T_s = \frac{5,33 \text{ m}^3}{46,58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} + \frac{5,18 \text{ m}^3 + 0,5 * 5,33 \text{ m}^3}{116,26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} - 46,58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0,23 \text{ h}$$

Los tiempos de retención hidráulicos para las dos situaciones mencionadas se encuentran entre 0,23 horas y 0,50 horas, es decir entre 14 minutos y 30 minutos. Por lo tanto, se demuestra que, para ambas situaciones, el caudal de toda la zona norte de la ciudad, es decir los barrios Güemes y San Genaro demandan un tiempo de permanencia hidráulico de los efluentes menor a 0,5 h, por lo que se garantiza la no septización de éstos y en consecuencia el correcto funcionamiento del pozo.

7.1.5.2.3.3. Frecuencia de arranques

Es necesario calcular el tiempo que demanda la bomba en sus arranques, y durante su funcionamiento para cada ciclo de trabajo, y compararlo con el volumen útil de la cámara de aspiración. Esto se realiza a los efectos de verificar que la cantidad de arranques por hora supuestos para la situación B, en este caso 6, sean capaces de impulsar el caudal máximo de diseño para la vida útil de la obra, es decir, que no se requieran más de 6 arranques por hora para evacuar dicho caudal máximo.

A continuación, se verifica lo anteriormente mencionado calculando en primer lugar el tiempo de parada de la bomba en la situación B utilizando la expresión 41 desarrollada anteriormente:

$$tp = \frac{Vu}{Q25} = \frac{5330 \text{ l}}{32,29 \frac{\text{l}}{\text{s}}} = 165 \text{ s}$$

Donde:

tp: tiempo de parada de la bomba en s.

Vu: volumen útil del pozo de bombeo en l.

Q25: caudal de diseño para la obra en l/s.

Luego se obtiene el tiempo de funcionamiento con la expresión (42):

$$tf = \frac{Vu}{(Q25 * m) - Q25} = \frac{5330 \text{ l}}{(32,29 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 1,1) - 32,29 \frac{\text{l}}{\text{s}}} = 1.651 \text{ s}$$

Donde:

tf: tiempo de funcionamiento de la bomba en s.

Vu: volumen útil del pozo de bombeo en l.

Q25: caudal de diseño para la obra en l/s.

m: coeficiente de bombeo.

Por otro lado, se calcula el tiempo total del ciclo con la expresión (43):

$$tc = tp + tf = 165 \text{ s} + 1.651 \text{ s} = 1.816 \text{ s}$$

Donde:

tc: tiempo del ciclo en s.

tp: tiempo de parada de la bomba en s.

tf: tiempo de funcionamiento de la bomba en s.

Finalmente, con la expresión (44) se determina la frecuencia de arranques de la bomba:

$$f = \frac{Thora}{Tc} = \frac{3600 \text{ s}}{1.816 \text{ s}} = 1,98$$

Donde:

f: frecuencia de arranques.

Thora: cantidad de segundos en una hora.

Tc: tiempo del ciclo en s.

Se verifica que el caudal de diseño no demanda más de 6 arranques por hora.

7.1.5.2.3.4. Golpe de Ariete

Se verifica a la cañería ante el fenómeno denominado "Golpe de Ariete". Para esto se utiliza la expresión de Allievi (45) desarrollada anteriormente. Con los datos del sistema se realiza su cálculo:

$$\Delta h = \frac{\left(\frac{0,0323 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0278 \text{ m}^2} \right) * 360 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 42,61 \text{ mca}$$

Si a este valor de sobrepresión se le suma la altura manométrica para la situación B, se obtiene que el valor máximo que debe verificar la clase de la cañería es de 63,22 mca.

La cañería clase 6 resiste una presión en régimen permanente de 60 mca, pero se puede considerar ante una sobrepresión un incremento de su resistencia en torno al 50% (Pérez Farrás y Koutsovitis, 2007), dando como resultado que la cañería clase 6 tolera hasta 90 mca. Ésta es mayor a una eventual presión máxima de trabajo del sistema, por lo tanto, se adopta un caño de impulsión final de PVC de diámetro 200 mm clase 6.

7.1.6. Detalles técnicos

La cámara de bombeo proyectada es de hormigón armado y posee sección cuadrada de 3 metros por 3 metros. El caudal de diseño y la frecuencia de arranque de las bombas seleccionadas, determinan un volumen útil de 5,33 m³. Por lo tanto, se dimensiona una altura útil mínima de 0,60 metros.

La altura de la cámara está compuesta por la altura de sumergencia para la bomba, la altura útil y la altura de revancha. La altura restante del pozo por encima del nivel de ésta, y hasta la superficie de la losa superior, cumple con la función de acceso y mantenimiento del sistema de bombeo.

Es adecuado adoptar una altura de sumergencia para la bomba de 0,40 metros. Por otro lado, se propone una altura de revancha de 0,60 metros, la cual se encuentra dividida por diferentes niveles de alarmas.

A medida que el caudal ingresa al pozo de bombeo, el nivel del pelo de agua del efluente dentro de éste se eleva hasta alcanzar el nivel de la alarma que da arranque a la primera bomba. Unos centímetros más arriba se encuentra la segunda alarma, que da inicio a la bomba número dos, cuando es necesario. Es importante destacar que las dos bombas funcionan de manera alternada y sólo lo hacen de forma paralela cuando se alcanza el nivel de la alarma máxima.

La altura de revancha es la diferencia entre el nivel de alarma máxima y la cota intradós del caño de entrada a la cámara. Es decir, cuando se supere el caudal máximo estipulado y las dos bombas comienzan a funcionar en simultáneo, se tiene una altura de seguridad hasta que el sistema colapse.

Por otro lado, cuando el nivel del efluente desciende lo suficiente, se activa la alarma que detiene el funcionamiento de las bombas. Esto ocurre cuando se alcanza el nivel de 40 centímetros desde el fondo de la cámara, ya que este nivel tiene la función de garantizar la sumergencia de las bombas en todo momento. Esto otorga un adecuado funcionamiento del sistema de bombeo.

En la **Tabla 7.6.** se presentan los niveles proyectados para las partes mencionadas dentro de la cámara de bombeo.

Tabla 7.6. Niveles de la cámara de bombeo.

COTAS DE CÁMARA HÚMEDA	
Cota losa superior	73,85 msnm
Cota terreno natural	73,55 msnm
Cota intradós de salida	72,40 msnm
Cota fondo cámara de descarga	71,95 msnm
Cota intradós de llegada	68,97 msnm
Nivel alarma máxima (B1 + B2)	68,57 msnm
Nivel arranque B2	68,37 msnm
Nivel arranque B1	68,17 msnm
Nivel alarma mínima (parada)	67,58 msnm
Cota losa de fondo	67,18 msnm

En la losa superior, que cuenta con un espesor de 20 centímetros, se disponen dos compuertas que tienen por objetivo el ingreso y egreso de las bombas dentro de la cámara de aspiración. Esto se realiza a través de un caño guía cuando son necesarias tareas de reparación o mantenimiento. Por otro lado, en la losa del fondo, de 40 centímetros de espesor, se construye una pendiente, de alrededor de 10%, para evitar la disposición de sólidos en los puntos extremos de la misma.

El caudal ingresa a la planta a través de un caño de PVC de diámetro 200 mm y, antes de volcarse a la cámara, atraviesa un canasto de acero que filtra los objetos que pueden dañar las bombas. Para facilitar la limpieza de este canasto se utiliza un sistema de izaje que permite la extracción y colocación del mismo.

En el **Anexo VIII “Estación de bombeo”** se encuentran los detalles mencionados.

7.2. POZO DE BOMBEO EXISTENTE

7.2.1. Cálculo altura de impulsión

El pozo de bombeo existente, ubicado sobre calle Independencia 1260, entre Vuelta de Obligado y Juan Manuel de Rosas, tiene el objetivo de elevar los efluentes de gran parte de la red existente, para que por gravedad continúen su recorrido hasta la estación elevadora que se encuentra en la intersección de Independencia y Héctor Estela.

A partir de la puesta en funcionamiento de la red proyectada para el barrio Güemes, debe verificarse que el sistema puede elevar el caudal de éste y también el de la red existente que llega a su cámara de aspiración. Para ello es necesario calcular la altura manométrica que la bomba debe elevar para el nuevo caudal de diseño.

El nuevo caudal de diseño para la estación elevadora comprende el de la red proyectada del barrio Güemes y gran parte del sistema existente. El mismo se encuentra calculado en el **Capítulo 6 “Verificación de la Red Cloacal Existente”**, siendo su valor 34,84 l/s.

Por otro lado, la altura manométrica “htotal” se compone por la diferencia de nivel geométrico, entre la toma de la bomba en la cámara de aspiración y la cota intradós del caño que se encuentra en la cámara de válvulas donde se descarga el efluente. Además, considera las pérdidas de presión localizadas y las pérdidas que se generan por el rozamiento del efluente con las paredes internas de la cañería.

A continuación, se realizan los cálculos mencionados y la verificación final del sistema de elevación actual.

7.2.1.1. Altura geométrica

La misma está determinada por la diferencia existente entre el nivel del rotor de la bomba y la cota intradós del caño de descarga. Se utiliza la fórmula 34 desarrollada anteriormente.

Con los valores correspondientes al proyecto se procede al cálculo de la altura geométrica:

$$H_{geo} = 72,27 \text{ m} - 67,38 \text{ m} = 4,89 \text{ m}$$

7.2.1.2. Pérdidas de carga de tramo

Se considera una pérdida de carga provocada por el rozamiento que existe entre el efluente y las paredes de la cañería de elevación. Para esto se utiliza la fórmula 35 establecida por Hazen-Williams y que fue desarrollada anteriormente.

A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$J = \frac{5,80 \text{ m} * 10,7 * (0,035 \text{ m}^3/\text{s})^{1,85}}{140^{1,85} * (0,1506 \text{ m})^{4,87}} = 0,14 \text{ m}$$

7.2.1.3. Pérdidas de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas son calculadas con la expresión 36 desarrollada anteriormente.

Se procede con el cálculo de las pérdidas localizadas para la estación de elevación existente:

$$hl = 2 * 0,10 * \frac{\left(\frac{0,035 \frac{m^3}{s}}{0,018 m^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} + 3 * 0,75 * \frac{\left(\frac{0,035 \frac{m^3}{s}}{0,018 m^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} = 0,48 m$$

7.2.1.4. Condiciones a cumplir por la bomba

Luego de realizar el cálculo de la altura geométrica y las pérdidas de carga, se obtiene la altura manométrica total para el sistema con la expresión 37:

$$H_{total} = 4,89 m + 0,14 m + 0,48 m = 5,51 m$$

Finalmente se deduce que el sistema demanda una bomba que permita impulsar un caudal de 0,035 m³/s a una altura manométrica de 5,51 metros.

7.2.2. Verificaciones

Para la verificación de la bomba existente se utiliza la expresión 38, que determina la variación de la altura manométrica provista por ésta en función del caudal Q de la siguiente manera:

$$H_{sistema} = 4,89 m + \frac{5,80 m * 10,7 * Q^{1,85}}{140^{1,85} * (0,1506 m)^{4,87}} + 2 * 0,10 * \frac{\left(\frac{Q}{0,018 m^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} + 3 * 0,75 * \frac{\left(\frac{Q}{0,018 m^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{sistema} = 4,89 m + 67,06 * Q^{1,85} + 393,54 * Q^2$$

A través de la ecuación de la altura en función del caudal se evalúa ésta para diferentes valores de caudales y se expresan los resultados en la **Tabla 7.7.** y en la **Figura 7.8.**

Tabla 7.7. Altura manométrica en función del caudal para el pozo existente.

Caudal (m ³ /s)	Hsistema (m)
0,000	4,89
0,007	4,92
0,014	4,99
0,021	5,12
0,028	5,29
0,035	5,51
0,042	5,77

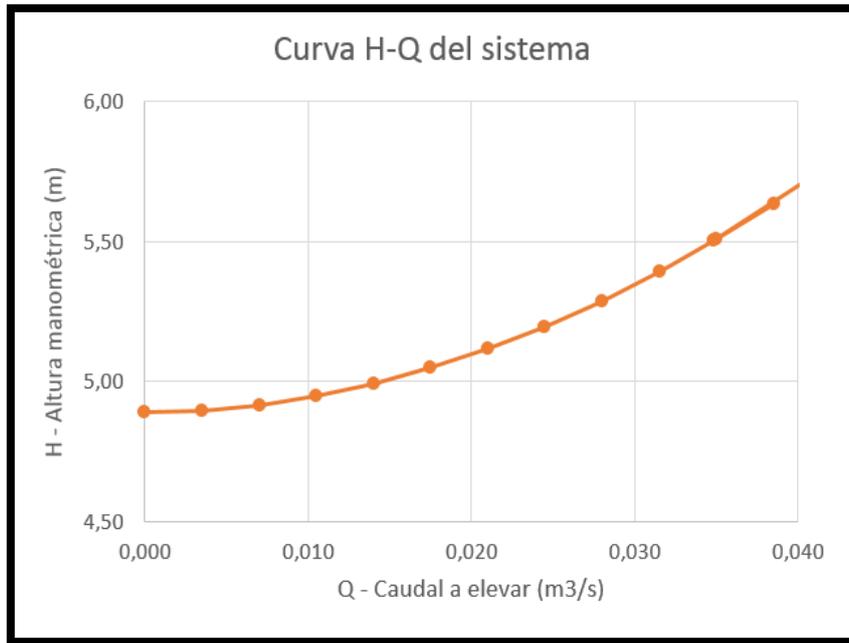


Figura 7.8. Curva H-Q a satisfacer por las bombas existentes.

7.2.2.1. Altura manométrica y caudal a impulsar por bomba existente

En el pozo de bombeo existente funcionan en paralelo dos electrobombas sumergibles Pumpex K - 89P - 2221. Trifásica de 380 V – 50 Hz – potencia de 29 HP.

A continuación, en la **Figura 7.9.** se compara la gráfica de la altura en función del caudal (H-Q) de la bomba, provista por el fabricante, respecto a la curva H-Q del sistema.

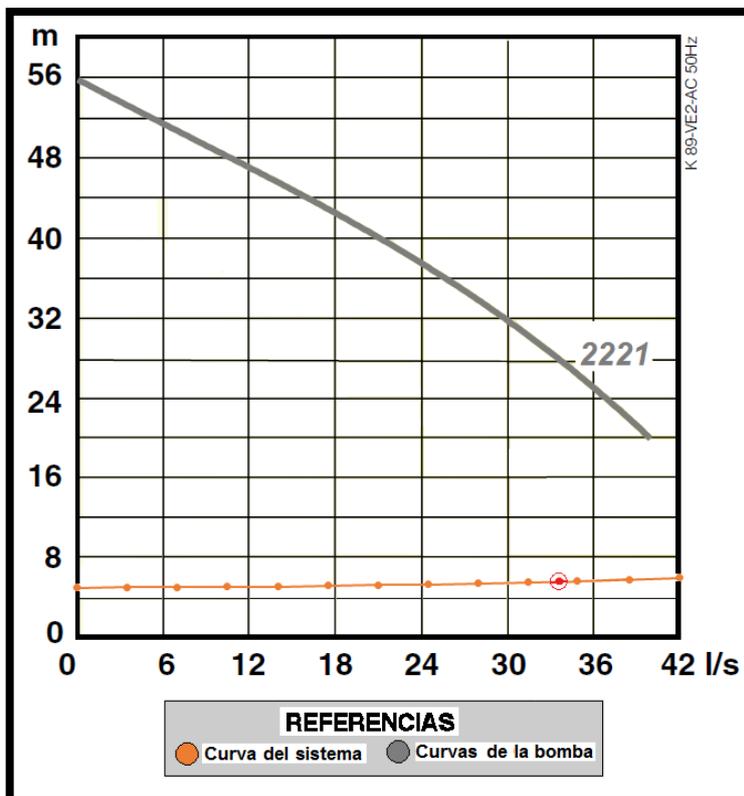


Figura 7.9. Comparación de curvas H-Q de sistema y bomba.

Los valores de caudal de 34,84 l/s y 5,51 mca de altura manométrica están dentro del rango de trabajo de la bomba.

La estación de bombeo existente, encargada de elevar el nivel del efluente para que el sistema continúe funcionando por gravedad aguas abajo, admite la recepción del caudal aportado por la red cloacal proyectada para el barrio Güemes, por lo que no es necesario realizar modificación alguna.

7.2.2.2. Golpe de Ariete para cañería de impulsión

A continuación, se verifica a la cañería ante el fenómeno denominado “Golpe de Ariete”. Para esto se utiliza la expresión de Allievi (45) desarrollada anteriormente.

Con los datos del sistema se realiza su cálculo:

$$\Delta h = \frac{\left(\frac{0,035 \frac{m^3}{s}}{0,018 m^2} \right) * 1011 \frac{m}{s}}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 200,39 mca$$

Si a este valor de sobrepresión se le suma la altura manométrica correspondiente, se obtiene que el valor máximo que debe verificar la clase de la cañería es de 205,9 mca.

Considerando que la cañería de acero SCH-40 resiste una tensión de tracción de 415 MPa, se verifica que supera ampliamente los 205,9 mca, o bien 2,02 MPa, generados en una eventual sobrepresión por golpe de Ariete.

7.3. ESTACIÓN DE IMPULSIÓN EXISTENTE

7.3.1. Cálculo altura de impulsión

La estación elevadora, ubicada en Independencia y Héctor Estela, es la encargada de impulsar los efluentes de toda la ciudad hasta la planta de tratamiento. A partir de la puesta en funcionamiento de la red proyectada para el barrio Güemes, debe verificarse su aptitud para transportar además el caudal de éste, sin que el sistema quede fuera de servicio.

Para ello es necesario calcular la altura manométrica de impulsión para el caudal total que llega a la estación elevadora. Éste incluye la red proyectada más el sistema existente, calculado en el **Capítulo 6 “Verificación de la Red Cloacal Existente”**, siendo su valor 39,96 l/s.

Por otro lado, la altura manométrica “htotal” se compone por la diferencia de nivel geométrico, entre la toma de la bomba en la cámara de impulsión y el punto de entrada a la cámara rompe cargas, dentro de la planta de tratamiento. Además, considera las pérdidas de presión localizadas y las pérdidas que se generan por el rozamiento del efluente con las paredes internas de la cañería. Éstas últimas tienen gran relevancia, por tratarse de una cañería de impulsión de 2440 metros de longitud.

A continuación, se realizan los cálculos mencionados y la verificación final del sistema de impulsión actual.

7.3.1.1. Altura geométrica

La misma está determinada por la diferencia existente entre el nivel del rotor de la bomba y la cota de llegada a la cámara rompe cargas en la planta de tratamientos. Se utiliza la fórmula 34 desarrollada anteriormente.

Con los valores correspondientes al proyecto se procede al cálculo de la altura geométrica:

$$H_{geo} = 73,45 m - 67,52 m = 5,93 m$$

7.3.1.2. Pérdidas de carga de tramo

Se considera una pérdida de carga provocada por el rozamiento que existe entre el efluente y las paredes de la cañería para una longitud de 2,44 km. Para esto se utiliza la fórmula 35 establecida por Hazen-Williams, desarrollada anteriormente.

A continuación, se realiza el cálculo de la misma:

$$J = \frac{2440 \text{ m} * 10,7 * (0,040 \text{ m}^3/\text{s})^{1,85}}{140^{1,85} * (0,1882 \text{ m})^{4,87}} = 24,66 \text{ m}$$

7.3.1.3. Pérdidas de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas son calculadas con la expresión 36 desarrollada anteriormente.

Se procede con el cálculo de las pérdidas localizadas para la estación de impulsión existente:

$$h_l = 4 * 0,10 * \frac{\left(\frac{0,040 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,03 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 6 * 0,75 * \frac{\left(\frac{0,040 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,03 \text{ m}^2}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,52 \text{ m}$$

7.3.1.4. Condiciones a cumplir por la bomba

Luego de realizar el cálculo de la altura geométrica y las pérdidas de carga se obtiene la altura manométrica total para el sistema con la expresión 37:

$$H_{total} = 5,93 \text{ m} + 24,66 \text{ m} + 0,52 \text{ m} = 31,11 \text{ m}$$

Finalmente se deduce que el sistema demanda una bomba que permita impulsar un caudal de 0,040 m³/s a una altura manométrica de 31,11 metros.

7.3.2. Verificaciones

7.3.2.1. Altura manométrica y caudal a impulsar por bomba existente

Actualmente el sistema cuenta con una bomba de tipo sumergible marca “Sulzer ABS XFP-PE4 to PE6”. Se presenta en la **Figura 7.10.** la curva de la altura manométrica en función del caudal provista por el fabricante.

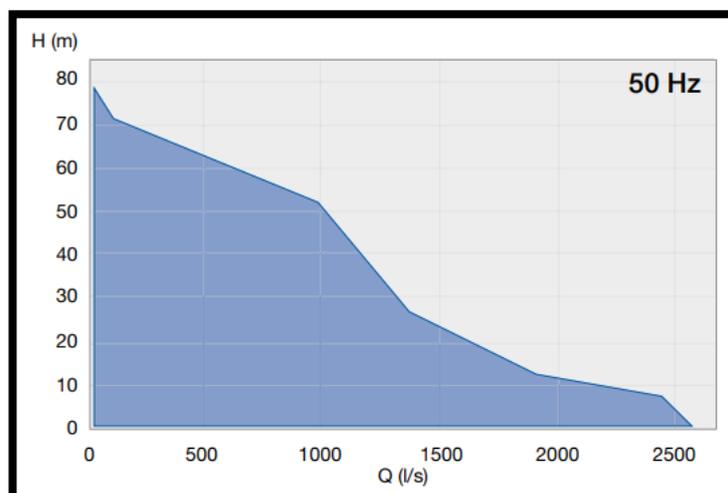


Figura 7.10. Rango de trabajo de la bomba de impulsión existente.

Los valores de caudal de 39,96 l/s y 31,11 mca de altura manométrica están dentro del rango de trabajo de la bomba.

La estación de impulsión soporta holgadamente la unión de la red cloacal del barrio Güemes al sistema existente.

7.3.2.2. Golpe de Ariete para cañería de impulsión

A continuación, se verifica a la cañería ante el fenómeno denominado "Golpe de Ariete". Para esto se utiliza la expresión de Allievi (45) desarrollada anteriormente.

Con los datos del sistema se realiza su cálculo:

$$\Delta h = \frac{\left(\frac{0,040 \frac{m^3}{s}}{0,03 m^2} \right) * 360 \frac{m}{s}}{9,81 \frac{m}{s^2}} = 52,71 mca$$

Si a este valor de sobrepresión se le suma la altura manométrica para esta situación, se obtiene que el valor máximo que debe verificar la clase de la cañería es de 83,82 mca.

Considerando que las cañerías ante una sobrepresión resisten un 50% más de presión que su clase (Pérez Farrás y Koutsovitis, 2007), se necesita en este caso una cañería de PVC clase 6 o superior. La impulsión existente es clase 6, por lo tanto, la cañería de impulsión no corre riesgos de rotura por golpe de Ariete.

CAPÍTULO 8

DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Posterior al almacenamiento en la estación elevadora es necesario impulsar los efluentes a la planta de tratamiento. En ésta los líquidos cloacales son estabilizados, es decir, se reduce la carga orgánica, sólidos en suspensión y patógenos para garantizar una segura disposición, a nivel sanitario, en un cuerpo receptor final.

Anteriormente se hizo mención de la red existente que funciona en la ciudad de Tostado. Los efluentes son impulsados desde la estación elevadora, ubicada en la intersección de Independencia y Héctor Estela, hasta la planta de tratamiento. Ésta se ubica a 2,44 km de distancia, a la vera de la ruta provincial N°95, en la que se realiza un pretratamiento, disposición en lagunas y posterior cloración para la obtención de un efluente inocuo que es redirigido, a través de un canal, hacia el río Salado, que funciona como receptor final.

En el presente Capítulo se realiza una caracterización del efluente cloacal, se detalla el proceso de tratamiento existente y se presenta una propuesta de ampliación para tratar el caudal aportado por la red de barrio Güemes.

8.1. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Es necesario realizar la caracterización del efluente cloacal a los efectos de determinar las consecuencias que genera su vertido sin un adecuado tratamiento. A continuación, se describen las etapas que conforman el tratamiento completo previo a su disposición final.

8.1.1. Caracterización del efluente a tratar

Las aguas residuales se caracterizan por su composición microbiológica y fisicoquímica.

8.1.1.1. Composición microbiológica

El efluente que llega a la planta de tratamientos presenta microorganismos como bacterias, parásitos y virus. Dentro de éstos predominan bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Streptococos fecales*, entre otros. La contaminación es principalmente debida a desechos humanos y animales.

La determinación de estos microorganismos se debe realizar para controlar el funcionamiento de la planta de tratamiento, tanto en la entrada como en la salida del efluente, para un eficiente tratamiento secundario (biológico) y además para lograr un eficaz tratamiento terciario de desinfección final del efluente según los límites máximos permitidos.

8.1.1.2. Composición física

8.1.1.2.1. Sólidos

Algunos se encuentran en suspensión dentro del líquido cloacal y otros en solución. Los sólidos también se pueden clasificar en sólidos volátiles y no volátiles. La mayoría de ellos son removidos por sedimentación en el tratamiento primario, aunque también en las diferentes etapas del resto del proceso de tratamiento.

8.1.1.2.2. Otras características

Generalmente el color es un buen indicador del grado de estabilización del efluente. Si el color es gris, es fresco y se torna negro brillante a medida que envejece. Respecto a su olor, es ligeramente pútrido cuando es fresco y fuertemente pútrido cuando, debido a su septización, produce sulfuro de hidrogeno, es decir cuando es viejo.

La temperatura del efluente cloacal es similar a la del agua de consumo domiciliario y debe ser controlada tanto en su recorrido dentro de la red, para evitar el deterioro de las cañerías, y en su vertido final, para no producir alteraciones en el medio ambiente cuando ésta posea valores elevados.

8.1.1.3. Composición química

8.1.1.3.1. pH

El pH es un parámetro que se caracteriza por indicar el comportamiento ácido o básico del efluente. Este parámetro es de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática.

Además, debe ser controlado para no generar daños en la cañería y equipos de bombeo. La situación ideal es tener un pH neutro, de valor 7, pero éste suele estar comprendido entre 6,5 y 8,5 dependiendo de las características del lugar donde se genere el efluente. Además, es importante este rango de pH para el desarrollo de los microorganismos que degradan la materia orgánica en el tratamiento secundario (lagunas).

8.1.1.3.2. Oxígeno disuelto

El oxígeno tiene una importancia fundamental porque permite la vida de los seres acuáticos aerobios. Es importante su determinación ya que permite controlar el funcionamiento de la planta de tratamiento y fiscalizar el efluente que será vertido en el cuerpo receptor final.

Cuando se arrojan efluentes en su interior los cuerpos de agua naturales tienen bajos niveles de oxígeno disuelto, los cuales son insuficientes para producir su autodepuración. En ese caso, cuando el cuerpo receptor no es una gran masa de agua, o bien cuando el caudal de éste no es lo suficientemente mayor respecto al efluente que recibe, se produce la putrefacción del cuerpo receptor.

8.1.1.3.3. Demanda biológica de oxígeno (DBO)

La demanda biológica de oxígeno representa la cantidad de oxígeno, expresada en mgO_2/l , que los microorganismos consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas que presenta el efluente. Se considera este parámetro en condiciones definidas de temperatura y tiempo de acción de los microorganismos, siendo éstas 20°C y 5 días respectivamente, por ello generalmente se la denomina DBO_5 (20°C).

8.1.1.3.4. Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno se realiza mediante reactivos químicos como permanganato de potasio o dicromato de potasio. Ésta se expresa en mgO_2/l y representa el oxígeno gastado durante la oxidación de la materia orgánica.

Este proceso permite obtener el resultado de la oxidación al cabo de dos horas, mientras que el estudio de la DBO demanda 5 días como mínimo. Cabe destacar que para las aguas residuales el resultado de la DBO representa alrededor del 60 a 80% del resultado de la DQO.

8.1.1.3.5. Otras sustancias

Es necesario controlar los otros parámetros previo a la disposición final del efluente. Los valores máximos permitidos son regidos por la ley 11.220 para la provincia de Santa Fe.

Debe verificarse entonces que las sustancias grasas, nitrógeno total, fósforo, sulfuros, detergentes, metales pesados, amoníaco, hidrocarburos, entre otros, no excedan los valores máximos.

8.1.2. Consecuencias del vertido de efluentes sin depurar

Es indispensable realizar una adecuada depuración del efluente a los efectos de anular toda posibilidad de contaminación en los cuerpos receptores finales, caso contrario pueden presentarse en él algunos fenómenos perjudiciales.

Cierta parte de los sólidos presentes en los efluentes tienen la característica de ser sedimentables y por lo tanto decantan hacia el fondo del cuerpo receptor, en tanto que los sólidos que son flotantes, afloran a la superficie y orillas del mismo.

Por otro lado, es probable que se produzca la alteración en el desarrollo de la vida acuática como consecuencia de un agotamiento de oxígeno disuelto del cuerpo receptor. Este fenómeno es ocasionado por las bacterias presentes en el mismo que degradan la materia orgánica del efluente y, como resultado de ello, consumen oxígeno para generar la descomposición.

También puede darse un crecimiento excesivo de algas formadas a partir de los nutrientes presentes en el efluente, tales como nitrógeno y fósforo. Esto puede generar la eutrofización del agua del cuerpo receptor, lo que la vuelve costosamente reutilizable para fines domésticos e industriales.

La presencia de agentes patógenos representa un serio riesgo a la salud del ser humano. Éstos son causantes de enfermedades como el cólera, tifus, disentería y hepatitis A, por lo que es obligatorio anular la existencia de cada uno de ellos.

El método de depuración más directo y menos costoso es la dilución. El mismo consiste en verter el efluente sin tratar a un cuerpo receptor de gran caudal y que garantice la depuración sin sufrir consecuencias negativas. En la enorme mayoría de los casos no se cuenta con esta posibilidad, siendo indispensable realizar un tratamiento al efluente que normalmente consta de diferentes etapas que se enumeran a continuación.

8.1.3. Etapas del tratamiento de un efluente

Dependiendo del tipo de planta de tratamiento, se tienen diferentes dispositivos y formas de tratar el efluente, así como también porcentajes de remoción de distintas sustancias.

Cada etapa tiene su objetivo particular y consideraciones a tener en cuenta. Además, deben hacerse controles en ellas y en algunos casos tareas de operación y mantenimiento.

A continuación, se describen las características mencionadas para cada una de las etapas de un proceso de tratamiento general.

8.1.3.1. Pretratamiento

Su objetivo principal es la separación de sólidos de gran tamaño y acondicionamiento del líquido residual para las etapas posteriores.

Se utilizan rejas como mecanismo interceptor de grandes sólidos que pueden dañar equipos de tratamientos y también desarenadores para separar sólidos tipo arenas o gravas a través de su sedimentación. En algunos casos según el tipo de efluente es necesaria hacer una equalización que distribuya la carga de forma homogénea en los casos en que la composición del efluente varíe a distintas horas del día. Suele emplearse una neutralización cuando los valores de pH signifiquen un riesgo para los dispositivos y equipos de la planta.

8.1.3.2. Tratamiento primario

Esta etapa consiste en el empleo de procesos fisicoquímicos a los efectos de lograr la separación de sólidos en suspensión y líquidos emulsionados.

Generalmente los procesos utilizados son decantación o sedimentación primaria y flotación. En algunos casos se emplea coagulación-floculación donde se incorpora un agente químico para desestabilizar las uniones químicas y generar así la separación de los sólidos suspendidos presentes.

8.1.3.3. Tratamiento secundario

Dado que el efluente cloacal está compuesto por materia orgánica biodegradable se utilizan procesos biológicos para la degradación de la misma.

Para lograr la degradación de la materia orgánica se pueden utilizar diversos procesos aeróbicos y anaeróbicos, dentro de los cuales se destacan los lodos activados, lechos percoladores, tratamiento con biodiscos y lagunas de estabilización aeróbicas y anaeróbicas. Estos dos últimos se refieren a que la descomposición de la materia orgánica se puede realizar con la presencia del oxígeno, así como también con la falta del mismo.

8.1.3.4. Tratamiento terciario

En esta etapa se remueven agentes patógenos, sales disueltas, nutrientes y porcentajes menores de materia orgánica no removidos anteriormente. Normalmente se suele utilizar desinfección con agentes químicos como el cloro.

8.1.3.5. Disposición final

Una vez tratado, el efluente es enviado al cuerpo receptor a través de un sistema de bombeo o por gravedad. Se debe realizar un control periódico para verificar que la depuración es correcta y por lo tanto no se afecta al medioambiente con su vertido.

8.1.4. Lagunas de tratamiento como método de estabilización

Consisten en grandes reservorios, construidos artificialmente, donde se genera la degradación de materia orgánica, eliminación de bacterias, virus, agentes patógenos, entre otros, a través de un tiempo determinado de retención que ronda entre 10 a 20 días.

Realizar el tratamiento de los efluentes a través del uso de lagunas de estabilización tiene como ventaja su simple y económica construcción, la demanda mínima de mantenimiento y costo de operación bajo. Además, se posiciona como el proceso de tratamiento que remueve la mayor cantidad de patógenos respecto a los resultados obtenidos a partir de tratamientos de características similares.

Las lagunas son clasificadas según el tipo de procesos de descomposición que se realiza en su interior. Una planta de tratamientos puede estar compuesta por una combinación de los diferentes tipos de lagunas que existen, como lo son aeróbicas, facultativas y/o anaeróbicas. Suele ocurrir que trabajen en serie, como tratamiento primario y secundario, si la carga orgánica del efluente es elevada o bien en paralelo, cuando deben depurarse grandes caudales.

Como consecuencia de la acción de bacterias que descomponen la materia orgánica del efluente, se produce la decantación de los sólidos del mismo. Éstos se denominan lodos y van reduciendo el volumen útil de la laguna, por lo que es necesaria su remoción cada 5 a 10 años.

8.1.4.1. Lagunas anaeróbicas

Éstas se caracterizan por la ausencia de oxígeno en su interior, por lo cual para cumplir con esta premisa es preponderante la profundidad por sobre la superficie de la laguna, garantizando un ambiente anaerobio. Generalmente las profundidades utilizadas son de entre 2 y 5 metros.

Este tipo de lagunas son utilizadas cuando el líquido a tratar presenta una elevada carga orgánica. El porcentaje de remoción de DBO obtenidos a través de este método de estabilización ronda el 60% y se liberan gases como metano durante el mismo. Normalmente se requiere una etapa posterior de tratamiento que complete la estabilización de dicho efluente.

8.1.4.2. Lagunas facultativas

Funcionan como lagunas aeróbicas y anaeróbicas en diferentes estratos de su estructura. Su extensión areal es similar a las lagunas aeróbicas. Su profundidad varía entre 1 y 1,8 metros y presenta tres ambientes diferentes.

El primero de ellos degrada la materia aeróbicamente, se encuentra cercano a la superficie y corresponde a los primeros 30 centímetros aproximadamente. El ambiente que se encuentra en el fondo de la laguna se caracteriza por la ausencia de oxígeno, por lo que se comporta de forma anaeróbica y en ella se depositan los lodos generados a través de la descomposición del efluente. Finalmente, la zona intermedia, denominada como facultativa, es la transición entre la zona aeróbica y anaeróbica.

8.1.4.3. Lagunas aeróbicas

La descomposición y estabilización de la materia orgánica se produce a través de una relación simbiótica entre algas y bacterias. Las primeras de ellas se forman a partir de los nutrientes presentes en el efluente y, gracias a la absorción de dióxido de carbono y energía solar, producen fotosíntesis, liberando oxígeno en la laguna. Éste es aprovechado por las bacterias para descomponer la materia orgánica a través de un proceso de oxidación, donde se libera, entre otras sustancias, dióxido de carbono, comenzando así nuevamente el ciclo hasta la degradación total.

Requieren grandes extensiones superficiales para garantizar la presencia de oxígeno y la formación de algas, lo que se traduce en un correcto funcionamiento. Es por eso que suelen tener profundidades menores a 50 centímetros.

8.1.5. Límites máximos permitidos para la disposición final

La Ley 11.220 (Anexo B Límites para la descarga de efluentes cloacales) establecida para la jurisdicción de la provincia de Santa Fe se presenta en la **Tabla 8.1.**, donde se pueden observar los valores máximos admisibles que son aceptados para la descarga de aguas residuales cloacales en cuerpos receptores finales.

Tabla 8.1. Parámetros máximos admisibles para la descarga de efluentes residuales.

Parámetro	Unidad	Límite máximo obligatorio
DBO	mg/l O ₂	50
DQO	mg/l O ₂	125
Sólidos suspendidos	mg/l	60
Aceites y grasas	mg/l	50
Fósforo total	mg/l	2
Nitrógeno total	mg/l N	15
Temperatura	°C	45
pH	unidad de pH	7,5 - 8,5
Amoníaco total	mg/l N	25
Coliformes totales	NMP/100 ml	5000
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1000
Fenoles	ug/l	50
Hidrocarburos totales	mg/l	50
Cianuros	ug/l	100
Detergentes sintéticos	mg/l	3
Cromo	ug/l	200
Cadmio	ug/l	100
Plomo	ug/l	500
Mercurio	ug/l	5
Arsénico	ug/l	500
Sulfuros	mg/l	1

8.2. PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE

Actualmente en el barrio céntrico de la ciudad de Tostado funciona una red cloacal que conduce todos sus efluentes hacia la estación elevadora ubicada en la intersección de Independencia y Héctor Estela. Desde allí son impulsados, a través de bombas, a una planta de tratamiento a 2.440 metros de la misma. La planta se encuentra al sureste de la ciudad, sobre la Ruta Provincial N°95. En la **Figura 8.1.** se presenta una imagen satelital de la planta existente.

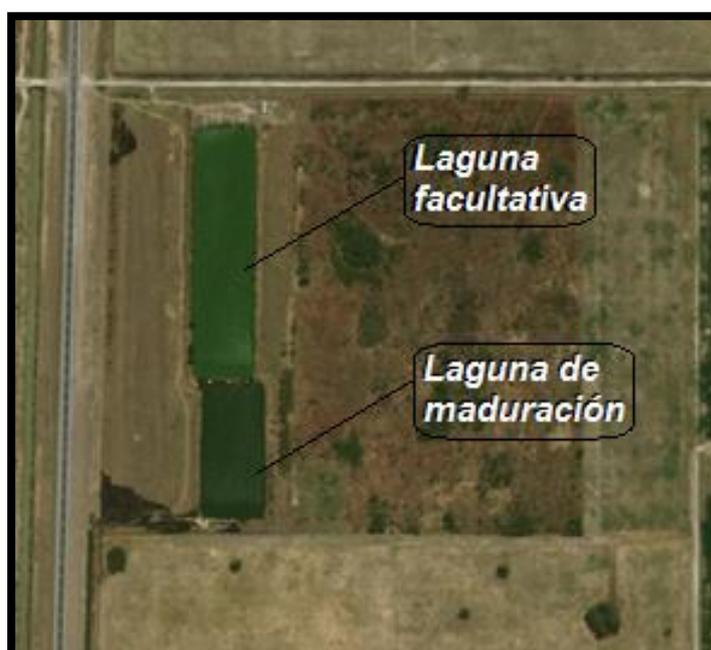


Figura 8.1. Planta de tratamiento existente.

Esta planta de tratamiento está diseñada con el objetivo de poseer el tiempo de retención hidráulico suficiente para la correcta estabilización de los efluentes. La estabilización se realiza a través de dispositivos de pretratamiento y de dos lagunas, una facultativa y otra de maduración, que trabajan en serie. Por último, a través de un proceso de cloración, se realiza una desinfección para completar el tratamiento del efluente. Finalmente son redireccionados a través de un canal hacia el cuerpo receptor final, que es el Río Salado.

La empresa S&D Ingenieros ha sugerido realizar una ampliación de la capacidad de la planta de tratamiento mediante la incorporación de una laguna facultativa y otra de maduración, ambas conectadas en serie entre sí, y en paralelo al resto del sistema. En el apartado **8.3 “AMPLIACIÓN PROPUESTA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO”** se realiza el diseño de éstas para satisfacer la demanda generada por la incorporación del barrio Güemes a la red cloacal.

8.2.1. Llegada del efluente a la planta de tratamiento

8.2.1.1. Caño impulsor

El trazado del caño de impulsión inicia su recorrido a la salida de la estación elevadora, circulando por calle Héctor Estela en sentido oeste-este. Se extiende por ésta, atravesando la calle Silvestre Begnis hasta encontrarse con el camino N°91. Allí realiza un codo para seguir su recorrido en el mismo sentido por un camino rural hasta atravesar la Ruta Provincial N°95 donde, al este de la misma, se encuentra el predio de la Cooperativa Telefónica de Tostado donde se ubica la planta de tratamiento. Lo nombrado se muestra en el **Anexo IX “Lagunas de Tratamiento”**, en el plano “Planta de tratamiento y disposición final”.

El caño utilizado para la impulsión tiene un diámetro nominal de 200 mm y es clase 6. Su longitud total es de 2.440 metros. A lo largo de su recorrido son utilizados 3 codos a 90°, ya que prácticamente toda su extensión se realiza en forma recta desde la estación elevadora hasta la planta. A través de una boca de registro ubicada en el frente de la misma, sobre el camino rural, se direcciona el caño de impulsión que finaliza su recorrido en la entrada a la cámara rompe cargas.

8.2.2. Pretratamiento

8.2.2.1. Cámara rompe cargas

Luego de la impulsión, el efluente ingresa a la planta de tratamiento a través de una cámara rompe cargas, que cumple la función de regular la presión de ingreso del líquido para evitar daños en los caños o estructuras posteriores.

Esta cámara está provista de losas verticales de hormigón que permiten atenuar la velocidad del líquido, a través del choque del efluente con éstas, y así disminuir su presión. A continuación, se presenta la **Figura 8.2.** donde se muestra la cámara rompe cargas existente.



Figura 8.2. Cámara rompe cargas existente.
Fuente: Cooperativa Telefónica de Tostado, 2003.

8.2.2.2. Aforador triangular

Una vez que el efluente pierde velocidad en la cámara rompe cargas, ingresa a un aforador triangular que consiste en una placa en “v”, con una abertura a 90° sobre su vértice. Este dispositivo tiene por finalidad principal medir el caudal en la entrada del proceso de tratamiento.

Es importante medir el caudal a la entrada y salida del sistema de tratamiento para regular el tiempo que el efluente permanece almacenado en las lagunas de oxidación, a los efectos de garantizar el tiempo de retención necesario para su completa depuración. En la **Figura 8.3.** se muestra un aforador de tipo triangular.



Figura 8.3. Aforador triangular. Fuente: Stewart Oakley, 2005.

8.2.2.3. Cámara partidora principal

Posterior al aforador triangular, se ubica una cámara partidora principal que tiene la función de dividir el caudal total de entrada en partes iguales. Actualmente en la planta de tratamiento funcionan sólo una laguna facultativa y otra de maduración.

El proyecto de diseño de la red para el barrio Güemes propone una ampliación de la planta de tratamiento, incorporándose a ésta dos lagunas, una facultativa y otra de maduración. Si bien en la actualidad la cámara partidora principal vierte todo el caudal que le llega hacia una sola laguna, con la construcción en paralelo de las dos proyectadas, se divide el caudal en partes iguales. Es decir, el 50% del caudal proyectado se dispone en la primera cadena de lagunas facultativa-maduración y el otro 50% restante en el otro conjunto.

8.2.2.4. Cámara partidora secundaria

A los efectos de repartir el caudal del efluente de forma homogénea en todo el ancho de la laguna, se incorporan al circuito tres cámaras partidoras secundarias.

Éstas funcionan de la misma manera que la cámara partidora principal, pero tienen objetivos diferentes. La primera de ellas se encuentra inmediatamente posterior a la principal y reparte el caudal en dos caños de 200 mm ubicados en su salida.

Éstos transportan el efluente hasta la entrada de las otras dos cámaras partidoras secundarias. A la salida de cada una de ellas se encuentran dos caños de 160 mm que tienen como destino final el ingreso a la laguna facultativa. Esto arroja un total de 4 caños de entrada a lo ancho de la misma. La ventaja de ello es que la sedimentación de lodos ocurre de forma homogénea en el fondo de la laguna, lo que implica una remoción más sencilla desde el punto de vista operacional y un mejor aprovechamiento del sistema.

8.2.2.5. Bocas de registro

En aquellos puntos del trazado donde es necesario generar un cambio de dirección, se emplean bocas de registro. Éstas además permiten el acceso a tareas de mantenimiento en el caso de que los sólidos impidan el normal funcionamiento del sistema.

Es así que se encuentran 6 bocas de registro en la planta de tratamiento como se observa en el **Anexo VI “Proyecto Existente”** en el plano “Ingreso a la Planta de Tratamiento Existente”.

8.2.3. Tratamiento primario-secundario

8.2.3.1. Laguna facultativa

Luego de pasar por los dispositivos de pretratamiento para la depuración del efluente se utiliza una laguna facultativa, como tratamiento primario y secundario, para disminuir la carga orgánica y los sólidos sedimentables. En la **Figura 8.4.** se presenta la laguna facultativa existente.



Figura 8.4. Laguna facultativa existente.

La laguna facultativa existente tiene unas dimensiones de 50 metros por 225 metros y una profundidad de 1,6 metros. Los taludes de la laguna se encuentran limitados a partir de un terraplenamiento. El volumen total de la laguna es de 16.614 m³ y posee forma prismoidal. En la **Tabla 8.2.** se presentan las cotas de los puntos de interés de la laguna facultativa.

Tabla 8.2. Cotas de los puntos de interés de la laguna facultativa existente.

Laguna facultativa	
Cota intradós en el ingreso	73,70 msnm
Cota terraplén	74,80 msnm
Cota terreno natural	72,70 msnm
Cota pelo de agua	73,50 msnm
Cota fondo de laguna	71,90 msnm
Cota intradós en la salida	73,60 msnm

8.2.3.2. Laguna de maduración

Posterior al tratamiento generado en la laguna facultativa, el efluente ingresa a la laguna de maduración por rebalse para completar la degradación de la carga orgánica a través de un proceso principalmente aeróbico. En la **Figura 8.5.** se presenta la laguna de maduración existente.



Figura 8.5. Laguna de maduración existente.

La laguna de maduración existente tiene unas dimensiones de 50 metros por 160 metros y una profundidad de 1,5 metros. Los taludes de la laguna se encuentran limitados a partir de un terraplenamiento. El volumen total de la laguna es de 10.626 m³ y posee forma prismoidal. En la **Tabla 8.3.** se presentan las cotas de los puntos de interés de la laguna de maduración.

Tabla 8.3. Cotas de los puntos de interés de la laguna de maduración existente.

Laguna de maduración	
Cota intradós en el ingreso	73,55 msnm
Cota terraplén	74,30 msnm
Cota terreno natural	72,70 msnm
Cota pelo de agua	73,35 msnm
Cota fondo de laguna	71,85 msnm
Cota intradós en la salida	73,45 msnm

8.2.4. Tratamiento terciario

8.2.4.1. Clorinador

Como último proceso de tratamiento y para garantizar una completa depuración de los efluentes se utiliza un clorinador. Este dispositivo cumple la función de realizar una desinfección del efluente a través de un agente químico, como lo es el cloro. Esto permite la remoción de posibles agentes patógenos que no son eliminados en los procesos anteriores.

Con este último procedimiento se asegura la obtención de un efluente que se encuentre por debajo de los límites máximos establecidos en la provincia de Santa Fe para la disposición en cuerpos receptores, tal y como lo especifica la Ley 11.220.

8.2.5. Disposición final

El cuerpo receptor final es el Río Salado. El mismo se encuentra aproximadamente a 3 kilómetros hacia el sur desde la planta de tratamiento. Entre ésta y el río, el efluente escurre por gravedad en todo su recorrido a través de un canal paralelo a la Ruta Provincial N°95, como se muestra en el **Anexo IX “Lagunas de Tratamiento”**.

8.3. AMPLIACIÓN PROPUESTA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Como se mencionó anteriormente, actualmente la planta de tratamiento presenta dos lagunas de estabilización funcionando en serie. Las mismas son las encargadas de reducir la carga orgánica, sólidos y agentes patógenos presentes en el efluente de la red cloacal existente. La planta ha sido proyectada por S&D Ingenieros para tratar el caudal de aporte de la red actual. Además, la empresa propuso para una segunda etapa la construcción de dos lagunas más, en caso de una ampliación de la red cloacal en el resto de la ciudad.

A partir de esa premisa, de un cálculo estimativo del caudal evacuado por la red existente, y considerando las dimensiones de las lagunas actuales, se verifica que éstas no tienen la capacidad para depurar el caudal añadido por la red proyectada para el barrio Güemes. Es decir, si éste último se incorporase a la planta actual, el efluente no cumpliría con el tiempo de retención hidráulica necesario para su depuración y en consecuencia no alcanzaría los parámetros establecidos por la Ley 11.220.

A continuación, se realiza el cálculo y dimensionamiento de la ampliación de la planta de tratamientos, a través de una laguna facultativa conectada en serie a una de maduración, y ambas trabajando en paralelo al sistema actual.

8.3.1. Llegada del efluente a la planta

En la actualidad, para el movimiento de los efluentes desde la estación de impulsión hasta la planta de tratamiento, se utiliza un caño de PVC con un diámetro de 200 mm y clase 6. En el título **7.3. “ESTACIÓN DE IMPULSIÓN EXISTENTE”** se realiza la verificación de esta cañería para el nuevo caudal que debe ser impulsado y que incluye la red existente y el aporte generado por el barrio Güemes. Por lo tanto, se dan garantías del correcto funcionamiento del caño y no es necesario realizar modificaciones sobre éste cuando se realice la ampliación de la planta.

8.3.2. Pretratamiento

El proceso de pretratamiento actual incluye una cámara rompe cargas, un aforador triangular y una cámara partidora principal. Estos dispositivos han sido proyectados por S&D Ingenieros contemplando la eventual ampliación de la planta de tratamientos. Es decir, se supone que la incorporación del caudal de aporte del barrio Güemes no demandaría una modificación del conjunto de dispositivos empleados en el pretratamiento, por lo que se procede al diseño de la cámara secundaria y lagunas de estabilización.

8.3.2.1. Cámara partidora secundaria y bocas de registro

A los efectos de repartir el caudal del efluente de forma homogénea en todo el ancho de la laguna, se proponen incorporar al sistema tres cámaras partidoras secundarias.

La primera de ellas se encuentra inmediatamente posterior a la cámara principal y reparte el caudal en dos caños de 200 mm ubicados en su salida. Éstos transportan el efluente hasta la entrada de las otras dos cámaras partidoras secundarias. A la salida de cada una de ellas se encuentran dos caños de 160 mm que tienen como destino final el ingreso a la laguna facultativa proyectada. Esto arroja un total de 4 caños de entrada, distribuidos simétricamente en los 68 metros de ancho. De esta manera la decantación de lodos se distribuye de forma homogénea en el fondo de la laguna, lo que implica un mejor aprovechamiento del volumen de la misma.

En el **Anexo IX “Lagunas de Tratamiento”** se presenta un detalle del recorrido desde el ingreso a la planta de tratamiento hasta el vertido en la laguna facultativa proyectada. Esto incluye las cámaras mencionadas y las bocas de registro en los puntos donde la cañería cambia su dirección.

8.3.3. Tratamiento primario-secundario

Se elige como tratamiento primario y secundario una laguna facultativa. En ella comienza el ciclo de la depuración del efluente. A continuación, se realiza el cálculo de la misma.

8.3.3.1. Laguna facultativa

8.3.3.1.1. Criterios de diseño

En una laguna facultativa coexisten procesos de degradación a través de bacterias aeróbicas y anaeróbicas. Es por eso que es necesario garantizar una superficie adecuada que esté en contacto con el oxígeno para que se produzcan algas y en consecuencia el correcto funcionamiento de la laguna.

El predio se encuentra limitado en su lado norte-sur por 450 metros y esto representa una condicionante para elegir el largo de las lagunas proyectadas, por lo que se adopta para ambas la misma longitud que las existentes. El sistema proyectado funciona en paralelo a éstas, por lo que de esta manera resulta más sencillo realizar las conexiones de caños para vincular ambos sistemas entre sí, tanto en el pretratamiento como en la entrada a la cámara de cloración y la posterior salida de la planta a través del canal de evacuación.

A los efectos del cálculo de las dimensiones de la laguna facultativa, se escoge como condición de trabajo la temperatura media anual más fría del año, donde existe menor radiación solar. Este factor afecta la eficiencia en su funcionamiento, puesto que cuanto mayor es la radiación solar, el proceso de degradación generado por las bacterias y el crecimiento de algas se producen con mayor rapidez.

Para realizar las verificaciones de tiempo de permanencia hidráulica, superficie mínima necesaria y tiempo de remoción de lodos en la laguna, se determina el gasto total aportado por la red cloacal proyectada para el barrio Güemes a lo largo de los 25 años de vida útil de la obra. Éste surge de multiplicar el gasto hectométrico, que es 12,10 m³/d, por la longitud total de cañerías que tiene el barrio, es decir 97,18 hm. Como resultado se obtiene un caudal de diseño para la laguna proyectada de 1.175,49 m³/d.

8.3.3.1.2. Cálculo de superficie y taludes

Se comienza el cálculo de una laguna facultativa a partir de la carga orgánica superficial que puede depurar la misma a través de un proceso aeróbico. Ésta depende del trabajo en conjunto entre algas y bacterias.

La producción de algas está directamente relacionada a la cantidad de oxígeno y la energía solar que llega a la superficie de la laguna. Sólo una parte de la energía solar es aprovechada por las algas y ésta se denomina eficiencia de conversión. Normalmente ronda entre un 2 a 7% como lo indica Oakley (2005). Este autor asegura que, por cada 1kg de algas, se produce 1,55kg de oxígeno.

La carga superficial máxima de depuración se puede calcular con la siguiente expresión:

$$CSm = \frac{RS \frac{KJ}{ha \cdot d} * (EfConv) * (1,55kg \frac{O_2}{kg \text{ algas}})}{\frac{24.000 KJ}{kg \text{ algas}}} \quad (46)$$

Donde:

CSm: carga superficial máxima en kg DBO/ha d.

RS: radiación solar en KJ/ha/d.

EfConv: eficiencia de conversión de energía solar en las algas del 3%.

Desde "Programa de Generación de Energías Renovables de la Provincia de Santa Fe" se conoce la radiación media para la localidad de Tostado, medida en kWh/m²/d para la hora solar pico.

Se considera el promedio del mes de menor radiación solar del año que es junio ya que es la situación más desfavorable a los efectos de que en esta condición se necesita un mayor tiempo de retención hidráulica para estabilizar el efluente.

La radiación solar para Tostado es 2.81 kWh/m²/d. Se transforma la unidad considerando que 1 kWh equivale a 3.600 KJ, por lo que la radiación solar para Tostado, a los efectos del cálculo, es 101.200.000.000 KJ/m²/d.

A continuación, se realiza el cálculo de la carga superficial máxima para Tostado:

$$CSm = \frac{101.200.000.000 \frac{KJ}{ha \cdot d} * (0,03) * (1,55kg \frac{O_2}{kg \text{ algas}})}{\frac{24.000.000 KJ}{kg \text{ algas}}}$$

$$CSm = 197 \frac{kg \text{ DBO}}{ha \text{ d}}$$

El cálculo del área se realiza a través de la siguiente expresión:

$$Af = \frac{10 * La * Qprom}{CSm} \quad (47)$$

Donde:

Af: superficie de laguna facultativa en m².

La: concentración de DBO₅ en el afluente en mg/l.

Qprom: caudal promedio en m³/día.

CSm: carga superficial máxima en kg DBO/ha d.

Utilizando el caudal de diseño del barrio Güemes de 1.175,49 m³/d, la carga superficial máxima calculada anteriormente y la concentración de DBO₅ promedio existente en un efluente sin tratar que es 250 mg/l, se calcula el área mínima necesaria que debe tener la laguna facultativa:

$$Af = \frac{10 * 250 \frac{mg}{l} * 1.175,49 \frac{m^3}{d}}{197 \frac{kg \text{ DBO}}{ha \text{ d}}} = 14.917 m^2 = 1,49 ha$$

Se adopta una longitud de la laguna de 225 metros considerando las limitaciones físicas del predio. Por lo tanto, se procede a calcular el ancho necesario que garantice la superficie mínima necesaria:

$$\text{Ancho mínimo} = \frac{\text{área necesaria}}{\text{longitud establecida}} = \frac{14.917 \text{ m}^2}{225 \text{ m}} = 66,3 \text{ m}$$

Posterior a determinar el ancho mínimo, se elige como medidas de la laguna una longitud de 225 metros y un ancho de 68 metros, lo que garantiza la superficie necesaria.

Oakley (2005) recomienda mantener relaciones de lados en lagunas facultativas entre 1:3 y 1:5 para lograr un eficiente flujo dentro de ella.

En este caso, la relación de lados se corresponde con lo indicado, como se muestra a continuación:

$$\text{Relación de lados} = \frac{\text{longitud}}{\text{ancho}} = \frac{225 \text{ m}}{68 \text{ m}} = 3,31$$

Por otra parte, es necesario determinar la relación de lados que presentan los taludes de la laguna. A partir de las características del suelo, y para garantizar la estabilidad de éstos, se considera una relación de lados de 1:2. Cabe destacar que éstos influyen en el volumen útil de la laguna por lo que se realiza el cálculo del mismo.

8.3.3.1.3. Cálculo de volumen

A partir de las dimensiones de la laguna, el volumen de la misma es calculado a través de la ecuación del volumen de un prismoide. Para esto es necesario contar con las medidas en planta de la laguna, es decir, la longitud y el ancho, que son 225 y 68 metros respectivamente.

Por otro lado, se debe determinar la profundidad de la laguna. Se utiliza una medida que se encuentra dentro del rango recomendado por Oakley (2005) para lagunas facultativas. Se define una profundidad de 1,6 metros.

También son necesarios para calcular el volumen, los lados de los taludes de la laguna. Como se mencionó anteriormente la relación de lados para los taludes es de 1:2.

Por lo tanto, el cálculo del volumen de la laguna facultativa se obtiene con la siguiente expresión:

$$V_f = \frac{P}{6} * [(L * A) + (L - 2iP) * (A - 2iP) + 4 * (L - iP) * (A - iP)] \quad (48)$$

Donde:

V_f: volumen de la laguna facultativa en m³.

P: profundidad de la laguna en m.

L: largo de la laguna en m.

A: ancho de la laguna en m.

i: relación de lados de taludes interiores.

Se realiza el cálculo con los datos del proyecto:

$$V_f = \frac{1,6 \text{ m}}{6} * [(225 \text{ m} * 68 \text{ m}) + (225 \text{ m} - 2 * 2 * 1,6 \text{ m}) * (68 \text{ m} - 2 * 2 * 1,6 \text{ m}) + 4 * (225 \text{ m} - 2 * 1,6 \text{ m}) * (68 \text{ m} - 2 * 1,6 \text{ m})] = 23.002 \text{ m}^3$$

8.3.3.1.4. Tiempo de retención hidráulico

Luego de calcular el volumen de la laguna, se debe verificar que el mismo garantice el tiempo de retención hidráulica necesario para la remoción de las diferentes sustancias presentes en el efluente.

Según Oakley (2005), un tiempo de retención hidráulica de 10 días es útil para remover 2 ciclos \log_{10} de coliformes fecales y *Escherichia coli*, lo que equivale a que un 99% de dichas bacterias son eliminadas. Por otro lado, ese mismo valor de tiempo de retención es recomendado como mínimo para la remoción de huevos de helmintos y quistes de protozoarios ya que no pueden ser eliminados con una desinfección con cloro.

El tiempo de retención hidráulico se determina relacionando el volumen total de la laguna con el caudal de diseño para el barrio Güemes a través de la siguiente expresión:

$$TRH = \frac{Vf}{Qprom} = \frac{23.002 \text{ m}^3}{1.175,49 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}} = 19 \text{ d} \quad (49)$$

Donde:

TRH: tiempo de retención hidráulico en d.

Vf: volumen de la laguna facultativa en m^3 .

Qprom: caudal de diseño del barrio Güemes en m^3/d .

Se evidencia que los 19 días de tiempo de retención hidráulico de los efluentes dentro de la laguna facultativa supera ampliamente el mínimo de 10 días.

8.3.3.1.5. Remoción de lodos

Además de los sólidos presentes en el efluente, como consecuencia de la descomposición de la carga orgánica presente en el mismo, sedimentan sólidos o lodos en el fondo de la laguna. Éstos van reduciendo el volumen útil de la laguna con el correr de los años, es por ello que es necesaria su remoción después de un tiempo determinado.

Oakley (2005) recomienda hacerlo cada 5 a 10 años.

Considerando que el efluente domiciliario tiene aproximadamente 300 mg/l de sólidos sedimentables, y teniendo en cuenta el caudal promedio de ingreso a la laguna, se calcula el volumen de lodos generado anualmente utilizando la siguiente expresión:

$$VI = 0,00156 * Qprom * SS \quad (50)$$

Donde:

VI: volumen de lodos generados anualmente en $\text{m}^3/\text{año}$.

Qprom: caudal de diseño del barrio Güemes en m^3/d .

SS: sólidos suspendidos en el afluente en mg/l.

Con los valores del proyecto se procede con su cálculo:

$$VI = 0,00156 * 1.175,49 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * 300 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 550 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$$

Oakley (2005) establecen que los lodos pueden ocupar como límite máximo un 20% del volumen útil de la laguna facultativa, por encima de dicho valor, el funcionamiento de ésta se torna ineficiente. En consecuencia, es necesario calcular el tiempo en el que se alcanza ese valor y establecerlo como el tiempo para el cual es necesario realizar la remoción de lodos.

$$TRL = 0,2 * \frac{Vf}{VI} \quad (51)$$

Donde:

TRL: tiempo de remoción de lodos en año.

Vf: volumen de la laguna facultativa en m³.

VI: volumen de lodos generados anualmente en m³/año.

A continuación, se realiza el cálculo para la laguna proyectada:

$$TRL = 0,2 * \frac{23.002 \text{ m}^3}{550 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}} = 8 \text{ años}$$

Es necesario remover los lodos generados en la laguna facultativa cada 8 años a los efectos de garantizar su correcto funcionamiento a lo largo de su vida útil. Cabe destacar que la construcción de lagunas en paralelo permite que la limpieza de lodos se realice de forma no simultánea entre lagunas, por lo que en ningún momento se interrumpe el tratamiento.

8.3.3.2. Laguna de maduración

8.3.3.2.1. Tiempo de retención hidráulico

Al ser la función de la laguna de maduración continuar con el proceso de estabilización del efluente, es necesario garantizar un tiempo de retención hidráulico suficiente para remover las sustancias que no han sido eliminadas en procesos previos.

Oakley (2005) recomienda un tiempo de permanencia mínimo de 7 días, en lagunas de maduración, a los efectos de alcanzar dicho objetivo.

8.3.3.2.2. Cálculo de volumen mínimo necesario

El volumen de la laguna de maduración se obtiene a través de una expresión que relaciona el tiempo de retención hidráulico, que son 7 días, y el caudal de diseño para el barrio Güemes, de 1.175,49 m³/día. A continuación, se realiza su cálculo:

$$Vm = Q_{prom} * TRH = 1.175,49 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * 7 \text{ d} = 8.229 \text{ m}^3 \quad (52)$$

Donde:

Vm: volumen de la laguna de maduración en m³.

Q_{prom}: caudal de diseño del barrio Güemes en m³/d.

TRH: tiempo de remoción de lodos en la laguna de maduración en días.

8.3.3.2.3. Dimensiones adoptadas y volumen útil

Se adopta una longitud de la laguna de 160 metros considerando las limitaciones físicas del predio. Debido a que la laguna de maduración se encuentra en serie a la facultativa, no sedimentan lodos en su fondo, ya que este fenómeno ocurre en el tratamiento anterior. Es por ello que se escoge 1,5 metros de profundidad. Se adopta como ancho 50 metros y una relación de lados de taludes de 1:3. Se procede a calcular el volumen útil de la laguna de maduración proyectada:

$$Vf = \frac{1,5}{6} * [(L * A) + (L - 2iP) * (A - 2iP) + 4 * (L - iP) * (A - iP)] \quad (53)$$

Donde:

Vf: volumen de la laguna de maduración en m³.

P: profundidad de la laguna en m.

L: largo de la laguna en m.

A: ancho de la laguna en m.

i: relación de lados de taludes interiores.

Con los valores mencionados se realiza su cálculo:

$$V_f = \frac{1,5 \text{ m}}{6} * [(160 \text{ m} * 50 \text{ m}) + (160 \text{ m} - 2 * 3 * 1,5 \text{ m}) * (50 \text{ m} - 2 * 3 * 1,5 \text{ m}) + 4 * (160 \text{ m} - 3 * 1,5 \text{ m}) * (50 \text{ m} - 3 * 1,5 \text{ m})] = 10.623 \text{ m}^3$$

Se verifica el volumen útil de la laguna es superior al volumen mínimo necesario.

8.3.3.3. Cotas de la planta de tratamiento

Si bien el efluente ingresa a la cámara rompe cargas a través del caño de impulsión, todos los procesos posteriores a ésta ocurren por gravedad, por lo que es indispensable realizar un correcto análisis de los niveles necesarios en cada caso.

Partiendo de la cota de llegada de la cañería de impulsión a la planta de tratamiento, precisamente a la cámara rompe cargas, es posible determinar los niveles restantes del sistema de lagunas. Esto incluye la posición de los caños dentro de las cámaras partidoras principal y secundaria, como así también niveles de fondo de cada una de las lagunas y las alturas a la que se ubican los caños de entrada y salida de cada una de ellas.

Aguas abajo de las mismas, se define a la boca de registro BR14 como unión entre los dos sistemas de lagunas que funcionan en paralelo. Posterior a este punto, el efluente ingresa a la cámara de cloración y finalmente es vertido en el canal paralelo a la Ruta Provincial N°95 como se indica en el **Anexo 9.2. Plano de planta de tratamiento proyectada**.

A continuación, se realizan las verificaciones en los tramos de cañerías que recorren desde la primera cámara secundaria hasta el ingreso a la laguna facultativa, las que conectan a ésta con la de maduración, y finalmente las de salida de ésta última hacia la boca de registro BR14 mencionada anteriormente. Además, se verifica que la cañería que trasporta el caudal total ya tratado, aguas abajo de esta BR14, tenga el diámetro y la pendiente necesaria para garantizar el escurrimiento hacia el canal receptor.

En el **Anexo 9.5. Verificación de cañerías en planta de tratamiento** se presenta en una tabla la verificación para todos los tramos de la ampliación proyectada. Se verifican las secciones a caudal lleno y las pendientes mínimas de autolimpieza, utilizando los procedimientos desarrollados en los títulos “**5.2.1. Dimensionado de caños para caudales máximos**” y “**5.2.2. Pendiente de autolimpieza para caudales mínimos**”.

Para realizar la verificación a caudal lleno se utiliza el caudal máximo de diseño (39,96 l/s) mencionado en el título “**5.1.5. Cálculo de caudal máximo**”. También se presenta la relación entre caudal de escurrimiento y caudal lleno como se especifica en el título **6.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO**. Además, se comprueba que las velocidades dentro de las cañerías se encuentren entre los valores admisibles detallados en el título “**5.2.3. Velocidades límites**”.

Para verificar la pendiente mínima de autolimpieza se utiliza como base el caudal máximo para la red existente, es decir el caudal para el año 2020, obtenido a partir del gasto hectométrico correspondiente a la red proyectada (0,14 l/s) y los hectómetros de la red existente (187,98 hm). Éstos últimos multiplicados entre sí dan como valor 26,32 l/s. Finalmente se le adiciona el caudal mínimo de diseño (1,48 l/s), calculado para la red proyectada en el título “**5.1.6. Cálculo de caudal mínimo**”. Éste será el caudal de ingreso a la planta cuando se ponga en servicio la segunda etapa de la misma.

Finalmente, en **Anexo 9.2. Plano de planta de tratamiento proyectada** y **Anexo 9.4. Dispositivos de pretratamiento** se presentan las cotas de toda la planta.

8.3.4. Tratamiento Terciario

8.3.4.1. Clorinador

Se mantiene el mismo tipo de ingreso del efluente a la cámara de cloración. Éste se da a través de la boca de registro BR14 y el caño diámetro 315 mm, tal como se muestra en el **Anexo 9.2. Plano de planta de tratamiento existente**, con la diferencia de que se produce un aumento de caudal a tratar, producto de la incorporación de la red proyectada para el barrio Güemes.

Por este motivo para garantizar el tiempo de contacto mínimo entre el cloro y el efluente, a los efectos de asegurar la cantidad adecuada de cloro residual libre presente en el mismo, se exige aumentar la dosis de cloro. Ello permite cumplir los parámetros exigidos por la Ley 11.220.

Además, es obligatorio realizar las pruebas periódicas, tomando muestras de efluente a la salida de la planta de tratamiento, para comprobar que se remueven los agentes patógenos del mismo y en consecuencia obtener un efluente no perjudicial para el cuerpo receptor.

8.3.5. Disposición final

El cuerpo receptor final es el Río Salado. El mismo se encuentra aproximadamente a 3 kilómetros hacia el sur desde la planta de tratamiento. Entre ésta y el río, el efluente escurre por gravedad en todo su recorrido a través de un canal paralelo a la Ruta Provincial N°95, como se muestra en el **Anexo 9.1. Planta de tratamiento y disposición final**.

CAPÍTULO 9

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

El objetivo principal de esta práctica es obtener el costo total de la construcción de la obra. Por un lado, el cómputo consiste en realizar la medición de todos los materiales, maquinarias, mano de obra y otros recursos necesarios para la ejecución de cada tarea. Además, permite definir, a través de un análisis de precios, el presupuesto estimado del total del proyecto.

La elaboración del cómputo y presupuesto brinda las herramientas necesarias para evaluar qué recursos son utilizados en cada etapa y tomar las medidas adecuadas para garantizar su disposición en tiempo y forma durante el avance de la obra.

A continuación, se presentan las consideraciones utilizadas para la realización del cómputo y presupuesto de la red cloacal del barrio Güemes de la ciudad de Tostado.

9.1. CONSIDERACIONES

A los efectos de realizar un correcto estudio, es conveniente dividir la obra en subsistemas o ítems. Éstos a su vez se componen del conjunto de tareas, complementarias entre sí, que son necesarias para ejecutar la obra. A través del análisis de los precios se determina el costo por unidad de medida de cada uno de estos ítems.

El análisis se conforma por todos los recursos necesarios para la ejecución integral de cada ítem. Éstos se discriminan en materiales, maquinarias, mano de obra y otros. Para la realización del presupuesto de este proyecto se presentan los diferentes componentes de cada ítem:

- Mano de obra: se definen las 5 categorías del personal de la construcción. Éstos son:
 - Oficial especializado.
 - Oficial.
 - Medio-oficial.
 - Ayudante.
 - Sereno.
- Materiales: se nombran todos los materiales y elementos necesarios para la ejecución de cada uno de los ítems del proyecto.
 - Hormigón armado utilizado para ejecución de bocas de registro:
 - H-17: para fondo.
 - H-21: para paredes.
 - H-30: para reparación de pavimentos.
 - PVC:
 - Caños:
 - Diámetro 110 mm.
 - Diámetro 160 mm.
 - Diámetro 200 mm.
 - Diámetro 315 mm.
 - Accesorios:
 - Curvas y cuplas con diámetro 110 mm.
 - Ramales a 45° con diámetros 110 mm a 110 mm y 110 mm a 160 mm.
 - Tapas con diámetro 110 mm.
 - Arena utilizada para asentar los caños colectores.
 - Cinta de aviso de cañería existente.
 - Tapa de hierro fundido para boca de registro.

- Acero y madera para entibado de zanjas:
 - Perfil UPN 100 F-24: para la conformación del marco metálico, tanto para perfiles verticales como para los puntales horizontales.
 - Placa fenólica 1" (25,4 mm) 1,22 m x 2,44 m: para contención del suelo.
- **Maquinaria:** se nombran los equipos y la maquinaria utilizada en cada tarea.
 - Retroexcavadora: principalmente en excavaciones.
 - Minicargadora: tareas de movimiento de suelo.
 - Compactador manual: compactación de suelo en zanjas de caños colectores.
 - Camión volcador: movimiento de arena para asentamiento de caños.
 - Motobomba: para depresión de nivel freático.

En las planillas utilizadas para realizar el análisis de precios, cada componente se identifica con su propia unidad de medida y precio unitario. La suma de cada uno de ellos da como resultado el precio unitario total del ítem.

Con respecto a los precios unitarios, los costos de mano de obra se obtienen de la página de la UOCRA. En tanto que el precio de cada uno de los materiales y accesorios son otorgados por diferentes proveedores.

Para determinar el costo de maquinarias y equipos, se utilizan precios unitarios de referencia correspondientes a proyectos similares, se aplican índices que actualizan dichos valores. Éstos índices están determinados por la Cámara Argentina de la Construcción.

Las planillas utilizadas para el análisis de precios se encuentran en el **Anexo X "Cómputo y presupuesto"**.

9.2. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados finales del cómputo y presupuesto realizado para el total de la obra.

Se divide el presupuesto total de la obra en tres partes. El primero de ellos es la ejecución de la red colectora. Ésta comprende excavación, colocación de caños, relleno de zanjas, compactación y ejecución de bocas de registro. En la **Tabla 9.1.** se presenta el resumen del precio total para este rubro.

Tabla 9. 1. Costo total para la ejecución de la red colectora.

Proyecto: Cloacas barrio Güemes - Tostado					
Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES					
N° ítem	Denominación del ítem:	Cantidad	U	Precio unitario	Total
1	Entibado para zanjas de 0.80m de ancho. Incluye construcción de módulos prefabricados de metal y madera. Compuesto por 600 módulos de 1,50m de profundidad por 2m de longitud.	9718	m	\$ 2.026	\$ 19.686.520
2	Excavación, relleno y compactación en cualquier tipo de terreno, a profundidades mayores a 1 metro; a cielo abierto para instalación de cañerías y distribución de suelos excedentes con equipos. Suelo en estado próximo a saturado.	6482	m3	\$ 2.406	\$ 15.594.789
3	Excavación seca hasta 1m de profundidad, relleno y compactación de zanjas para colocación de cañerías. Sin presencia de nivel freático.	7774	m3	\$ 2.053	\$ 15.959.165
4	Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=3,2 mm x 6m c/junta elástica D160mm.	9193	m	\$ 1.513	\$ 13.904.792
5	Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=4 mm x 6m c/junta elástica D200mm.	525	m	\$ 1.829	\$ 960.145
6	Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para la construcción de bocas de registro por calzada, con encofrado metálico. Incluye marco y tapa de hierro fundido. Circular diámetro interno 1,2m.	57	N°	\$ 83.212	\$ 4.743.064
7	Excavación, relleno y compactación; provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para conexión domiciliaria larga por calzada.	286	N°	\$ 21.274	\$ 6.084.365
8	Excavación, relleno y compactación; provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para conexión domiciliaria larga por calzada mediante uso de tunelera.	46	N°	\$ 31.555	\$ 1.451.529
9	Excavación, relleno y compactación; provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para conexión domiciliaria corta por vereda.	427	N°	\$ 12.293	\$ 5.248.935
10	Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para reparación de pavimento de hormigón armado H-30, calidad igual a existente.	432	m2	\$ 2.125	\$ 918.154
11	Pozos de bombeo para depresión de nivel freático de 0,30m de diámetro y 44 metros de profundidad aproximadamente. Caño PVC DN110. Cantidad de pozos estimados, debe someterse a prueba detallada en el Anexo XII "Responsabilidades constructivas y de operación".	24	N°	\$ 23.147	\$ 555.526
TOTAL					\$ 85.106.983

Otra de las etapas de la obra es la ejecución de la estación de bombeo ubicada en la intersección de las calles Presidente Perón y La Rioja. Su precio consiste en la excavación de suelo, la construcción de la estructura de hormigón armado de la cámara de aspiración, la sala de operación de máquinas y el costo de la bomba. En la **Tabla 9.2.** se presenta el resultado de este rubro.

Tabla 9.2. Costo total para la ejecución de la estación de bombeo.

Proyecto: Cloacas barrio Güemes - Tostado					
Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO					
N° ítem	Denominación del ítem:	Cantidad	U	Precio unitario	Total
1	Pozos de bombeo para depresión de nivel freático de 0,30m de diámetro y 44 metros de profundidad aproximadamente. Caño PVC DN110. Cantidad de pozos estimados, debe someterse a prueba detallada en el Anexo XII "Responsabilidades constructivas y de operación".	2	N°	\$ 23.147	\$ 46.294
2	Excavación con medios mecánicos para cámara de aspiración.	240	m3	\$ 375	\$ 90.036
3	Construcción estación elevadora e instalaciones electromecánicas requeridas por la bomba. Incluye canasto de retención de sólidos y compuerta de ingreso de efluente.	1	N°	\$ 1.551.469	\$ 1.551.469
4	Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=4 mm x 6m c/junta elástica D200mm.	200	m	\$ 1.835	\$ 366.904
5	Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para la construcción de bocas de registro en estación de bombeo, con encofrado metálico. Incluye marco y tapa de hierro fundido. Circular diámetro interno 1,2m.	2	N°	\$ 83.212	\$ 166.423
6	Construcción de casilla de operación con mampostería de ladrillo cerámico con huecos horizontales de 18x18x33 cm con juntas de 10 mm de espesor. Formación de los dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón. Incluye dos bombas de elevación de liquido cloacal Flygt D-3102 MT 470 - 400V - 50Hz	1	N°	\$ 1.914.046	\$ 1.914.046
TOTAL					\$ 4.135.172

La ejecución de la planta de depuración de los efluentes incluye el montaje de los dispositivos correspondientes al pretratamiento, excavación de suelo, perfilado de taludes y compactación del fondo. En la **Tabla 9.3.** se detalla el resumen de esta etapa.

Tabla 9.3. Costo total para la ejecución de las lagunas de tratamiento.

Proyecto: Cloacas barrio Güemes - Tostado					
Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO					
N° ítem	Denominación del ítem:	Cantidad	U	Precio unitario	Total
1	Excavación para destape de terreno vegetal y transporte del mismo con pala de arrastre y equipos auxiliares hasta el punto receptor final.	2990	m3	\$ 807	\$ 2.411.610
2	Excavación para construcción de laguna facultativa, maduración y transporte hasta punto receptor final, con pala de arrastre y equipos auxiliares. No incluye estudio de suelo ni posible impermeabilización.	23920	m3	\$ 807	\$ 19.292.884
3	Conformación y compactación de terraplenes de lagunas de oxidación.	1381	m3	\$ 1.176	\$ 1.624.619
4	Perfilado de fondo y taludes de lagunas con equipos.	2762	m2	\$ 104	\$ 286.568
5	Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para la construcción de bocas de registro en planta de tratamiento, con encofrado metálico. Incluye marco y tapa de hierro fundido. Circular diámetro interno 1,2m. Incluye 3 cámaras partidoras secundarias.	16	N°	\$ 83.212	\$ 1.331.386
6	Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=3,2 mm x 6m c/junta elástica D160mm.	64	m	\$ 1.513	\$ 96.198
7	Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=4 mm x 6m c/junta elástica D200mm.	213	m	\$ 1.829	\$ 388.630
8	Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=6,2 mm x 6m c/junta elástica D315mm.	181	m	\$ 4.424	\$ 800.779
9	Pozos de bombeo para depresión de nivel freático de 0,30m de diámetro y 44 metros de profundidad aproximadamente. Caño PVC DN110. Cantidad de pozos estimados, debe someterse a prueba detallada en el Anexo XII "Responsabilidades constructivas y de operación".	2	N°	\$ 23.147	\$ 46.294
TOTAL					\$ 26.278.969

Finalmente, en la **Tabla 9.4.** se presenta una síntesis del costo total de la obra, remarcando los tres rubros mencionados. Además, se detalla el porcentaje de incidencia de cada uno de ellos con respecto al costo total del proyecto. Se informa el valor en pesos argentinos y también en dólares, debido a que la mayoría de los costos varían en función del valor de éste.

Tabla 9.4. Costo total para la ejecución de la obra.

Proyecto: Cloacas barrio Güemes - Tostado				
N° rubro	Denominación del rubro:	Total en pesos	Total en dólares	% de incidencia
1	Red de colectores de efluentes cloacales	\$ 85.106.983	1194484 U\$D	74%
2	Estación de bombeo	\$ 4.135.172	58038 U\$D	4%
3	Lagunas de tratamiento	\$ 26.278.969	368828 U\$D	23%
TOTAL		\$ 115.521.124	1621349 U\$D	100%

Conexión domiciliaria (pesos)	\$ 152.202
Conexión domiciliaria (dólares)	2136 U\$D

CAPÍTULO 10

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo a la Ley 11.717 de “Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable”, para la ejecución de una obra de cloacas se exige la realización de un estudio del impacto que la misma produce sobre el medio ambiente.

El objetivo de este estudio es prever los efectos generados por cada una de las acciones que contempla la obra, es decir, evaluar de forma anticipada las consecuencias de la ejecución del proyecto. A través de sus resultados se puede realizar un análisis y un plan de medidas correctivas con la finalidad de minimizar los efectos negativos.

10.1. METODOLOGÍA

Es apropiado utilizar una matriz causa-efecto para la evaluación del impacto ambiental. La misma relaciona las acciones desarrolladas y los efectos que éstas generan en el medio ambiente.

El sistema cloacal se compone de la red de cañerías colectoras, pozos de bombeo, estaciones elevadoras y planta de tratamiento. Cada una de estas partes requiere de la realización de diferentes acciones que pueden tener impacto sobre los distintos medios, tanto en su etapa de construcción como en la de su uso.

A los efectos de facilitar la evaluación de los impactos, se clasifica al medio ambiente de la siguiente manera:

- Medio físico:
 - Medio inerte:
 - Aire.
 - Suelo.
 - Agua superficial.
 - Agua subterránea.
 - Medio biótico:
 - Flora.
 - Fauna.
 - Medio perceptual:
 - Paisaje.
- Medio socioeconómico:
 - Medio socio-cultural:
 - Uso del territorio.
 - Cultural.
 - Infraestructura.
 - Humanos, higiene y seguridad.
 - Medio económico:
 - Población.
 - Economía.

Para el estudio del impacto ambiental, a continuación, se presenta el método Prognos II, desarrollado por Kaczan y Gutierrez (2009).

10.1.1. Método Prognos II

Mediante la aplicación de la matriz resulta posible ordenar y evaluar los efectos de la construcción, y de la posterior utilización, de un sistema de desagües cloacales para el barrio Güemes de la ciudad de Tostado.

La matriz contempla un listado detallado de los posibles efectos que producirá la obra sobre el medio ambiente. La misma está compuesta en sentido vertical por las acciones y en sentido horizontal por los medios.

La intersección de filas y columnas determina casilleros que permiten la evaluación del impacto generado por cada acción sobre cada medio. Los parámetros que se tienen en cuenta son:

- Signo: positivo, negativo o probable, en función del tipo de impacto que genera sobre el medio.
- Importancia: mayor, media o menor, según la magnitud que tenga el impacto.
- Probabilidad de ocurrencia: cierta o probable, en función del grado de certidumbre del efecto.
- Duración: temporaria, si finaliza con la construcción de la obra; recurrente, si ocurre de forma discontinua; o permanente, si el efecto perdura durante la existencia del proyecto.
- Término de ocurrencia: inmediato, mediato o largo plazo, según el tiempo que transcurre desde que se genera la acción hasta que se produce el impacto.
- Reversibilidad: Reversible a corto, mediano o largo plazo, según el tiempo que demanda su corrección, irreversible si no existiese posibilidad de remediación o no considerado si es imposible su evaluación.
- Extensión areal: focalizada, local, regional o global, según la escala geográfica a la que afecta.
- Necesidad de monitorear los efectos considerados: sí o no, según si el efecto requiere controles.

La descripción de cada casillero consta de 8 caracteres que surgen de la evaluación de cada parámetro. Su significado se encuentra en la **Tabla 10.1**.

En el **Anexo XI “Impacto ambiental”** se encuentra la matriz empleada en el estudio del impacto ambiental.

Tabla 10. 1. Parámetros evaluados en el método Prognos II.

Orden de secuencia	Característica del impacto	Símbolo
1	Signo	(+) Positivo
		(-) Negativo
		(X) Probable
		(N/A) No evaluado
2	Importancia	(1) Menor
		(2) Mediana
		(3) Mayor
3	Probabilidad de ocurrencia	(C) Cierta
		(P) Posible
4	Duración	(T) Temporaria
		(V) Recurrente
		(S) Permanente
5	Tiempo de ocurrencia	(E) Inmediato
		(M) Mediato
		(L) Largo plazo
6	Reversibilidad	(B) Reversible a corto plazo
		(D) Reversible a mediano plazo
		(H) Reversible a largo plazo
		(I) Irreversible
		(K) No considerado
7	Extensión areal	(F) Focalizada
		(A) Local
		(R) Regional
		(G) Global
8	Necesidad de monitorear	(Y) Sí
		(N) No

10.2. RESULTADOS

En el estudio de impacto ambiental realizado se consideran 39 acciones a ejecutar, algunas de ellas en la etapa de construcción de las obras, y otras en la etapa de operación.

Cada una de las acciones repercute de manera diferente en los medios físicos y socio-económicos. A continuación, en la **Tabla 10.2.**, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método Prognos II.

Tabla 10. 2. Resultados obtenidos en el impacto ambiental.

Elementos analizados	Total	% Casilleros
Casilleros de la matriz		
Nº casilleros que demandan evaluación	222	44%
Nº casilleros que no demandan evaluación	285	56%
Nº total de casilleros	507	100%
Elementos analizados	Total	% Impactos
Impactos		
Positivos	84	17%
Negativos	133	26%
Probable	5	1%
No evaluado	285	56%
Nº total de casilleros	507	100%

En la **Figura 10.1.** se presentan dos gráficos que evidencian los resultados obtenidos.

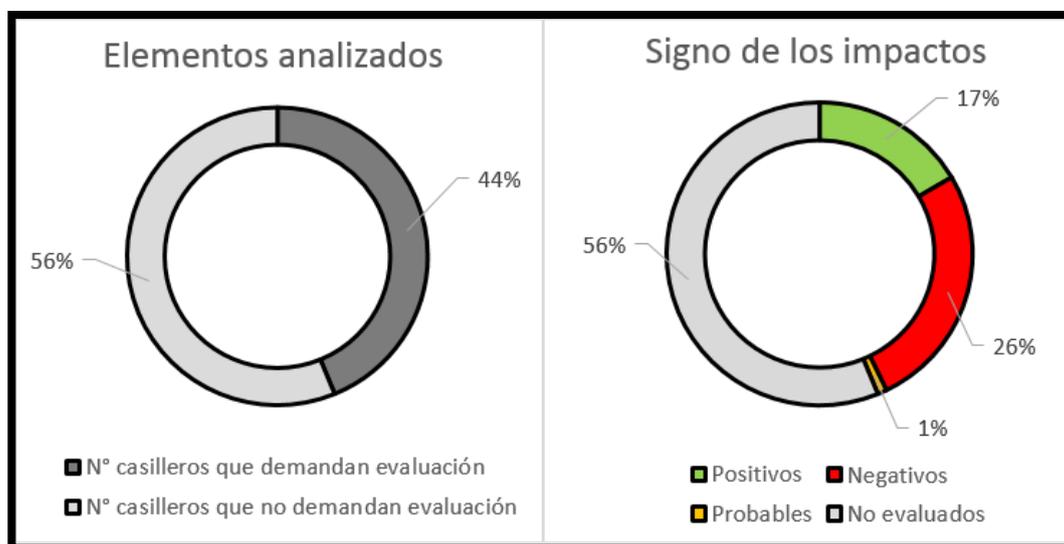


Figura 10. 1. Resultados obtenidos en el estudio del impacto ambiental.

Del total de casilleros, un 56% no demanda evaluación ya que no tiene injerencia dentro de los medios considerados.

Del 44% de los casilleros que generan impacto, un 26% lo hace negativamente y un 17% de forma positiva. Finalmente se supone que sólo el 1% de los casilleros tiene probabilidades de incidir en el medioambiente.

A continuación, se realiza un análisis de los resultados positivos y negativos, así como también un plan con acciones de mitigación.

10.2.1. Análisis de resultados negativos

En la **Tabla 10.3.** se presentan los resultados de los impactos negativos. Luego se realiza un análisis de cada uno de ellos.

Tabla 10. 3. Resultados de impacto negativo.

NEGATIVOS			
Escala de evaluación	Total	%	Control
Importancia			
(1) Menor	67	50%	100%
(2) Mediana	53	40%	
(3) Mayor	13	10%	
Probabilidad o riesgo de ocurrencia			
(C) Cierta	95	71%	100%
(P) Posible	38	29%	
Duración			
(T) Temporaria	82	62%	100%
(V) Recurrente	7	5%	
(S) Permanente	44	33%	
Tiempo de ocurrencia			
(E) Inmediato	116	87%	100%
(M) Mediato	11	8%	
(L) Largo plazo	6	5%	
Reversibilidad			
(B) Reversible a corto plazo	40	30%	100%
(D) Reversible a mediano plazo	25	19%	
(H) Reversible a largo plazo	32	24%	
(I) Irreversible	23	17%	
(K) No considerado	13	10%	
Extensión areal			
(F) Focalizada	53	40%	100%
(A) Local	69	52%	
(R) Regional	7	5%	
(G) Global	4	3%	
Necesidad de monitoreo			
(Y) Sí	1	1%	100%
(N) No	132	99%	

Del total de los casilleros que generan un impacto negativo, sólo el 10% tiene una importancia mayor. Todos ellos se encuentran en la etapa de construcción y afectan principalmente al medio físico. Las acciones que lo producen están relacionadas a la deforestación de árboles, tanto en las veredas del barrio donde se va a construir la red, como en los predios donde se ubicarán las estaciones de bombeo y planta de tratamiento. Esta deforestación genera un impacto de forma directa en el aire y la flora.

La flora es la encargada de generar oxígeno, produciendo un aumento en la calidad del aire. Además, los árboles ayudan a disminuir las altas temperaturas en verano y, en épocas de lluvias, cooperan para reducir la escorrentía mediante el fenómeno de intercepción vegetal.

Se puede afirmar que la maquinaria utilizada tanto en la deforestación como en las diferentes excavaciones, emite gases contaminantes hacia la atmósfera como dióxido de carbono, y que el movimiento constante de suelo produce polvo y material particulado cercano a la superficie.

Otra de las tareas que produce un impacto negativo mayor es la depresión del nivel freático. Éste se presenta en todas las etapas de construcción de la obra, ya que siempre se debe excavar por debajo del metro de profundidad, siendo éste el valor aproximado al que se encuentra el nivel freático actualmente. Para poder realizar las excavaciones se extrae un gran volumen de agua subterránea que tiene como destino final un cuerpo de agua superficial cercano. Esto produce por un lado un probable desbalance hídrico, y por otro una posible fuente de contaminación por no hacer controles previos al nivel freático que se está por deprimir.

La última acción de impacto negativo mayor es la construcción de lagunas que demandan una gran superficie de terreno. El uso del territorio se ve afectado por quedar inutilizable durante el uso de la planta de tratamiento y, ante un eventual futuro cierre de ésta, su valor disminuiría considerablemente. Se considera que esta acción es de carácter irreversible.

Cuando se realiza el análisis de los impactos negativos que tienen una menor y mediana importancia, se evidencia que los mismos representan el 90% del total. La gran mayoría se encuentra en la etapa de construcción y desaparece totalmente cuando la misma termina. Es por eso que es válido suponer que estas acciones son reversibles a corto plazo.

Las acciones a destacar de este grupo son aquellas en las que se utilizan maquinarias constantemente, ya que éstas impiden que el tránsito de vehículos y peatones funcionen con normalidad. Además, junto a las excavaciones, representan una amenaza contra la seguridad de los vecinos. También generan ruidos y vibraciones en la zona de ejecución de la obra.

Por otro lado, el acopio de materiales en el obrador, así como también el suelo extraído y depositado al costado de la zanja, generan una contaminación visual del lugar. Esto puede traducirse en un malestar de los vecinos del barrio.

Cabe destacar que, con las tareas de excavaciones de este tipo de obra, es probable romper cañerías del resto de servicios, sobre todo cuando no se tiene la información detallada del lugar donde se encuentran las mismas.

En cuanto a la etapa de operación de la obra se puede mencionar al funcionamiento de las bombas y el mantenimiento de todo el sistema cloacal. El primero de ellos se caracteriza por su consumo de energía eléctrica y generación de ruidos molestos constantes, y el segundo por demandar un seguimiento y controles periódicos para su adecuado desempeño.

10.2.2. Análisis de resultados positivos

En la **Tabla 10.4.** se presentan los resultados de los impactos positivos. Luego se realiza un análisis de los mismos.

Tabla 10. 4. Resultados de impacto positivo.

POSITIVOS			
Escala de evaluación	Total	%	Control
Importancia			
(1) Menor	17	20%	100%
(2) Mediana	44	52%	
(3) Mayor	23	28%	
Probabilidad o riesgo de ocurrencia			
(C) Cierta	71	85%	100%
(P) Posible	13	15%	
Duración			
(T) Temporaria	30	36%	100%
(V) Recurrente	22	26%	
(S) Permanente	32	38%	
Tiempo de ocurrencia			
(E) Inmediato	52	62%	100%
(M) Mediato	27	32%	
(L) Largo plazo	5	6%	
Reversibilidad			
(B) Reversible a corto plazo	0	0%	100%
(D) Reversible a mediano plazo	0	0%	
(H) Reversible a largo plazo	0	0%	
(I) Irreversible	0	0%	
(K) No considerado	84	100%	
Extensión areal			
(F) Focalizada	5	6%	100%
(A) Local	60	71%	
(R) Regional	16	19%	
(G) Global	3	4%	
Necesidad de monitoreo			
(Y) Sí	8	10%	100%
(N) No	76	90%	

El 80% de los impactos positivos tienen una importancia media y mayor, y están relacionados principalmente a la infraestructura, el agua subterránea y el movimiento económico generado por la obra.

La presencia de una red cloacal en una ciudad es indispensable para el desarrollo de la misma, tanto desde el punto de vista industrial como sanitario. Contar con una planta de tratamiento de efluentes domiciliarios permite depurar los mismos y arrojarlos a un cuerpo receptor final sin afectar el medio ambiente. Esto se traduce en una despreciable contaminación del agua subterránea, a diferencia de lo que ocurre con los sistemas estáticos.

Además, se evita el rebalse de los pozos absorbentes y el riesgo de contacto directo entre las personas con el agua contaminada, reduciendo así los riesgos para la salud de la población. Otra ventaja es la mejora progresiva en las propiedades del suelo y un agua subterránea de mayor calidad para consumo domiciliario.

Por otro lado, uno de los grandes impactos positivos está referido al movimiento de la economía de la localidad. Esto contempla principalmente la generación de mano de obra durante la construcción y operación de la red cloacal en todas las etapas.

Un beneficio que surge indirectamente de la construcción de un sistema cloacal en una ciudad es la revalorización del uso del territorio, tanto sea en locales comerciales como viviendas.

Por otro lado, del 20% de los impactos positivos que revisten una importancia menor, lo más destacable es que los lodos removidos de las lagunas de tratamiento pueden ser utilizados como fertilizantes para suelos.

10.2.3. Acciones de mitigación

El objetivo del estudio de impacto ambiental es detectar las acciones negativas y ejecutar un plan posterior para reducir los efectos que éstas ocasionan. Luego de realizar el análisis, se proponen acciones que permitan mitigarlos.

Durante el proceso de excavación se presenta la posible deforestación de árboles. Por lo tanto, se plantea la forestación de todas las zonas que se vean afectadas durante el proceso de construcción. Esto, además, tiene el beneficio de que, en la zona de lagunas, genera intercepción de olores.

Por otro lado, la depresión del nivel freático es una de las acciones más importantes y que se encuentra en todas las etapas de construcción. A causa de esto, se plantea como acción de mitigación, el almacenamiento de una parte del agua subterránea en tanques para la posterior realización de la prueba hidráulica de los caños colectores.

Por último, para la ejecución de las lagunas de tratamiento se sugiere una impermeabilización de suelo bentonita en caso de ser necesario. Ésta evita la infiltración de los efluentes en el suelo. Además, se plantea una evaluación periódica de las aguas subterráneas para controlar que dicha impermeabilización funcione correctamente.

CONCLUSIONES:

Tostado cuenta con un desarrollo bajo de infraestructura, aproximadamente sólo un 30% de su extensión cuenta con el servicio de cloacas, lo que implica un riesgo para la salud de sus habitantes. Es por eso que la ampliación del sistema cloacal en la ciudad significa un avance importante desde el punto de vista sanitario y es indispensable para un desarrollo futuro de todo tipo.

La ciudad es el distrito más importante de la zona noroeste de la provincia y presenta una marcada tendencia de crecimiento poblacional debido a su relevancia dentro del departamento, lo que hace más necesario aún la mejora de dicha infraestructura.

El relieve de la zona urbana es en general plano y para el trazado de la red proyectada se utiliza el formato tipo red de simple colectora. Además, se busca aprovechar esa mínima variación del terreno natural a los efectos de lograr un sistema por gravedad eficiente.

El sistema cloacal cuenta con estaciones de bombeo en aquellos puntos en los cuales se torna imposible continuar el escurrimiento de los efluentes por gravedad. Esto permite que la red proyectada se pueda vincular al sistema existente satisfactoriamente. Se propone la construcción de una estación de bombeo en la zona norte de la ciudad que contempla, además del proyecto en cuestión, la futura ampliación del servicio hacia el barrio San Genaro.

La planta de tratamientos proyectada garantiza la correcta depuración del efluente y la no contaminación del Río Salado. El extenso predio en el que se encuentra permite su ampliación, mediante la incorporación de lagunas, cuando se incremente el caudal proveniente de la red de la ciudad.

La obra en su totalidad es accesible desde el punto de vista de sus costos y además genera un movimiento importante en la economía de la localidad. Por otro lado, se deduce que no presenta perjuicios considerables sobre el medio ambiente ya que los impactos negativos desaparecen cuando finaliza la etapa de construcción.

Por todo lo anteriormente mencionado se demuestra que el proyecto: **“DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED CLOACAL DEL BARRIO GÜEMES EN LA CIUDAD DE TOSTADO, SANTA FE (ARGENTINA)”**, mejorará la calidad de vida de los habitantes de la localidad.

REFERENCIAS:

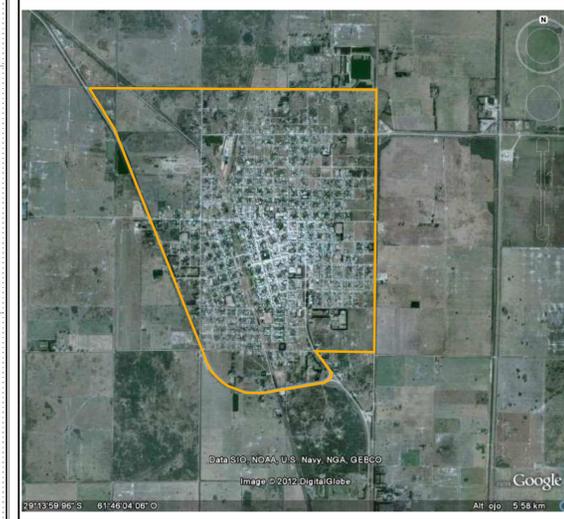
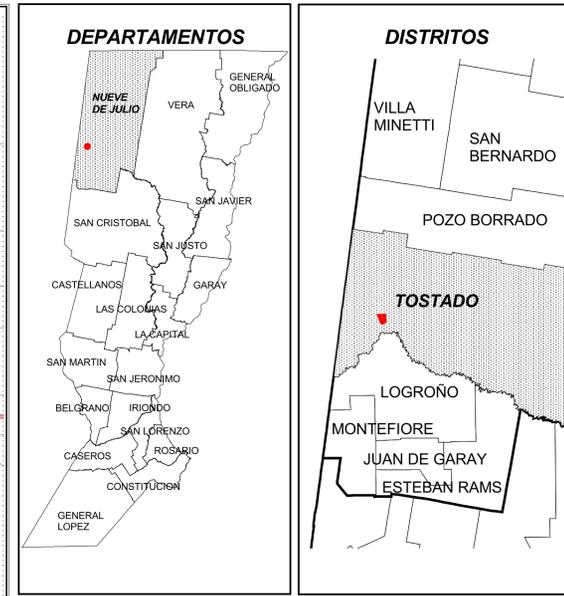
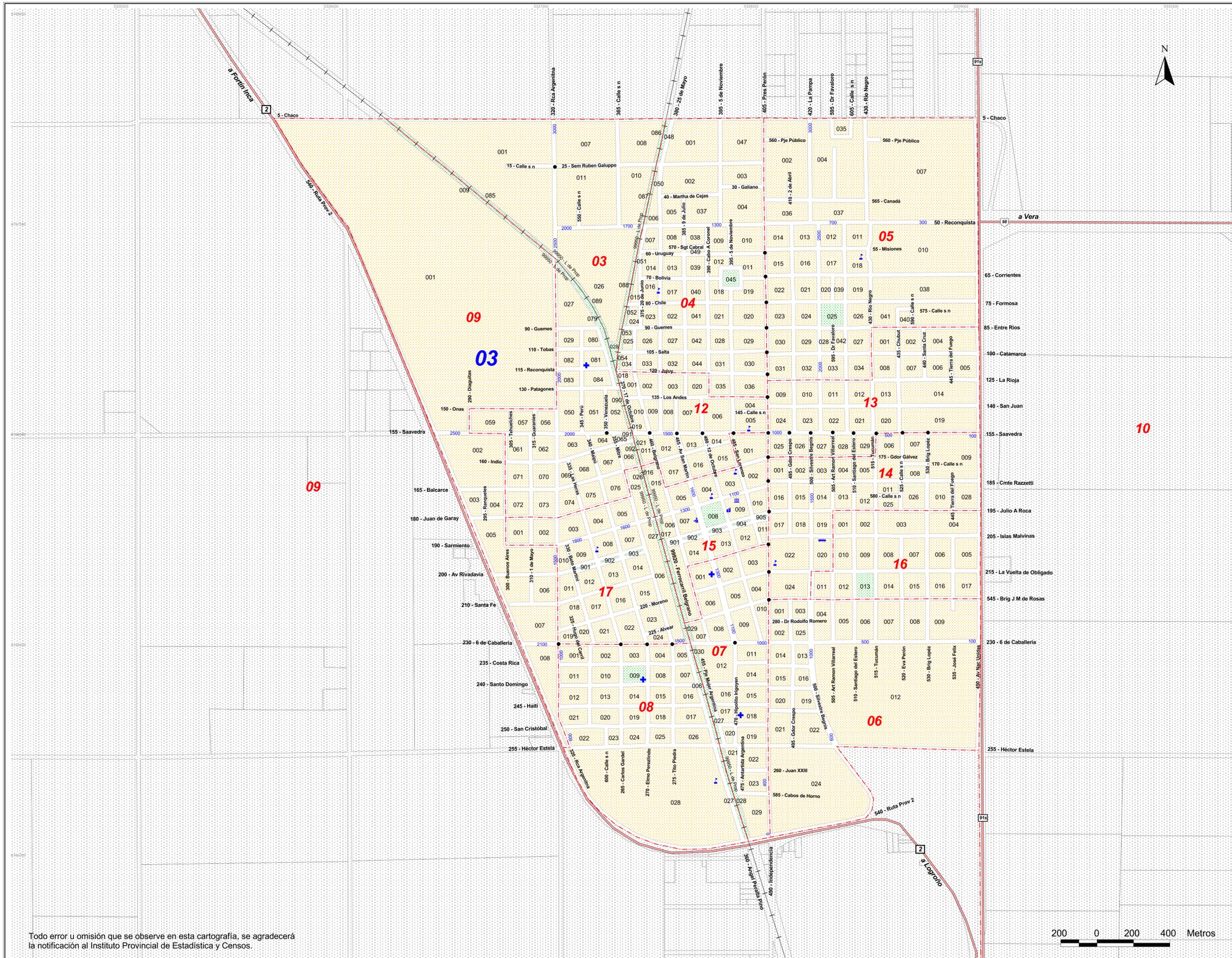
- Acindar – Grupo ArcelorMittal. (2008). *Productos para construcción civil – Productos y servicios, información técnica, diseño por resistencia en hormigón estructural*. <https://www.acindar.com.ar/catálogos/>
- Boidi M. A. (2003). *Aspectos hidrogeológicos urbanos y sanitarios de la ciudad de Rafaela*. Estudios y proyectos, secretaria de obras públicas y privadas, Municipalidad de Rafaela.
- CAC – Cámara Argentina de la Construcción. (2020). *Indicador de la variación del costo de un edificio tipo en Capital Federal*. <http://www.camarco.org.ar/indicadores>
- COFAPYS – Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento (1998). *Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes*. Ministerio de economía y obras y servicios públicos. Secretaria de obras públicas y comunicaciones.
- CTT – Cooperativa Telefónica de Tostado. (2003). *Desagües cloacales – Conceptos de saneamiento urbano*. Cooperativa telefónica y otros servicios públicos y asistenciales de Tostado.
- CTT – Cooperativa Telefónica de Tostado. (2020). *Ficha técnica de modelo Pumpex k-80 tipo elevadora*. Cooperativa telefónica de Tostado. Departamento de mantenimiento y control vehicular.
- Custodio E., Llamas M. R. (1983). *Hidrología subterránea*. Tomo I. Ediciones Omega. 1192 pp.
- El Día (2017). *La proliferación de pozos ciegos sin control amenaza la calidad del Puelche*. <https://www.eldia.com/nota/2017-10-29-3-58-55-la-proliferación-de-pozos-ciegos-sin-control-amenaza-la-calidad-del-puelche-información-general>
- Estrucplan (2008). *Entibado de madera en zanjas*. Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo en zanjas.
- Flygt. (2020). *Catálogo Flygt 3102 – especificaciones técnicas*. <https://www.xylem.com/en-us/products-services/pumps-packaged-pump-systems/pumps/submersible-pumps/wastewater-pumps/channel-impeller-pumps/flygt-channel-impeller->
- Flygt. (2011). *Catálogo Submersible pump C 3201, 50 Hz – Technical specification*. <https://www.xylem.com/en-us/products-services/pumps-packaged-pump-systems/pumps/submersible-pumps/wastewater-pumps/channel-impeller-pumps/flygt-channel-impeller->
- Ftool. (s.f.). *Ftool – two dimensional frame analysis tool*. <https://www.ftool.com.br/Ftool/>
- GENERFE. (2018). *Informe de radiación solar en la provincia de Santa Fe*. Programa de generación de energías renovables de la provincia de Santa Fe, Santa Fe.
- Iguazuri. (2015). *Sistema de entibación*. Tecnología moderna para la entibación de zanjas: Proyectos, aplicaciones y empleo. SBH – Tiefbautechnik. 36 pp.
- INDEC. (2010). *Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010, 2001, 1991*. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-2-41>
- INGENOA (1998). *Tomo II – Estudios hidrogeológicos en Tostado*. Cooperativa telefónica y otros servicios públicos y asistenciales de Tostado limitada.
- INTI - CIRSOC 301. (2005). *Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios*. Ministerio del interior, obras públicas y vivienda, secretaría de obras públicas de la Nación.

- IPEC. (2010). *Censo de población, hogares y viviendas*. <http://www.estadisticasantafe.gob.ar/contenido/censos-de-poblacion-hogares-y-viviendas/>
- Kaczan L. y Gutierrez T.C.F. (2009). *Evaluación del impacto ambiental (EIA)*. Dirección de posgrado, Facultad Regional Santa fe, Universidad Tecnológica Nacional, Santa Fe.
- Ley provincial N° 11220. (1995). *Límite para la descarga de efluentes cloacales*. Gobierno de la provincia de Santa Fe, Argentina.
- Ley provincial N° 11717 (2009). *Ley de medio ambiente y desarrollo sustentable*. Gobierno de la provincia de Santa Fe, Argentina.
- Municipalidad de Tostado (2019). *Planimetría y lotes de la ciudad de Tostado*. Municipalidad de la ciudad de Tostado, Santa Fe.
- Nisnovich J. (2004). *Manual práctico de instalaciones sanitarias – Pozo negro y pozo absorbente*. Biblioteca práctica de la construcción (p. 10-F-2).
- Nittmann J. (2020). *Videoconferencia a través de plataforma Zoom – Depresión de nivel freático*.
- Oakley S. M., et al. (s.f.). *Guía de referencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Centro América*. United States Agency International Development.
- Oakley S. M. (2005). *Lagunas de estabilización en Honduras – Manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad*. Universidad Estatal de California.
- Ortenzi M. (2019). *Entrevista sobre estimación poblacional para localidades de la provincia de Santa Fe*. Instituto de Capacitación y Estudios para el Desarrollo Local – (ICEDEL).
- Pérez Farráz L. y Koutsovitis M. E. (2007). *Criterios sobre el cálculo estructural de tuberías instaladas en zanja – interacción tubería y zanja*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de ingeniería, departamento de hidráulica. Buenos Aires.
- Resolución 503/2014. (2014). *Ejecución de zanjas y pozos y todo tipo de excavación no incluida en la resolución 550/2011*. Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Buenos Aires, Argentina.
- Rodríguez Ruiz P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ciencias de la Tierra. 499 pp.
- S&D Ingenieros Asociados (2005). *Planimetría de red de desagües cloacales, pozo de bombeo, estación de impulsión y diseño de planta de tratamiento*. Cooperativa telefónica y otros servicios públicos y asistenciales de Tostado.
- Sulzer. (2015). *Bombas sumergibles para aguas residuales Gama ABS XFP*. <https://www.sulzer.com/es-es/spain/shared/products/submersible-sewage-pump-type-abs-xfp-30-750-kw>
- UOCRA – Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina. (2020). *Convenio 76/75 y 577/10 – enero 2020*. <http://www.uocra.org/?s=nuevas-escalas-salariales>
- Verwimp O. (2019). *Entrevista sobre el consumo de agua potable en la ciudad de Tostado*. Cooperativa de agua potable de Tostado.

BIBLIOGRAFÍA:

- Boidi M. A. (2015). *Abastecimiento de agua potable*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, ingeniería sanitaria, Rafaela.
- Boidi M. A. (2015). *Agua subterránea*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, ingeniería sanitaria, Rafaela.
- Boidi M. A. (2015). *Evacuación de aguas residuales*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, ingeniería sanitaria, Rafaela.
- COFAPYS – Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento (1998). *Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes*. Ministerio de economía y obras y servicios públicos. Secretaria de obras públicas y comunicaciones.
- Escuela N°332 “D. F. Sarmiento”. (1991). *Libro del centenario de Tostado, provincia de Santa Fe*. Municipalidad de Tostado, provincia de Santa Fe.
- Ferraro G. y Seravalle G. (2006). *Diseño integral de la red de desagües cloacales y planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Ataliva*. Proyecto final. Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, Rafaela.
- Franzotti S. (2018). *Diseño de red cloacal y planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Las Palmeras*. Proyecto final. Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, Rafaela.
- Ingenoa (1998). *Desagües cloacales para la ciudad de Tostado (primera etapa – zona centro)*. Cooperativa telefónica y otros servicios públicos y asistenciales de Tostado limitada.
- Metcalf y Eddy, Mc Graw Hills. (1995). *Ingeniería de aguas residuales, 3ra edición*. Madrid.
- Nisnovich J. (2004). *Manual práctico de instalaciones sanitarias – Cómo proyectarlas y hacerlas*. Biblioteca práctica de la construcción.
- Orellana J. A. (2005). *Características de los líquidos residuales*. Ingeniería sanitaria. Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Rosario.
- Panigatti C., et al. (2018). *Saneamiento y medio ambiente*. Saneamiento y medio ambiente. Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, Rafaela.
- Terzaghi K. y Peck R. (1969). *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica, 2da edición*.
- Wikipedia. (s.f.). *Tostado, municipio de la provincia de Santa Fe*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tostado>

ANEXO I
“ESTIMACIÓN POBLACIONAL”



INSTITUTO PROVINCIAL DE ESTADISTICA Y CENSOS

TOSTADO

PROVINCIA DE SANTA FE
COD. DE PROVINCIA: **82**

DEPARTAMENTO: **NUEVE DE JULIO**
COD. DE DEPTO: **077**

Cod. Localidad: **080/844**

Fracción: **03**

Radios: **03 a 10 ; 12 a 13 y 15 a 17**

Escala: **1: 9000**

FUENTE: IPEC - SCIT
ULTIMA ACTUALIZACIÓN: 12 / 2012
PROYECCION CONFORME DE GAUSS KRÜGER
OBSERVACIONES:
99950 - LIMITE DE PROPIEDAD = 99950 - L DE PROP

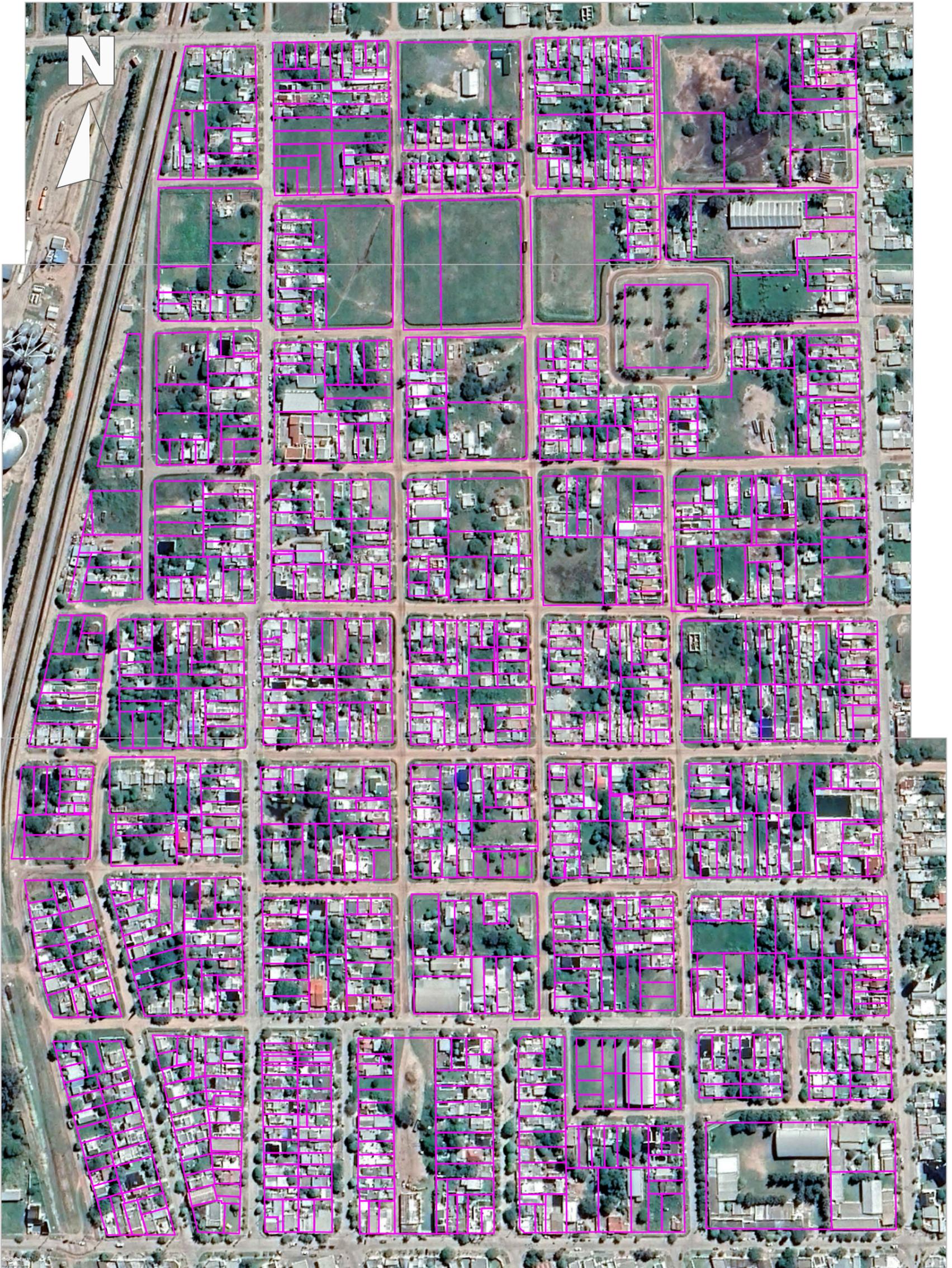
Referencias:

- Limite de Provincia
- Limite de Departamento
- 77 Limite y N° de Fracción
- 3 Limite y N° de Radio
- Rios / Arroyos
- Canales / Desagües
- Lagunas / Bañados
- Espacio Verde
- Rutas
- Caminos
- Vías Férreas
- Iglesia
- Escuela
- Edificio Público
- Cementerio
- Hospital / Centro de Salud
- Terminal de Omnibus
- Estación de FFCC
- Policia
- Municipalidad / Comuna
- Ruta Nacional
- Ruta Provincial

Abreviaturas:
 FCCMB: Ferrocarril General Manuel Belgrano.
 FCCBM: Ferrocarril General Bartolomé Mitre.

Generado: DEPARTAMENTO DE CARTOGRAFIA - INSTITUTO PROVINCIAL DE ESTADISTICA Y CENSOS.
 Dirección: Salta 2661- 4° piso. -- Mail: ipec-cartografia@santafe.gov.ar

Todo error u omisión que se observe en esta cartografía, se agradecerá la notificación al Instituto Provincial de Estadística y Censos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:3000

IMAGEN SATELITAL Y LOTES DEL BARRIO GÜEMES

Anexo
1.2.

ANEXO II
“RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO”

REFERENCIAS

COTAS DE
TERRENO
NATURAL

73.89



RECONQUISTA

CARDOZO

URUGUAY

BOLIVIA

CHILE

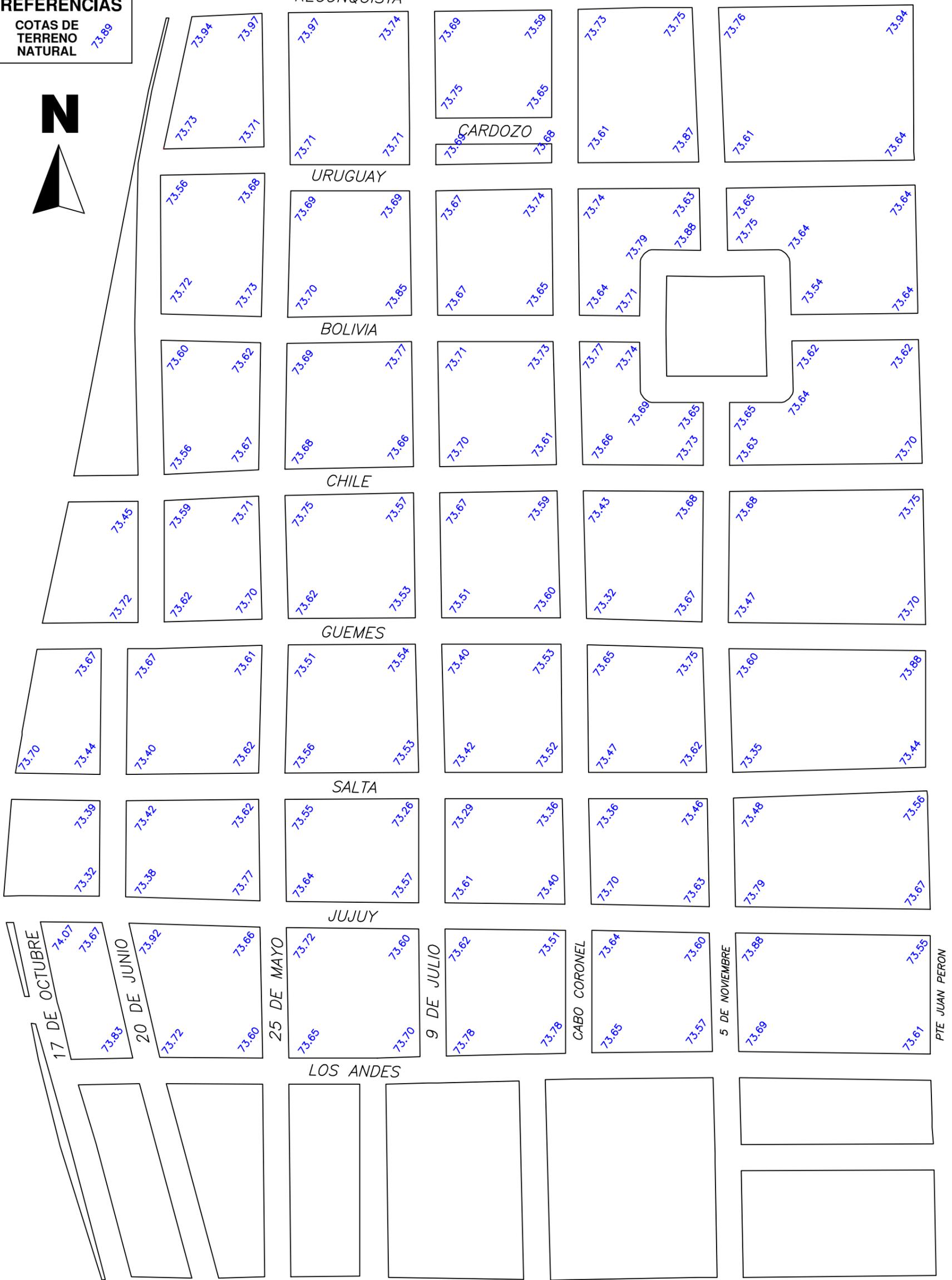
GUEMES

SALTA

JUJUY

LOS ANDES

SAAVEDRA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:3000

RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO EN BARRIO GÜEMES

Anexo
2.1.

ANEXO III
“PLANILLAS DE CÁLCULO”

ANEXO 3.1.

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	CLOACA MÁXIMA - FINAL DE SERVICIO					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					GASTOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	¿OK?	Q/Q _{LL}
														PARCIAL	TOTAL				
1	73,94	73,14	0,80	Verifica	7	73,73	72,58	1,15	Verifica	113	1,86	4,96	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,011
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	7	73,73	72,55	1,18	Verifica	125	-0,08	2,96	160	0,18	0,18	0,62	11,49	Verifica	0,015
7	73,73	72,55	1,18	Verifica	8	73,71	72,31	1,4	Verifica	88	0,23	2,73	160	0,12	0,46	0,59	11,03	Verifica	0,041
1	73,94	73,14	0,80	Verifica	2	73,97	72,83	1,14	Verifica	63	-0,48	4,92	160	0,09	0,09	0,80	14,81	Verifica	0,006
2	73,97	72,83	1,14	Verifica	8	73,71	72,38	1,33	Verifica	112	2,32	4,02	160	0,16	0,25	0,72	13,38	Verifica	0,018
17	73,73	72,93	0,80	Verifica	8	73,71	72,32	1,39	Verifica	130	0,15	4,69	160	0,18	0,18	0,78	14,46	Verifica	0,013
8	73,71	72,31	1,40	Verifica	9	73,71	72,26	1,45	Verifica	17	0,00	2,94	160	0,02	0,91	0,62	11,45	Verifica	0,079
9	73,71	72,26	1,45	Verifica	12	73,71	71,97	1,74	Verifica	101	0,00	2,87	160	0,14	1,05	0,61	11,31	Verifica	0,093
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	12	73,71	72,48	1,23	Verifica	115	1,22	4,96	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,011
2	73,97	73,17	0,80	Verifica	3	73,74	72,62	1,12	Verifica	111	2,07	4,95	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,01
3	73,74	72,62	1,12	Verifica	10	73,71	72,26	1,45	Verifica	91	0,33	3,96	160	0,13	0,28	0,72	13,28	Verifica	0,021
10	73,71	72,26	1,45	Verifica	12	73,71	72,16	1,55	Verifica	35	0,00	2,86	160	0,05	0,33	0,61	11,28	Verifica	0,029
12	73,71	71,97	1,74	Verifica	13	73,61	71,64	1,97	Verifica	119	0,84	2,77	160	0,17	1,71	0,60	11,12	Verifica	0,154
10	73,71	72,91	0,80	Verifica	11	73,61	72,32	1,29	Verifica	119	0,84	4,96	160	0,17	0,17	0,80	14,87	Verifica	0,011
3	73,74	72,94	0,80	Verifica	4	73,73	72,34	1,39	Verifica	120	0,08	5,00	160	0,17	0,17	0,81	14,93	Verifica	0,011
4	73,73	72,34	1,39	Verifica	11	73,61	71,97	1,64	Verifica	92	1,30	4,02	160	0,13	0,30	0,72	13,39	Verifica	0,022
11	73,61	71,97	1,64	Verifica	13	73,61	71,87	1,74	Verifica	35	0,00	2,86	160	0,05	0,51	0,61	11,28	Verifica	0,046
19	73,64	72,84	0,80	Verifica	13	73,61	72,26	1,35	Verifica	117	0,26	4,96	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,011
13	73,61	71,64	1,97	Verifica	14	73,61	71,34	2,27	Verifica	112	0,00	2,68	160	0,16	2,55	0,59	10,93	Verifica	0,233
4	73,73	72,93	0,80	Verifica	5	73,76	72,4	1,36	Verifica	107	-0,28	4,95	160	0,15	0,15	0,80	14,86	Verifica	0,01
6	73,94	73,14	0,80	Verifica	5	73,76	72,35	1,41	Verifica	159	1,13	4,97	160	0,22	0,22	0,80	14,88	Verifica	0,015
5	73,76	72,35	1,41	Verifica	14	73,61	71,97	1,64	Verifica	128	1,17	2,97	160	0,18	0,55	0,62	11,50	Verifica	0,048
22	73,75	72,95	0,80	Verifica	14	73,61	72,61	1	Verifica	68	2,06	5,00	160	0,10	0,10	0,81	14,93	Verifica	0,006
14	73,61	71,34	2,27	Verifica	15	73,64	70,9	2,74	Verifica	154	-0,19	2,86	160	0,22	3,41	0,61	11,28	Verifica	0,302
6	73,94	73,14	0,80	Verifica	15	73,64	72,51	1,13	Verifica	127	2,36	4,96	160	0,18	0,18	0,80	14,87	Verifica	0,012
20	73,71	72,91	0,80	Verifica	21	73,79	72,66	1,13	Verifica	51	-1,57	4,90	160	0,07	0,07	0,80	14,78	Verifica	0,005
21	73,79	72,66	1,13	Verifica	22	73,75	72,43	1,32	Verifica	57	0,70	4,04	160	0,08	0,15	0,72	13,41	Verifica	0,011
22	73,75	72,43	1,32	Verifica	23	73,64	72,29	1,35	Verifica	47	2,34	2,98	160	0,07	0,22	0,62	11,52	Verifica	0,019
23	73,64	72,29	1,35	Verifica	24	73,54	72,14	1,4	Verifica	50	2,00	3,00	160	0,07	0,29	0,62	11,56	Verifica	0,025
24	73,54	72,14	1,40	Verifica	25	73,64	71,82	1,82	Verifica	106	-0,94	3,02	160	0,15	0,44	0,63	11,60	Verifica	0,038
15	73,64	70,9	2,74	Verifica	25	73,64	70,58	3,06	Verifica	118	0,00	2,71	160	0,17	3,76	0,59	10,99	Verifica	0,342
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	29	73,56	72,31	1,25	Verifica	123	1,30	4,96	160	0,17	0,17	0,80	14,87	Verifica	0,012
29	73,56	72,31	1,25	Verifica	30	73,67	71,98	1,69	Verifica	82	-1,34	4,02	160	0,12	0,29	0,72	13,39	Verifica	0,021
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	17	73,73	72,49	1,24	Verifica	86	-0,12	5,00	160	0,12	0,12	0,81	14,93	Verifica	0,008
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	17	73,73	72,48	1,25	Verifica	115	1,04	4,96	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,011
17	73,64	72,48	1,16	Verifica	30	73,67	72,13	1,54	Verifica	116	-0,26	3,02	160	0,16	0,44	0,63	11,60	Verifica	0,038
30	73,67	71,98	1,69	Verifica	31	73,66	71,63	2,03	Verifica	118	0,08	2,97	160	0,17	0,90	0,62	11,50	Verifica	0,078
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	31	73,66	72,47	1,19	Verifica	116	1,64	5,00	160	0,16	0,16	0,81	14,93	Verifica	0,011
31	73,66	71,63	2,03	Verifica	32	73,66	71,27	2,39	Verifica	119	0,00	3,03	160	0,17	1,23	0,63	11,61	Verifica	0,106
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	19	73,64	72,46	1,18	Verifica	118	1,78	5,00	160	0,17	0,17	0,81	14,93	Verifica	0,011
20	73,71	72,91	0,80	Verifica	19	73,64	72,63	1,01	Verifica	56	1,25	5,00	160	0,08	0,08	0,81	14,93	Verifica	0,005
19	73,64	72,46	1,18	Verifica	32	73,66	72,12	1,54	Verifica	114	-0,18	2,98	160	0,16	0,40	0,62	11,53	Verifica	0,035
32	73,66	71,27	2,39	Verifica	33	73,63	70,93	2,7	Verifica	112	0,27	3,04	160	0,16	1,79	0,63	11,63	Verifica	0,154

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	CLOACA MÁXIMA - FINAL DE SERVICIO					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					GASTOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	¿OK?	Q/Q _{LL}
														PARCIAL	TOTAL				
20	73,74	72,94	0,80	Verifica	26	73,69	72,66	1,03	Verifica	56	0,89	5,00	160	0,08	0,08	0,81	14,93	Verifica	0,005
26	73,69	72,66	1,03	Verifica	27	73,65	72,43	1,22	Verifica	58	0,69	3,97	160	0,08	0,16	0,72	13,29	Verifica	0,012
24	73,54	72,74	0,80	Verifica	28	73,64	72,46	1,18	Verifica	57	-1,75	4,91	160	0,08	0,08	0,80	14,80	Verifica	0,005
28	73,64	72,46	1,18	Verifica	27	73,65	72,26	1,39	Verifica	49	-0,20	4,08	160	0,07	0,15	0,73	13,49	Verifica	0,011
27	73,65	72,26	1,39	Verifica	33	73,63	72,09	1,54	Verifica	58	0,34	2,93	160	0,08	0,39	0,62	11,43	Verifica	0,034
33	73,63	70,93	2,70	Verifica	34	73,7	70,46	3,24	Verifica	157	-0,45	2,99	160	0,22	2,40	0,62	11,55	Verifica	0,208
25	73,64	70,58	3,06	Verifica	34	73,7	70,26	3,44	Verifica	115	-0,52	2,78	160	0,16	6,75	0,60	11,14	Verifica	0,606
35	73,67	72,87	0,80	Verifica	36	73,67	72,73	0,94	Verifica	28	0,00	5,00	160	0,04	0,04	0,81	14,93	Verifica	0,003
29	73,56	72,76	0,80	Verifica	36	73,67	72,15	1,52	Verifica	123	-0,89	4,96	160	0,17	0,17	0,80	14,87	Verifica	0,012
36	73,67	72,15	1,52	Verifica	37	73,61	71,9	1,71	Verifica	84	0,71	2,98	160	0,12	0,33	0,62	11,52	Verifica	0,029
30	73,67	72,87	0,80	Verifica	37	73,61	72,25	1,36	Verifica	124	0,48	5,00	160	0,17	0,17	0,81	14,93	Verifica	0,012
37	73,61	71,9	1,71	Verifica	38	73,54	71,55	1,99	Verifica	117	0,60	2,99	160	0,16	0,67	0,62	11,55	Verifica	0,058
31	73,66	72,86	0,80	Verifica	38	73,54	72,23	1,31	Verifica	126	0,95	5,00	160	0,18	0,18	0,81	14,93	Verifica	0,012
38	73,54	71,55	1,99	Verifica	39	73,65	71,19	2,46	Verifica	121	-0,91	2,98	160	0,17	1,01	0,62	11,52	Verifica	0,088
32	73,66	72,86	0,80	Verifica	39	73,65	72,23	1,42	Verifica	127	0,08	4,96	160	0,18	0,18	0,80	14,87	Verifica	0,012
39	73,65	71,19	2,46	Verifica	40	73,6	70,87	2,73	Verifica	108	0,46	2,96	160	0,15	1,34	0,62	11,49	Verifica	0,117
33	73,63	72,83	0,80	Verifica	40	73,6	72,18	1,42	Verifica	130	0,23	5,00	160	0,18	0,18	0,81	14,93	Verifica	0,012
40	73,6	70,87	2,73	Verifica	41	73,88	70,39	3,49	Verifica	160	-1,75	3,00	160	0,22	1,75	0,62	11,56	Verifica	0,151
34	73,7	70,26	3,44	Verifica	41	73,88	69,9	3,98	Verifica	133	-1,35	2,71	200	0,19	11,09	0,69	19,92	Verifica	0,557
42	73,7	72,9	0,80	Verifica	43	73,44	72,49	0,95	Verifica	82	3,17	5,00	160	0,12	0,12	0,81	14,93	Verifica	0,008
35	73,67	72,87	0,80	Verifica	43	73,4	72,34	1,06	Verifica	106	2,55	5,00	160	0,15	0,15	0,81	14,93	Verifica	0,01
50	73,92	73,12	0,80	Verifica	43	73,4	72,6	0,8	Verifica	104	5,00	5,00	160	0,15	0,15	0,81	14,93	Verifica	0,01
43	74,4	72,34	2,06	Verifica	44	73,62	72,01	1,61	Verifica	111	7,03	2,97	160	0,16	0,57	0,62	11,51	Verifica	0,049
37	73,61	72,81	0,80	Verifica	44	73,62	72,27	1,35	Verifica	108	-0,09	5,00	160	0,15	0,15	0,81	14,93	Verifica	0,01
44	73,62	72,01	1,61	Verifica	45	73,53	71,64	1,89	Verifica	122	0,74	3,03	160	0,17	0,89	0,63	11,63	Verifica	0,076
38	73,54	72,74	0,80	Verifica	45	73,53	72,2	1,33	Verifica	108	0,09	5,00	160	0,15	0,15	0,81	14,93	Verifica	0,01
45	73,53	71,64	1,89	Verifica	46	73,47	71,28	2,19	Verifica	120	0,50	3,00	160	0,17	1,21	0,62	11,56	Verifica	0,104
39	73,65	72,85	0,80	Verifica	46	73,47	72,31	1,16	Verifica	108	1,67	5,00	160	0,15	0,15	0,81	14,93	Verifica	0,01
53	73,64	72,84	0,80	Verifica	46	73,47	72,29	1,18	Verifica	111	1,53	4,95	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,01
46	73,47	71,28	2,19	Verifica	47	73,35	70,95	2,4	Verifica	110	1,09	3,00	160	0,15	1,67	0,62	11,56	Verifica	0,144
40	73,6	72,8	0,80	Verifica	47	73,35	72,28	1,07	Verifica	104	2,40	5,00	160	0,15	0,15	0,81	14,93	Verifica	0,01
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	47	73,35	72,52	0,83	Verifica	113	4,69	4,96	160	0,16	0,16	0,80	14,86	Verifica	0,011
47	73,35	70,95	2,40	Verifica	48	73,44	70,48	2,96	Verifica	157	-0,57	2,99	160	0,22	2,19	0,62	11,55	Verifica	0,19
41	73,88	69,9	3,98	Verifica	48	73,44	69,63	3,81	Verifica	98	4,49	2,76	200	0,14	15,17	0,69	20,09	Verifica	0,755
48	73,44	69,63	3,81	Verifica	55	73,55	69,3	4,25	Verifica	119	-0,92	2,77	200	0,17	17,54	0,70	20,16	Verifica	0,87
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	55	73,55	72,29	1,26	Verifica	158	2,09	5,00	160	0,22	0,22	0,81	14,93	Verifica	0,015
55	73,55	69,3	4,25	Verifica	56	73,61	69,17	4,44	Verifica	44	-1,36	2,95	200	0,06	17,82	0,72	20,81	Verifica	0,856
56	73,55	69,17	4,38	Verifica	EE	73,55	68,97	4,58	Verifica	41	0,00	4,88	200	0,06	17,88	0,92	26,74	Verifica	0,669
EE	73,55	72,4	1,15	Verifica	62	73,55	72,27	1,28	Verifica	32	0,00	4,06	200	0,04	17,92	0,84	24,40	Verifica	0,735
62	73,55	72,27	1,28	Verifica	64*	73,61	72,1	1,51	Verifica	58	-1,03	2,93	200	0,08	18,00	0,72	20,72	Verifica	0,869
56	73,55	72,75	0,80	Verifica	63*	73,61	72,46	1,15	Verifica	58	-1,03	5,00	160	0,08	0,08	0,81	14,93	Verifica	0,005
49	74,07	73,25	0,82	Verifica	50	73,92	72,93	0,99	Verifica	83	1,81	3,86	160	0,12	0,12	0,71	13,11	Verifica	0,009

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	CLOACA MÁXIMA - FINAL DE SERVICIO					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					GASTOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	¿OK?	Q/Q _{LL}
														PARCIAL	TOTAL				
50	73,92	72,93	0,99	Verifica	57*	73,44	72,45	0,99	Verifica	126	3,81	3,81	160	0,18	0,29	0,70	13,03	Verifica	0,023
44	73,62	72,82	0,80	Verifica	51	73,66	72,62	1,04	Verifica	108	-0,37	1,85	160	0,15	0,15	0,49	9,09	Verifica	0,017
50	73,92	73,08	0,84	Verifica	51	73,66	72,7	0,96	Verifica	111	2,34	3,42	160	0,16	0,16	0,67	12,35	Verifica	0,013
51	73,66	72,62	1,04	Verifica	58*	73,44	72,32	1,12	Verifica	120	1,83	2,50	160	0,17	0,48	0,57	10,56	Verifica	0,045
45	73,53	72,73	0,80	Verifica	52	73,6	72,5	1,1	Verifica	110	-0,64	2,09	160	0,15	0,15	0,52	9,65	Verifica	0,016
53	73,64	72,84	0,80	Verifica	52	73,6	72,55	1,05	Verifica	122	0,33	2,38	160	0,17	0,17	0,56	10,29	Verifica	0,017
51	73,66	72,86	0,80	Verifica	52	73,6	72,5	1,1	Verifica	121	0,50	2,98	160	0,17	0,17	0,62	11,52	Verifica	0,015
52	73,6	72,47	1,13	Verifica	59*	73,39	72,25	1,14	Verifica	118	1,78	1,86	160	0,17	0,66	0,49	9,12	Verifica	0,073
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	53	73,64	72,68	0,96	Verifica	110	2,18	3,64	160	0,15	0,15	0,69	12,73	Verifica	0,012
53	73,64	72,69	0,95	Verifica	60*	73,65	72,55	1,1	Verifica	113	-0,09	1,24	160	0,16	0,31	0,40	7,43	Verifica	0,042
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	61*	73,69	72,89	0,8	Verifica	111	1,71	1,71	160	0,16	0,16	0,47	8,73	Verifica	0,018

ANEXO 3.2.

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	CLOACA MÍNIMA - INICIO DE SERVICIO					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					GASTOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	PEND. MÍNIMA $i = c \times Q^{-0.46}$	¿OK? $i_{min} < i_{real}$
														PARCIAL	TOTAL				
1	73,94	73,14	0,80	Verifica	7	73,73	72,58	1,15	Verifica	113	1,86	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,52	Verifica
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	7	73,73	72,55	1,18	Verifica	125	-0,08	2,96	160	0,02	0,02	0,62	11,49	1,45	Verifica
7	73,73	72,55	1,18	Verifica	8	73,71	72,31	1,4	Verifica	88	0,23	2,73	160	0,01	0,05	0,59	11,03	0,93	Verifica
1	73,94	73,14	0,80	Verifica	2	73,97	72,83	1,14	Verifica	63	-0,48	4,92	160	0,01	0,01	0,80	14,81	1,99	Verifica
2	73,97	72,83	1,14	Verifica	8	73,71	72,38	1,33	Verifica	112	2,32	4,02	160	0,02	0,03	0,72	13,38	1,24	Verifica
17	73,73	72,93	0,80	Verifica	8	73,71	72,32	1,39	Verifica	130	0,15	4,69	160	0,02	0,02	0,78	14,46	1,42	Verifica
8	73,71	72,31	1,40	Verifica	9	73,71	72,26	1,45	Verifica	17	0,00	2,94	160	0,00	0,10	0,62	11,45	0,68	Verifica
9	73,71	72,26	1,45	Verifica	12	73,71	71,97	1,74	Verifica	101	0,00	2,87	160	0,02	0,11	0,61	11,31	0,64	Verifica
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	12	73,71	72,48	1,23	Verifica	115	1,22	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,51	Verifica
2	73,97	73,17	0,80	Verifica	3	73,74	72,62	1,12	Verifica	111	2,07	4,95	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,53	Verifica
3	73,74	72,62	1,12	Verifica	10	73,71	72,26	1,45	Verifica	91	0,33	3,96	160	0,01	0,03	0,72	13,28	1,16	Verifica
10	73,71	72,26	1,45	Verifica	12	73,71	72,16	1,55	Verifica	35	0,00	2,86	160	0,01	0,04	0,61	11,28	1,08	Verifica
12	73,71	71,97	1,74	Verifica	13	73,61	71,64	1,97	Verifica	119	0,84	2,77	160	0,02	0,19	0,60	11,12	0,51	Verifica
10	73,71	72,91	0,80	Verifica	11	73,61	72,32	1,29	Verifica	119	0,84	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,87	1,48	Verifica
3	73,74	72,94	0,80	Verifica	4	73,73	72,34	1,39	Verifica	120	0,08	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,48	Verifica
4	73,73	72,34	1,39	Verifica	11	73,61	71,97	1,64	Verifica	92	1,30	4,02	160	0,01	0,03	0,72	13,39	1,14	Verifica
11	73,61	71,97	1,64	Verifica	13	73,61	71,87	1,74	Verifica	35	0,00	2,86	160	0,01	0,06	0,61	11,28	0,88	Verifica
19	73,64	72,84	0,80	Verifica	13	73,61	72,26	1,35	Verifica	117	0,26	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,49	Verifica
13	73,61	71,64	1,97	Verifica	14	73,61	71,34	2,27	Verifica	112	0,00	2,68	160	0,02	0,28	0,59	10,93	0,42	Verifica
4	73,73	72,93	0,80	Verifica	5	73,76	72,4	1,36	Verifica	107	-0,28	4,95	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,56	Verifica
6	73,94	73,14	0,80	Verifica	5	73,76	72,35	1,41	Verifica	159	1,13	4,97	160	0,02	0,02	0,80	14,88	1,30	Verifica
5	73,76	72,35	1,41	Verifica	14	73,61	71,97	1,64	Verifica	128	1,17	2,97	160	0,02	0,06	0,62	11,50	0,85	Verifica
22	73,75	72,95	0,80	Verifica	14	73,61	72,61	1	Verifica	68	2,06	5,00	160	0,01	0,01	0,81	14,93	1,92	Verifica
14	73,61	71,34	2,27	Verifica	15	73,64	70,9	2,74	Verifica	154	-0,19	2,86	160	0,02	0,37	0,61	11,28	0,37	Verifica
6	73,94	73,14	0,80	Verifica	15	73,64	72,51	1,13	Verifica	127	2,36	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,87	1,44	Verifica
20	73,71	72,91	0,80	Verifica	21	73,79	72,66	1,13	Verifica	51	-1,57	4,90	160	0,01	0,01	0,80	14,78	2,19	Verifica
21	73,79	72,66	1,13	Verifica	22	73,75	72,43	1,32	Verifica	57	0,70	4,04	160	0,01	0,02	0,72	13,41	1,55	Verifica
22	73,75	72,43	1,32	Verifica	23	73,64	72,29	1,35	Verifica	47	2,34	2,98	160	0,01	0,02	0,62	11,52	1,31	Verifica
23	73,64	72,29	1,35	Verifica	24	73,54	72,14	1,4	Verifica	50	2,00	3,00	160	0,01	0,03	0,62	11,56	1,15	Verifica
24	73,54	72,14	1,40	Verifica	25	73,64	71,82	1,82	Verifica	106	-0,94	3,02	160	0,02	0,05	0,63	11,60	0,95	Verifica
15	73,64	70,9	2,74	Verifica	25	73,64	70,58	3,06	Verifica	118	0,00	2,71	160	0,02	0,41	0,59	10,99	0,35	Verifica
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	29	73,56	72,31	1,25	Verifica	123	1,30	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,87	1,46	Verifica
29	73,56	72,31	1,25	Verifica	30	73,67	71,98	1,69	Verifica	82	-1,34	4,02	160	0,01	0,03	0,72	13,39	1,15	Verifica
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	17	73,73	72,49	1,24	Verifica	86	-0,12	5,00	160	0,01	0,01	0,81	14,93	1,72	Verifica
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	17	73,73	72,48	1,25	Verifica	115	1,04	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,51	Verifica
17	73,64	72,48	1,16	Verifica	30	73,67	72,13	1,54	Verifica	116	-0,26	3,02	160	0,02	0,05	0,63	11,60	0,94	Verifica
30	73,67	71,98	1,69	Verifica	31	73,66	71,63	2,03	Verifica	118	0,08	2,97	160	0,02	0,10	0,62	11,50	0,68	Verifica
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	31	73,66	72,47	1,19	Verifica	116	1,64	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,50	Verifica
31	73,66	71,63	2,03	Verifica	32	73,66	71,27	2,39	Verifica	119	0,00	3,03	160	0,02	0,13	0,63	11,61	0,59	Verifica
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	19	73,64	72,46	1,18	Verifica	118	1,78	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,49	Verifica
20	73,71	72,91	0,80	Verifica	19	73,64	72,63	1,01	Verifica	56	1,25	5,00	160	0,01	0,01	0,81	14,93	2,10	Verifica
19	73,64	72,46	1,18	Verifica	32	73,66	72,12	1,54	Verifica	114	-0,18	2,98	160	0,02	0,04	0,62	11,53	0,99	Verifica
32	73,66	71,27	2,39	Verifica	33	73,63	70,93	2,7	Verifica	112	0,27	3,04	160	0,02	0,19	0,63	11,63	0,50	Verifica

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	CLOACA MÍNIMA - INICIO DE SERVICIO					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					GASTOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	PEND. MÍNIMA $i = c \times Q^{-0.46}$	¿OK? $i_{min} < i_{real}$
														PARCIAL	TOTAL				
20	73,74	72,94	0,80	Verifica	26	73,69	72,66	1,03	Verifica	56	0,89	5,00	160	0,01	0,01	0,81	14,93	2,10	Verifica
26	73,69	72,66	1,03	Verifica	27	73,65	72,43	1,22	Verifica	58	0,69	3,97	160	0,01	0,02	0,72	13,29	1,51	Verifica
24	73,54	72,74	0,80	Verifica	28	73,64	72,46	1,18	Verifica	57	-1,75	4,91	160	0,01	0,01	0,80	14,80	2,08	Verifica
28	73,64	72,46	1,18	Verifica	27	73,65	72,26	1,39	Verifica	49	-0,20	4,08	160	0,01	0,02	0,73	13,49	1,56	Verifica
27	73,65	72,26	1,39	Verifica	33	73,63	72,09	1,54	Verifica	58	0,34	2,93	160	0,01	0,04	0,62	11,43	1,00	Verifica
33	73,63	70,93	2,70	Verifica	34	73,7	70,46	3,24	Verifica	157	-0,45	2,99	160	0,02	0,26	0,62	11,55	0,44	Verifica
25	73,64	70,58	3,06	Verifica	34	73,7	70,26	3,44	Verifica	115	-0,52	2,78	160	0,02	0,73	0,60	11,14	0,27	Verifica
35	73,67	72,87	0,80	Verifica	36	73,67	72,73	0,94	Verifica	28	0,00	5,00	160	0,00	0,00	0,81	14,93	2,88	Verifica
29	73,56	72,76	0,80	Verifica	36	73,67	72,15	1,52	Verifica	123	-0,89	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,87	1,46	Verifica
36	73,67	72,15	1,52	Verifica	37	73,61	71,9	1,71	Verifica	84	0,71	2,98	160	0,01	0,04	0,62	11,52	1,08	Verifica
30	73,67	72,87	0,80	Verifica	37	73,61	72,25	1,36	Verifica	124	0,48	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,45	Verifica
37	73,61	71,9	1,71	Verifica	38	73,54	71,55	1,99	Verifica	117	0,60	2,99	160	0,02	0,07	0,62	11,55	0,78	Verifica
31	73,66	72,86	0,80	Verifica	38	73,54	72,23	1,31	Verifica	126	0,95	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,44	Verifica
38	73,54	71,55	1,99	Verifica	39	73,65	71,19	2,46	Verifica	121	-0,91	2,98	160	0,02	0,11	0,62	11,52	0,65	Verifica
32	73,66	72,86	0,80	Verifica	39	73,65	72,23	1,42	Verifica	127	0,08	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,87	1,44	Verifica
39	73,65	71,19	2,46	Verifica	40	73,6	70,87	2,73	Verifica	108	0,46	2,96	160	0,02	0,15	0,62	11,49	0,57	Verifica
33	73,63	72,83	0,80	Verifica	40	73,6	72,18	1,42	Verifica	130	0,23	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,42	Verifica
40	73,6	70,87	2,73	Verifica	41	73,88	70,39	3,49	Verifica	160	-1,75	3,00	160	0,02	0,19	0,62	11,56	0,50	Verifica
34	73,7	70,26	3,44	Verifica	41	73,88	69,9	3,98	Verifica	133	-1,35	2,71	200	0,02	1,20	0,69	19,92	0,22	Verifica
42	73,7	72,9	0,80	Verifica	43	73,44	72,49	0,95	Verifica	82	3,17	5,00	160	0,01	0,01	0,81	14,93	1,76	Verifica
35	73,67	72,87	0,80	Verifica	43	73,4	72,34	1,06	Verifica	106	2,55	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,56	Verifica
50	73,92	73,12	0,80	Verifica	43	73,4	72,6	0,8	Verifica	104	5,00	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,58	Verifica
43	74,4	72,34	2,06	Verifica	44	73,62	72,01	1,61	Verifica	111	7,03	2,97	160	0,02	0,06	0,62	11,51	0,85	Verifica
37	73,61	72,81	0,80	Verifica	44	73,62	72,27	1,35	Verifica	108	-0,09	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,55	Verifica
44	73,62	72,01	1,61	Verifica	45	73,53	71,64	1,89	Verifica	122	0,74	3,03	160	0,02	0,10	0,63	11,63	0,69	Verifica
38	73,54	72,74	0,80	Verifica	45	73,53	72,2	1,33	Verifica	108	0,09	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,55	Verifica
45	73,53	71,64	1,89	Verifica	46	73,47	71,28	2,19	Verifica	120	0,50	3,00	160	0,02	0,13	0,62	11,56	0,60	Verifica
39	73,65	72,85	0,80	Verifica	46	73,47	72,31	1,16	Verifica	108	1,67	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,55	Verifica
53	73,64	72,84	0,80	Verifica	46	73,47	72,29	1,18	Verifica	111	1,53	4,95	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,53	Verifica
46	73,47	71,28	2,19	Verifica	47	73,35	70,95	2,4	Verifica	110	1,09	3,00	160	0,02	0,18	0,62	11,56	0,51	Verifica
40	73,6	72,8	0,80	Verifica	47	73,35	72,28	1,07	Verifica	104	2,40	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,58	Verifica
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	47	73,35	72,52	0,83	Verifica	113	4,69	4,96	160	0,02	0,02	0,80	14,86	1,52	Verifica
47	73,35	70,95	2,40	Verifica	48	73,44	70,48	2,96	Verifica	157	-0,57	2,99	160	0,02	0,24	0,62	11,55	0,45	Verifica
41	73,88	69,9	3,98	Verifica	48	73,44	69,63	3,81	Verifica	98	4,49	2,76	200	0,01	1,64	0,69	20,09	0,19	Verifica
48	73,44	69,63	3,81	Verifica	55	73,55	69,3	4,25	Verifica	119	-0,92	2,77	200	0,02	1,90	0,70	20,16	0,17	Verifica
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	55	73,55	72,29	1,26	Verifica	158	2,09	5,00	160	0,02	0,02	0,81	14,93	1,30	Verifica
55	73,55	69,3	4,25	Verifica	56	73,61	69,17	4,44	Verifica	44	-1,36	2,95	200	0,01	1,93	0,72	20,81	0,17	Verifica
56	73,55	69,17	4,38	Verifica	EE	73,55	68,97	4,58	Verifica	41	0,00	4,88	200	0,01	1,93	0,92	26,74	0,17	Verifica
EE	73,55	72,4	1,15	Verifica	62	73,55	72,27	1,28	Verifica	32	0,00	4,06	200	0,00	1,94	0,84	24,40	0,17	Verifica
62	73,55	72,27	1,28	Verifica	64*	73,61	72,1	1,51	Verifica	58	-1,03	2,93	200	0,01	1,95	0,72	20,72	0,17	Verifica
56	73,55	72,75	0,80	Verifica	63*	73,61	72,46	1,15	Verifica	58	-1,03	5,00	160	0,01	0,01	0,81	14,93	2,06	Verifica
49	74,07	73,25	0,82	Verifica	50	73,92	72,93	0,99	Verifica	83	1,81	3,86	160	0,01	0,01	0,71	13,11	1,75	Verifica

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	CLOACA MÍNIMA - INICIO DE SERVICIO					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					GASTOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	PEND. MÍNIMA $i = c \times Q^{-0.46}$	¿OK? $i_{min} < i_{real}$
														PARCIAL	TOTAL				
50	73,92	72,93	0,99	Verifica	57*	73,44	72,45	0,99	Verifica	126	3,81	3,81	160	0,02	0,03	0,70	13,03	1,14	Verifica
44	73,62	72,82	0,80	Verifica	51	73,66	72,62	1,04	Verifica	108	-0,37	1,85	160	0,02	0,02	0,49	9,09	1,55	Verifica
50	73,92	73,08	0,84	Verifica	51	73,66	72,7	0,96	Verifica	111	2,34	3,42	160	0,02	0,02	0,67	12,35	1,53	Verifica
51	73,66	72,62	1,04	Verifica	58*	73,44	72,32	1,12	Verifica	120	1,83	2,50	160	0,02	0,05	0,57	10,56	0,92	Verifica
45	73,53	72,73	0,80	Verifica	52	73,6	72,5	1,1	Verifica	110	-0,64	2,09	160	0,02	0,02	0,52	9,65	1,54	Verifica
53	73,64	72,84	0,80	Verifica	52	73,6	72,55	1,05	Verifica	122	0,33	2,38	160	0,02	0,02	0,56	10,29	1,47	Verifica
51	73,66	72,86	0,80	Verifica	52	73,6	72,5	1,1	Verifica	121	0,50	2,98	160	0,02	0,02	0,62	11,52	1,47	Verifica
52	73,6	72,47	1,13	Verifica	59*	73,39	72,25	1,14	Verifica	118	1,78	1,86	160	0,02	0,07	0,49	9,12	0,79	Verifica
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	53	73,64	72,68	0,96	Verifica	110	2,18	3,64	160	0,02	0,02	0,69	12,73	1,54	Verifica
53	73,64	72,69	0,95	Verifica	60*	73,65	72,55	1,1	Verifica	113	-0,09	1,24	160	0,02	0,03	0,40	7,43	1,11	Verifica
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	61*	73,69	72,89	0,8	Verifica	111	1,71	1,71	160	0,02	0,02	0,47	8,73	1,53	Verifica

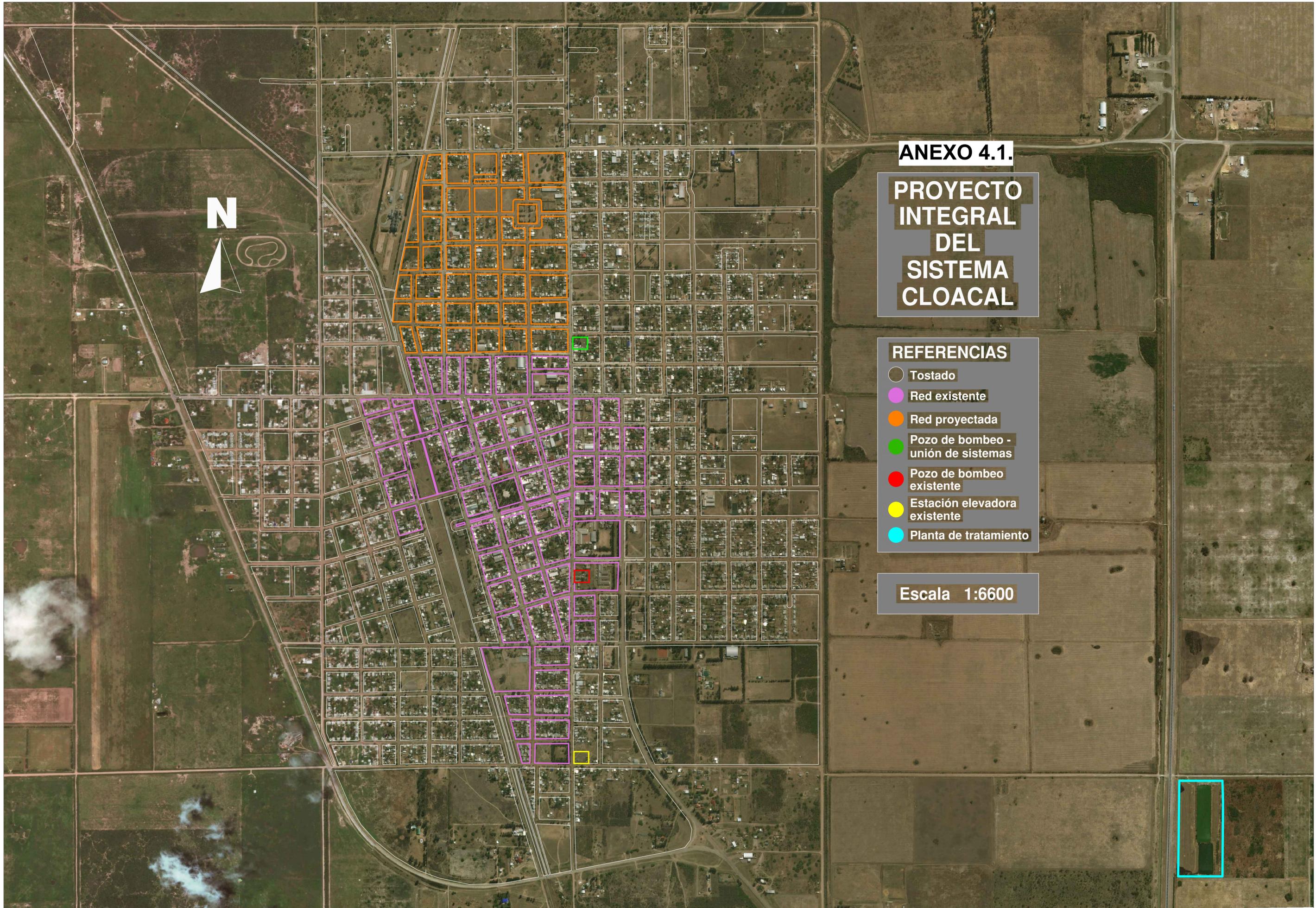
ANEXO 3.3.

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	MOVIMIENTO DE SUELOS					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					VERIFICACIÓN EXCAVACIÓN	ANCHO ZANJA (m)	NAPA (m)	EXCAVACIÓN SECA (m3)	EXCAVACIÓN HÚMEDA (m3)	EXCAVACIÓN TOTAL (m3)
1	73,94	73,14	0,80	Verifica	7	73,73	72,58	1,15	Verifica	113	1,86	4,96	160	Verifica	0,80	-1	90,4	25,76	116,16
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	7	73,73	72,55	1,18	Verifica	125	-0,08	2,96	160	Verifica	0,80	-1	100	30,00	130,00
7	73,73	72,55	1,18	Verifica	8	73,71	72,31	1,4	Verifica	88	0,23	2,73	160	Verifica	0,80	-1	70,4	42,24	112,64
1	73,94	73,14	0,80	Verifica	2	73,97	72,83	1,14	Verifica	63	-0,48	4,92	160	Verifica	0,80	-1	50,4	14,11	64,51
2	73,97	72,83	1,14	Verifica	8	73,71	72,38	1,33	Verifica	112	2,32	4,02	160	Verifica	0,80	-1	89,6	48,83	138,43
17	73,73	72,93	0,80	Verifica	8	73,71	72,32	1,39	Verifica	130	0,15	4,69	160	Verifica	0,80	-1	104	42,12	146,12
8	73,71	72,31	1,40	Verifica	9	73,71	72,26	1,45	Verifica	17	0,00	2,94	160	Verifica	0,80	-1	13,6	10,00	23,60
9	73,71	72,26	1,45	Verifica	12	73,71	71,97	1,74	Verifica	101	0,00	2,87	160	Verifica	0,80	-1	80,8	73,12	153,92
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	12	73,71	72,48	1,23	Verifica	115	1,22	4,96	160	Verifica	0,80	-1	92	29,90	121,90
2	73,97	73,17	0,80	Verifica	3	73,74	72,62	1,12	Verifica	111	2,07	4,95	160	Verifica	0,80	-1	88,8	23,98	112,78
3	73,74	72,62	1,12	Verifica	10	73,71	72,26	1,45	Verifica	91	0,33	3,96	160	Verifica	0,80	-1	72,8	43,32	116,12
10	73,71	72,26	1,45	Verifica	12	73,71	72,16	1,55	Verifica	35	0,00	2,86	160	Verifica	0,80	-1	28	22,68	50,68
12	73,71	71,97	1,74	Verifica	13	73,61	71,64	1,97	Verifica	119	0,84	2,77	160	Verifica	0,80	-1	95,2	110,91	206,11
10	73,71	72,91	0,80	Verifica	11	73,61	72,32	1,29	Verifica	119	0,84	4,96	160	Verifica	0,80	-1	95,2	33,80	129,00
3	73,74	72,94	0,80	Verifica	4	73,73	72,34	1,39	Verifica	120	0,08	5,00	160	Verifica	0,80	-1	96	38,88	134,88
4	73,73	72,34	1,39	Verifica	11	73,61	71,97	1,64	Verifica	92	1,30	4,02	160	Verifica	0,80	-1	73,6	60,72	134,32
11	73,61	71,97	1,64	Verifica	13	73,61	71,87	1,74	Verifica	35	0,00	2,86	160	Verifica	0,80	-1	28	28,00	56,00
19	73,64	72,84	0,80	Verifica	13	73,61	72,26	1,35	Verifica	117	0,26	4,96	160	Verifica	0,80	-1	93,6	36,04	129,64
13	73,61	71,64	1,97	Verifica	14	73,61	71,34	2,27	Verifica	112	0,00	2,68	160	Verifica	0,80	-1	89,6	128,13	217,73
4	73,73	72,93	0,80	Verifica	5	73,76	72,4	1,36	Verifica	107	-0,28	4,95	160	Verifica	0,80	-1	85,6	33,38	118,98
6	73,94	73,14	0,80	Verifica	5	73,76	72,35	1,41	Verifica	159	1,13	4,97	160	Verifica	0,80	-1	127,2	52,79	179,99
5	73,76	72,35	1,41	Verifica	14	73,61	71,97	1,64	Verifica	128	1,17	2,97	160	Verifica	0,80	-1	102,4	85,50	187,90
22	73,75	72,95	0,80	Verifica	14	73,61	72,61	1	Verifica	68	2,06	5,00	160	Verifica	0,80	-1	54,4	11,42	65,82
14	73,61	71,34	2,27	Verifica	15	73,64	70,9	2,74	Verifica	154	-0,19	2,86	160	Verifica	0,80	-1	123,2	223,61	346,81
6	73,94	73,14	0,80	Verifica	15	73,64	72,51	1,13	Verifica	127	2,36	4,96	160	Verifica	0,80	-1	101,6	27,94	129,54
20	73,71	72,91	0,80	Verifica	21	73,79	72,66	1,13	Verifica	51	-1,57	4,90	160	Verifica	0,80	-1	40,8	11,22	52,02
21	73,79	72,66	1,13	Verifica	22	73,75	72,43	1,32	Verifica	57	0,70	4,04	160	Verifica	0,80	-1	45,6	24,40	70,00
22	73,75	72,43	1,32	Verifica	23	73,64	72,29	1,35	Verifica	47	2,34	2,98	160	Verifica	0,80	-1	37,6	24,25	61,85
23	73,64	72,29	1,35	Verifica	24	73,54	72,14	1,4	Verifica	50	2,00	3,00	160	Verifica	0,80	-1	40	27,40	67,40
24	73,54	72,14	1,40	Verifica	25	73,64	71,82	1,82	Verifica	106	-0,94	3,02	160	Verifica	0,80	-1	84,8	78,02	162,82
15	73,64	70,9	2,74	Verifica	25	73,64	70,58	3,06	Verifica	118	0,00	2,71	160	Verifica	0,80	-1	94,4	208,62	303,02
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	29	73,56	72,31	1,25	Verifica	123	1,30	4,96	160	Verifica	0,80	-1	98,4	32,96	131,36
29	73,56	72,31	1,25	Verifica	30	73,67	71,98	1,69	Verifica	82	-1,34	4,02	160	Verifica	0,80	-1	65,6	51,17	116,77
16	73,72	72,92	0,80	Verifica	17	73,73	72,49	1,24	Verifica	86	-0,12	5,00	160	Verifica	0,80	-1	68,8	22,70	91,50
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	17	73,73	72,48	1,25	Verifica	115	1,04	4,96	160	Verifica	0,80	-1	92	30,82	122,82
17	73,64	72,48	1,16	Verifica	30	73,67	72,13	1,54	Verifica	116	-0,26	3,02	160	Verifica	0,80	-1	92,8	61,25	154,05
30	73,67	71,98	1,69	Verifica	31	73,66	71,63	2,03	Verifica	118	0,08	2,97	160	Verifica	0,80	-1	94,4	110,45	204,85
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	31	73,66	72,47	1,19	Verifica	116	1,64	5,00	160	Verifica	0,80	-1	92,8	28,30	121,10
31	73,66	71,63	2,03	Verifica	32	73,66	71,27	2,39	Verifica	119	0,00	3,03	160	Verifica	0,80	-1	95,2	144,70	239,90
18	73,85	73,05	0,80	Verifica	19	73,64	72,46	1,18	Verifica	118	1,78	5,00	160	Verifica	0,80	-1	94,4	28,32	122,72
20	73,71	72,91	0,80	Verifica	19	73,64	72,63	1,01	Verifica	56	1,25	5,00	160	Verifica	0,80	-1	44,8	9,63	54,43
19	73,64	72,46	1,18	Verifica	32	73,66	72,12	1,54	Verifica	114	-0,18	2,98	160	Verifica	0,80	-1	91,2	61,10	152,30

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	MOVIMIENTO DE SUELOS					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					VERIFICACIÓN EXCAVACIÓN	ANCHO ZANJA (m)	NAPA (m)	EXCAVACIÓN SECA (m3)	EXCAVACIÓN HÚMEDA (m3)	EXCAVACIÓN TOTAL (m3)
32	73,66	71,27	2,39	Verifica	33	73,63	70,93	2,7	Verifica	112	0,27	3,04	160	Verifica	0,80	-1	89,6	166,21	255,81
20	73,74	72,94	0,80	Verifica	26	73,69	72,66	1,03	Verifica	56	0,89	5,00	160	Verifica	0,80	-1	44,8	10,08	54,88
26	73,69	72,66	1,03	Verifica	27	73,65	72,43	1,22	Verifica	58	0,69	3,97	160	Verifica	0,80	-1	46,4	20,18	66,58
24	73,54	72,74	0,80	Verifica	28	73,64	72,46	1,18	Verifica	57	-1,75	4,91	160	Verifica	0,80	-1	45,6	13,68	59,28
28	73,64	72,46	1,18	Verifica	27	73,65	72,26	1,39	Verifica	49	-0,20	4,08	160	Verifica	0,80	-1	39,2	23,32	62,52
27	73,65	72,26	1,39	Verifica	33	73,63	72,09	1,54	Verifica	58	0,34	2,93	160	Verifica	0,80	-1	46,4	35,96	82,36
33	73,63	70,93	2,70	Verifica	34	73,7	70,46	3,24	Verifica	157	-0,45	2,99	160	Verifica	0,80	-1	125,6	286,37	411,97
25	73,64	70,58	3,06	Verifica	34	73,7	70,26	3,44	Verifica	115	-0,52	2,78	160	Verifica	0,80	-1	92	235,52	327,52
35	73,67	72,87	0,80	Verifica	36	73,67	72,73	0,94	Verifica	28	0,00	5,00	160	Verifica	0,80	-1	22,4	4,03	26,43
29	73,56	72,76	0,80	Verifica	36	73,67	72,15	1,52	Verifica	123	-0,89	4,96	160	Verifica	0,80	-1	98,4	46,25	144,65
36	73,67	72,15	1,52	Verifica	37	73,61	71,9	1,71	Verifica	84	0,71	2,98	160	Verifica	0,80	-1	67,2	62,16	129,36
30	73,67	72,87	0,80	Verifica	37	73,61	72,25	1,36	Verifica	124	0,48	5,00	160	Verifica	0,80	-1	99,2	38,69	137,89
37	73,61	71,9	1,71	Verifica	38	73,54	71,55	1,99	Verifica	117	0,60	2,99	160	Verifica	0,80	-1	93,6	108,58	202,18
31	73,66	72,86	0,80	Verifica	38	73,54	72,23	1,31	Verifica	126	0,95	5,00	160	Verifica	0,80	-1	100,8	36,79	137,59
38	73,54	71,55	1,99	Verifica	39	73,65	71,19	2,46	Verifica	121	-0,91	2,98	160	Verifica	0,80	-1	96,8	148,59	245,39
32	73,66	72,86	0,80	Verifica	39	73,65	72,23	1,42	Verifica	127	0,08	4,96	160	Verifica	0,80	-1	101,6	42,67	144,27
39	73,65	71,19	2,46	Verifica	40	73,6	70,87	2,73	Verifica	108	0,46	2,96	160	Verifica	0,80	-1	86,4	164,59	250,99
33	73,63	72,83	0,80	Verifica	40	73,6	72,18	1,42	Verifica	130	0,23	5,00	160	Verifica	0,80	-1	104	43,68	147,68
40	73,6	70,87	2,73	Verifica	41	73,88	70,39	3,49	Verifica	160	-1,75	3,00	160	Verifica	0,80	-1	128	309,76	437,76
34	73,7	70,26	3,44	Verifica	41	73,88	69,9	3,98	Verifica	133	-1,35	2,71	200	Verifica	0,80	-1	106,4	321,33	427,73
42	73,7	72,9	0,80	Verifica	43	73,44	72,49	0,95	Verifica	82	3,17	5,00	160	Verifica	0,80	-1	65,6	12,14	77,74
35	73,67	72,87	0,80	Verifica	43	73,4	72,34	1,06	Verifica	106	2,55	5,00	160	Verifica	0,80	-1	84,8	20,35	105,15
50	73,92	73,12	0,80	Verifica	43	73,4	72,6	0,8	Verifica	104	5,00	5,00	160	Verifica	0,80	-1	83,2	9,15	92,35
43	74,4	72,34	2,06	Verifica	44	73,62	72,01	1,61	Verifica	111	7,03	2,97	160	Verifica	0,80	-1	88,8	101,68	190,48
37	73,61	72,81	0,80	Verifica	44	73,62	72,27	1,35	Verifica	108	-0,09	5,00	160	Verifica	0,80	-1	86,4	33,26	119,66
44	73,62	72,01	1,61	Verifica	45	73,53	71,64	1,89	Verifica	122	0,74	3,03	160	Verifica	0,80	-1	97,6	103,46	201,06
38	73,54	72,74	0,80	Verifica	45	73,53	72,2	1,33	Verifica	108	0,09	5,00	160	Verifica	0,80	-1	86,4	32,40	118,80
45	73,53	71,64	1,89	Verifica	46	73,47	71,28	2,19	Verifica	120	0,50	3,00	160	Verifica	0,80	-1	96	129,60	225,60
39	73,65	72,85	0,80	Verifica	46	73,47	72,31	1,16	Verifica	108	1,67	5,00	160	Verifica	0,80	-1	86,4	25,06	111,46
53	73,64	72,84	0,80	Verifica	46	73,47	72,29	1,18	Verifica	111	1,53	4,95	160	Verifica	0,80	-1	88,8	26,64	115,44
46	73,47	71,28	2,19	Verifica	47	73,35	70,95	2,4	Verifica	110	1,09	3,00	160	Verifica	0,80	-1	88	141,24	229,24
40	73,6	72,8	0,80	Verifica	47	73,35	72,28	1,07	Verifica	104	2,40	5,00	160	Verifica	0,80	-1	83,2	20,38	103,58
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	47	73,35	72,52	0,83	Verifica	113	4,69	4,96	160	Verifica	0,80	-1	90,4	11,30	101,70
47	73,35	70,95	2,40	Verifica	48	73,44	70,48	2,96	Verifica	157	-0,57	2,99	160	Verifica	0,80	-1	125,6	249,94	375,54
41	73,88	69,9	3,98	Verifica	48	73,44	69,63	3,81	Verifica	98	4,49	2,76	200	Verifica	0,80	-1	78,4	251,27	329,67
48	73,44	69,63	3,81	Verifica	55	73,55	69,3	4,25	Verifica	119	-0,92	2,77	200	Verifica	0,80	-1	95,2	317,97	413,17
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	55	73,55	72,29	1,26	Verifica	158	2,09	5,00	160	Verifica	0,80	-1	126,4	42,98	169,38
55	73,55	69,3	4,25	Verifica	56	73,61	69,17	4,44	Verifica	44	-1,36	2,95	200	Verifica	0,80	-1	35,2	128,66	163,86
56	73,55	69,17	4,38	Verifica	EE	73,55	68,97	4,58	Verifica	41	0,00	4,88	200	Verifica	0,80	-1	32,8	124,31	157,11
EE	73,55	72,4	1,15	Verifica	62	73,55	72,27	1,28	Verifica	32	0,00	4,06	200	Verifica	0,80	-1	25,6	13,44	39,04
62	73,55	72,27	1,28	Verifica	64*	73,61	72,1	1,51	Verifica	58	-1,03	2,93	200	Verifica	0,80	-1	46,4	32,71	79,11

BR INICIO					BR FINAL					LONGITUD	PEND. T.N. (‰)	PEND. CAÑERÍA REAL (‰)	Ø ADOP	MOVIMIENTO DE SUELOS					
Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?	Nº	C.T.N	COTA INTRADÓS	TAPADA	¿OK?					VERIFICACIÓN EXCAVACIÓN	ANCHO ZANJA (m)	NAPA (m)	EXCAVACIÓN SECA (m3)	EXCAVACIÓN HÚMEDA (m3)	EXCAVACIÓN TOTAL (m3)
56	73,55	72,75	0,80	Verifica	63*	73,61	72,46	1,15	Verifica	58	-1,03	5,00	160	Verifica	0,80	-1	46,4	13,22	59,62
49	74,07	73,25	0,82	Verifica	50	73,92	72,93	0,99	Verifica	83	1,81	3,86	160	Verifica	0,80	-1	66,4	14,28	80,68
50	73,92	72,93	0,99	Verifica	57*	73,44	72,45	0,99	Verifica	126	3,81	3,81	160	Verifica	0,80	-1	100,8	30,24	131,04
44	73,62	72,82	0,80	Verifica	51	73,66	72,62	1,04	Verifica	108	-0,37	1,85	160	Verifica	0,80	-1	86,4	19,87	106,27
50	73,92	73,08	0,84	Verifica	51	73,66	72,7	0,96	Verifica	111	2,34	3,42	160	Verifica	0,80	-1	88,8	18,65	107,45
51	73,66	72,62	1,04	Verifica	58*	73,44	72,32	1,12	Verifica	120	1,83	2,50	160	Verifica	0,80	-1	96	37,44	133,44
45	73,53	72,73	0,80	Verifica	52	73,6	72,5	1,1	Verifica	110	-0,64	2,09	160	Verifica	0,80	-1	88	22,88	110,88
53	73,64	72,84	0,80	Verifica	52	73,6	72,55	1,05	Verifica	122	0,33	2,38	160	Verifica	0,80	-1	97,6	22,94	120,54
51	73,66	72,86	0,80	Verifica	52	73,6	72,5	1,1	Verifica	121	0,50	2,98	160	Verifica	0,80	-1	96,8	25,17	121,97
52	73,6	72,47	1,13	Verifica	59*	73,39	72,25	1,14	Verifica	118	1,78	1,86	160	Verifica	0,80	-1	94,4	42,01	136,41
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	53	73,64	72,68	0,96	Verifica	110	2,18	3,64	160	Verifica	0,80	-1	88	16,72	104,72
53	73,64	72,69	0,95	Verifica	60*	73,65	72,55	1,1	Verifica	113	-0,09	1,24	160	Verifica	0,80	-1	90,4	30,28	120,68
54	73,88	73,08	0,80	Verifica	61*	73,69	72,89	0,8	Verifica	111	1,71	1,71	160	Verifica	0,80	-1	88,8	9,77	98,57
													TOTAL	7774,4	6482,34	14256,74			

ANEXO IV
“PROYECTO DE LA RED”



ANEXO 4.1.

**PROYECTO
INTEGRAL
DEL
SISTEMA
CLOACAL**

REFERENCIAS

- Tostado
- Red existente
- Red proyectada
- Pozo de bombeo - unión de sistemas
- Pozo de bombeo existente
- Estación elevadora existente
- Planta de tratamiento

Escala 1:6600

REFERENCIAS	
Cota Proyecto	73.14
Boca de registro	○
Caño PVC D160	—
Caño PVC D200	—
C.T.N.	73.94



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
 BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
 ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
 1:3500

PROYECTO DE LA RED CLOCAL DEL BARRIO GÜEMES

Anexo
4.2.

ANEXO V
“DEPRESIÓN DE NIVEL FREÁTICO”

REFERENCIAS

POZOS DE BOMBEO 10



RECONQUISTA

CARDOZO

URUGUAY

BOLIVIA

CHILE

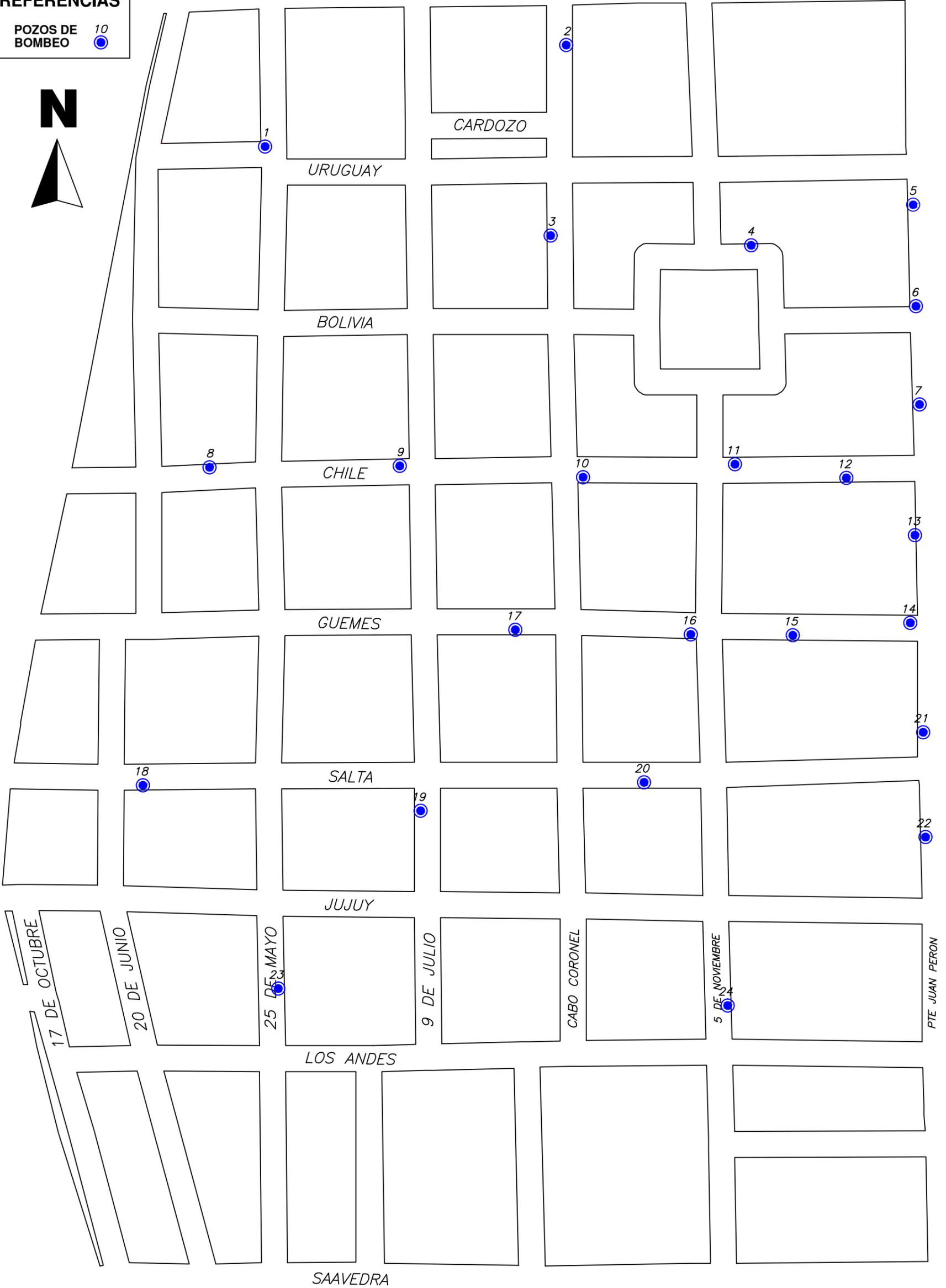
GUEMES

SALTA

JUJUY

LOS ANDES

SAAVEDRA



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

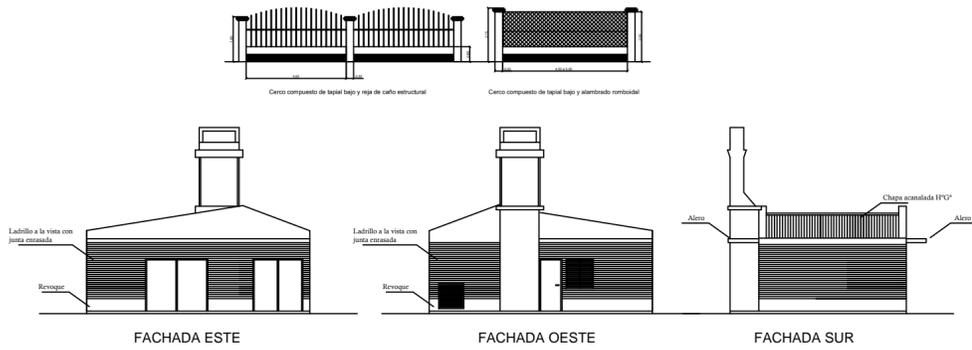
Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:3000

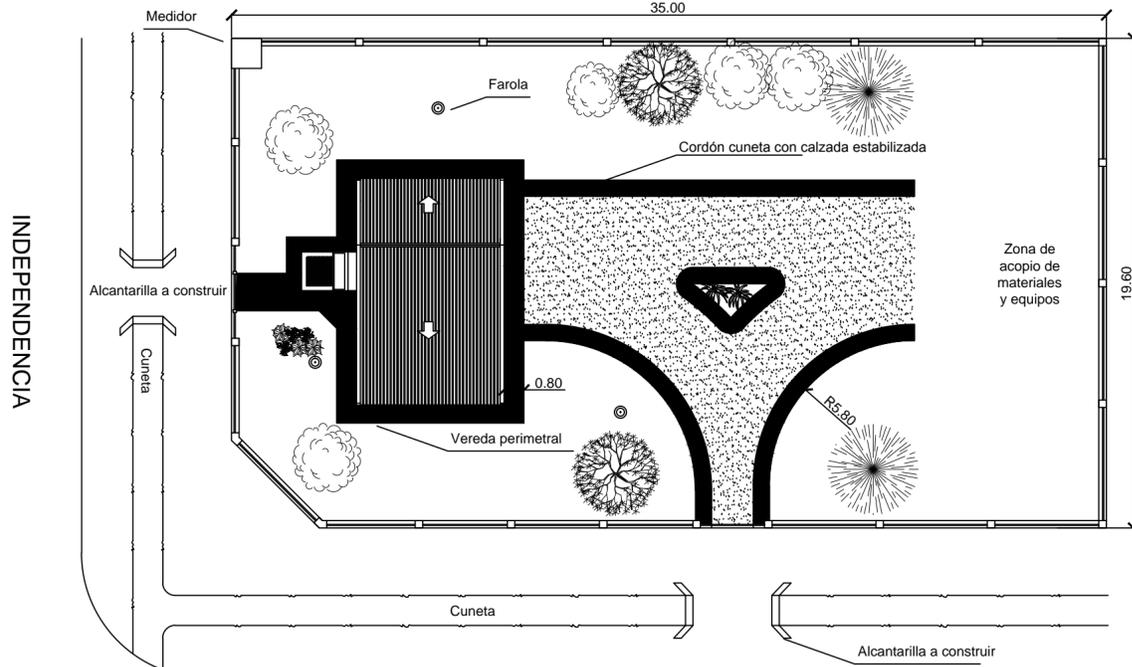
POZOS PARA DEPRESIÓN DE NIVEL FREÁTICO

Anexo
5.1.

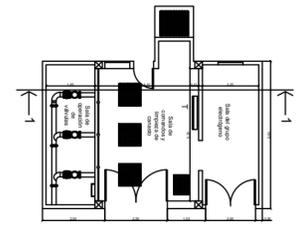
ANEXO VI
“PROYECTO EXISTENTE”



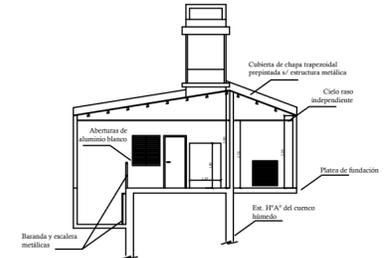
PLANTA
ESTACIÓN ELEVADORA
ESC. 1:200



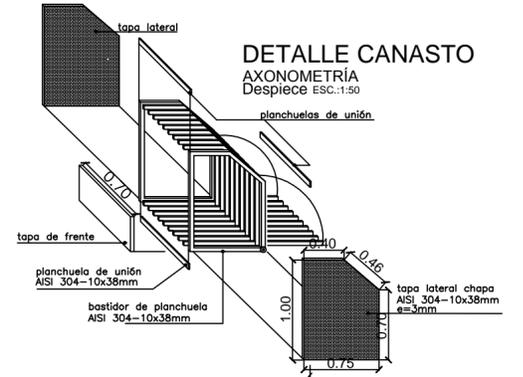
HÉCTOR ESTELA



VISTA EN PLANTA

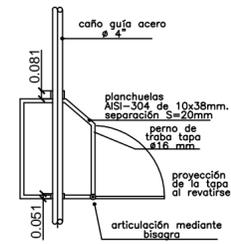


CORTE 1-1

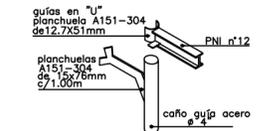


DETALLE CANASTO
AXONOMETRÍA
Despiece ESC. 1:50

DETALLE TAPA DE FRENTE ESC. 1:50



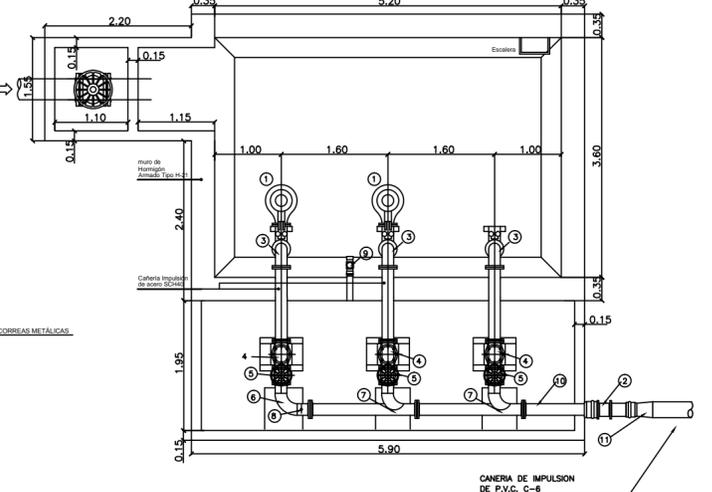
DETALLE GUÍA Y SOPORTE CANASTO



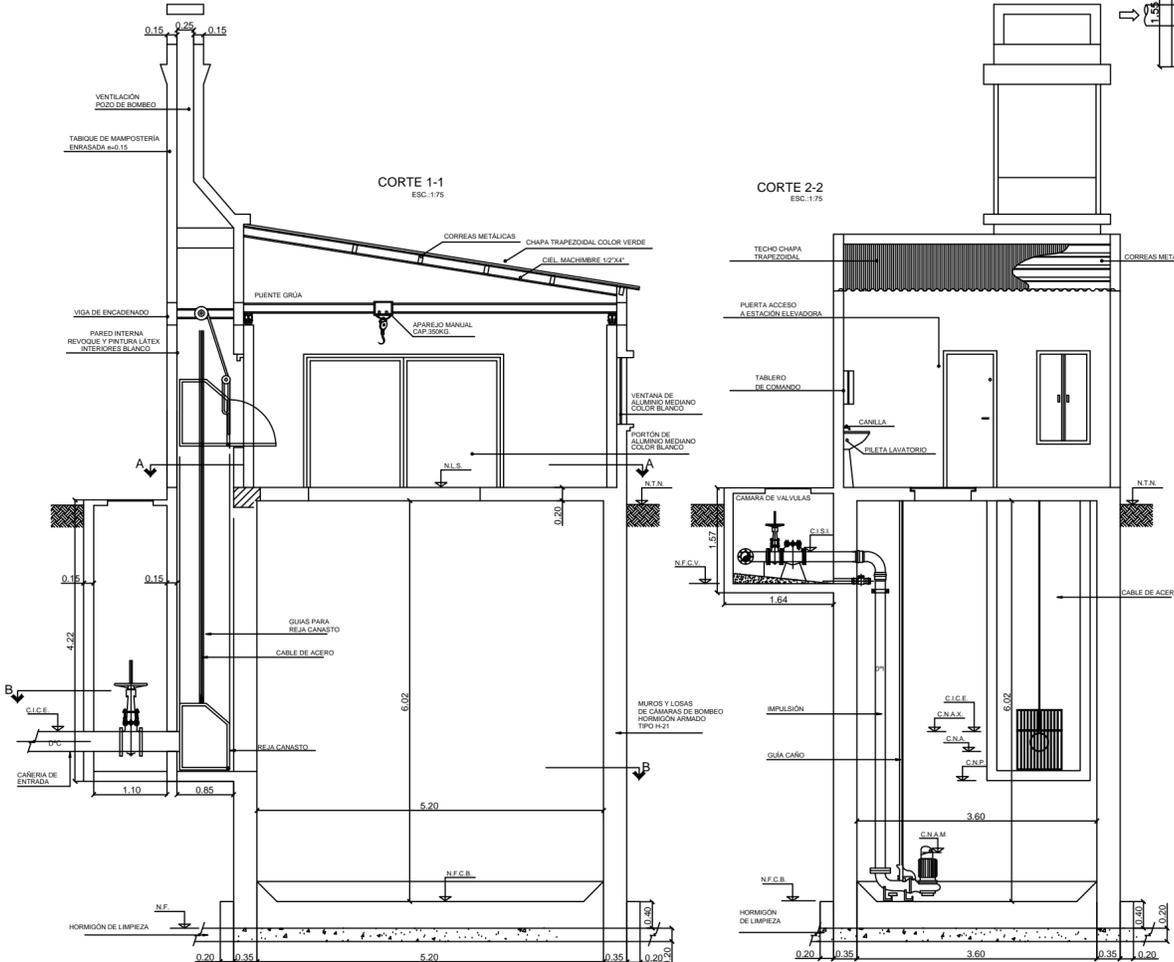
DETALLE TAPAS METÁLICAS



CORTE B-B PLANTA ESC. 1:75



CÁMERA DE IMPULSIÓN DE P.V.C. C-6



Denominación	Pos	Cont.	Ø (mm)
ELECTROBOMBAS SUMERIOBLES -	1	1+1	
MANGUITO DE TRANSICIÓN PARA PVC - FFP	2	1	150
CURVA A 90° Sch 40	3	3	150
VÁLVULA DE RETENCIÓN A BOLA DOBLE BRIDA	4	3	150
VÁLVULA ESCUSA DE FFP DOBLE BRIDA	5	3	150
CURVA A 90° Sch 40	6	1	150
RAMAL TANGENCIAL BRIDADO Sch 40	7	2	150
NIPLE PARA ROSCA DE 1/2" Y MANOMETRO 0-5 kg/cm2	8	1	
VÁLVULA DE RETENCIÓN EN P.V.C. Ø 110 m.	9	1	110
TRANSICIÓN Sch 40	10	1	150
REDUCCIÓN DE P.V.C.	11	1	110

REFERENCIAS

- N.L.S. = Nivel losa superior
- N.T.N. = Nivel terreno natural
- N.F.C.B. = Nivel fondo cámara bombeo
- N.F. = Nivel fundación
- N.F.C.V. = Nivel fondo cámara de válvulas
- C.N.A. = Cota nivel arranque (10 años)
- C.N.P. = Cota nivel parámetro
- C.N.A.M. = Cota nivel alarma mínima
- C.N.A.X. = Cota nivel alarma máxima
- C.I.S.I. = Cota intradós salida impulsión
- C.I.C.S. = Cota intradós cañería de salida
- C.I.C.E. = Cota intradós cañería de entrada
- DPI = Diámetro impulsión
- DPC = Diámetro colector entrada

Clave	COTA
N.L.S.	
N.T.N.	73.48
N.F.C.B.	67.52
N.F.	
N.F.C.V.	
C.N.A.	
C.N.P.	
C.N.A.M.	
C.N.A.X.	
C.I.S.I.	72.98
C.I.C.E.	
DPI(mm)	150
DPC(mm)	315



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
Según detalle

ESTACIÓN DE IMPLUSIÓN EXISTENTE - S&D INGENIEROS

Anexo
6.3.

ANEXO 6.4. Catálogo bomba **SULZER**

Bombas sumergibles
para aguas residuales
Gama ABS XFP



Aplicaciones principales

La bomba sumergible para aguas residuales Gama ABS XFP integra un motor Premium Efficiency (categoría IE3) y está indicada para trabajar en/con:

- Zonas de riesgo
 - Certificación ATEX (Ex II 2G k Ex db IIB T4 GB), FM y CSA de serie para motores de tamaño PE1 a PE3*
 - Certificación ATEX (Ex II 2G k Ex db IIB T4 GB), FM y CSA opcional para motores de tamaño PE4 a PE7*
- Aguas limpias y residuales
- Agua residual con sólidos y material fibroso
- Agua residual con lodos y alto contenido en sólidos
- Agua bruta y residual industrial
- Distintos tipos de efluentes industriales
- Redes de saneamiento municipales unitarias, combinación de agua residual y pluvial



Agua limpia y residual



Industria general



Industria papelera

* Consultar tabla resumen de potencias y velocidades del motor, tamaños PE1 a PE7 en página 4

Premium Efficiency

Las bombas XFP ofrecen un alto rendimiento tanto hidráulico como del motor, lo que permite conseguir ahorros significativos durante todo el ciclo de vida:

- Gran ahorro en consumo energético
- Menores costes de funcionamiento
- Bajo coste de mantenimiento
- Menos interrupciones del servicio por averías o bloqueos

Grandes ahorros equivalen a un entorno más saludable, así como a la reducción de la huella de carbono y del riesgo de reboses perjudiciales. Las bombas XFP ayudan a que su instalación sea más competitiva mientras contribuye a crear un futuro más sostenible.

La instalación que se adapta a todas las necesidades

Las bombas sumergibles XFP tienen varias posibilidades de instalación para satisfacer prácticamente todos los requisitos del cliente:

- Instalación sumergida con pedestal
- Instalación sumergida transportable
- Instalación vertical en seco
- Instalación horizontal en seco

Características y beneficios de la hidráulica

1 Versatilidad de la gama de impulsores Contrablock Plus

- Esta tecnología ha sido especialmente desarrollada para hacer frente a los problemas de las aguas residuales de la actualidad, como son la reducción del consumo de agua y un mayor contenido de sólidos y fibras
- Diseño de impulsores altamente fiable y eficiente con modelos de uno y varios álabes que garantizan una resistencia excepcional al bloqueo, con un paso de sólidos mínimo de 75 mm / 3 pulgadas
- Equilibrio óptimo entre el número de álabes del impulsor y el transporte de sólidos, conseguido a partir de un diseño avanzado con métodos de dinámica de fluidos asistidos por ordenador (CFD) y completados con ensayos exhaustivos
- Eficiencia líder del mercado, sin perjuicio del paso de sólidos y el manejo de fibras

2 Placa base ajustable con ranurado discontinuo

- Considerable ahorro energético durante toda la vida útil
- Funcionamiento libre de atascos
- El reajuste de la placa base restaura la eficiencia de la bomba
- Mantenimiento de la eficacia del transporte de sólidos durante su vida útil

3 Doble carcasa en la voluta a partir de DN 400

- Reduce las fuerzas radiales y la deflexión en el eje
- Maximiza la vida de los rodamientos y las juntas mecánicas reduciendo, por tanto, los costes del ciclo de vida

4 Dobles juntas mecánicas

- El carburo de silicio/carburo de silicio (SiC/SiC) proporciona la máxima resistencia a la abrasión
- La protección de bloqueos de la junta reduce los costes de operación
- SiC/SiC es una combinación químicamente resistente al agua residual y a la mayoría de las aplicaciones industriales

5 Eje en acero inoxidable de alta resistencia

- Minimiza la deflexión en la junta mecánica a <0,05 mm/0,002 pulgadas
- Mayor seguridad contra fracturas por fatiga

6 Rodamientos más robustos

- Vida mínima de 50.000 h para motores hasta 9 kW/12 CV y de 100.000 h para motores superiores a 11 kW/17 CV

7 Motor IE3 Premium Efficiency de acuerdo con norma IEC 60034-30



PE3-6

Motores sumergibles Premium Efficiency (IE3)

Sulzer fue la primera compañía del mundo en ofrecer motores sumergibles IE3 Premium Efficiency para conseguir el equilibrio perfecto entre fiabilidad y consumo energético. Gracias a su equipamiento con motores de rendimiento Premium categoría IE3 e impulsores Contrablock Plus, las bombas Gama ABS XFP han demostrado ser las bombas sumergibles para aguas residuales más eficientes del mercado.

Las características principales del diseño de sus motores, de acuerdo con la norma IEC 60034-30, redundan en un bajo coste general del ciclo de vida gracias al ahorro energético que ofrece, la significativa reducción de la huella de carbono y una mayor vida útil por el bajo incremento de la temperatura del bobinado. Diseñados para trabajar con variadores de frecuencia (VFD). Motores certificados según ATEX, FM y CSA.

Tabla resumen de potencias y velocidades del motor, tamaños PE1 a PE7

Nº polos		Potencia P2 (kW)						
		PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7
2	50 Hz	3 - 4	5.5 - 11	15 - 25	-	-	-	-
	60 Hz	4.5	8 - 12.5	18.5 - 30	-	-	-	-
4	50 Hz	1.5 - 2.9	4 - 9	11 - 30	22 - 45	55 - 110	132 - 300	350 - 650
	60 Hz	2.2 - 3.5	4.5 - 10.5	13 - 35	25 - 52	63 - 125	150 - 335	400 - 750
6	50 Hz	1.3	3	9 - 22	18.5 - 37	45 - 90	110 - 200	250 - 550
	60 Hz	2	3.5	9 - 25	21 - 43	52 - 104	125 - 220	290 - 620
8	50 Hz			-	15 - 30	37 - 75	90 - 132	160 - 450
	60 Hz			12	17 - 35	43 - 86	104 - 150	185 - 500
10	50 Hz					30 - 55	75 - 132	160 - 350
	60 Hz					35 - 63	86 - 150	185 - 415
12	50 Hz						75 - 132	160 - 300
	60 Hz						86 - 150	185 - 350

Características y beneficios de los motores IE3

1 Aislamiento de Clase H (140°C/284°F), incremento de temperatura según NEMA Clase A hasta 110 kW/168 CV y Clase B en potencias superiores

- Motor con una vida útil extraordinariamente larga

2 Factor de servicio 1.3

- Permite el funcionamiento, durante cortos períodos de tiempo, a menor voltaje, mayor frecuencia (grupos electrógenos) y una temperatura del fluido temporalmente superior

3 Cables versátiles

- Cables con homologación internacional (europea, FM o CSA) aptos para su uso en agua residual

4 Cable apantallado opcional (EMC)

- Para operación controlada por variadores de frecuencia AC
- Instalación conforme a directivas EMC

5 Detector de humedad DI en cámara de la junta incluido en suministro estándar

- Aviso temprano de fallo en la junta mecánica

PE4 a PE7: Opción de detector de humedad adicional específico para cámara de conexiones del cable y cámara del motor. De serie en motores PE6 y PE7.

- Aviso temprano de entrada de humedad en el interior del equipo

6 Sonda de protección térmica en el estator incluida en suministro estándar

- Protección del motor contra fallo en el suministro eléctrico (baja tensión, fase única)

PE4 a PE7: Opción de sonda térmica adicional en rodamiento superior e inferior. De serie en motores PE6 y PE7. Opciones de sensores: Bimetálicos, PTC o PT100

- Aviso temprano al inicio de malfuncionamiento en rodamiento

PE4 a PE7: Sensor de vibración opcional

- Aviso temprano de presencia de vibraciones

7 Sistema de refrigeración

PE1 y PE2: Motor refrigerado por aceite de serie en 50 Hz, opcional en 60 Hz

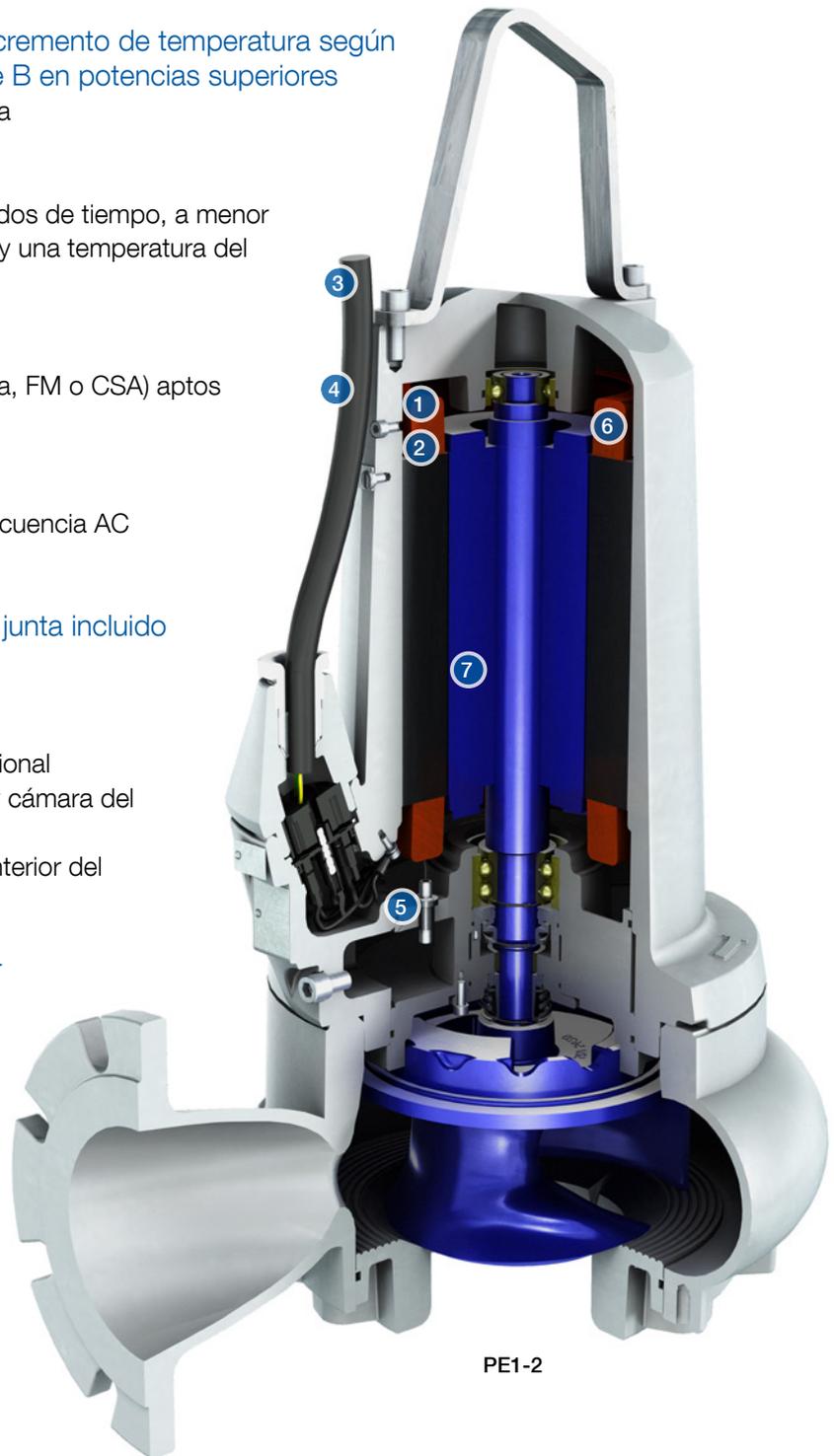
- Funcionamiento continuo en instalación en seco

PE3 a PE6: Opción de sistema de refrigeración de circuito cerrado con intercambiador de calor. De serie en motores PE6

- Funcionamiento continuo en instalación sumergida con motor al aire
- Funcionamiento continuo en instalación en seco

PE7: Sistema de refrigeración de circuito abierto

- Funcionamiento continuo en instalación sumergida con motor al aire
- Funcionamiento continuo en instalación en seco



Materiales

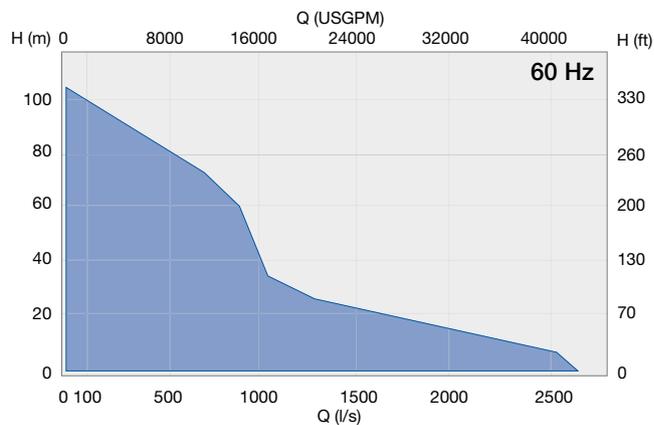
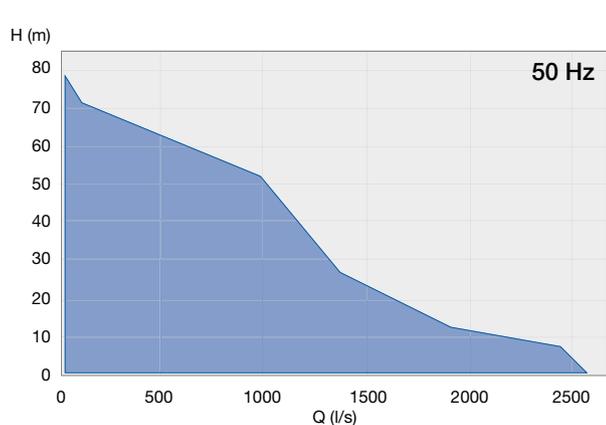
Componente de la bomba	Material
Voluta	EN-GJL-250, 1.4470* ó 1.4469*
Impulsor / placa base	EN-GJL-250, EN-GJL-250 endurecido a la llama, 1.4470 ó 1.4469*
Eje del motor	1.4021 ó 1.4462
Alojamiento del motor / cámara de conexiones	EN-GJL-250
Camisa de refrigeración	1.0036 , 1.4571* ó 1.4462*
Pedestal	EN-GJL-250, 1.4470* ó 1.4469*

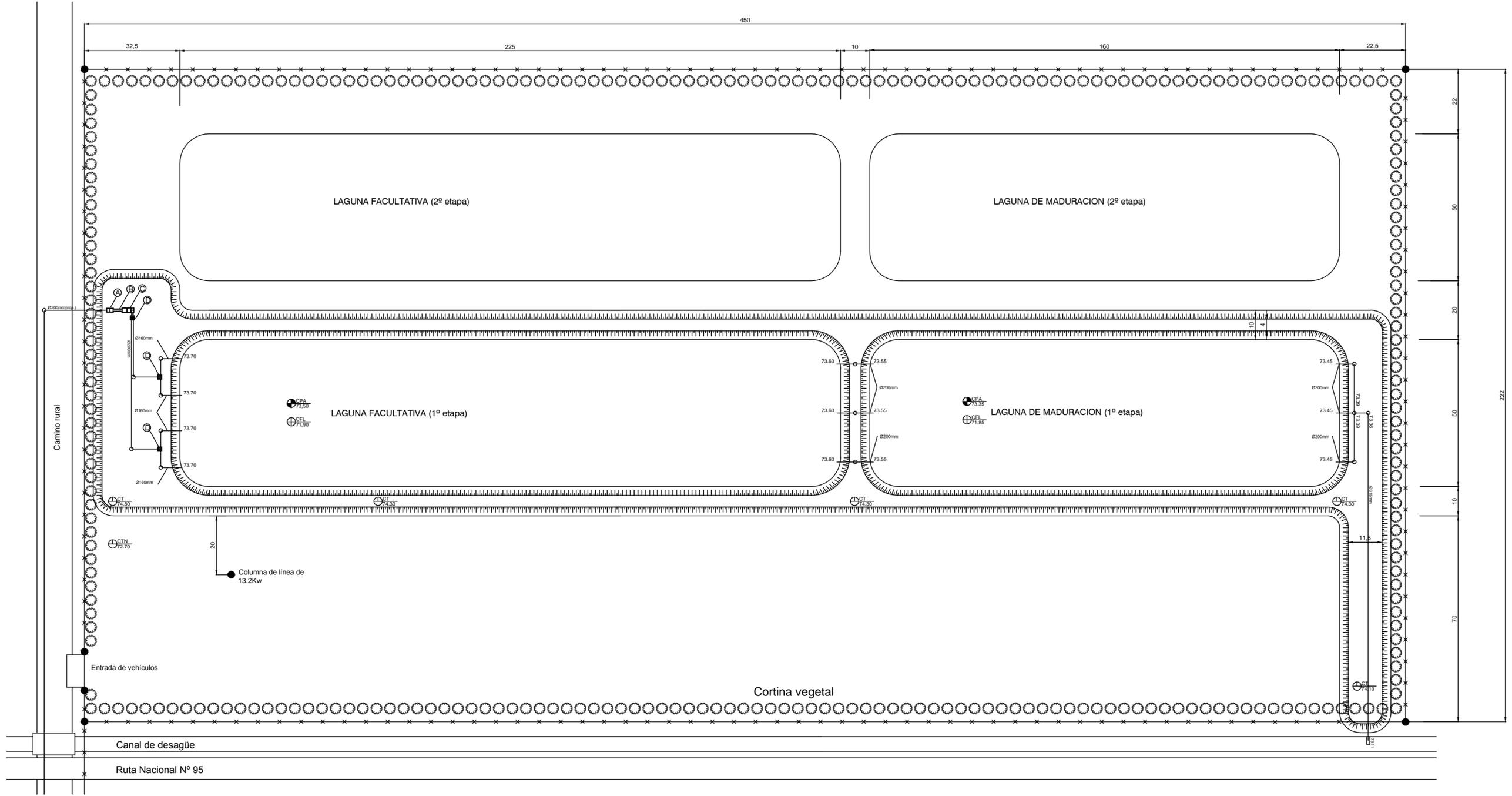
*disponible bajo pedido para PE4 a PE7 y PE1 a PE3

Datos de servicio

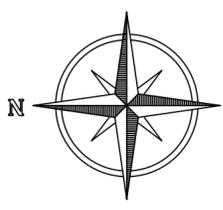
	50 Hz	60 Hz
Tamaños de bomba	80 a 800 mm	80 a 800 mm / 3,2 a 32 pulgadas
Caudales	hasta 2.700 l/s	hasta 3.000 l/s / hasta 47.560 USgpm
Alturas	hasta 78 m	hasta 110 m / hasta 360 pies
Potencias de motor	1,3 a 650 kW	2 a 750 kW / 2,7 a 1.005 CV

Rangos de trabajo



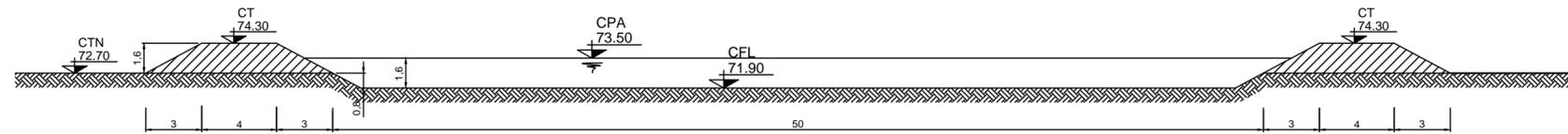


- REFERENCIAS:
- Ⓐ Cámara rompecarga
 - Ⓑ Aforador triangular
 - Ⓒ Cámara partidora principal
 - Ⓓ Cámara partidora secundaria
 - Boca de registro
 - 73.45 Cota intradós
 - CPA Cota pelo de agua
 - ⊕ CFL Cota fondo de laguna
 - ⊕ CT Cota de terraplén
 - ⊕ CTN Cota terreno natural

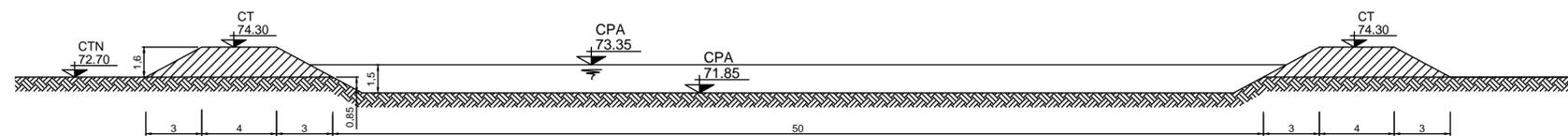


	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL	Autores de Proyecto: BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO	
	PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE S&D INGENIEROS		Director de Proyecto: ING. GUTIERREZ, RUBÉN
			Anexo 6.5.

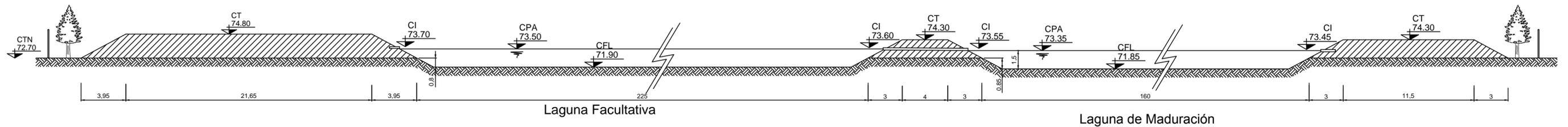
PERFIL TRANSVERSAL DE LAGUNA FACULTATIVA



PERFIL TRANSVERSAL DE LAGUNA DE MADURACION



PERFIL LONGITUDINAL



REFERENCIAS:

- CI: Cota Intradós
- CT: Cota Terraplén
- CTN: Cota Terreno Natural
- CPA: Cota Pelo de Agua
- CFL: Cota Fondo de Laguna



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:250

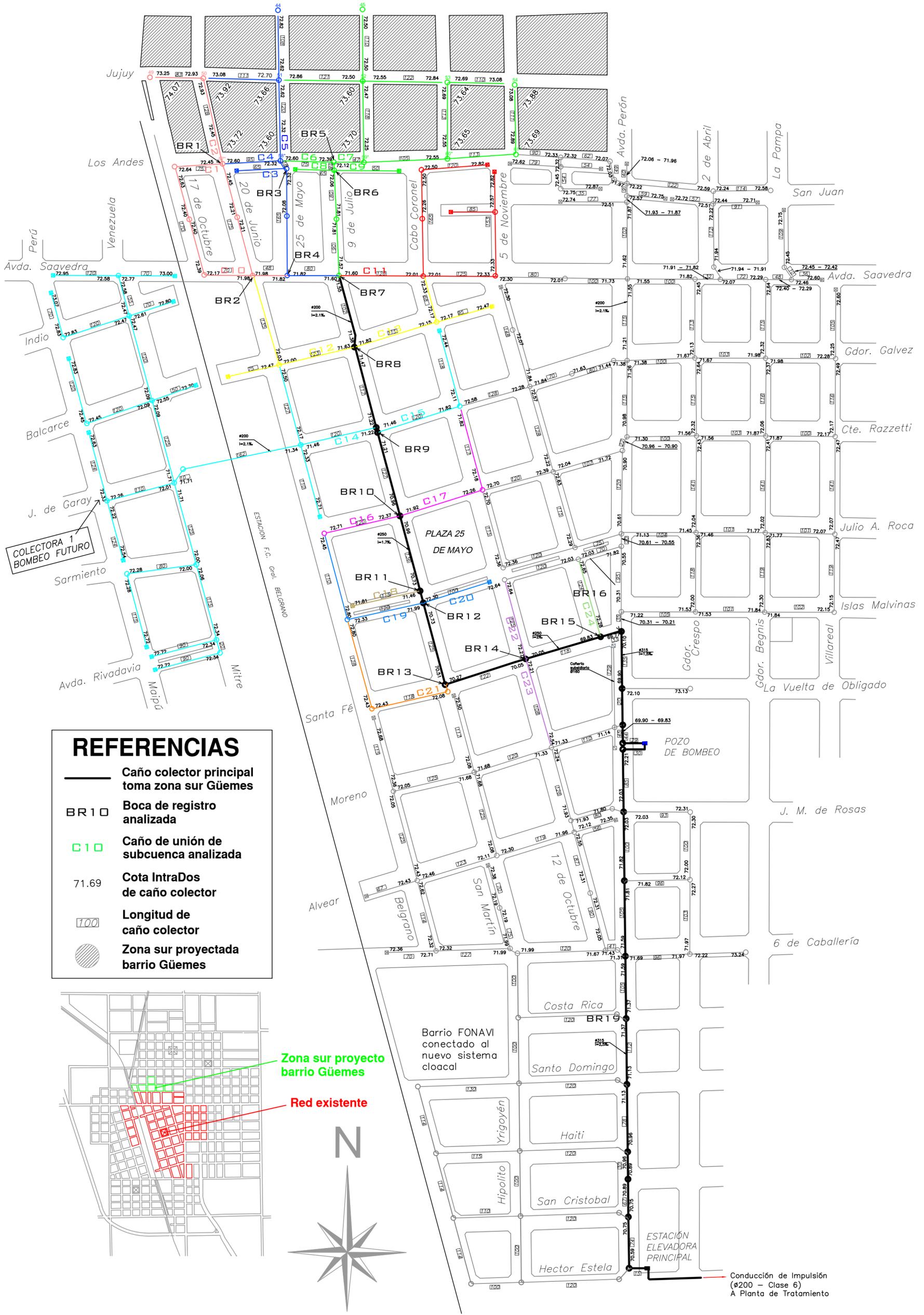
**CORTE DE PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE
S&D INGENIEROS**

Anexo
6.5.

ANEXO VII
“VERIFICACIÓN RED EXISTENTE”

ANEXO 7.1.

7.1. Planilla de verificación del colector de calles San Martín y Santa Fe																																																																																																																																																																																																																																																																						
BOCA DE REGISTRO	SUB CUENCAS AGUAS ARRIBA	LONGITUD DE INFLUENCIA (Hm)	CAUDAL UNITARIO (l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	COTA INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (‰)	Ø (mm)	CAUDAL MÁXIMO (l/s)	¿OK?	Q/QLL																																																																																																																																																																																																																																																										
BR1	C1	0,75	0,11	0,67	72,39	71,99	175,00	2,29	160	10,10	Verifica	0,07																																																																																																																																																																																																																																																										
	C2	2,27	0,32										BR3	C3	0,83	0,12	0,96	72,26	71,83	165,00	2,61	160	10,79	Verifica	0,09	C4	0,95	0,13	C5	3,39	0,48	BR5	C6	0,75	0,11	1,63	72,12	72,06	18,00	3,34	160	12,20	Verifica	0,13	C7	10,7	1,50	BR6	C8	0,83	0,12	2,06	72,06	71,57	170,00	2,89	160	11,35	Verifica	0,18	C9	0,5	0,07	BR5	11,45	1,63	BR2	C10	2,4	0,34	1,07	71,98	71,82	48,00	3,34	160	12,20	Verifica	0,09	BR1	4,77	0,67	BR4	BR2	7,65	1,07	2,14	71,82	71,60	80,00	2,75	160	11,07	Verifica	0,19	BR3	6,82	0,96	BR7	BR4	15,27	2,14	5,42	71,55	71,38	102,00	1,67	160	8,63	Verifica	0,63	BR6	14,48	2,06	C11	7,68	1,08	BR8	C12	3,33	0,47	6,44	71,47	71,22	117,00	2,14	200	17,71	Verifica	0,36	C13	2,78	0,39	BR7	38,45	5,42	BR9	C14	25,62	3,60	10,55	71,21	70,96	127,00	1,97	200	16,99	Verifica	0,62	C15	2,38	0,33	BR8	45,73	6,44	BR10	C16	1,2	0,17	11,24	70,96	70,73	136,00	1,70	200	15,78	Verifica	0,71	C17	2,37	0,33	BR9	75	10,55	BR11	C18	1,15	0,16	11,43	70,73	70,70	20,00	1,51	200	14,87	Verifica	0,77	BR10	79,93	11,24	BR12	C19	2,3	0,32	12,07	70,70	70,51	125,00	1,52	200	14,92	Verifica	0,81	C20	1	0,14	BR11	81,28	11,43	BR13	C21	2,66	0,37	12,61	70,27	70,05	122,00	1,81	250	29,59	Verifica	0,43	BR12	85,83	12,07	BR14	C22	1,25	0,18	13,11	70,05	69,83	118,00	1,87	250	30,08	Verifica	0,44	C23	1,08	0,15	BR13	89,71	12,61	BR15	C24	1,24	0,17	13,33	69,83	69,77	33,00	1,82	250	29,67	Verifica	0,45	BR14	93,22	13,11	BR16	BR15
BR3	C3	0,83	0,12	0,96	72,26	71,83	165,00	2,61	160	10,79	Verifica	0,09																																																																																																																																																																																																																																																										
	C4	0,95	0,13																																																																																																																																																																																																																																																																			
	C5	3,39	0,48																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR5	C6	0,75	0,11	1,63	72,12	72,06	18,00	3,34	160	12,20	Verifica	0,13																																																																																																																																																																																																																																																										
	C7	10,7	1,50																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR6	C8	0,83	0,12	2,06	72,06	71,57	170,00	2,89	160	11,35	Verifica	0,18																																																																																																																																																																																																																																																										
	C9	0,5	0,07																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BR5	11,45	1,63																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR2	C10	2,4	0,34	1,07	71,98	71,82	48,00	3,34	160	12,20	Verifica	0,09																																																																																																																																																																																																																																																										
	BR1	4,77	0,67																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR4	BR2	7,65	1,07	2,14	71,82	71,60	80,00	2,75	160	11,07	Verifica	0,19																																																																																																																																																																																																																																																										
	BR3	6,82	0,96																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR7	BR4	15,27	2,14	5,42	71,55	71,38	102,00	1,67	160	8,63	Verifica	0,63																																																																																																																																																																																																																																																										
	BR6	14,48	2,06																																																																																																																																																																																																																																																																			
	C11	7,68	1,08																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR8	C12	3,33	0,47	6,44	71,47	71,22	117,00	2,14	200	17,71	Verifica	0,36																																																																																																																																																																																																																																																										
	C13	2,78	0,39																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BR7	38,45	5,42																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR9	C14	25,62	3,60	10,55	71,21	70,96	127,00	1,97	200	16,99	Verifica	0,62																																																																																																																																																																																																																																																										
	C15	2,38	0,33																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BR8	45,73	6,44																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR10	C16	1,2	0,17	11,24	70,96	70,73	136,00	1,70	200	15,78	Verifica	0,71																																																																																																																																																																																																																																																										
	C17	2,37	0,33																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BR9	75	10,55																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR11	C18	1,15	0,16	11,43	70,73	70,70	20,00	1,51	200	14,87	Verifica	0,77																																																																																																																																																																																																																																																										
	BR10	79,93	11,24																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR12	C19	2,3	0,32	12,07	70,70	70,51	125,00	1,52	200	14,92	Verifica	0,81																																																																																																																																																																																																																																																										
	C20	1	0,14																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BR11	81,28	11,43																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR13	C21	2,66	0,37	12,61	70,27	70,05	122,00	1,81	250	29,59	Verifica	0,43																																																																																																																																																																																																																																																										
	BR12	85,83	12,07																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR14	C22	1,25	0,18	13,11	70,05	69,83	118,00	1,87	250	30,08	Verifica	0,44																																																																																																																																																																																																																																																										
	C23	1,08	0,15																																																																																																																																																																																																																																																																			
	BR13	89,71	12,61																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR15	C24	1,24	0,17	13,33	69,83	69,77	33,00	1,82	250	29,67	Verifica	0,45																																																																																																																																																																																																																																																										
	BR14	93,22	13,11																																																																																																																																																																																																																																																																			
BR16	BR15	94,79	13,33	13,33	UNIÓN CON COLECTOR PERÓN-INDEPENDENCIA																																																																																																																																																																																																																																																																	



- REFERENCIAS**
-  Caño colector principal toma zona sur Güemes
 -  Boca de registro analizada
 -  Caño de unión de subcuencia analizada
 -  Cota IntraDos de caño colector
 -  Longitud de caño colector
 -  Zona sur proyectada barrio Güemes

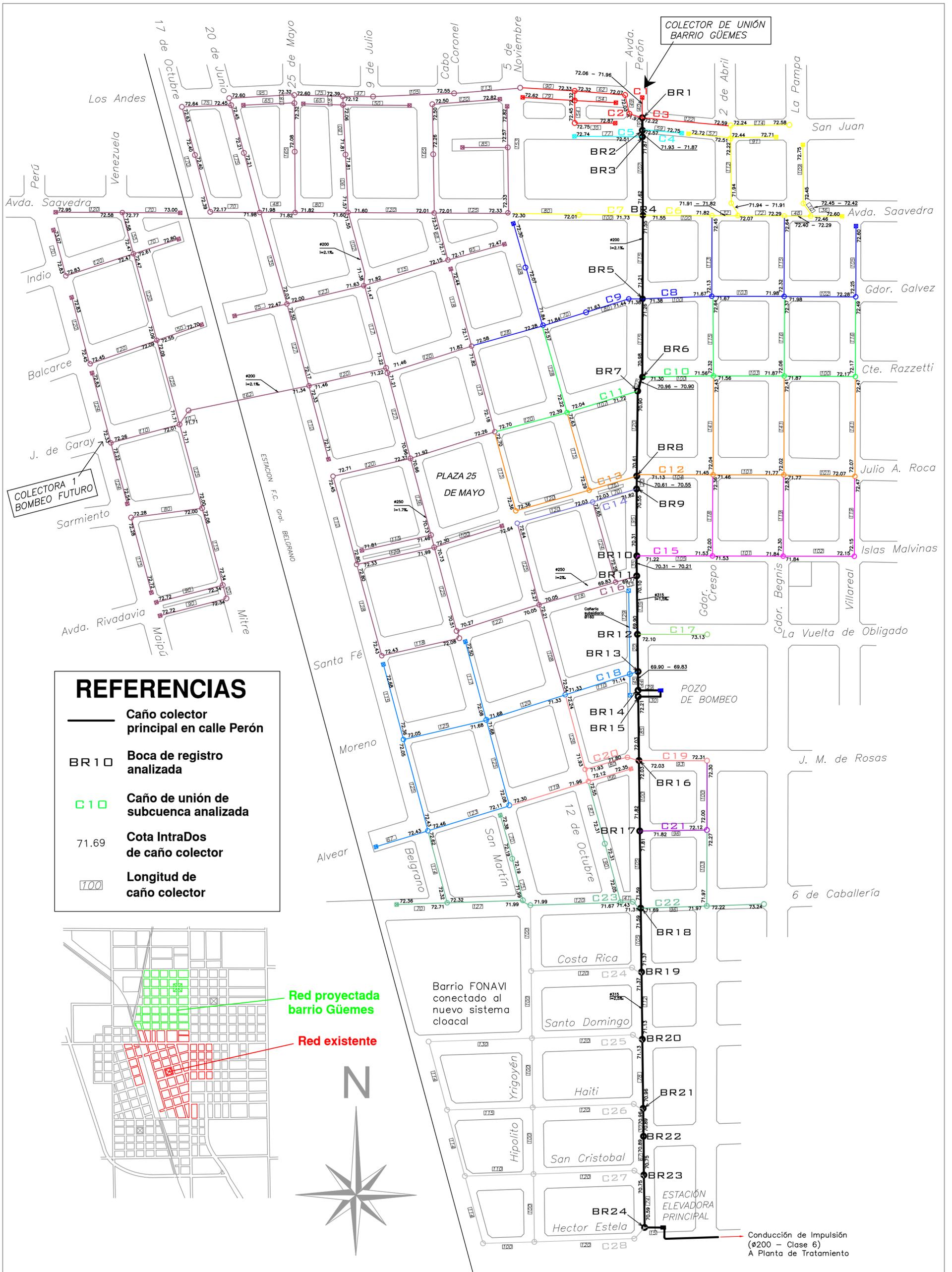


Conducción de Impulsión (Ø200 - Clase 6) A Planta de Tratamiento

ANEXO 7.3.

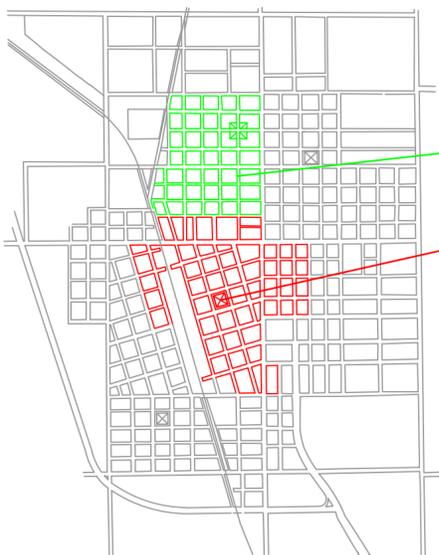
7.3. Planilla de verificación del colector de calles Presidente Perón e Independencia

BOCA DE REGISTRO	SUB CUENCAS AGUAS ARRIBA	LONGITUD DE INFLUENCIA (Hm)	CAUDAL UNITARIO (l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	COTA INICIO (msnm)	COTA FINAL (msnm)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	Ø (mm)	CAUDAL MÁXIMO (l/s)	¿OK?	Q/QLL
BR1	C1	83,07 (Subcuenca principal Güemes)	11,66	12,42	71,96	71,93	9	3,34	200	22,12	Verifica	0,56
	C2	4,23	0,59									
	C3	1,22	0,17									
BR2	BR1	88,61	12,42	12,50	71,93	71,87	2	30,01	200	66,31	Verifica	0,19
	C4	0,59	0,08									
BR3	BR2	89,20	12,50	12,61	71,87	71,62	102	2,46	200	18,99	Verifica	0,66
	C5	0,77	0,11									
BR4	BR3	90,99	12,61	13,96	71,55	71,21	115	2,96	200	20,83	Verifica	0,67
	C6	7,81	1,10									
	C7	1,80	0,25									
BR5	BR4	101,75	13,96	15,45	71,21	70,98	115	2,00	200	17,12	Verifica	0,90
	C8	6,38	0,90									
	C9	4,26	0,60									
BR6	BR5	113,54	15,45	16,37	70,96	70,9	22	2,73	200	20,00	Verifica	0,82
	C10	6,50	0,91									
BR7	BR6	120,26	16,37	16,87	70,9	70,61	120	2,42	200	18,83	Verifica	0,90
	C11	3,55	0,50									
BR8	BR7	125,01	16,87	18,48	70,61	70,55	20	3,01	200	21,00	Verifica	0,88
	C12	7,29	1,02									
	C13	4,25	0,60									
BR9	BR8	136,75	18,48	18,75	70,55	70,31	95	2,53	200	19,25	Verifica	0,97
	C14	1,90	0,27									
BR10	BR9	139,60	18,75	19,68	70,31	70,21	35	2,86	200	20,47	Verifica	0,96
	C15	6,64	0,93									
BR11	BR10	146,59	19,68	33,01	70,1	69,9	135	1,49	315	49,70	Verifica	0,66
	C16	94,79 (Subcuenca sector SUR Güemes)	13,33									
BR12	BR11	242,73	33,01	33,16	69,9	69,88	20	1,10	315	42,71	Verifica	0,78
	C17	1,05	0,15									
BR13	BR12	243,98	33,16	34,84	69,88	69,83	44	1,10	315	42,71	Verifica	0,82
	C18	12,01	1,69									
BR14	BR13	256,43	34,84	34,84	69,83	69,74	29	3,11	315	71,81	Verifica	0,49
PB	BR14	256,72	34,84	34,84	72,27	72,21	30	2,01	315	57,73	Verifica	0,60
BR15	PB	257,02	34,84	34,84	72,21	72,03	85	2,12	315	59,29	Verifica	0,59
BR16	BR15	257,87	34,84	35,51	72,03	71,82	100	2,11	315	59,15	Verifica	0,60
	C19	0,93	0,13									
	C20	3,81	0,53									
BR17	BR16	263,61	35,51	35,78	71,81	71,59	105	2,10	315	59,01	Verifica	0,61
	C21	1,96	0,28									
BR18	BR17	266,62	35,78	37,30	71,59	71,37	105	2,10	315	59,01	Verifica	0,63
	C22	2,84	0,40									
	C23	7,94	1,11									
BR19	BR18	278,45	37,30	37,60	71,37	71,13	112	2,15	315	59,71	Verifica	0,63
	C24	2,20	0,31									
BR20	BR19	279,57	37,60	38,10	71,13	70,96	78	2,18	315	60,12	Verifica	0,63
	C25	3,50	0,49									
BR21	BR20	280,35	38,10	38,73	70,96	70,89	30	2,34	315	62,29	Verifica	0,62
	C26	4,49	0,63									
BR22	BR21	280,65	38,73	38,73	70,89	70,75	67	2,09	315	58,87	Verifica	0,66
BR23	BR22	281,32	38,73	39,35	70,75	70,59	74	2,17	315	59,98	Verifica	0,66
	C27	4,44	0,62									
BR24	BR23	282,06	39,35	39,96	70,59	LLEGADA A ESTACIÓN ELEVADORA						
	C28	4,34	0,61									
EE	BR24	282,21	39,96	39,96	LLEGADA A PLANTA DE TRATAMIENTO POR IMPULSIÓN							



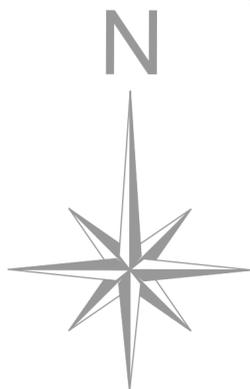
REFERENCIAS

- Caño colector principal en calle Perón
- Boca de registro analizada
- Caño de unión de subcuena analizada
- 71.69 Cota IntraDors de caño colector
- Longitud de caño colector



Red proyectada barrio Güemes

Red existente



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

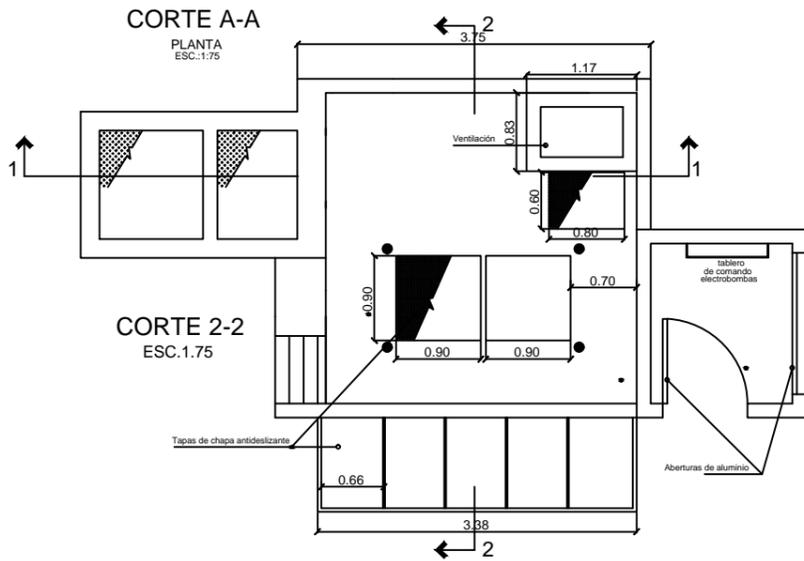
Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:3500

PLANO DE SUBCUENAS DEL COLECTOR DE CALLES PRESIDENTE PERÓN E INDEPENDENCIA

Anexo
7.4.

ANEXO VIII
“ESTACIÓN DE BOMBEO”

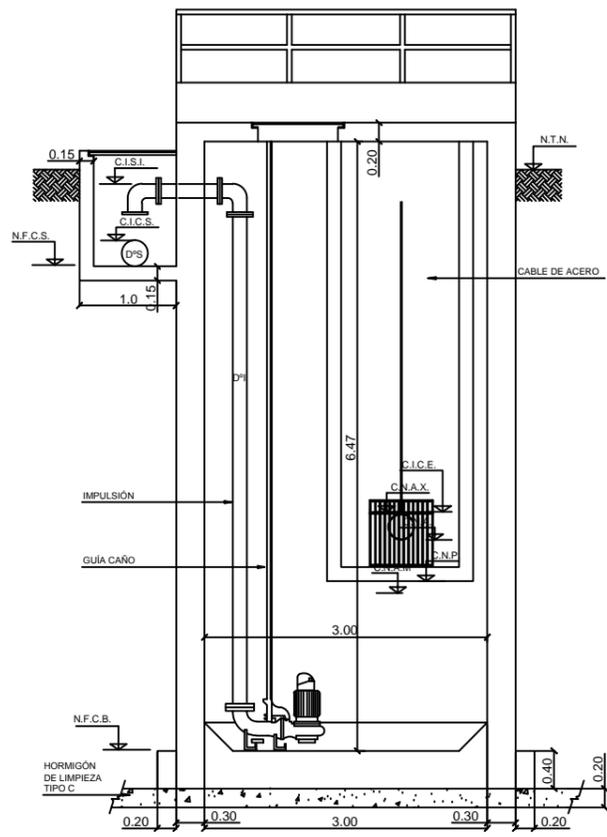
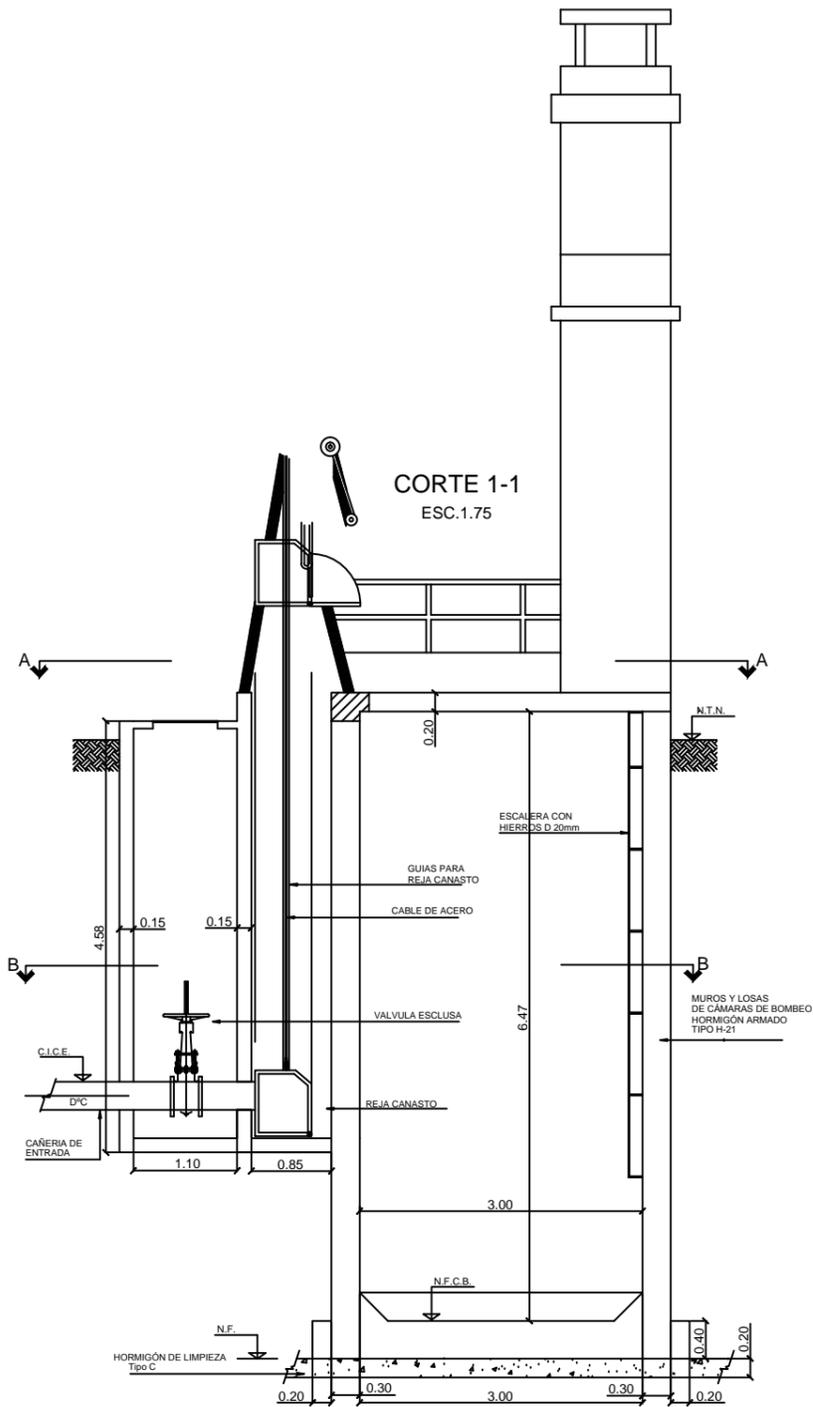
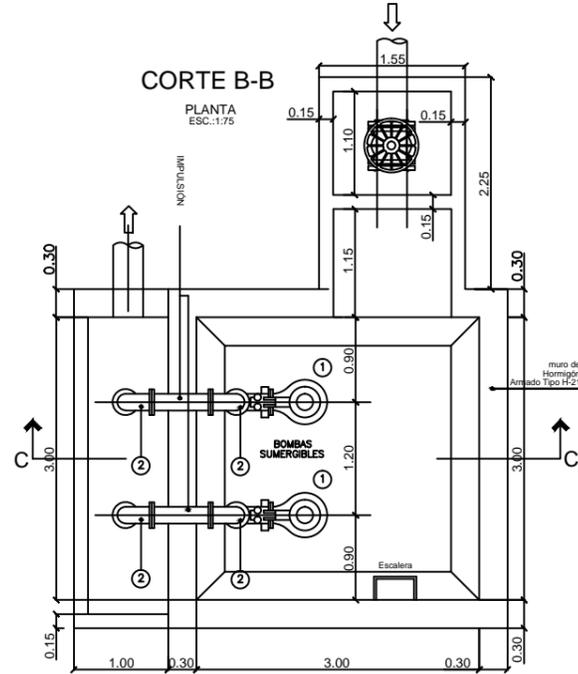


Clave	COTA
N.L.S.	73.85
N.T.N.	73.55
N.F.C.B.	67.18
N.F.	66.58
N.F.C.D.	71.95
C.N.A.M.	68.57
C.N.A.2.	68.37
C.N.A.1.	68.17
C.N.P.	67.58
C.I.C.S.	72.40
C.I.C.E.	68.97
D ^{PS} (mm)	200
D ^{DC} (mm)	200

REFERENCIAS

- N.L.S. = Nivel losa superior
- N.T.N. = Nivel terreno natural
- N.F.C.B. = Nivel fondo cámara bombeo
- N.F. = Nivel fundación
- N.F.C.D. = Nivel fondo cámara de descarga
- C.N.A.M. = Cota nivel alarma máxima B1 + B2
- C.N.A.2. = Cota nivel arranque bomba 2
- C.N.A.1. = Cota nivel arranque bomba 1
- C.N.P. = Cota nivel parada
- C.I.C.S. = Cota intradós cañería de salida
- C.I.C.E. = Cota intradós cañería de entrada
- DPI = Diámetro impulsión
- D^{DC} = Diámetro colector entrada
- D^{PS} = Diámetro colector salida
- D^{DE} = Diámetro desagüe de emergencia

Denominación	Pos	Cant.	Ø (mm)
ELECTROBOMBAS SUMERGIBLES -	1	2	
CURVA A 90° Sch 40	2	4	150



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:75

ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (PTE. PERÓN Y LA RIOJA)

Anexo
8.1.

Especificaciones técnicas

90016405_1.0



Flygt 3102

50 Hz

1 Bomba D

1.1 Descripción del producto



Uso

Bomba sumergible, con una turbina hidráulica con vórtice, para líquidos que contienen sólidos y medios abrasivos o aguas residuales ligeras.

Denominación

Tipo	Versión no a prueba de explosiones	Versión a prueba de explosiones	Clase de presión	Tipos de instalación
Hierro gris	3102.181	3102,090	<ul style="list-style-type: none"> • MT – Presión medio • HT – Presión alta 	P, X

La bomba se puede usar en las siguientes instalaciones:

- P Disposición con pozo húmedo semipermanente con bomba instalada en dos barras guía. La conexión a la descarga es automática.
- X Instalación opcional, disposición con pozo seco o húmedo sin conexión mecánica predeterminada y con bridas taladradas. La disposición con pozo seco requiere un sistema de refrigeración o un motor de potencia limitada.

Límites de aplicación

Característica	Descripción
Temperatura del líquido	Máximo 40 °C (104 °F)
Temperatura del líquido, versión para agua templada	Máximo 70 °C (158 °F)
Profundidad de inmersión	Máximo 20 m (65 pies)
pH del líquido bombeado	5,5-14
Densidad del líquido	Máximo 1100 kg/m ³

Información del motor

Característica	Descripción
Tipo de motor	Motor de inducción de jaula de ardilla
Frecuencia	50 Hz
Fuente de alimentación	Trifásico

Característica	Descripción
Método de arranque	<ul style="list-style-type: none"> • Arranque directo • Estrella-triángulo • Motor de arranque suave • Variador de frecuencia
Número de arranques por hora	Máximo 30
Cumplimiento del código	IEC 60034-1
Variación de la tensión	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento continuo: máximo $\pm 5\%$ • Funcionamiento intermitente: máximo $\pm 10\%$
Desequilibrio de tensión entre las fases	Máximo 2%
Clase de aislamiento del estátor	H (180 °C, 356 °F)

Encapsulación del motor

La encapsulación del motor es conforme a IP68.

Cables

Aplicación	Tipo
Arranque directo	Flygt SUBCAB®: cable de alimentación del motor de cuatro núcleos y alto rendimiento con dos núcleos de control blindados de par trenzado. Valor nominal de aislamiento del conductor de 90 °C, que permite una mayor corriente. Resistencia mecánica superior y gran resistencia a la abrasión y desgarres. Resistente a productos químicos dentro del rango de pH 3-10 y resistente a ozono, aceite y llamas. Usado hasta una temperatura del agua de 70 °C. Cables < 10 mm ² con núcleos de control no blindados.
Arranque Y/D	Flygt SUBCAB®: cable de alimentación del motor de siete núcleos y alto rendimiento con dos núcleos de control blindados de par trenzado. Valor nominal de aislamiento del conductor de 90 °C, que permite una mayor corriente. Resistencia mecánica superior y gran resistencia a la abrasión y desgarres. Resistente a productos químicos dentro del rango de pH 3-10 y resistente a ozono, aceite y llamas. Usado hasta una temperatura del agua de 70 °C. Cables < 7G6 mm ² con núcleos de control no blindados.
Unidad de frecuencia variable	Flygt SUBCAB® blindado: cable de alimentación del motor de cuatro núcleos blindados y alto rendimiento con cuatro núcleos de control blindados de par trenzado. Valor nominal de aislamiento del conductor de 90 °C, que permite una mayor corriente. Resistencia mecánica superior y gran resistencia a la abrasión y desgarres. Resistente a productos químicos dentro del rango de pH 3-10 y resistente a ozono, aceite y llamas. Usado hasta una temperatura del agua de 70 °C.

Equipo de supervisión

Temperatura de apertura de los contactos térmicos 125 °C (257 °F)

Materiales

Tabla 1: Piezas principales, excepto sellos mecánicos

Denominación	Material	ASTM	EN
Principales materiales fundidos	Hierro fundido, gris	35B	GJL-250
Carcasa de la bomba	Hierro fundido, gris	35B	GJL-250
Impulsor	Hierro fundido, gris	35B	GJL-250
Asa de elevación	Acero inoxidable	AISI 316L	1.4404, 1.4432, ...
Eje	Acero inoxidable	AISI 431	1.4057+QT800
Tornillos y tuercas	Acero inoxidable, A4	AISI 316L, 316, 316Ti	1.4401, 1.4404, ...
Juntas tóricas, alternativa 1	Goma de nitrilo (NBR) 70 ° IRH	-	-
Juntas tóricas, alternativa 2	Goma fluorada (FPM) 70° IRH	-	-
Aceite, número de pieza 901752	Aceite médico blanco de tipo parafina. Cumple con la FDA 172.878(a)	-	-

Tabla 2: Sellos mecánicos

Alternativa	Junta interna	Junta externa
1	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Óxido de aluminio (Al_2O_3)	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Óxido de aluminio (Al_2O_3)
2	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Óxido de aluminio (Al_2O_3)	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)
3	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Óxido de aluminio (Al_2O_3)
4	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)
5	Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)/Carburo cementado resistente a la corrosión (WCCR)	Carburo de silicón (RSiC)/Carburo de silicón (RSiC)

Tratamiento de la superficie

Imprimación	Acabado
Pintado con un cebador; consulte el estándar interno M0700.00.0002	Color gris marino NCS 5804-B07G. Revestimiento superior muy sólido de dos componentes; consulte el estándar interno M0700.00.0004 para la pintura estándar y M0700.00.0008 para la pintura especial.

Opciones

- Versión de líquido caliente (versiones no a prueba de explosiones)
- Sensor de fugas en el alojamiento del estátor (FLS)
- Sensor de fugas en el alojamiento del aceite (CLS)
- Tratamiento de la superficie (Epoxi)

- Ánodos de zinc
- Otros cables

Accesorios

Conexiones de descarga, adaptadores, conexiones de mangueras y otros accesorios mecánicos.

Accesorios eléctricos como el controlador de bomba, los paneles de control, los motores de arranque, los relés de control y los cables

1.2 Valor nominal del motor y curvas de rendimiento

Estos son ejemplos de la clasificación nominal del motor y las curvas. Para obtener más información, póngase en contacto con su representante local de ventas y servicio.

La corriente inicial de estrella-triángulo es 1/3 de la corriente inicial del arranque directo.

ME

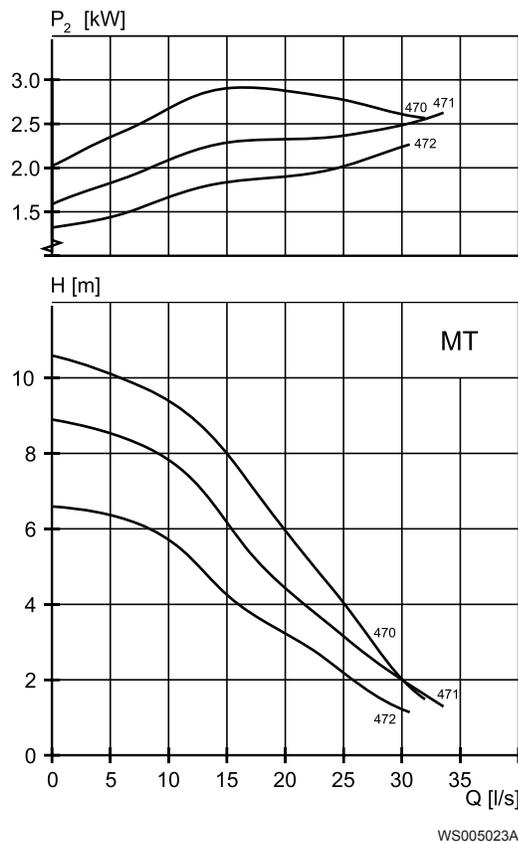


Tabla 3: 400 V, 50 Hz, trifásico

Potencia nominal, kW	Potencia nominal, HP	Curva/núm. impulsor	Revoluciones por minuto, rpm	Corriente nominal, A	Corriente inicial, A	Factor de potencia, $\cos \phi$	Instalación
3.1	4.2	470	1450	6.8	40	40	P,X
3.1	4.2	471	1450	6.8	40	40	P,X
3.1	4.2	472	1450	6.8	40	40	P,X

AL

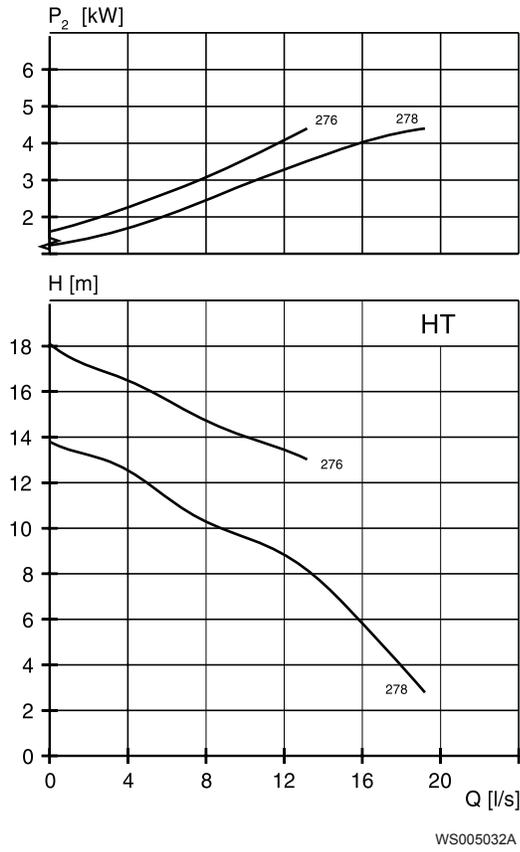


Tabla 4: 400 V, 50 Hz, trifásico

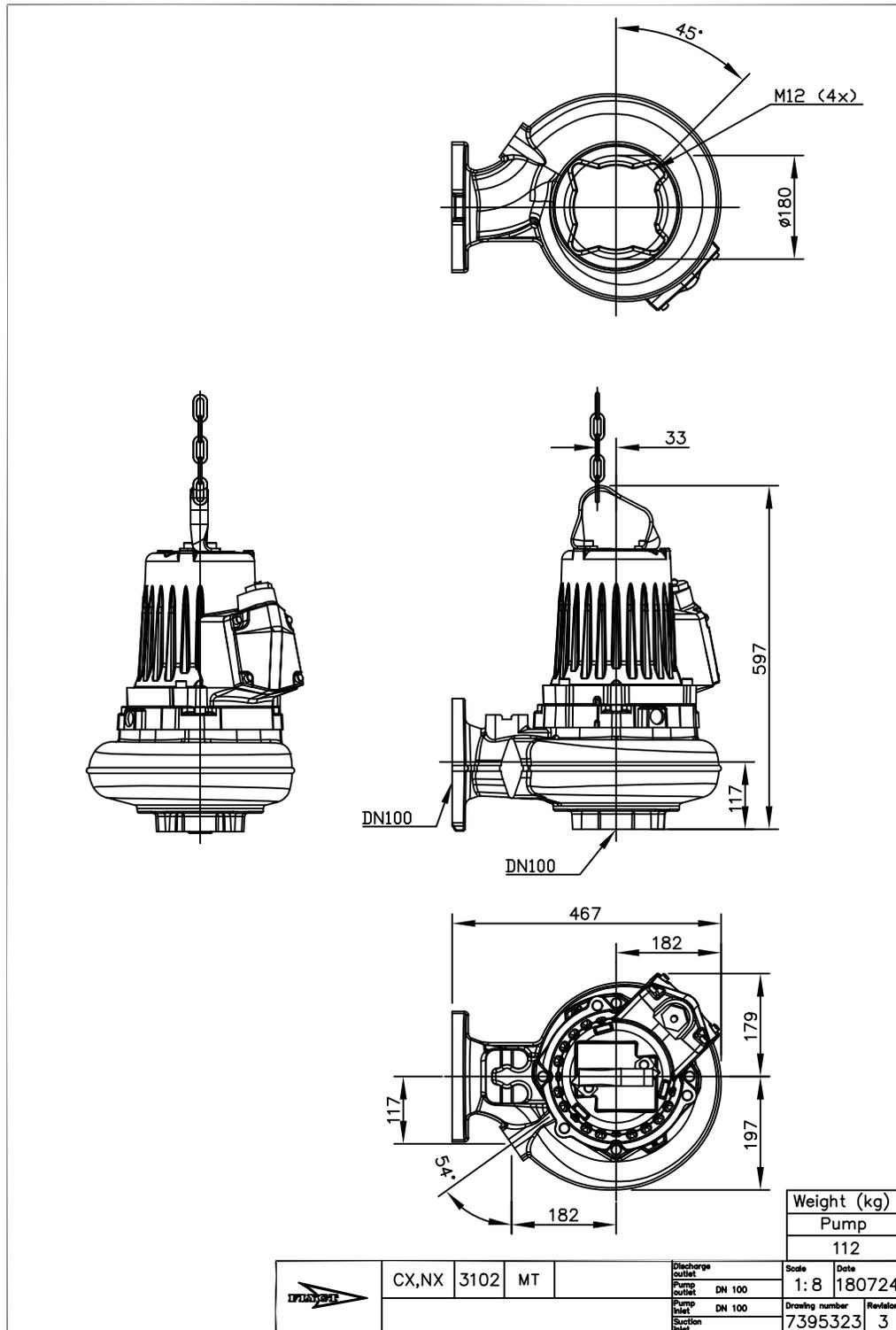
Potencia nominal, kW	Potencia nominal, HP	Curva/núm. impulsor	Revoluciones por minuto, rpm	Corriente nominal, A	Corriente inicial, A	Factor de potencia, cos ϕ	Instalación
4.2	5.6	276	2900	8.2	74	0.87	P,X
4.2	5.6	276	2860	7.8	53	0.93	P,X
4.2	5.6	278	2900	8.2	74	0.87	P,X
4.2	5.6	278	2860	7.8	53	0.93	P,X

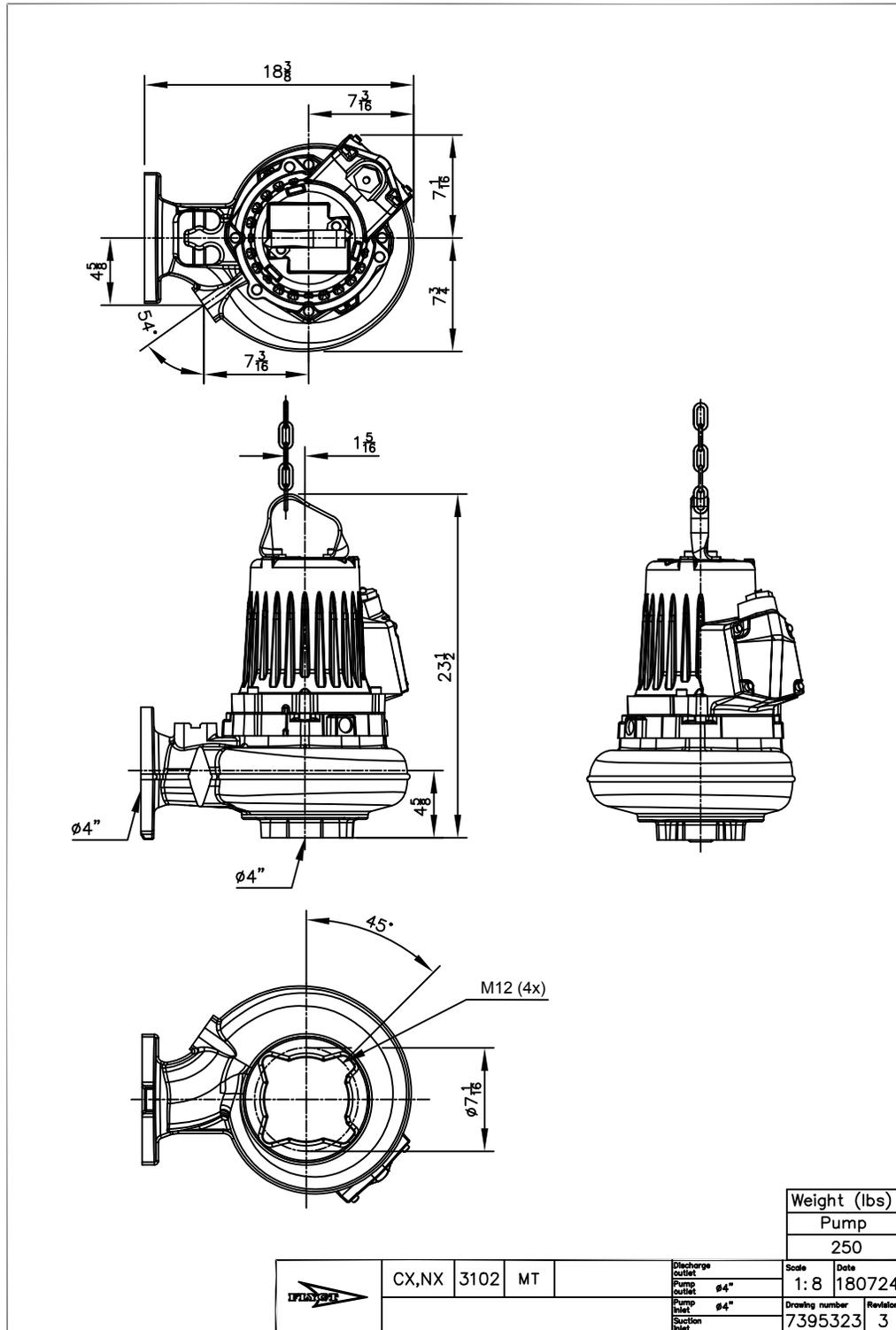
6 Dimensiones y peso

6.1 Planos

Estos planos se incluyen como ejemplos.

Todos los planos están disponibles en forma de documentos Acrobat (.pdf) y planos AutoCad (.dwg). Para obtener más información, póngase en contacto con el representante local de ventas y servicio.





ANEXO 8.2.

Catálogo bomba situación B

Technical
specification



Submersible pump C 3201, 50 Hz

FLYGT
a xylem brand



C 3201

Product

Submersible pump for pumping clean water, surface water and waste water containing solids or long-fibred material.

Denomination

Product code	3201.180
Installation	P, S, T, Z
Impeller characteristics	LT, MT, HT, SH

Process data

Liquid temperature	max +40 °C
Depth of immersion	max 20 m
The pH of the pumped liquid	pH 5,5-14
Liquid density	max. 1100 kg/m ³
Impeller throughlet	See Motor rating table

Motor data

Frequency	50 Hz
Insulation class	H (+180 °C)
Voltage variation	
- continuously running	max ± 5%
- intermittent running	max ± 10%
Voltage imbalance between phases	max 2%
No. of starts/hour	max 30

Cable

Direct-on-line start	
SUBCAB®	4G10+2x1,5 mm ² 4G16+2x1,5 mm ²

SUBCAB®	4G25 mm ² 4G25+2x1,5 mm ² 4G35 mm ² 4G35+2x1,5 mm ²
---------	--

Y/D start	
SUBCAB®	2x4G10+2x1,5 mm ² 7G6+2x1,5 mm ²

Monitoring equipment

Thermal contacts opening temperature	125 °C
--------------------------------------	--------

Material

Impeller	Cast iron
Pump housing	Cast iron
Stator housing	Cast iron
Shaft	Carbon steel
O-rings	Nitrile rubber

Mechanical face seals

Alternative	Inner seal	Outer seal
1	Corrosion resistant cemented carbide/ Corrosion resistant cemented carbide	Corrosion resistant cemented carbide/ Corrosion resistant cemented carbide

Surface Treatment

All cast parts are primed with a water-borne primer. The finishing coat is a high-solid two pack paint.

Weight

See dimensional drawing.

Option

3201.091	Ex. proof design
3201.280	Stainless steel design
3201.290	Stainless steel/Ex proof design
Warm liquid version on request	
Leakage sensor in stator housing	FLS
Leakage sensor in oil housing	CLS
Surface treatment	Epoxy treatment
Other cables	
Zinc anodes	

Accessories

Discharge connections, adapters, hose connections and other mechanical accessories.

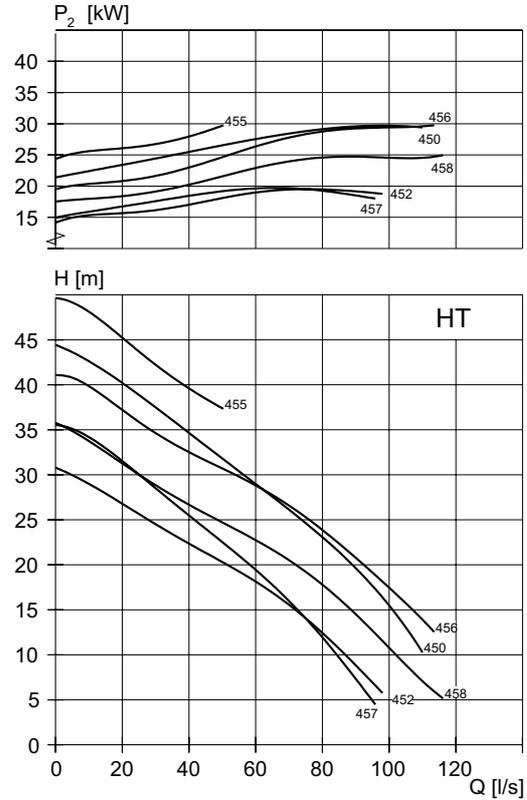
Electrical accessories such as pump controller, control panels, starters, monitoring relays, cables.

See separate booklet or www.xyleminc.com, for further information.

HT-Motor rating and performance curve

Curve/Impeller No	Rated power, kW	Rated current, A	Starting current, A	Power factor cos φ	Impeller thoughtlet, mm	Ex proof version available	Installation			
							P	S	T	Z
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1460 r/min										
452	22	42	300	0,87	77	•	•	•	•	•
457	22	42	300	0,87	100	•	•	•	•	•
400 V, 50 Hz, 3 ~, 1455 r/min										
450	30	56	365	0,88	77	•	•	•	•	•
452	30	56	365	0,88	77	•	•	•	•	•
455	30	56	365	0,88	100	•	•	•	•	•
456	30	56	365	0,88	100	•	•	•	•	•
457	30	56	365	0,88	100	•	•	•	•	•

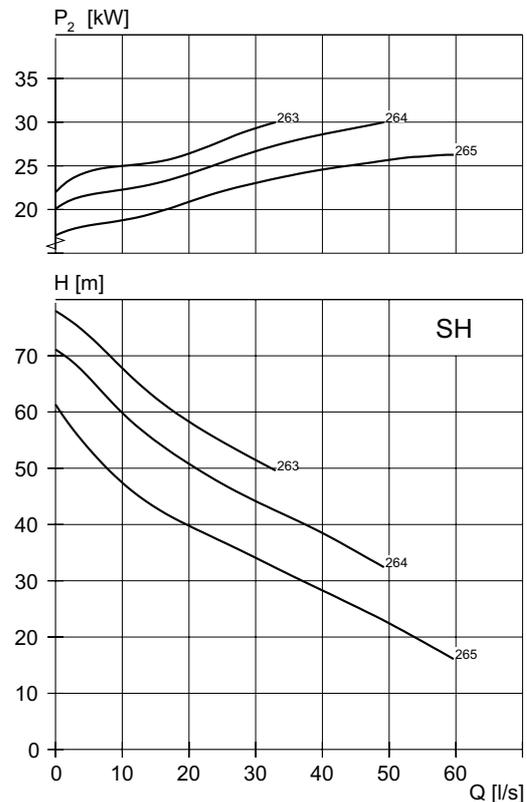
Y/D starting current is approximately 1/3 of D starting current.

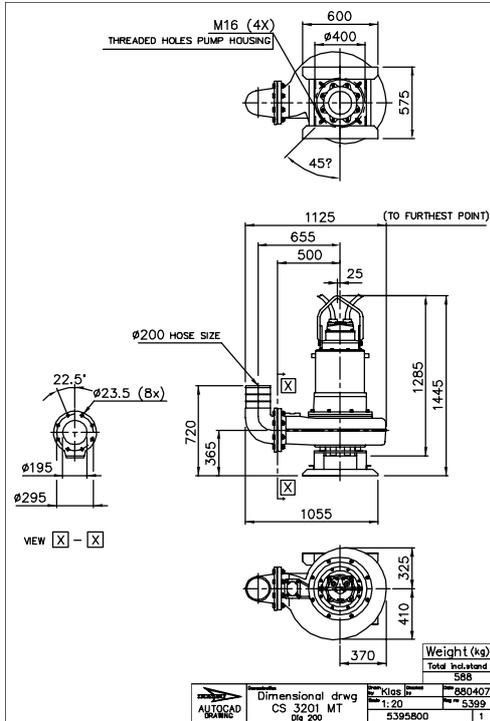
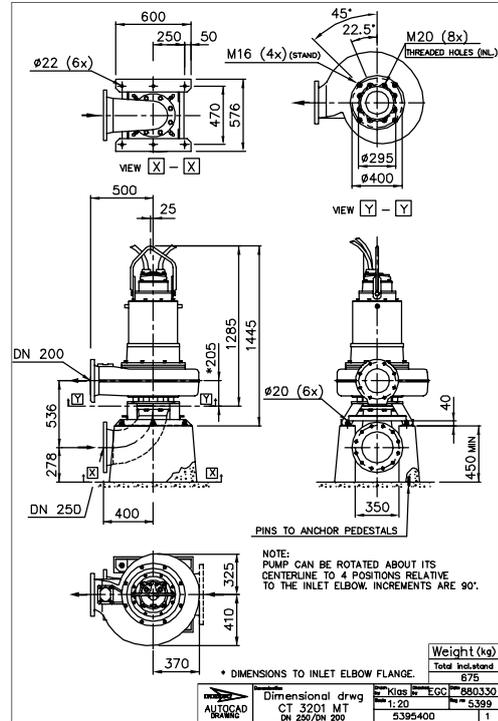
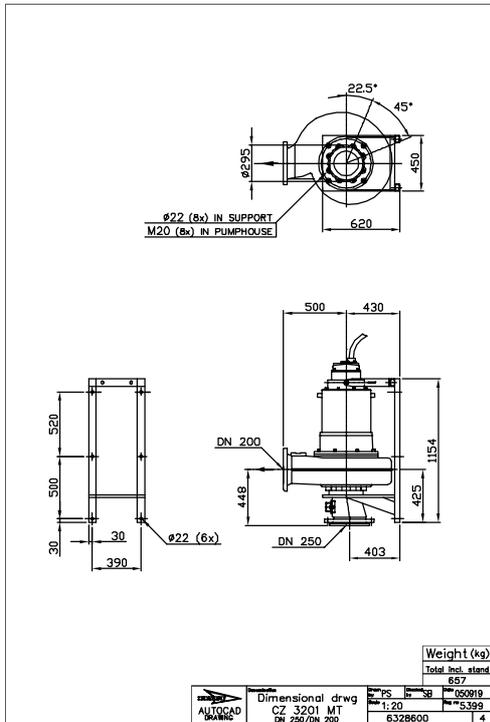
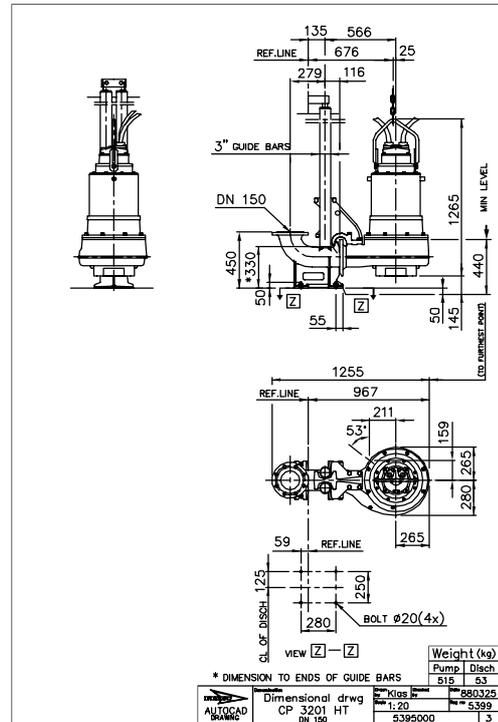


SH-Motor rating and performance curve

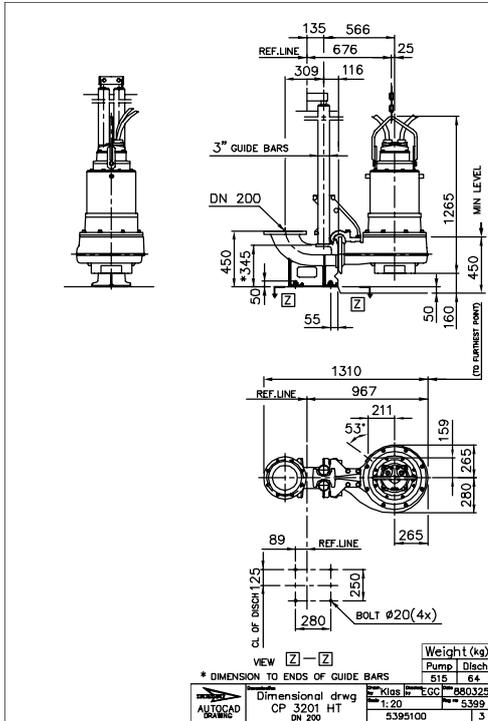
Curve/Impeller No	Rated power, kW	Rated current, A	Starting current, A	Power factor cos φ	Impeller thoughtlet, mm	Ex proof version available	Installation			
							P	S	T	Z
400 V, 50 Hz, 3 ~, 2970 r/min										
263	30	52	385	0,94	76	•	•	•	•	•
264	30	52	385	0,94	76	•	•	•	•	•
265	30	52	385	0,94	76	•	•	•	•	•

Y/D starting current is approximately 1/3 of D starting current.

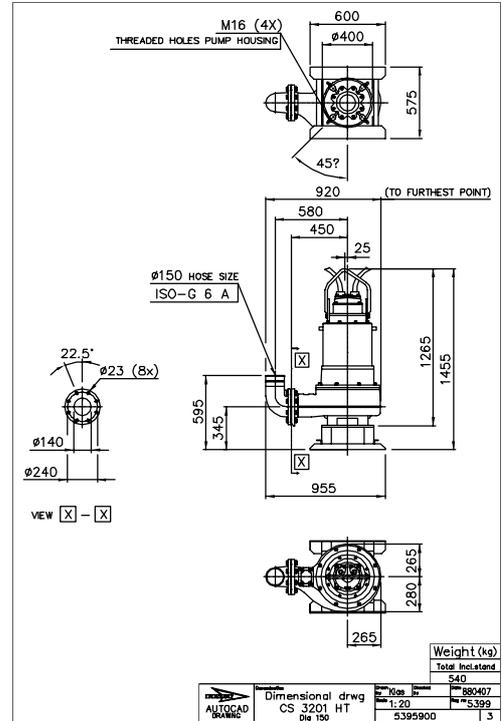


MT, S-installation

MT, T-installation

MT, Z-installation

HT, P-installation


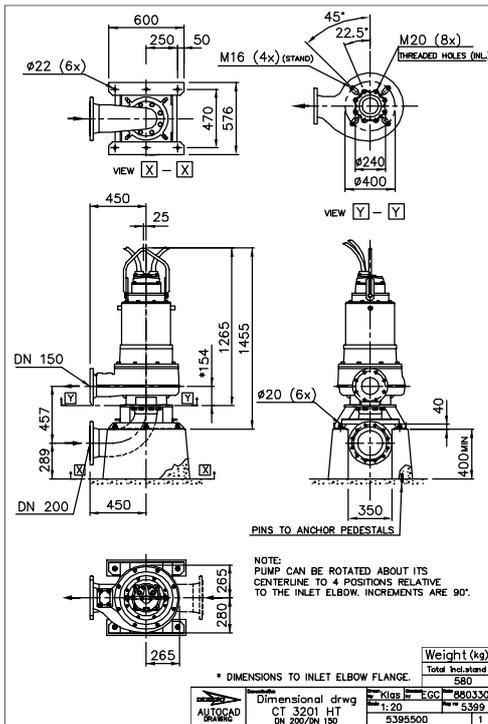
HT, P-installation



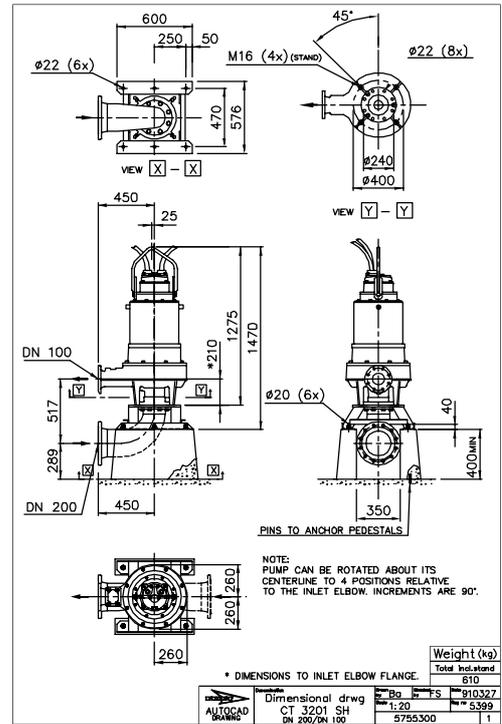
HT, S-installation



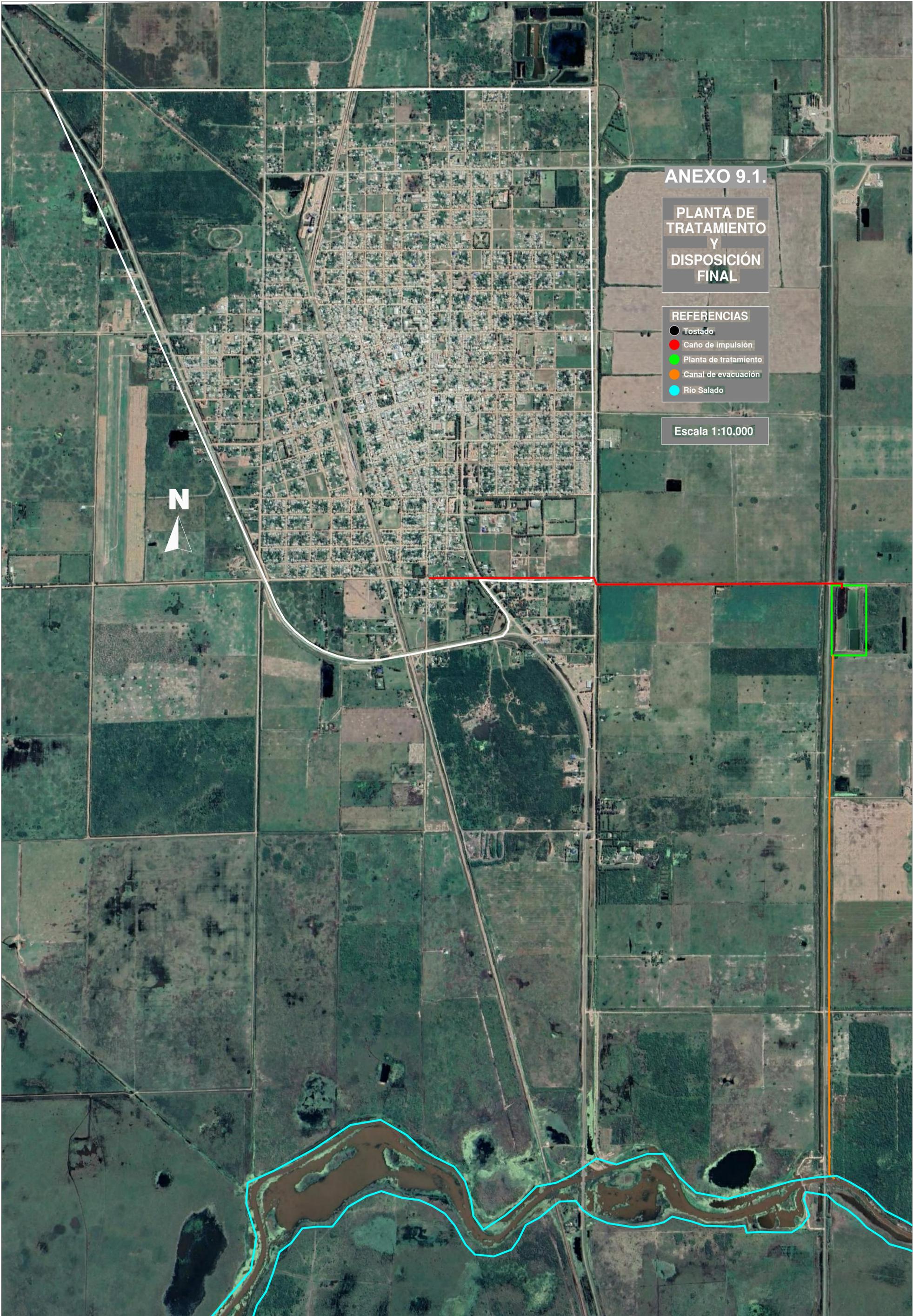
HT, T-installation



SH, T-installation



ANEXO IX
“LAGUNAS DE TRATAMIENTO”

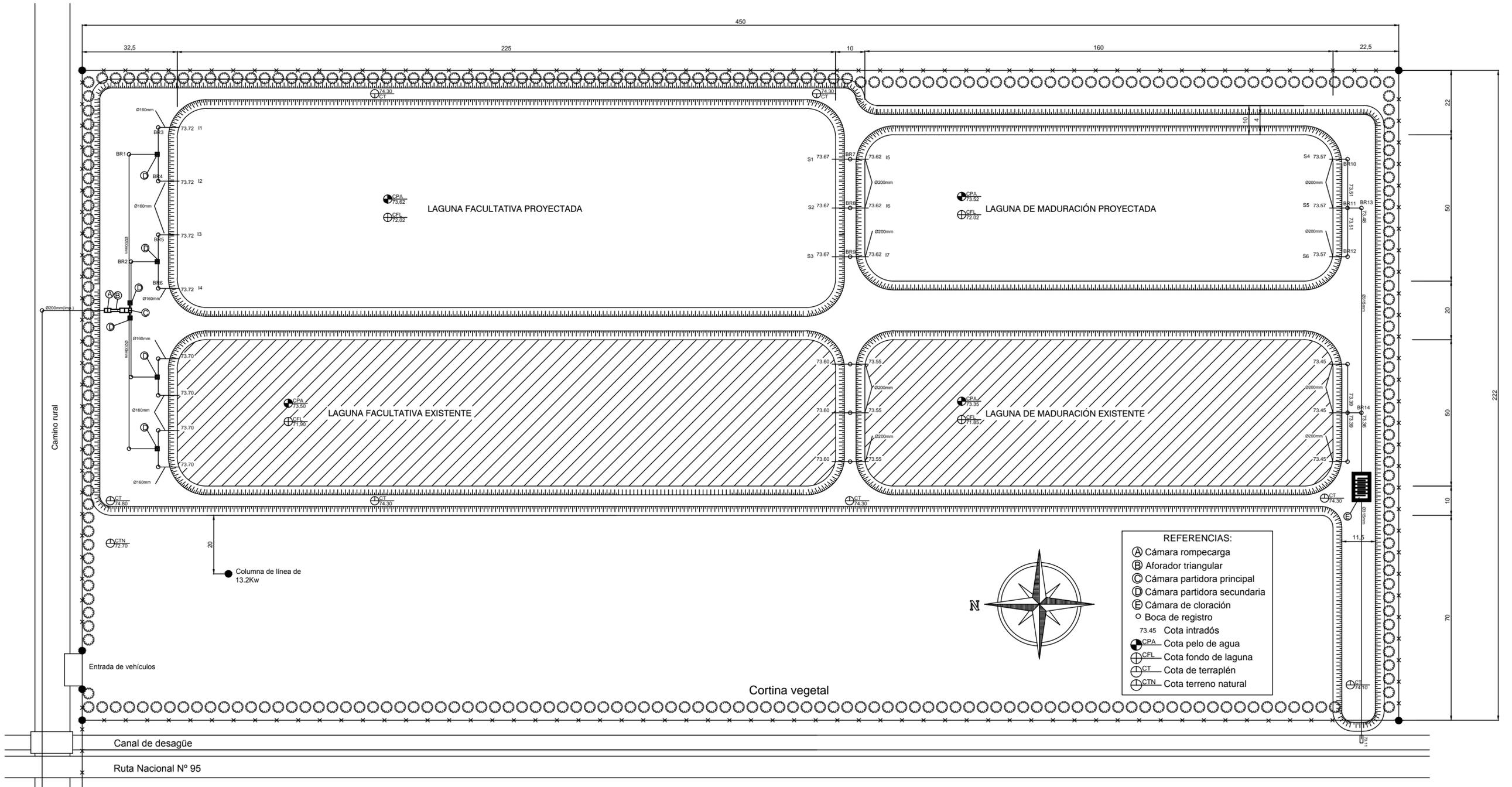


ANEXO 9.1.

PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

- REFERENCIAS**
- Tostado
 - Caño de impulsión
 - Planta de tratamiento
 - Canal de evacuación
 - Río Salado

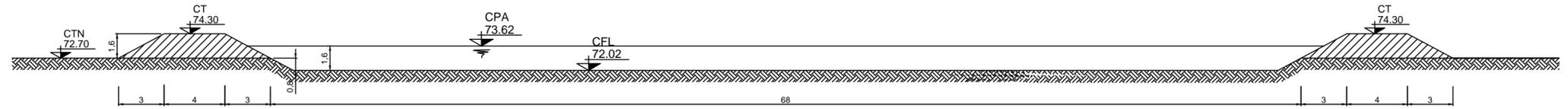
Escala 1:10.000



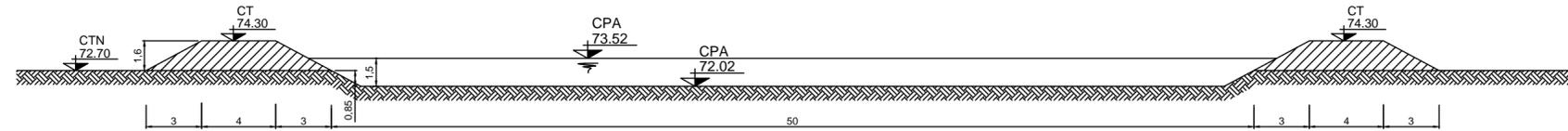
PERFIL TRANSVERSAL DE LAGUNA FACULTATIVA PROYECTADA

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL	Autores de Proyecto: BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO	
			Director de Proyecto: ING. GUTIERREZ, RUBÉN
PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PROYECTADA			Anexo 9.2.

PERFIL TRANSVERSAL DE LAGUNA FACULTATIVA PROYECTADA



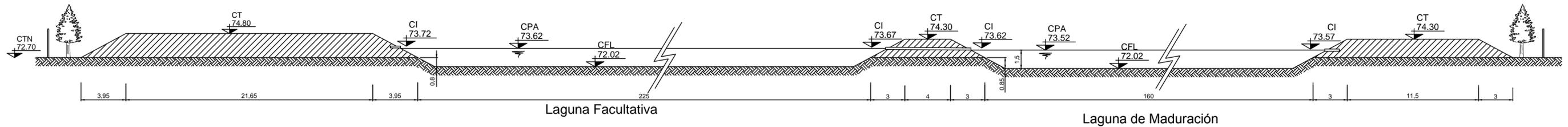
PERFIL TRANSVERSAL DE LAGUNA DE MADURACIÓN PROYECTADA



REFERENCIAS:

- CI: Cota Intradós
- CT: Cota Terraplén
- CTN: Cota Terreno Natural
- CPA: Cota Pelo de Agua
- CFL: Cota Fondo de Laguna

PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

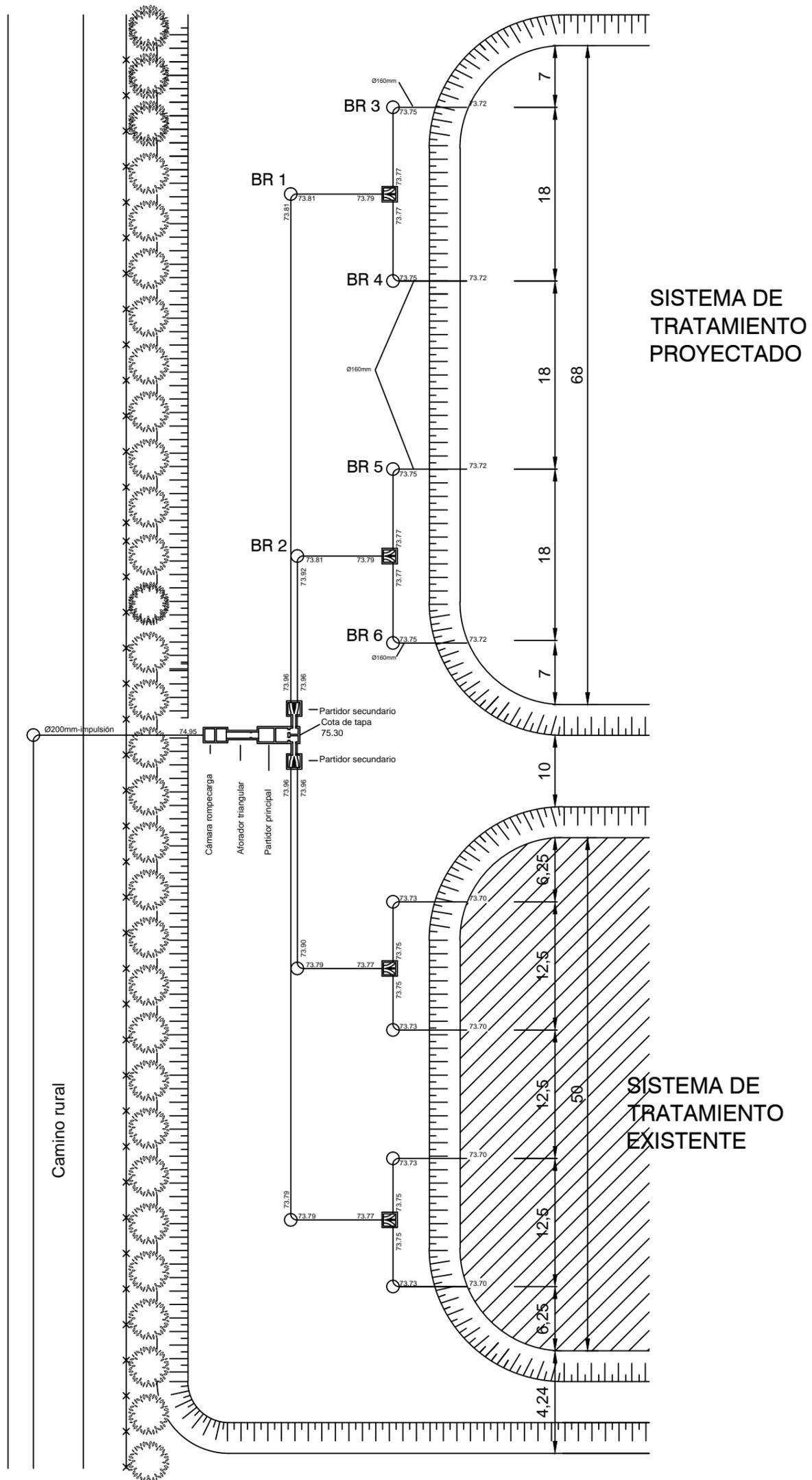
Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:250

CORTE DE PLANTA DE TRATAMIENTO PROYECTADAS

Anexo
9.3.

Detalle de Obras Hidráulicas Complementarias
Escala 1:500



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - FACULTAD REGIONAL RAFAELA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL - PROYECTO FINAL

Autores de Proyecto:
BARRIONUEVO, JEREMIAS - THELER, IGNACIO

Director de Proyecto:
ING. GUTIERREZ, RUBÉN

Escala:
1:500

DISPOSITIVOS DE PRETRATAMIENTO

Anexo
9.4.

ANEXO 9.5. Verificación cañerías de planta de tratamiento

BR INICIO		BR FINAL		LONGITUD	PENDIENTE CAÑERÍA (%o)	Ø ADOPTADO	GASTOS MÍNIMOS (lts/seg)		PENDIENTE MÍNIMA - INICIO DE SERVICIO $i = c \times Q^{-0.46}$	¿OK? $i_{min} < i_{real}$	GASTOS MÁXIMOS (lts/seg)		VELOCIDAD SECCIÓN LLENA (mts/seg)	CAUDAL SECCIÓN LLENA (lts/seg)	¿OK? $Q < Q_{Lleno}$	Q/Q _{LL}
Nº	COTA INTRADÓS	Nº	COTA INTRADÓS				TOTAL	TOTAL								
PRETRATAMIENTO E INGRESO A LAGUNA FACULTATIVA																
CP1	73,96	1	73,81	50	3,00	200	Qt/4	6,95	0,10	Verifica	9,99	0,72	20,97	Verifica	0,48	
CP1	73,96	2	73,92	13	3,08	200	Qt/4	6,95	0,10	Verifica	9,99	0,73	21,23	Verifica	0,47	
1	73,81	CP2	73,79	8,7	2,30	200	Qt/4	6,95	0,10	Verifica	9,99	0,63	18,35	Verifica	0,54	
2	73,81	CP3	73,79	8,7	2,30	200	Qt/4	6,95	0,10	Verifica	9,99	0,63	18,35	Verifica	0,54	
CP2	73,77	3	73,75	8,3	2,41	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,56	10,36	Verifica	0,48	
CP2	73,77	4	73,75	8,3	2,41	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,56	10,36	Verifica	0,48	
CP3	73,77	5	73,75	8,3	2,41	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,56	10,36	Verifica	0,48	
CP3	73,77	6	73,75	8,3	2,41	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,56	10,36	Verifica	0,48	
3	73,75	I1	73,72	7,6	3,95	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,72	13,26	Verifica	0,38	
4	73,75	I2	73,72	7,6	3,95	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,72	13,26	Verifica	0,38	
5	73,75	I3	73,72	7,6	3,95	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,72	13,26	Verifica	0,38	
6	73,75	I4	73,72	7,6	3,95	160	Qt/8	3,47	0,13	Verifica	4,99	0,72	13,26	Verifica	0,38	
PASAJE DE LAGUNA FACULTATIVA A LAGUNA DE MADURACIÓN																
S1	73,67	7	73,65	12,5	1,60	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,53	15,31	Verifica	0,43	
S2	73,67	8	73,65	12,5	1,60	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,53	15,31	Verifica	0,43	
S3	73,67	9	73,65	12,5	1,60	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,53	15,31	Verifica	0,43	
7	73,64	I5	73,62	12,5	1,60	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,53	15,31	Verifica	0,43	
8	73,64	I6	73,62	12,5	1,60	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,53	15,31	Verifica	0,43	
9	73,64	I7	73,62	12,5	1,60	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,53	15,31	Verifica	0,43	
SALIDA DE LAGUNA DE MADURACIÓN																
S4	73,57	10	73,55	6,3	3,17	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,74	21,57	Verifica	0,31	
S5	73,57	11	73,55	6,3	3,17	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,74	21,57	Verifica	0,31	
S6	73,57	12	73,55	6,3	3,17	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,74	21,57	Verifica	0,31	
10	73,55	11	73,51	16,7	2,40	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,65	18,73	Verifica	0,36	
12	73,55	11	73,51	16,7	2,40	200	Qt/6	4,63	0,12	Verifica	6,66	0,65	18,73	Verifica	0,36	
11	73,51	13	73,48	4,75	6,32	200	Qt/2	13,90	0,07	Verifica	19,98	1,05	30,42	Verifica	0,66	
13	73,48	14	73,36	70	1,71	315	Qt/2	13,90	0,07	Verifica	19,98	0,74	53,31	Verifica	0,37	
UNIÓN DE LOS SISTEMAS QUE FUNCIONAN EN PARALELO Y VERTIDO FINAL																
14	73,36	CR	73,11	111	2,25	315	Qt	27,80	0,05	Verifica	39,96	0,85	61,11	Verifica	0,65	

ANEXO X
“CÓMPUTO Y PRESUPUESTO”

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 1	
Denominación: Entibado para zanjas de 0.80m de ancho. Incluye construcción de módulos prefabricados de metal y madera. Compuesto por 600 módulos de 1,50m de profundidad por 2m de longitud.						Fecha: Jun 2020	
						Item N°: 1	
						Unidad: m	
1 - Materiales		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Perfil UPN 100 - F24 (para marco vertical)		ml	0,124	\$ 5.484,32	\$ 680,06		
Chapa lisa 16 (1,59 mm) 1,5 m x 3 m		m2	0,125	\$ 2.136,00	\$ 267,00		
Perfil UPN 100 - F24 (para puntales horizontales)		ml	0,04939	\$ 5.484,32	\$ 270,87		
				Parcial 1		\$ 1.217,93	
2 - Mano de obra		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Oficial especializado		hs.	0,293	\$ 205,45	\$ 60,20		
Ayudante		hs.	0,16	\$ 148,17	\$ 23,71		
				Parcial 2		\$ 83,90	
3 - Otros		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
				Parcial 3			
					Total costos parciales		\$ 1.301,83
					Gastos generales (12%)		\$ 156,22
					Subtotal		\$ 1.458,05
					Beneficios (10%)		\$ 145,81
					Gastos financieros (2,5%)		\$ 36,45
					Total costo directo		\$ 1.640,31
					IVA (21%)		\$ 344,46
					Ingresos brutos (2,5%)		\$ 41,01
					Precio unitario		\$ 2.025,78

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 2		
Denominación: Excavación, relleno y compactación en cualquier tipo de terreno, a profundidades mayores a 1 metro; a cielo abierto para instalación de cañerías y distribución de suelos excedentes con equipos. Suelo en estado próximo a saturado.						Fecha: Jun 2020		
						Ítem N°: 2		
						Unidad: m3		
1 - Materiales		U	Cantidad	Precio unitario	Total			
				Parcial 1				
2 - Mano de obra		U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Oficial especializado		hs.	0,293	\$ 205,45	\$ 60,20			
Ayudante		hs.	0,16	\$ 148,17	\$ 23,71			
Ayudante		hs.	0,16	\$ 148,17	\$ 23,71			
Ayudante		hs.	0,27	\$ 148,17	\$ 40,01			
Topógrafo		hs.	0,023	\$ 205,45	\$ 4,73			
				Parcial 2		\$ 152,34		
3 - Otros		U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Retroexcavadora		hs.	0,198	\$ 2.630,00	\$ 520,74			
Minicargadora		hs.	0,13	\$ 2.961,00	\$ 384,93			
Compactador manual		hs.	1	\$ 347,99	\$ 347,99			
Camión volcador		hs.	0,04	\$ 3.500,00	\$ 140,00			
				Parcial 3		\$ 1.393,66		
						Total costos parciales		\$ 1.546,00
						Gastos generales (12%)		\$ 185,52
						Subtotal		\$ 1.731,52
						Beneficios (10%)		\$ 173,15
						Gastos financieros (2,5%)		\$ 43,29
						Total costo directo		\$ 1.947,96
						IVA (21%)		\$ 409,07
						Ingresos brutos (2,5%)		\$ 48,70
						Precio unitario		\$ 2.405,73

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 3		
Denominación:						Fecha: Jun 2020		
Excavación seca hasta 1m de profundidad, relleno y compactación de zanjas para colocación de cañerías. Sin presencia de nivel freático.						Item N°: 3		
						Unidad: m3		
1 - Materiales		U	Cantidad	Precio unitario	Total			
				Parcial 1				
2 - Mano de obra		U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Oficial especializado		hs.	0,293	\$ 205,45	\$ 60,20			
Ayudante		hs.	0,16	\$ 148,17	\$ 23,71			
Ayudante		hs.	0,16	\$ 148,17	\$ 23,71			
Ayudante		hs.	0,27	\$ 148,17	\$ 40,01			
Topógrafo		hs.	0,023	\$ 205,45	\$ 4,73			
				Parcial 2		\$ 152,34		
3 - Otros		U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Retroexcavadora		hs.	0,17	\$ 2.630,00	\$ 447,10			
Minicargadora		hs.	0,11	\$ 2.961,00	\$ 325,71			
Compactador manual		hs.	0,73	\$ 347,99	\$ 254,03			
Camión volcador		hs.	0,04	\$ 3.500,00	\$ 140,00			
				Parcial 3		\$ 1.166,84		
						Total costos parciales		\$ 1.319,19
						Gastos generales (12%)		\$ 158,30
						Subtotal		\$ 1.477,49
						Beneficios (10%)		\$ 147,75
						Gastos financieros (2,5%)		\$ 36,94
						Total costo directo		\$ 1.662,17
						IVA (21%)		\$ 349,06
						Ingresos brutos (2,5%)		\$ 41,55
						Precio unitario		\$ 2.052,78

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 4	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=3,2 mm x 6m c/junta elástica D160mm.				Ítem N°: 4	
				Unidad: \$/m	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Cañería de PVC D160mm con junta elástica	m	1	\$ 369,69	\$ 369,69	
Colchón de arena gruesa	m3	0,06	\$ 1.362,30	\$ 81,74	
Cinta de advertencia	ml	1	\$ 0,86	\$ 0,86	
			Parcial 1	\$ 452,29	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	0,12	\$ 205,45	\$ 24,65	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Topógrafo	hs.	0,04	\$ 205,45	\$ 8,22	
			Parcial 2	\$ 106,96	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,063	\$ 2.630,00	\$ 165,69	
Compactador manual	hs.	0,71	\$ 347,99	\$ 247,07	
			Parcial 3	\$ 412,76	
				Total costos parciales	\$ 972,01
				Gastos generales (12%)	\$ 116,64
				Subtotal	\$ 1.088,65
				Beneficios (10%)	\$ 108,86
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 27,22
				Total costo directo	\$ 1.224,73
				IVA (21%)	\$ 257,19
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 30,62
				Precio unitario	\$ 1.512,54

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 5	
Denominación:						Fecha: Jun 2020	
Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=4 mm x 6m c/junta elástica D200mm.						Item N°: 5	
						Unidad: \$/m	
1 - Materiales		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Cañería de PVC D200mm con junta elástica		m	1	\$ 576,61	\$ 576,61		
Colchón de arena gruesa		m3	0,06	\$ 1.362,30	\$ 81,74		
Cinta de advertencia		ml	1	\$ 0,86	\$ 0,86		
						Parcial 1	\$ 659,20
2 - Mano de obra		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Oficial		hs.	0,12	\$ 175,06	\$ 21,01		
Ayudante		hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04		
Ayudante		hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04		
Topógrafo		hs.	0,04	\$ 205,45	\$ 8,22		
						Parcial 2	\$ 103,31
3 - Otros		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Retroexcavadora		hs.	0,063	\$ 2.630,00	\$ 165,69		
Compactador manual		hs.	0,71	\$ 347,99	\$ 247,07		
						Parcial 3	\$ 412,76
						Total costos parciales	\$ 1.175,28
						Gastos generales (12%)	\$ 141,03
						Subtotal	\$ 1.316,31
						Beneficios (10%)	\$ 131,63
						Gastos financieros (2,5%)	\$ 32,91
						Total costo directo	\$ 1.480,85
						IVA (21%)	\$ 310,98
						Ingresos brutos (2,5%)	\$ 37,02
						Precio unitario	\$ 1.828,85

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 6	
Denominación: Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para la construcción de bocas de registro por calzada, con encofrado metálico. Incluye marco y tapa de hierro fundido. Circular diámetro interno 1,2m.						Fecha: Jun 2020	
						Ítem N°: 6	
						Unidad: \$/N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
H° clase H17	m3	0,42	\$ 5.562,50	\$ 2.336,25			
H° clase H21	m3	2,86	\$ 5.918,50	\$ 16.926,91			
Hierro ADN420	kg.	64,54	\$ 79,74	\$ 5.146,22			
Marco y tapa H°F°. D600mm. Tipo pesada	N°	1	\$ 16.496,75	\$ 16.496,75			
Encofrado metálico	Global	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00			
			Parcial 1	\$ 41.906,13			
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Oficial especializado	hs.	5	\$ 205,45	\$ 1.027,25			
Ayudante	hs.	33	\$ 148,17	\$ 4.889,61			
Ayudante	hs.	33	\$ 148,17	\$ 4.889,61			
			Parcial 2	\$ 10.806,47			
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Minicargadora	hs.	0,08	\$ 2.961,00	\$ 236,88			
Camión volcador	hs.	0,15	\$ 3.500,00	\$ 525,00			
			Parcial 3	\$ 761,88			
				Total costos parciales	\$ 53.474,48		
				Gastos generales (12%)	\$ 6.416,94		
				Subtotal	\$ 59.891,42		
				Beneficios (10%)	\$ 5.989,14		
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 1.497,29		
				Total costo directo	\$ 67.377,85		
				IVA (21%)	\$ 14.149,35		
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 1.684,45		
				Precio unitario	\$ 83.211,64		

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 7	
Denominación: Excavación, relleno y compactación; provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para conexión domiciliaria larga por calzada.						Fecha: Jun 2020	
						Item N°: 7	
						Unidad: N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Caño cloacal PVC 110mm x 3,2mm	m	14	\$ 251,11	\$ 3.515,59			
Ramal a 45° reducción 160mm x 110mm	N°	1	\$ 545,98	\$ 545,98			
Ramal a 45° reducción 110mm x 110mm	N°	1	\$ 289,16	\$ 289,16			
Curva a 45° 110mm	N°	1	\$ 214,33	\$ 214,33			
Cupla 110mm	N°	1	\$ 148,39	\$ 148,39			
Tapa 110mm	N°	1	\$ 41,85	\$ 41,85			
Boca de acceso con salida para inspección cloacal	N°	1	\$ 970,10	\$ 970,10			
Hierro diámetro 8mm para sujeción de cañería	kg.	0,2	\$ 79,26	\$ 15,85			
Provisión de cama de arena	m3	3,08	\$ 1.362,30	\$ 4.195,88			
			Parcial 1	\$ 9.937,14			
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Oficial especializado	hs.	3	\$ 205,45	\$ 616,35			
Ayudante	hs.	4,5	\$ 148,17	\$ 666,77			
Medio oficial	hs.	2,08	\$ 161,40	\$ 335,71			
Topógrafo	hs.	0,075	\$ 205,45	\$ 15,41			
			Parcial 2	\$ 1.634,24			
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Retroexcavadora	hs.	0,6	\$ 2.630,00	\$ 1.578,00			
Compactador manual	hs.	1,5	\$ 347,99	\$ 521,99			
			Parcial 3	\$ 2.099,99			
				Total costos parciales	\$ 13.671,36		
				Gastos generales (12%)	\$ 1.640,56		
				Subtotal	\$ 15.311,92		
				Beneficios (10%)	\$ 1.531,19		
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 382,80		
				Total costo directo	\$ 17.225,91		
				IVA (21%)	\$ 3.617,44		
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 430,65		
				Precio unitario	\$ 21.274,00		

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 8	
Denominación: Excavación, relleno y compactación; provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para conexión domiciliaria larga por calzada mediante uso de tunelera.						Fecha: Jun 2020	
						Ítem N°: 8	
						Unidad: N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Caño cloacal PVC 110mm x 3,2mm	m	14	\$ 251,11	\$ 3.515,59			
Ramal a 45° reducción 160mm x 110mm	N°	1	\$ 545,98	\$ 545,98			
Ramal a 45° reducción 110mm x 110mm	N°	1	\$ 289,16	\$ 289,16			
Curva a 45° 110mm	N°	1	\$ 214,33	\$ 214,33			
Cupla 110mm	N°	1	\$ 148,39	\$ 148,39			
Tapa 110mm	N°	1	\$ 41,85	\$ 41,85			
Boca de acceso con salida para inspección cloacal	N°	1	\$ 970,10	\$ 970,10			
Hierro diámetro 8mm para sujeción de cañería	kg.	0,2	\$ 79,26	\$ 15,85			
Provisión de cama de arena	m3	3,08	\$ 1.362,30	\$ 4.195,88			
				Parcial 1	\$ 9.937,14		
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Oficial especializado	hs.	3	\$ 205,45	\$ 616,35			
Ayudante	hs.	4,5	\$ 148,17	\$ 666,77			
Medio oficial	hs.	2,08	\$ 161,40	\$ 335,71			
Topógrafo	hs.	0,075	\$ 205,45	\$ 15,41			
				Parcial 2	\$ 1.634,24		
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Retroexcavadora	hs.	0,6	\$ 2.630,00	\$ 1.578,00			
Tunelera	ml	8	\$ 825,86	\$ 6.606,88			
Compactador manual	hs.	1,5	\$ 347,99	\$ 521,99			
				Parcial 3	\$ 8.706,87		
				Total costos parciales	\$ 20.278,24		
				Gastos generales (12%)	\$ 2.433,39		
				Subtotal	\$ 22.711,63		
				Beneficios (10%)	\$ 2.271,16		
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 567,79		
				Total costo directo	\$ 25.550,58		
				IVA (21%)	\$ 5.365,62		
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 638,76		
				Precio unitario	\$ 31.554,97		

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES Red cloacal barrio Güemes - Tostado				Hoja N°: 9	
Denominación: Excavación, relleno y compactación; provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para conexión domiciliaria corta por vereda.				Fecha: Jun 2020	
				Ítem N°: 9	
				Unidad: N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Caño cloacal PVC 110mm x 3,2mm	m	6	\$ 251,11	\$ 1.506,68	
Ramal a 45° reducción 160mm x 110mm	N°	1	\$ 545,98	\$ 545,98	
Ramal a 45° reducción 110mm x 110mm	N°	1	\$ 289,16	\$ 289,16	
Curva a 45° 110mm	N°	1	\$ 214,33	\$ 214,33	
Cupla 110mm	N°	1	\$ 148,39	\$ 148,39	
Tapa 110mm	N°	1	\$ 41,85	\$ 41,85	
Boca de acceso con salida para inspección cloacal	N°	1	\$ 970,10	\$ 970,10	
Hierro diámetro 8mm para sujeción de cañería	kg.	0,2	\$ 79,26	\$ 15,85	
Provisión de cama de arena	m3	1,32	\$ 1.362,30	\$ 1.798,24	
				Parcial 1	\$ 5.530,58
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	3	\$ 205,45	\$ 616,35	
Ayudante	hs.	4,5	\$ 148,17	\$ 666,77	
Medio oficial	hs.	2,08	\$ 161,40	\$ 335,71	
Topógrafo	hs.	0,075	\$ 205,45	\$ 15,41	
				Parcial 2	\$ 1.634,24
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,2	\$ 2.630,00	\$ 526,00	
Compactador manual	hs.	0,6	\$ 347,99	\$ 208,79	
				Parcial 3	\$ 734,79
				Total costos parciales	\$ 7.899,61
				Gastos generales (12%)	\$ 947,95
				Subtotal	\$ 8.847,57
				Beneficios (10%)	\$ 884,76
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 221,19
				Total costo directo	\$ 9.953,51
				IVA (21%)	\$ 2.090,24
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 248,84
				Precio unitario	\$ 12.292,59

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 10	
Denominación: Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para reparación de pavimento de hormigón armado H-30, calidad igual a existente.						Fecha: Jun 2020	
						Ítem N°: 10	
						Unidad: m2	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Hormigón H-30	m3	0,15	\$ 6.452,50	\$ 967,88			
Acero ADN420	kg.	0,35	\$ 79,74	\$ 27,91			
Antisol T200 Lts	Tambor	0,003	\$ 17.185,90	\$ 51,56			
Arena fina	Tn	0,035	\$ 1.362,30	\$ 47,68			
			Parcial 1	\$ 1.095,02			
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Oficial especializado	hs.	0,45	\$ 205,45	\$ 92,45			
Medio oficial	hs.	0,35	\$ 161,40	\$ 56,49			
Ayudante	hs.	0,35	\$ 148,17	\$ 51,86			
			Parcial 2	\$ 200,80			
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total			
Ensayos de suelo	gl	0,2	\$ 350,00	\$ 70,00			
			Parcial 3	\$ 70,00			
				Total costos parciales	\$ 1.365,82		
				Gastos generales (12%)	\$ 163,90		
				Subtotal	\$ 1.529,72		
				Beneficios (10%)	\$ 152,97		
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 38,24		
				Total costo directo	\$ 1.720,94		
				IVA (21%)	\$ 361,40		
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 43,02		
				Precio unitario	\$ 2.125,36		

Rubro: RED DE COLECTORES DE EFLUENTES CLOCALES				Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 11	
Denominación: Pozos de bombeo para depresión de nivel freático de 0,30m de diámetro y 44 metros de profundidad aproximadamente. Caño PVC DN110. Cantidad de pozos estimados, debe someterse a prueba detallada en el Anexo XII "Responsabilidades constructivas y de operación".						Fecha: Jun 2020	
						Ítem N°: 11	
						Unidad: m2	
1 - Materiales		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
					\$ -		
				Parcial 1	\$ -		
2 - Mano de obra		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Medio oficial		hs.	0,35	\$ 161,40	\$ 56,49		
Ayudante		hs.	0,35	\$ 148,17	\$ 51,86		
				Parcial 2	\$ 108,35		
3 - Otros		U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Pozo de bombeo		un.	1	\$ 14.119,66	\$ 14.119,66		
Bomba sumergible según especificación		un.	0,21	\$ 3.080,65	\$ 646,94		
				Parcial 3	\$ 14.766,60		
						Total costos parciales	\$ 14.874,95
						Gastos generales (12%)	\$ 1.784,99
						Subtotal	\$ 16.659,94
						Beneficios (10%)	\$ 1.665,99
						Gastos financieros (2,5%)	\$ 416,50
						Total costo directo	\$ 18.742,43
						IVA (21%)	\$ 3.935,91
						Ingresos brutos (2,5%)	\$ 468,56
						Precio unitario	\$ 23.146,90

Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 12	
Denominación: Pozos de bombeo para depresión de nivel freático de 0,30m de diámetro y 44 metros de profundidad aproximadamente. Caño PVC DN110. Cantidad de pozos estimados, debe someterse a prueba detallada en el Anexo XII "Responsabilidades constructivas y de operación".				Fecha: Jun 2020	
				Ítem N°: 1	
				Unidad: m2	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
				\$ -	
			Parcial 1	\$ -	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Medio oficial	hs.	0,35	\$ 161,40	\$ 56,49	
Ayudante	hs.	0,35	\$ 148,17	\$ 51,86	
			Parcial 2	\$ 108,35	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Pozo de bombeo	un.	1	\$ 14.119,66	\$ 14.119,66	
Bomba sumergible según especificación	un.	0,21	\$ 3.080,65	\$ 646,94	
			Parcial 3	\$ 14.766,60	
				Total costos parciales	\$ 14.874,95
				Gastos generales (12%)	\$ 1.784,99
				Subtotal	\$ 16.659,94
				Beneficios (10%)	\$ 1.665,99
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 416,50
				Total costo directo	\$ 18.742,43
				IVA (21%)	\$ 3.935,91
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 468,56
				Precio unitario	\$ 23.146,90

Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 13		
Denominación: Excavación con medios mecánicos para cámara de aspiración.				Fecha: Jun 2020		
				Item N°: 2		
				Unidad: m3		
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total		
			Parcial 1			
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Medio oficial	hs.	0,218	\$ 161,40	\$ 35,19		
Ayudante	hs.	0,179	\$ 148,17	\$ 26,52		
			Parcial 2		\$ 61,71	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total		
Retroexcavadora	hs.	0,054	\$ 2.630,00	\$ 142,02		
Compactador manual	hs.	0,107	\$ 347,99	\$ 37,23		
			Parcial 3		\$ 179,25	
				Total costos parciales		\$ 240,96
				Gastos generales (12%)		\$ 28,92
				Subtotal		\$ 269,88
				Beneficios (10%)		\$ 26,99
				Gastos financieros (2,5%)		\$ 6,75
				Total costo directo		\$ 303,61
				IVA (21%)		\$ 63,76
				Ingresos brutos (2,5%)		\$ 7,59
				Precio unitario		\$ 374,96

Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 14	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Construcción estación elevadora e instalaciones electromecánicas requeridas por la bomba. Incluye canasto de retención de sólidos y compuerta de ingreso de efluente.				Ítem N°: 3	
				Unidad: N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Hormigón H-21	m3	34	\$ 5.918,50	\$ 201.986,57	
Barras de acero nervuradas ADN 420	Kg	6706,15	\$ 79,74	\$ 534.728,19	
Madera encofrado placas de 1 1/2" de espesor	m2	168	\$ 1.045,00	\$ 175.560,00	
Madera encofrado puntales verticales de 3" x 3"	m	224	\$ 70,59	\$ 15.811,04	
Madera encofrado puntales diagonales de 3" x 3"	m	177,6	\$ 70,59	\$ 12.535,90	
Madera encofrado puntales horizontales de 3" x 3"	m	136	\$ 70,59	\$ 9.599,56	
Canasto de acero para retención de sólidos	un	1	\$ 13.055,09	\$ 13.055,09	
Puerta gillotina maciza de acero	un	1	\$ 4.450,00	\$ 4.450,00	
Puerta metálica para ingreso de bombas	un	2	\$ 3.738,00	\$ 7.476,00	
			Parcial 1	\$ 975.202,34	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	40	\$ 205,45	\$ 8.218,00	
Ayudante	hs.	40	\$ 148,17	\$ 5.926,80	
Ayudante	hs.	40	\$ 148,17	\$ 5.926,80	
			Parcial 2	\$ 20.071,60	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Ensayos de suelo y hormigón	un	5	\$ 350,00	\$ 1.750,00	
			Parcial 3	\$ 1.750,00	
				Total costos parciales	\$ 997.023,94
				Gastos generales (12%)	\$ 119.642,87
				Subtotal	\$ 1.116.666,82
				Beneficios (10%)	\$ 111.666,68
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 27.916,67
				Total costo directo	\$ 1.256.250,17
				IVA (21%)	\$ 263.812,54
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 31.406,25
				Precio unitario	\$ 1.551.468,96

Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 15	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=4 mm x 6m c/junta elástica D200mm.				Ítem N°: 4	
				Unidad: ml	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Cañería de PVC D200mm con junta elástica	m	1	\$ 576,61	\$ 576,61	
Colchón de arena gruesa	m3	0,06	\$ 1.362,30	\$ 81,74	
Cinta de advertencia	ml	1	\$ 0,86	\$ 0,86	
			Parcial 1	\$ 659,20	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial	hs.	0,12	\$ 205,45	\$ 24,65	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Topógrafo	hs.	0,04	\$ 205,45	\$ 8,22	
			Parcial 2	\$ 106,96	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,063	\$ 2.630,00	\$ 165,69	
Compactador manual	hs.	0,71	\$ 347,99	\$ 247,07	
			Parcial 3	\$ 412,76	
				Total costos parciales	\$ 1.178,92
				Gastos generales (12%)	\$ 141,47
				Subtotal	\$ 1.320,39
				Beneficios (10%)	\$ 132,04
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 33,01
				Total costo directo	\$ 1.485,44
				IVA (21%)	\$ 311,94
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 37,14
				Precio unitario	\$ 1.834,52

Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 16	
Denominación: Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para la construcción de bocas de registro en estación de bombeo, con encofrado metálico. Incluye marco y tapa de hierro fundido. Circular diámetro interno 1,2m.				Fecha: Jun 2020	
				Ítem N°: 5	
				Unidad: \$/N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
H° clase H17	m3	0,42	\$ 5.562,50	\$ 2.336,25	
H° clase H21	m3	2,86	\$ 5.918,50	\$ 16.926,91	
Hierro ADN420	kg.	64,54	\$ 79,74	\$ 5.146,22	
Marco y tapa H°F°. D600mm. Tipo pesada	N°	1	\$ 16.496,75	\$ 16.496,75	
Encofrado metálico	Global	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	
			Parcial 1	\$ 41.906,13	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	5	\$ 205,45	\$ 1.027,25	
Ayudante	hs.	33	\$ 148,17	\$ 4.889,61	
Ayudante	hs.	33	\$ 148,17	\$ 4.889,61	
			Parcial 2	\$ 10.806,47	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Minicargadora	hs.	0,08	\$ 2.961,00	\$ 236,88	
Camión volcador	hs.	0,15	\$ 3.500,00	\$ 525,00	
			Parcial 3	\$ 761,88	
				Total costos parciales	\$ 53.474,48
				Gastos generales (12%)	\$ 6.416,94
				Subtotal	\$ 59.891,42
				Beneficios (10%)	\$ 5.989,14
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 1.497,29
				Total costo directo	\$ 67.377,85
				IVA (21%)	\$ 14.149,35
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 1.684,45
				Precio unitario	\$ 83.211,64

Rubro: ESTACIÓN DE BOMBEO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 17	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Construcción de casilla de operación con mampostería de ladrillo cerámico con huecos horizontales de 18x18x33 cm con juntas de 10 mm de espesor. Formación de los dinteles mediante piezas en "U" con armadura y macizado de hormigón. Incluye dos bombas de elevación de líquido cloacal Flygt D-3102 MT 470 - 400V - 50Hz				Ítem N°: 6	
				Unidad: N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Ladrillo cerámico hueco 18x18x33 cm	un	1578	\$ 48,95	\$ 77.226,85	
Arena para mortero	m3	2	\$ 1.362,30	\$ 3.287,10	
Cemento gris en bolsa	kg	573	\$ 10,45	\$ 5.988,53	
Barras de acero nervuradas ADN 420	kg	23	\$ 79,74	\$ 1.849,98	
Agua	m3	1	\$ 11,13	\$ 10,32	
Bomba Flygt D-3102 MT 470 - 400V - 50Hz	un	2	\$ 486.281,25	\$ 972.562,50	
Perfil UPN 100	un	12	\$ 5.484,32	\$ 65.811,89	
Cubierta de chapa galvanizada	m2	59	\$ 827,70	\$ 48.668,76	
Contrapiso de hormigón armado H-17	m3	7,65	\$ 5.111,93	\$ 39.106,27	
			Parcial 1	\$ 1.214.512,20	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	0,885	\$ 205,45	\$ 181,82	
Ayudante	hs.	0,636	\$ 148,17	\$ 94,24	
			Parcial 2	\$ 276,06	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Compactador manual	hs.	3	\$ 347,99	\$ 1.043,97	
Hormigonera mezcladora 130 litros 1Hp	un	1	\$ 14.195,50	\$ 14.195,50	
			Parcial 3	\$ 15.239,47	
				Total costos parciales	\$ 1.230.027,73
				Gastos generales (12%)	\$ 147.603,33
				Subtotal	\$ 1.377.631,06
				Beneficios (10%)	\$ 137.763,11
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 34.440,78
				Total costo directo	\$ 1.549.834,94
				IVA (21%)	\$ 325.465,34
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 38.745,87
				Precio unitario	\$ 1.914.046,15

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 18	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Excavación para destape de terreno vegetal y transporte del mismo con pala de arrastre y equipos auxiliares hasta el punto receptor final.				Ítem N°: 1	
				Unidad: m3	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
			Parcial 1	\$ -	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	0,1	\$ 205,45	\$ 20,55	
Ayudante	hs.	0,1	\$ 148,17	\$ 14,82	
			Parcial 2	\$ 35,36	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,08	\$ 2.630,00	\$ 210,40	
Minicargadora	hs.	0,08	\$ 2.961,00	\$ 236,88	
Camión regador	m3	0,02	\$ 1.783,93	\$ 35,68	
			Parcial 3	\$ 482,96	
				Total costos parciales	\$ 518,32
				Gastos generales (12%)	\$ 62,20
				Subtotal	\$ 580,52
				Beneficios (10%)	\$ 58,05
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 14,51
				Total costo directo	\$ 653,08
				IVA (21%)	\$ 137,15
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 16,33
				Precio unitario	\$ 806,56

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 19	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Excavación para construcción de laguna facultativa, maduración y transporte hasta punto receptor final, con pala de arrastre y equipos auxiliares. No incluye estudio de suelo ni posible impermeabilización.				Ítem N°: 2	
				Unidad: m3	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
			Parcial 1	\$ -	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	0,1	\$ 205,45	\$ 20,55	
Ayudante	hs.	0,1	\$ 148,17	\$ 14,82	
			Parcial 2	\$ 35,36	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,08	\$ 2.630,00	\$ 210,40	
Minicargadora	hs.	0,08	\$ 2.961,00	\$ 236,88	
Camión regador	m3	0,02	\$ 1.783,93	\$ 35,68	
			Parcial 3	\$ 482,96	
				Total costos parciales	\$ 518,32
				Gastos generales (12%)	\$ 62,20
				Subtotal	\$ 580,52
				Beneficios (10%)	\$ 58,05
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 14,51
				Total costo directo	\$ 653,08
				IVA (21%)	\$ 137,15
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 16,33
				Precio unitario	\$ 806,56

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 20	
Denominación: Conformación y compactación de terraplenes de lagunas de oxidación.				Fecha: Jun 2020	
				Item N°: 3	
				Unidad: m3	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
			Parcial 1	\$ -	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	0,1	\$ 205,45	\$ 20,55	
Ayudante	hs.	0,2	\$ 148,17	\$ 29,63	
			Parcial 2	\$ 50,18	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Motoniveladora	hs.	0,08	\$ 5.215,00	\$ 417,20	
Minicargadora	hs.	0,08	\$ 2.961,00	\$ 236,88	
Camión regador	hs.	0,02	\$ 1.783,93	\$ 35,68	
Vibrocompactador	hs.	0,004	\$ 4.015,00	\$ 16,06	
			Parcial 3	\$ 705,82	
				Total costos parciales	\$ 756,00
				Gastos generales (12%)	\$ 90,72
				Subtotal	\$ 846,72
				Beneficios (10%)	\$ 84,67
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 21,17
				Total costo directo	\$ 952,56
				IVA (21%)	\$ 200,04
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 23,81
				Precio unitario	\$ 1.176,41

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 21
Denominación: Perfilado de fondo y taludes de lagunas con equipos.			Fecha: Jun 2020	
			Ítem N°: 4	
			Unidad: m2	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total
			Parcial 1	\$ -
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total
Oficial especializado	hs.	0,1	\$ 205,45	\$ 20,55
Ayudante	hs.	0,1	\$ 148,17	\$ 14,82
			Parcial 2	\$ 35,36
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total
Retroexcavadora	hs.	0,006	\$ 2.630,00	\$ 15,78
Camión regador	m3	0,02	\$ 1.783,93	\$ 35,68
Vibrocompactador	m3	0,08	\$ 4.015,00	\$ 0,40
			Parcial 3	\$ 51,86
Total costos parciales				\$ 66,68
Gastos generales (12%)				\$ 8,00
Subtotal				\$ 74,68
Beneficios (10%)				\$ 7,47
Gastos financieros (2,5%)				\$ 1,87
Total costo directo				\$ 84,01
IVA (21%)				\$ 17,64
Ingresos brutos (2,5%)				\$ 2,10
Precio unitario				\$ 103,75

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 22	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Provisión, transporte, acarreo y colocación de materiales para la construcción de bocas de registro en planta de tratamiento, con encofrado metálico. Incluye marco y tapa de hierro fundido. Circular diámetro interno 1,2m. Incluye 3 cámaras partidoras secundarias.				Ítem N°: 5	
				Unidad: \$/N°	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
H° clase H17	m3	0,42	\$ 5.562,50	\$ 2.336,25	
H° clase H21	m3	2,86	\$ 5.918,50	\$ 16.926,91	
Hierro ADN420	kg.	64,54	\$ 79,74	\$ 5.146,22	
Marco y tapa H°F°. D600mm. Tipo pesada	N°	1	\$ 16.496,75	\$ 16.496,75	
Encofrado metálico	Global	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	
			Parcial 1	\$ 41.906,13	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	5	\$ 205,45	\$ 1.027,25	
Ayudante	hs.	33	\$ 148,17	\$ 4.889,61	
Ayudante	hs.	33	\$ 148,17	\$ 4.889,61	
			Parcial 2	\$ 10.806,47	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Minicargadora	hs.	0,08	\$ 2.961,00	\$ 236,88	
Camión volcador	hs.	0,15	\$ 3.500,00	\$ 525,00	
			Parcial 3	\$ 761,88	
				Total costos parciales	\$ 53.474,48
				Gastos generales (12%)	\$ 6.416,94
				Subtotal	\$ 59.891,42
				Beneficios (10%)	\$ 5.989,14
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 1.497,29
				Total costo directo	\$ 67.377,85
				IVA (21%)	\$ 14.149,35
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 1.684,45
				Precio unitario	\$ 83.211,64

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 23	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=3,2 mm x 6m c/junta elástica D160mm.				Ítem N°: 6	
				Unidad: \$/m	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Cañería de PVC D160mm con junta elástica	m	1	\$ 369,69	\$ 369,69	
Colchón de arena gruesa	m3	0,06	\$ 1.362,30	\$ 81,74	
Cinta de advertencia	ml	1	\$ 0,86	\$ 0,86	
			Parcial 1	\$ 452,29	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial especializado	hs.	0,12	\$ 205,45	\$ 24,65	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Topógrafo	hs.	0,04	\$ 205,45	\$ 8,22	
			Parcial 2	\$ 106,96	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,063	\$ 2.630,00	\$ 165,69	
Compactador manual	hs.	0,71	\$ 347,99	\$ 247,07	
			Parcial 3	\$ 412,76	
				Total costos parciales	\$ 972,01
				Gastos generales (12%)	\$ 116,64
				Subtotal	\$ 1.088,65
				Beneficios (10%)	\$ 108,86
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 27,22
				Total costo directo	\$ 1.224,73
				IVA (21%)	\$ 257,19
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 30,62
				Precio unitario	\$ 1.512,54

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 24	
Denominación: Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=4 mm x 6m c/junta elástica D200mm.				Fecha: Jun 2020	
				Item N°: 7	
				Unidad: \$/m	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Cañería de PVC D200mm con junta elástica	m	1	\$ 576,61	\$ 576,61	
Colchón de arena gruesa	m3	0,06	\$ 1.362,30	\$ 81,74	
Cinta de advertencia	ml	1	\$ 0,86	\$ 0,86	
			Parcial 1	\$ 659,20	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial	hs.	0,12	\$ 175,06	\$ 21,01	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Topógrafo	hs.	0,04	\$ 205,45	\$ 8,22	
			Parcial 2	\$ 103,31	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,063	\$ 2.630,00	\$ 165,69	
Compactador manual	hs.	0,71	\$ 347,99	\$ 247,07	
			Parcial 3	\$ 412,76	
				Total costos parciales	\$ 1.175,28
				Gastos generales (12%)	\$ 141,03
				Subtotal	\$ 1.316,31
				Beneficios (10%)	\$ 131,63
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 32,91
				Total costo directo	\$ 1.480,85
				IVA (21%)	\$ 310,98
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 37,02
				Precio unitario	\$ 1.828,85

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 25	
Denominación:				Fecha: Jun 2020	
Provisión, transporte, acarreo, colocación y prueba hidráulica de caño PVC tipo cloacal e=6,2 mm x 6m c/junta elástica D315mm.				Item N°: 8	
				Unidad: \$/m	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Cañería de PVC D315mm con junta elástica	m	1	\$ 2.244,46	\$ 2.244,46	
Colchón de arena gruesa	m3	0,06	\$ 1.362,30	\$ 81,74	
Cinta de advertencia	ml	1	\$ 0,86	\$ 0,86	
			Parcial 1	\$ 2.327,06	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Oficial	hs.	0,12	\$ 175,06	\$ 21,01	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Ayudante	hs.	0,25	\$ 148,17	\$ 37,04	
Topógrafo	hs.	0,04	\$ 205,45	\$ 8,22	
			Parcial 2	\$ 103,31	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Retroexcavadora	hs.	0,063	\$ 2.630,00	\$ 165,69	
Compactador manual	hs.	0,71	\$ 347,99	\$ 247,07	
			Parcial 3	\$ 412,76	
				Total costos parciales	\$ 2.843,13
				Gastos generales (12%)	\$ 341,18
				Subtotal	\$ 3.184,31
				Beneficios (10%)	\$ 318,43
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 79,61
				Total costo directo	\$ 3.582,34
				IVA (21%)	\$ 752,29
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 89,56
				Precio unitario	\$ 4.424,20

Rubro: LAGUNAS DE TRATAMIENTO		Red cloacal barrio Güemes - Tostado		Hoja N°: 26	
Denominación: Pozos de bombeo para depresión de nivel freático de 0,30m de diámetro y 44 metros de profundidad aproximadamente. Caño PVC DN110. Cantidad de pozos estimados, debe someterse a prueba detallada en el Anexo XII "Responsabilidades constructivas y de operación".				Fecha: Jun 2020	
				Ítem N°: 9	
				Unidad: m2	
1 - Materiales	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
				\$ -	
			Parcial 1	\$ -	
2 - Mano de obra	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Medio oficial	hs.	0,35	\$ 161,40	\$ 56,49	
Ayudante	hs.	0,35	\$ 148,17	\$ 51,86	
			Parcial 2	\$ 108,35	
3 - Otros	U	Cantidad	Precio unitario	Total	
Pozo de bombeo	un.	1	\$ 14.119,66	\$ 14.119,66	
Bomba sumergible según especificación	un.	0,21	\$ 3.080,65	\$ 646,94	
			Parcial 3	\$ 14.766,60	
				Total costos parciales	\$ 14.874,95
				Gastos generales (12%)	\$ 1.784,99
				Subtotal	\$ 16.659,94
				Beneficios (10%)	\$ 1.665,99
				Gastos financieros (2,5%)	\$ 416,50
				Total costo directo	\$ 18.742,43
				IVA (21%)	\$ 3.935,91
				Ingresos brutos (2,5%)	\$ 468,56
				Precio unitario	\$ 23.146,90

ANEXO XI
“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL”

ANEXO XII
“RESPONSABILIDADES CONSTRUCTIVAS Y DE OPERACIÓN”

RESPONSABILIDADES CONSTRUCTIVAS:

➤ **Construcción de la red colectora:**

Las tareas de remoción de árboles, los sondeos de cañerías de otros servicios, así como la eventual rotura de éstos, veredas y/o calles son responsabilidad de la empresa constructora. Esto incluye las acciones de reparación de cada uno de los puntos mencionados ya sea para el tendido de caños como para la ejecución de bocas de registro.

➤ **Depresión del nivel freático:**

En el Capítulo 5 se propone un método de cálculo para determinar la cantidad de pozos de bombeo necesarios para deprimir el nivel freático a los efectos de obtener las condiciones adecuadas para ejecutar las excavaciones. Dicho método demanda conocer la permeabilidad del suelo del lugar y para esto es indispensable realizar un estudio de suelo.

Éste consiste en construir varios pozos de bombeo de prueba y colocar freatómetros a diferentes distancias del mismo. Se debe medir el descenso que experimenta el nivel freático a las diferentes distancias al cabo de 24 horas. A partir de estos registros, y especificando el caudal que la bomba impulsa, utilizando la fórmula de Dupuit (página 25 - Título 5.4.1. Depresión del nivel freático), se determina la permeabilidad media del estrato.

Conociendo este valor de permeabilidad k (m/día) es posible estimar los radios de influencia o áreas de depresión de cada pozo, en función de las profundidades de depresión que se quiere obtener y estableciendo un tipo de bomba específico. Repetir el procedimiento conforme se avanza con la excavación en los distintos sectores del barrio.

Por lo que se puede plantear una batería de pozos de bombeo para lograr la depresión del nivel freático indicada esquemáticamente en la **Figura 5.3. - 5.4.1. Depresión del nivel freático** del proyecto. Es recomendable además utilizar bombas de achique desde el interior de las zanjas cuando fuese necesario.

La metodología propuesta es de carácter tentativo quedando a elección de la empresa contratista el tipo de sistema de depresión a emplear, en el caso que lo considere necesario, para construir la red cloacal, la estación de bombeo, dispositivos y lagunas dentro de la planta de tratamiento. Los proyectistas no se hacen responsables de daños, perjuicios y/o accidentes que pudiesen ocurrir durante la ejecución de la obra debido a un incorrecto procedimiento.

Además, la empresa contratista es responsable del vertido del agua deprimida en un lugar donde no genere perjuicios para el resto de la población.

➤ **Entibación de zanjas:**

Se exige un especialista en seguridad e higiene que controle diariamente el cumplimiento de las condiciones obligatorias en todos los aspectos referidos a la obra en cuestión. Además se debe certificar que la entibación se realiza de forma correcta conforme avanza la obra en el barrio.

En el Capítulo 5 se presenta un entibado tentativo compuesto por metal y madera. Debido a que no se obtuvieron muestras de suelo del lugar, se utiliza un estudio de suelo realizado por otra empresa en el año 1998, por lo que los proyectistas no se hacen cargo de cualquier tipo de accidente, daño o perjuicio que pueda ocurrir por una defectuosa entibación.

La seguridad de los operarios es responsabilidad de la empresa constructora y se recomienda hacer un estudio de suelo para determinar sus propiedades y a partir de eso definir el entibado requerido para minimizar riesgos de accidentes.

En caso de construir un entibado de madera, se recomienda no reutilizar este material, o bien hacerlo un máximo de 3 veces siempre que se demuestre que la madera se encuentra en condiciones adecuadas. Puede usarse otro sistema de entibación metálico demostrando la aptitud de este.

➤ ***Limpieza de bocas de registro y cañerías existentes:***

Es obligatorio realizar previamente la limpieza de todas las bocas de registro y caños colectores aguas abajo del punto donde se efectuará la unión de la red proyectada. También se recomienda realizar un control del estado de las tapas de las bocas de registro y un reemplazo de aquellas que se encuentren deterioradas, a los fines de evitar ingresos de caudales no contemplados en el dimensionamiento. En caso de que no se efectúen estas tareas de limpieza previas a la puesta en servicio de la nueva red no se garantiza el adecuado funcionamiento del sistema, siendo responsable la empresa contratista o quienes fuesen encargados de realizar el mantenimiento correspondiente.

➤ ***Cálculo estructural de pozo de bombeo:***

En el Capítulo 7 se detalla el cálculo hidráulico de la estación de bombeo ubicada en la intersección de calles Presidente Perón y La Rioja. Se determinan las dimensiones necesarias para garantizar el volumen de la cámara de aspiración, pero no se realiza su cálculo estructural ni el diseño del encofrado requerido para su construcción.

La determinación de la cantidad de acero, dimensiones de elementos de hormigón y tipo de encofrado a utilizar quedan a cargo de la empresa contratista, quien además debe presentar una memoria de cálculo que justifique su propuesta.

Se recomienda realizar un estudio de suelo a los efectos de determinar las características del mismo y el empuje que éste realiza sobre la estructura de hormigón armado para determinar adecuadamente las variables anteriormente mencionadas.

➤ ***Instalación eléctrica en estaciones de bombeo:***

Para el funcionamiento de las bombas de elevación en la estación proyectada, ubicada en la intersección de calles Presidente Perón y La Rioja, es necesario realizar la instalación eléctrica, conexión de los tableros y dispositivos de seguridad adecuados para el sistema de bombas en cuestión. Éstas tareas quedan bajo responsabilidad de la empresa contratista.

➤ ***Impermeabilización de lagunas de tratamiento:***

Se recomienda realizar un estudio de suelo en el predio de la planta de tratamiento para conocer la permeabilidad del mismo. Este ensayo permite definir si es necesaria la impermeabilización del suelo de las lagunas a los efectos de evitar la infiltración de los efluentes hacia las aguas subterráneas. En el caso de que no se garantice la impermeabilidad del suelo mediante los métodos de compactación aplicados, queda a cargo del contratista la solución correspondiente.

➤ ***Determinación del presupuesto total de la obra:***

El cómputo y presupuesto realizado en el Capítulo 9 es de carácter tentativo, puesto que en el análisis de precios se utilizan valores consultados a diferentes proveedores de la provincia, por lo que puede ser variable según la localidad. En algunos casos se utilizaron valores obtenidos a partir de obras similares siendo actualizados mediante coeficientes de redeterminación establecidos por la Cámara Argentina de la Construcción.

El presupuesto final no considera imprevistos que puedan surgir en la etapa de ejecución de la obra. Cabe destacar que la maquinaria y mano de obra a emplear puede modificarse por la empresa contratista siempre que se logren los mismos resultados. Cualquiera de estos cambios debe ser descriptos en su oferta final.

RESPONSABILIDADES DE OPERACIÓN:

➤ **Remoción de lodos:**

Como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica y sustancias, presentes en el efluente, se generan lodos en el fondo de la laguna facultativa. Es obligatorio realizar la remoción de éstos cuando ocupen un 20% del volumen útil de la laguna. Además, deben ser manipulados tomando las medidas de seguridad correspondientes y posteriormente estabilizados previo a su disposición final. Queda impuesta esta responsabilidad bajo la empresa encargada del mantenimiento.

➤ **Análisis periódico de efluentes vertidos al Río Salado:**

La empresa encargada del mantenimiento debe realizar controles periódicos al efluente, extrayendo muestras en el punto de salida de la planta de tratamiento, a los efectos de verificar que su composición cumple con los valores límites establecidos por la Ley N° 11.220. No realizar el control de la composición de los efluentes representa una amenaza de contaminación para el Río Salado y el medio ambiente.

➤ **Mantenimiento general del sistema:**

Para que el sistema cloacal funcione de forma correcta, es necesario que todas sus etapas lo hagan de la misma manera. A continuación, se describen las acciones a ejecutar para cada una de las partes del sistema.

En la red colectora debe realizarse la limpieza periódica de bocas de registro, verificando no solamente la no presencia de sólidos que puedan atascar los circuitos, sino también que las tapas metálicas no presenten roturas en su superficie. En caso de obstrucción de caños colectores, debe realizarse su desobstrucción a través de las bocas de registros aledañas.

Con respecto a las estaciones de bombeo, se debe controlar el adecuado funcionamiento de las bombas, incluyendo el arranque y parada de las mismas, la remoción de sólidos en la cámara de aspiración en caso de ser necesario, la limpieza de canastos de retención y tareas en general.

Por último, es indispensable efectuar controles en todas las etapas de la planta de tratamiento. Esto incluye mantenimiento del predio, limpieza del aforador de caudal y cámaras partidoras. Además del correcto funcionamiento de la cámara de cloración, garantizando la dosis y el tiempo de contacto necesarios para que el efluente alcance los valores admisibles según las reglamentaciones vigentes.