

INGENIERIA CIVIL - PROYECTO INTEGRADOR

***Red Cloacal y Planta de
Tratamiento en Colastiné
Norte (Santa Fe)***

TOMO I: Informe

INTEGRANTES:

**Brizuela Cabal, María Elisa
Matteoda, Marianela Soledad
Millesimo, Ignacio**

DIRECTOR DE PROYECTO:

Ing. Juan Cristóbal Acuña

2016

0. Resumen Ejecutivo

0.1. Resumen

Nombre del proyecto: Red cloacal y planta de tratamiento en Colastiné Norte (Santa Fe).

Autores: María Elisa Brizuela Cabal, Marianela Soledad Matteoda e Ignacio Millesimo.

Director de Proyecto: Ing. Juan Cristóbal Acuña.

Fecha de ejecución: 2015 – 2016.

Ámbito que abarca: Se desarrollará en el ámbito del Barrio Colastiné Norte de la Ciudad de Santa Fe, ubicado entre el kilómetro 0 a 4,5 de la Ruta Provincial N° 1, extendiéndose a ambos lados de ésta, como se ilustra en la Imagen 0-1.

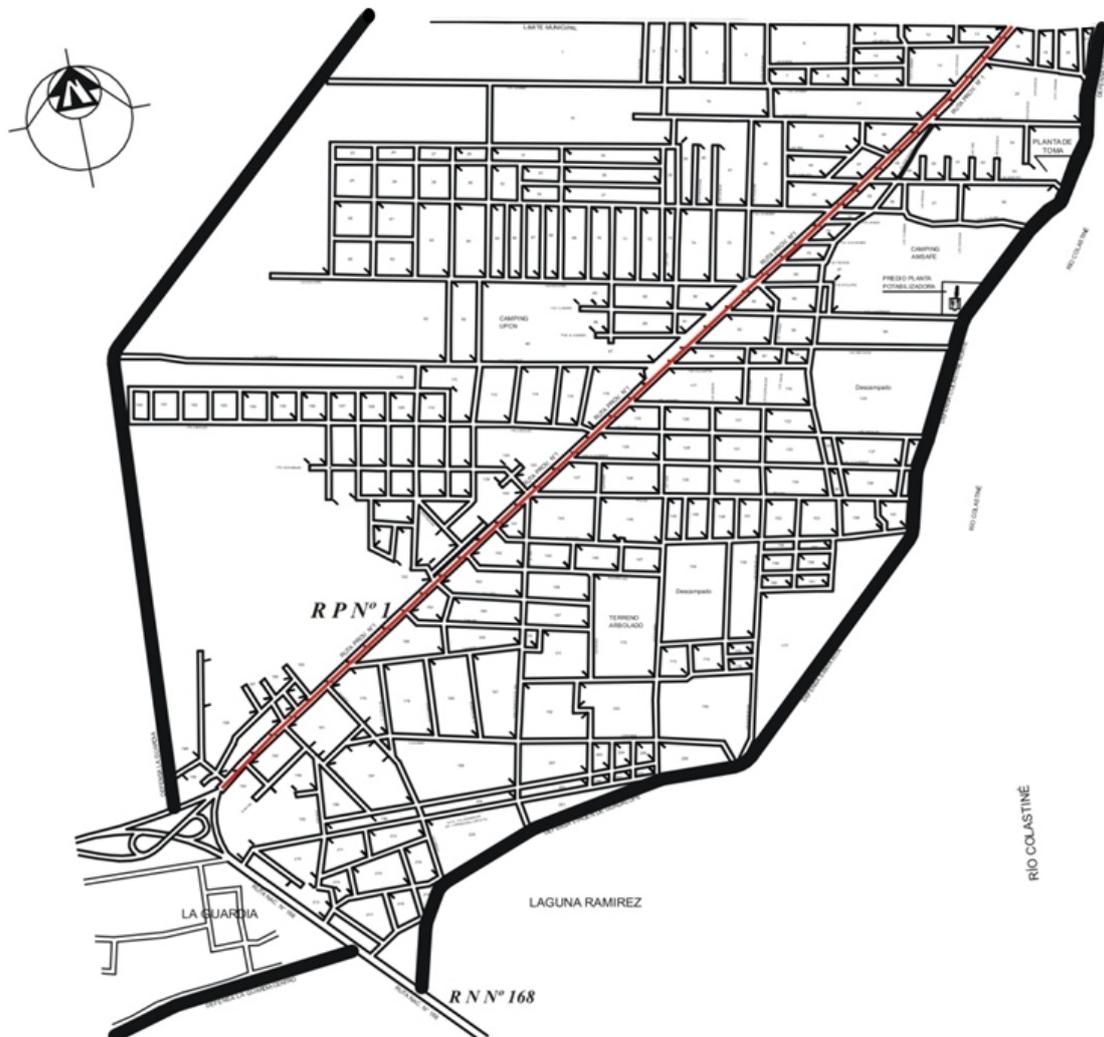


Imagen 0-1: Ámbito del Proyecto

0.2. Antecedentes y Justificación

El Proyecto Integrador nace de la problemática de *Saneamiento Deficiente en la Zona de Colastiné Norte*. Esto es así, debido a la ausencia de red cloacal y agua potable, notándose la existen necesidades básicas de saneamiento que se encuentran insatisfechas.

Al comienzo, se evaluaron las posibles soluciones al problema general, llegándose a la conclusión de que el transporte y tratamiento de líquidos cloacales resulta de vital importancia para la zona.

Se determina como límite del Proyecto, la ejecución de un ante proyecto de red cloacal primaria y secundaria, sin incluir redes terciarias y conexiones en el análisis actual. Se realiza un análisis minucioso para la elección de la alternativa más conveniente de las distintas opciones posibles del trazado de redes. Se tuvo en cuenta la topografía del lugar (sin un sentido de escurrimiento claro), la ubicación de las posibles plantas de tratamiento y los cuerpos receptores, entre otros factores.

Como antecedentes destacados para la elaboración del presente Proyecto podemos destacar:

- Curvas de nivel del Estudio delimitación de áreas de riesgo hídrico en Santa Fe. Instituto Nacional del Agua (INA) Centro Regional Litoral.
- Curvas de nivel del IDESF (Infraestructura de Datos Espaciales). Gobierno de la Provincia de Santa Fe.

0.3. Objetivos y Resultados

Objetivos generales: Poner en juego las competencias adquiridas durante la formación de grado, vinculando las mismas a un problema real relacionado a las prácticas profesionales del Ingeniero Civil. Se pretende obtener soluciones interdisciplinarias integrando aspectos científicos y técnicos con factores sociales, ecológicos y económicos.

Objetivos específicos: Proyectar una red cloacal troncal en el barrio de Colastiné Norte de la ciudad de Santa Fe, como así también una planta de tratamiento de efluentes provenientes de dicha red. Se aspira a la concreción de un legajo técnico que presente los lineamientos para la ejecución de la obra. La misma tendrá como objetivo solucionar problemas de índole sanitario pero contemplando las variadas necesidades de la población que motivan la ejecución de los trabajos.

Resultados: Habiéndose evaluado distintos trazados para la red cloacal troncal, como así también diferentes tipos de plantas de tratamiento de líquidos cloacales, se seleccionó una alternativa para la futura ejecución de la obra. El nivel de estudio de la obra comprende la red primaria y secundaria, sin contemplar las conexiones domiciliarias. En la toma de decisiones intervinieron aspectos técnicos, ambientales y sociales.

0.4. Metodología

En primera instancia se evalúa aspectos generales de la problemática a abordar y se describe el estado del servicio sanitario y de la zona geográfica en estudio. Identificadas las problemáticas de índole sanitaria solucionables con una obra civil, se decide enfocar el

proyecto en el tratamiento de los efluentes cloacales domiciliarios. Esto último, se justifica luego de haberse evaluado las alternativas posibles para la solución de las problemáticas encontradas.

Identificada la problemática a tratar, se divide la obra en dos grandes partes. La primera corresponda a la Red Cloacal primaria y secundaria, y la segunda a la Planta de Tratamiento. Para llevar a cabo el proyecto de ingeniería se recabaron antecedentes que sirvieron de fuente y referencia. Además, se cuenta con otros proyectos similares, relevamientos (topográficos, demográficos) y bibliografía en general.

En base a los antecedentes y habiéndose determinado el alcance del proyecto, se continua con el procedimiento de diseño y cálculo de las distintas partes componentes de acuerdo a las Normas ENOHSA: “Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes” (año 1993). Estas normas se elaboran por la firma consultora HYTSA Estudios y Proyectos SA, como pedido del Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento (CoFAPyS).

De acuerdo a los relevamientos topográficos y geotécnicos, se plantean posibles alternativas de trazado de las cañerías troncales y distintas ubicaciones de las respectivas plantas de tratamiento. Mediante un análisis técnico, económico y socio ambiental, se adoptan las alternativas más convenientes en cuanto a redes cloacales como de las plantas de tratamiento.

Se realiza un minucioso estudio sobre el sustentabilidad ambiental de la obra, considerando que toda obra civil genera una afectación al medio ambiente y conduciéndose a una evaluación de su impacto desde el comienzo del proyecto.

Habiéndose adoptado una alternativa de red y de planta de tratamiento, se dimensionan sus partes de forma detallada y se elabora un presupuesto de la obra.

Se dispusieron finalmente las planimetrías generales y de detalle de la alternativa adoptada, como así también las referencias bibliográficas y antecedentes que sirvieron para la ejecución del Proyecto Integrador.

0.5. Descripción del Contenido del Proyecto

El trabajo se divide en 16 capítulos, que intentan presentar un desarrollo sucesivo del proceso de proyecto. Cada uno de los capítulos trata un tema particular que, aunque íntimamente relacionado con los otros, es susceptible de ser tratado por separado para un estudio pormenorizado.

A continuación se presenta un breve resumen de los temas tratados en cada capítulo:

TOMO I: Informe

1. Problemática a analizar: Se presenta la zona de estudio referenciándola geográfica y socialmente. Se analiza en términos generales algunas de las problemáticas que se presentan en la zona de estudio, focalizándose en la cuestión sanitaria.

2. Marco lógico: El marco lógico es una metodología que tiene el poder de comunicar los objetivos de un proyecto clara y comprensiblemente en un sólo marco o matriz. Su poder reside en que puede incorporar todas las necesidades y puntos de vista de los actores involucrados en el proyecto y su entorno.

3. Gestión de Riesgos: intervención integral u holística de las soluciones, implica pensar el trinomio Proyecto-Inversión-Obra desde los riesgos.

4. Sustentabilidad Ambiental: descripción del medio ambiente en la situación actual, que permitirá luego identificar las actividades que impactarán en los factores ambientales evaluándose su afectación con una Matriz de Impacto.

5. Parámetros de diseño: Se efectúa una proyección de crecimiento demográfico de la zona en estudio para estimar la población a servir. Se estima un caudal de efluentes de esta población. Asimismo, se realiza una caracterización de los líquidos cloacales domiciliarios en sus aspectos físico químicos.

6. Estudios topográficos y geotécnicos: En base a diversos estudios geotécnicos de la zona, se caracteriza el tipo de suelo predominante, con el fin de evaluar métodos de excavación, entibamiento y bombeo.

7. Estudio de cuerpos receptores: Se genera un análisis de los cuerpos de agua aledaños a la zona de estudio, con el fin de disponer de elementos para su selección como receptor de los efluentes ya tratados. Puntualmente, se analizan el río Colastiné y la Laguna Setúbal en sus aspectos hidrométricos, físico químicos y ecológicos.

8. Estudio de alternativas: En este capítulo se evalúan de forma cuali-cuantitativa diversas alternativas para el trazado de la red. A fin de seleccionar la alternativa más conveniente, se predimensiona y se evalúa cuantitativamente (en lo posible) distintas soluciones potenciales a la problemática planteada. Finalmente, luego de un estudio detallado de cada alternativa, y mediante una matriz de toma de decisión, se selecciona una Alternativa, para luego ser desarrollada con mayor grado de detalle.

9. Marco Teórico Planta de Tratamiento: En este capítulo se describen muy sintéticamente los diferentes contaminantes que pueden presentarse en las aguas residuales como así también las diversas formas de tratamiento para su eliminación o disminución. Se pretende realizar una exposición general con el fin de tener herramientas teóricas al momento de decidir los procesos de tratamiento en nuestro proyecto.

10. Plantas de Tratamientos: En este capítulo se evalúan alternativas de tratamiento de aguas residuales. A fin de seleccionar la alternativa más conveniente, se predimensiona y se evalúa cuantitativamente (en lo posible) distintas soluciones potenciales a la problemática planteada. Finalmente, mediante una matriz de toma de decisión, se selecciona un tratamiento, para luego ser desarrollado con mayor grado de detalle.

11. Dimensionamiento de cañerías: Una vez adoptado el trazado de la alternativa de Red Cloacal, se realiza el dimensionamiento utilizándose las Normas ENHOSA.

12. Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento: Habiendo adoptado y dimensionado una red cloacal y un tipo de planta de tratamiento, se determinan los elementos principales de esta última.

13. Cómputo y presupuesto: En base a las características constructivas, se dividió a la obra en ítems, los cuales fueron cuantificados según su unidad de medida. Luego de un análisis de precios de todos los elementos que componen cada ítem se arribó a precios unitarios que al ser multiplicados por las cantidades arrojan los precios de cada ítem de la obra. Cabe aclarar que estos montos tienen un grado de aproximación relativo ya que fueron estimados en base a un anteproyecto y no a un proyecto ejecutivo como corresponde.

14. Evaluación Financiera: La evaluación de proyectos de inversión tiene como finalidad, analizar la conveniencia o inconveniencia en el uso de recursos destinados a la ejecución de un proyecto, dirigido a la solución de un problema o a la satisfacción de necesidades. Los criterios que se utilicen deben garantizar, la eficiencia financiera, económica, social y ambiental.

15. Conclusión: Finalmente en este capítulo se plasman las conclusiones a las cuales se arribó luego del desarrollo del Proyecto.

16. Bibliografía: Normas, libros, páginas web, manuales, etc., que se utilizaron para la elaboración del proyecto.

TOMO II: Anexos

Anexo I: Planos y Documentos Técnicos: Planimetría y documentación técnica del proyecto.

Anexo II: Tablas: Contiene las tablas de dimensionamiento de cañerías, estudio de impacto ambiental, cómputo y presupuesto, etc.

Anexo III: Estudios de Suelo: Estudios de suelo recabados de la zona de proyecto.

Anexo IV: Artículos: Contiene artículos de revistas y diarios que tiene relación con la temática desarrollada.

Anexo V: Folletería: Folletos de maquinaria y materiales que se pretenden utilizar para el desarrollo del Proyecto Integrador.

0.6. Descripción Técnica de la Obra

Alternativa Seleccionada

La alternativa seleccionada supone la ejecución de 2 redes independientes, una a cada lado de la ruta, con sus plantas de tratamiento. Se considera que cada una de estas redes transportará un caudal similar, por lo que las plantas de tratamiento serán de similares características.

Se proponen redes cloacales construidas con caños de PVC de doble labio, con diámetros que van desde 160mm a 320 mm. Las tapadas de estas cañerías vienen determinadas de la siguiente manera:

- Tapada mínima que permita la futura conexión de la red terciaria por gravedad. Vale decir que se estima una tapada tal que permita un enterramiento mínimo de las cañerías que llegan desde las conexiones domiciliarias. Ésta resultó ser de 1,70 m aproximadamente.
- Tapada máxima que posibilite una ejecución razonable de las excavaciones y de los pozos de bombeo. Se adoptó una profundidad máxima de pozo de 6 m aproximadamente.

Debido a las características topográficas de la zona, fue necesario disponer de pozos de bombeos que eleven los líquidos cloacales sucesivamente hasta las plantas de tratamiento. La cantidad de pozos de bombeo necesarios en cada alternativa fue una característica determinante a la hora de decidir la elección de una de ellas.

Con respecto a las planta de tratamiento, se adoptaron las plantas (una a cada lado de la ruta) cuyo funcionamiento secundario corresponde a Lechos Percoladores. La elección de este tipo de planta vino determinada por su facilidad de operación y menor costo energético con respecto a Lodos Activados (aunque de menor rendimiento). Asimismo requiere de mucho menos espacio que la alternativa de Lagunas de Estabilización.

Finalmente, luego del tratamiento, los efluentes son descargados hacia los cuerpos receptores mediante bombeo.

Descripción de las partes constitutivas de la obra

Red Cloacal:

- Caudal total transportado: 7.891 m³/día (91 l/s)
- Cañerías de PVC de doble labio elástico con alma de acero. Diámetro mínimo 160mm. Diámetro máximo 320mm.
- Pendiente mínima 3 ‰ (3mm/m).
- Longitud total de cañerías (primarias y secundarias, no incluye cañería terciaria o domiciliaria): 17.600m.
- Volumen de excavación de zanjas: 56.529 m³, considerando un ancho de zanja promedio de 1,00m.
- Tapada mínima: 1,75m.
- Tapada máxima: 5,80m.
- Cantidad de pozos de bombeo: 10 unidades.

Planta de tratamiento:

- Esquema general

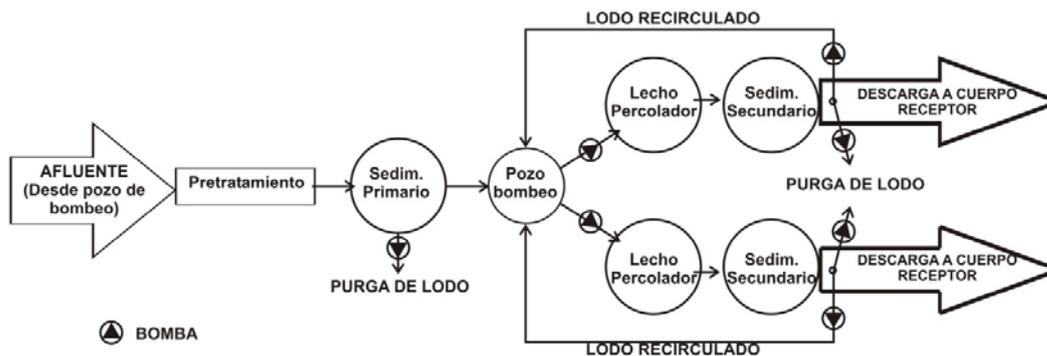


Imagen 0-2: Diagrama de flujo de la planta de tratamiento propuesta.

- Cantidad de plantas de tratamiento: 2.
- Caudal de cálculo para cada planta: 45,5 l/s (3945 m³/día).
- Pretratamiento y otros dispositivos: Rejas, desarenador, aforador Parshall.
- Tratamiento Primario: 1 Sedimentador primario.

SE ADOPTA			
VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
d	9,80	m	Diámetro del sedimentador primario
A	75	m ²	Área superficial del sedimentador primario
h	2.5	m	Tirante líquido del sedimentador primario
V	189	m ³	Volumen
Q _{E20}	3.931	m ³ /día	Caudal máximo, para el cálculo del TRH
TRH	1,15	h	Tiempo de retención hidráulica

Tabla 0-1: Dimensiones Sedimentador Primario.

- Tratamiento Secundario o Biológico: 2 Lechos percoladores

SE ADOPTA			
VARIABLE	CANTIDAD	UNIDIDA D	DESCRIPCIÓN
N	2	un	Número total de unidades de diseño para n=20 años
d	7,20	m	Diámetro de cada lecho
h	3,10	m	Altura de cada lecho
A	40,72	m ²	Área de cada lecho
V	126,22	m ³	Volumen de cada lecho

Tabla 0-2: Dimensiones de Lecho Percolador.

- Tratamiento terciario: 2 sedimentadores secundarios

SE ADOPTA		
VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
n	2	un
d	10,00	m
h	2,50	m
V	198,16	m ³

Tabla 0-3: Dimensiones Sedimentador Secundario.

0.7.Cómputo y Presupuesto**Red Cloacal Colectoras Principales**

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
Excavación, relleno y compactación zanjas hasta 2,50m	m ³	4.100	\$ 167,07	\$ 685.002	2,37%
Excavación, relleno y compactación zanjas > 2,50m	m ³	23.000	\$ 438,57	\$10.087.069	34,91%
Colocación de cañería PVC junta elástica 160mm	ml	2.640,15	\$ 290,18	\$ 766.124	2,65%
Colocación de cañería PVC junta elástica 200mm	ml	5.280,3	\$ 331,23	\$ 1.748.979	6,05%
Colocación de cañería PVC junta elástica 250mm	ml	7.040,4	\$ 379,91	\$ 2.674.712	9,26%
Colocación de cañería PVC junta elástica 300mm	ml	1.760,1	\$ 439,09	\$ 772.844	2,67%
Colocación de cañería PVC junta elástica 320mm	ml	880,05	\$ 498,27	\$ 438.505	1,52%
Boca de registro hasta 2,50m	un	53	\$ 24.634,08	\$ 1.300.754	4,50%
Boca de registro > 2,50m	un	123	\$ 42.093,27	\$ 5.186.185	17,95%
Pozo de bombeo	un	10	\$ 523.245,66	\$ 5.232.457	18,11%
	-	-	TOTAL	\$28.892.629	100,00%

Tabla 0-4: Red Cloacal Colectoras Principales - Costo Marzo 2016.

Plantas de Tratamiento

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
Terreno	m ²	5000	\$170	\$850000	22%
Movimiento de suelo	m ³	500	\$273	\$136.500	3,52%
Aforador Parshall	un	1	\$15.771	\$15.771	0,41%
Rejas	un	1	\$2.000	\$ 2.000	0,05%
Desarenador	un	1	\$7.521	\$ 7.521	0,19%
Sedimentador primario H° A°	un	1	\$389.984	\$389.984	10,07%
Tanque H° A° Lecho Percolador	un	2	\$286.838	\$573.677	14,81%
Brazos mecánicos y motorización para lecho percolador	un	2	\$50.000	\$100.000	2,58%
Sedimentador Secundario H° A°	un	2	\$401.544	\$ 803.088	20,74%

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
Sala de máquinas, guardia y depósito	gl	1	\$600.000	\$600.000	15,49%
Obras complementarias	gl	1	-	\$262.854	6,79%
Parquización, limpieza y acondicionamiento final	gl	1	-	\$131.427	3,39%
	-	-	TOTAL	\$3.872.822	100,00%

Tabla 0-5: Plantas de Tratamiento - Costo Marzo 2016.

Estimación Red Terciaria y Conexiones

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
Cañerías terciarias	ml	68.482	\$ 460,60	\$ 31.542.803	42,79%
Bocas de registro en cañerías terciarias	un	685	\$ 24.634,08	\$ 16.870.025	22,88%
Conexiones domiciliarias	un	5.393	\$ 4.692,23	\$ 25.304.274	34,33%
	-	-	TOTAL	\$73.717.102	100,00%

Tabla 0-6: Red Terciaria y Conexiones - Costo Marzo 2016.

Composición Costos de Obra

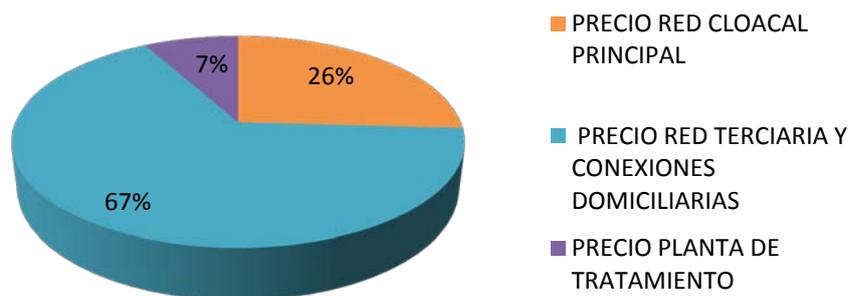
OBRA	MONTO	OBSERVACIONES
RED CLOACAL PRINCIPAL	\$28.892.629	Red troncal y estaciones elevadoras
RED TERCIARIA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	\$73.717.102	Red terciaria, BRs y conexiones
PLANTA DE TRATAMIENTO	\$7.745.644	Incluye 2 plantas
TOTAL	\$110.355.375	

Tabla 0-7: Costo de Obra.

Costo por conexión

HABITANTES	HAB/CONEXIÓN	CANT CONEXIONES	\$ / CONEXIÓN
18.066	3,35	5.393	\$20.462

Tabla 0-8: Costo estimado por conexión a 20 años.



0.8. Evaluación Económica

AÑO	GASTOS		INGRESOS					FLUJO NETO (Fj)	$\frac{F_j}{(1+k)^j}$	VAN	
	n	OBRA	OPERACIÓN Y MANTENIM.	APORTE FRENTISTAS	Conexiones	% SERVIDO	AHORRO SALUD				REDUCCIÓN DE COSTOS (situación "sin proyecto")**
-2		\$36.785.125	\$-	\$-	0	0%	\$-	\$-	\$-36.785.125	\$-46.143.261	\$-46.143.261
-1		\$36.785.125	\$2.155.629	\$3.810.960	1618	30%	\$ 419.205	\$3.235.589	\$ -31.475.000	\$-35.252.000	\$-81.395.261
0		\$36.785.125	\$4.820.683	\$8.522.537	3618	67%	\$937.479	\$7.235.821	\$ -24.909.972	\$-24.909.972	\$-106.305.232
1			\$4.917.856	\$8.694.329	3691	68%	\$956.376	\$7.381.677	\$12.114.526	\$10.816.542	\$-95.488.691
2			\$5.016.987	\$8.869.585	3765	70%	\$975.654	\$7.530.473	\$12.358.725	\$9.852.300	\$-85.636.391
3			\$5.118.117	\$9.048.374	3841	71%	\$995.321	\$7.682.268	\$12.607.845	\$8.974.015	\$-76.662.376
4			\$5.221.286	\$9.230.766	3919	73%	\$1.015.384	\$7.837.123	\$12.861.988	\$8.174.026	\$-68.488.350
5			\$5.326.533	\$9.416.835	3998	74%	\$1.035.851	\$7.995.100	\$13.121.253	\$7.445.351	\$-61.042.999
6			\$5.433.903	\$9.606.654	4078	76%	\$1.056.731	\$8.156.260	\$13.385.744	\$6.781.634	\$-54.261.365
7			\$5.543.437	\$9.800.300	4160	77%	\$1.078.033	\$8.320.670	\$13.655.567	\$6.177.085	\$-48.084.280
8			\$5.655.178	\$9.997.849	4244	79%	\$1.099.763	\$8.488.394	\$13.930.828	\$5.626.428	\$-42.457.852
9			\$5.769.172	\$10.199.381	4330	80%	\$1.121.931	\$8.659.498	\$14.211.638	\$5.124.859	\$-37.332.993
10			\$5.885.464	\$10.404.974	4417	82%	\$1.144.547	\$8.834.052	\$14.498.109	\$4.668.003	\$-32.664.990
11			\$6.004.100	\$10.614.712	4506	84%	\$1.167.618	\$9.012.124	\$14.790.354	\$4.251.873	\$-28.413.116
12			\$6.125.128	\$10.828.678	4597	85%	\$1.191.154	\$9.193.786	\$15.088.490	\$3.872.840	\$-24.540.277
13			\$6.248.595	\$11.046.957	4690	87%	\$1.215.165	\$9.379.109	\$15.392.636	\$3.527.595	\$-21.012.682
14			\$6.374.551	\$11.269.635	4784	89%	\$1.239.659	\$9.568.168	\$15.702.913	\$3.213.127	\$-17.799.555
15			\$6.503.045	\$11.496.803	4881	91%	\$1.264.648	\$9.761.038	\$16.019.444	\$2.926.692	\$-14.872.862
16			\$6.634.130	\$11.728.549	4979	92%	\$1.290.140	\$9.957.796	\$16.342.355	\$2.665.792	\$-12.207.070
17			\$6.767.858	\$11.964.967	5079	94%	\$1.316.146	\$10.158.520	\$16.671.776	\$2.428.150	\$-9.778.920
18			\$6.904.281	\$12.206.150	5182	96%	\$1.342.676	\$10.363.290	\$17.007.836	\$2.211.692	\$-7.567.228
19			\$7.043.453	\$12.452.196	5286	98%	\$1.369.741	\$10.572.188	\$17.350.671	\$2.014.531	\$-5.552.698
20			\$7.185.432	\$12.703.200	5393	100%	\$1.397.352	\$10.785.296	\$17.700.417	\$1.834.945	\$-3.717.753

Tabla 0-9: Evaluación Económica.

k: Tasa de interés anual = 12%.

VAN: - 3.717.753

TIR: 11,54% aproximadamente

ÍNDICE

TOMO I: Informe

1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	1
2. MARCO LÓGICO	3
2.1. SITUACIÓN ACTUAL	3
2.2. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ABORDADA.....	4
2.3. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS.....	6
2.4. ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS	6
2.5. ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN	7
2.6. LA NATURALEZA DE LAS INTERVENCIONES.....	8
2.7. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.....	9
2.8. MATRIZ DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	12
3. GESTIÓN DE RIESGO.....	17
3.1. DEL PROYECTO AL MEDIO.....	17
3.2. DEL MEDIO AL PROYECTO.....	18
4. SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL.....	21
4.1. INTRODUCCIÓN	21
4.2. DE LO ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL	31
4.3. ANÁLISIS DE LA VIABILIDADES	32
4.4. ELABORACIÓN DE LA MATRIZ.....	34
5. PARÁMETROS DE DISEÑO	46
5.1. POBLACIÓN	46
5.2. CAUDALES (ENOHSA – CAPÍTULO 2.3 “CAUDALES”).....	50
5.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS LÍQUIDOS CLOACALES	53
6. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y GEOTÉCNICOS	55
6.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	55
6.2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	56
7. ESTUDIO DE CUERPOS RECEPTORES	58
7.1. LAGUNA SETÚBAL	59
7.2. RÍO COLASTINÉ.....	61
8. ALTERNATIVAS REDES.....	63
8.1. GENERALIDADES	63
8.2. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	65
8.3. PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA EL TRAZADO DE LA RED.....	67
8.4. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO DE RED.....	68
9. MARCO TEÓRICO PLANTA DE TRATAMIENTOS	73
9.2. CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES	73
9.3. TIPOS DE TRATAMIENTOS.....	73
9.4. PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRIMARIOS.....	74
9.5. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS.....	79

10.	PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	87
10.1.	EVALUACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	87
10.2.	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN (ENOHSA - CAPÍTULO 11.10 "LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN")....	87
10.3.	SEDIMENTADOR PRIMARIO (ENOHSA - CAPÍTULO 11.4 "SEDIMENTADORES").....	91
10.4.	LECHOS PERCOLADORES (ENOHSA - CAPÍTULO 11.7 " LECHOS PERCOLADORES ").....	95
10.5.	LODOS ACTIVADOS (ENOHSA - CAPÍTULO 11.8 " LODOS ACTIVADOS")	100
10.6.	SEDIMENTADOR SECUNDARIO (ENOHSA - CAPÍTULO 11.4 "SEDIMENTADORES")	101
10.7.	COMPARACIÓN LECHOS PERCOLADORES VS. LODOS ACTIVADOS	103
10.8.	ELECCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO	104
11.	DIMENSIONAMIENTO DE CAÑERÍAS.....	106
11.1.	NUMERACIÓN DE LA PARTES Y CÁLCULO CAUDALES.....	106
11.2.	DIMENSIONAMIENTO.....	109
11.3.	VERIFICACIONES	111
12.	DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO (PT)	112
12.1.	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PT	112
12.2.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA PT	116
13.	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO	138
13.1.	RED CLOACAL	138
13.2.	PLANTA DE TRATAMIENTO	139
13.3.	PRECIOS UNITARIOS	140
13.4.	ANÁLISIS DE PRECIOS.....	141
13.5.	COEFICIENTE DE RESUMEN (CR)	150
13.6.	PLANILLAS DE CÓMPUTO Y PRESUPUESTO.....	151
14.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	156
14.1.	EVALUACIÓN PRIVADA DE PROYECTOS.....	156
14.2.	EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTO.....	157
14.3.	CONCEPTOS BÁSICOS DE INGENIERÍA FINANCIERA.....	158
14.4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	160
15.	CONCLUSIÓN	167
16.	BIBLIOGRAFÍA.....	169

TOMO II: Anexos

ANEXO I: PLANOS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS

ANEXO II: TABLAS

ANEXO III: ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO IV: ARTÍCULOS

ANEXO V: FOLLETERÍA

1. Análisis del Problema

El presente Proyecto Integrador, nace de la problemática **“SANEAMIENTO DEFICIENTE DE COLASTINE NORTE”**, esta surge a partir de plantear que es un asentamiento barrial, de la ciudad de Santa Fe, que se encuentra en constante crecimiento y que a pesar de contar con una gran cantidad de habitantes esta temática no fue tratada aun y no se encuentran antecedentes de la misma, siendo de vital importancia para el desarrollo saludable de los habitantes de este barrio.

El sector a analizar es Barrio Colastiné Norte, perteneciente a la ciudad de Santa Fe capital de la provincia Santa fe – Argentina (como se muestra en la Imagen 1-1), este se limita al norte con el callejón Lavorié (altura kilómetro 4,5 de la Ruta Prov. N° 1 – Imagen 1-2); al sur el callejón Freyre; al este el Río Colastiné ; y al oeste con la Laguna Setúbal. El mismo, está dentro del denominado Distrito La Costa, donde están además los barrios El Pozo, La Guardia – Colastiné, Vuelta del Paraguayo, Colastiné Sur, La Boca - Alto Verde, Pro - Mejoras Alto Verde, Bajada Distefano.

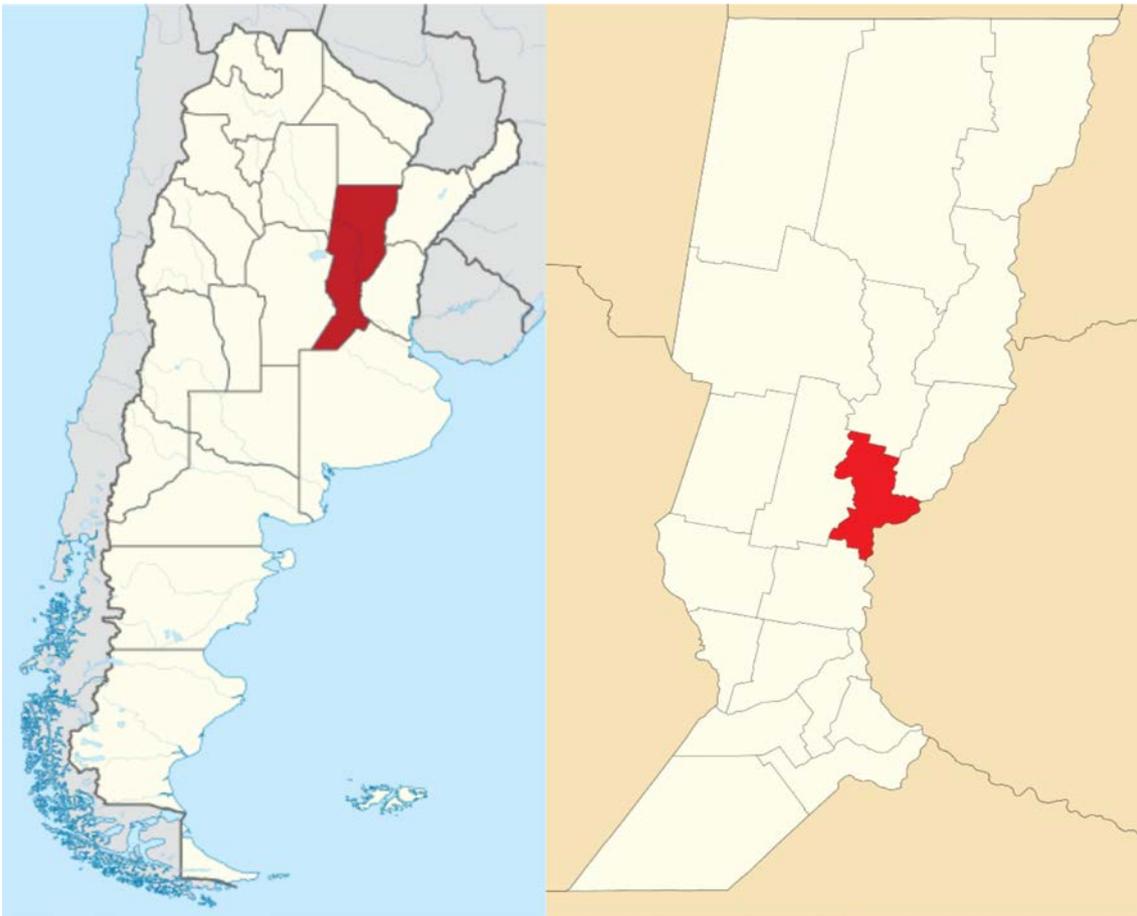


Imagen 1-1: Ubicación de provincia de Santa Fe en Argentina y departamento la Capital en provincia Santa fe

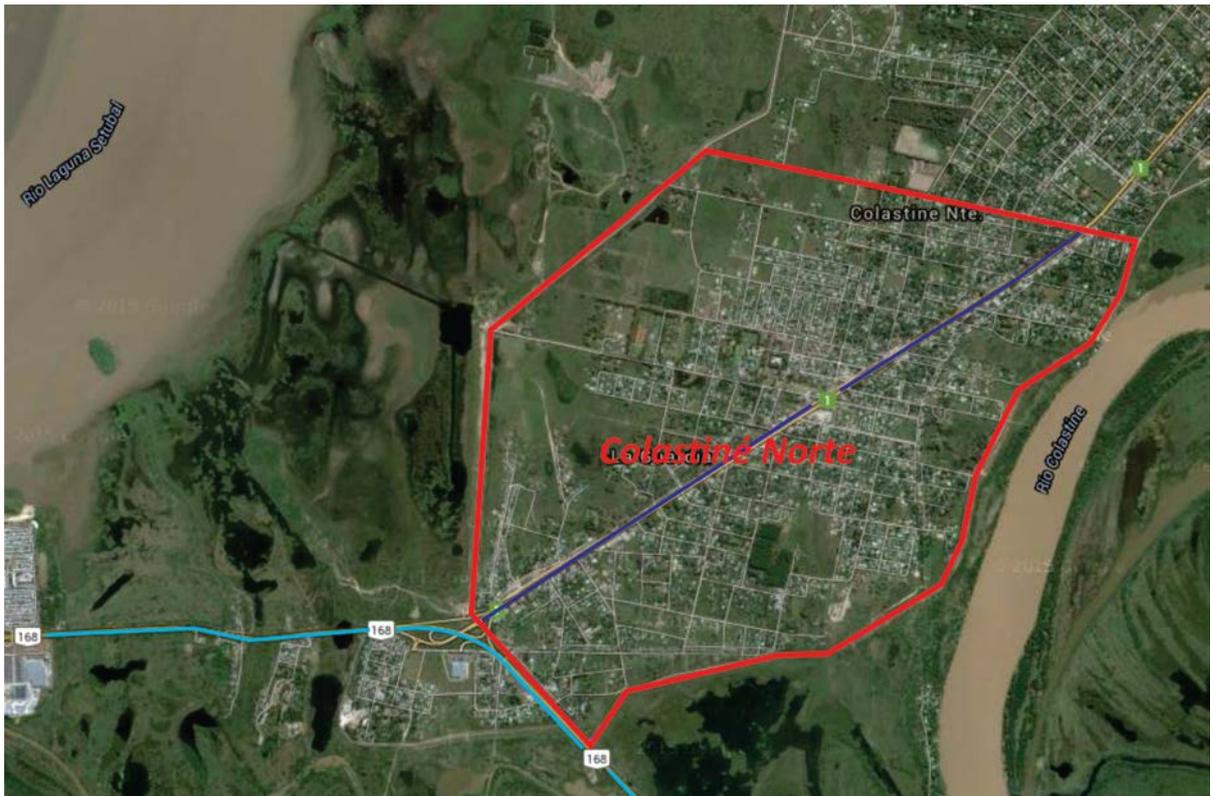


Imagen 1-2: Ubicación satelital y límites de Colastiné Norte

Cuenta con una población de 9420 habitantes, esta surge a partir de estimaciones, ya que dicho sector pertenece a un barrio de Santa Fe por lo cual no se encuentra desagregado en el censo nacional la cantidad exacta de habitantes, en el desarrollo del presente se detalla cómo se acuerda dicha cantidad.

Por tratarse de un barrio costero, brinda lugares de esparcimiento, de allí que en sus inicios se trataba solo de una zona de fin de semana, que con el pasar de tiempo se transformó de una zona de paso a una zona de residencia permanente. Esto se fundamenta en la necesidad de terrenos para la construcción de nuevas viviendas, cuestión que es favorecida por los planes de viviendas impulsados por el estado, que en la ciudad de Santa Fe son escasos o se encuentran muy lejanos al centro de la población dificultando la llegada a lugares de trabajo, hospitales, organismos del estado, etc.

Es una zona con bellos paisajes verdes, de calles de arena en su mayoría con una abundante vegetación y fauna autóctona que será descrita con mayor detalle en el apartado Impacto ambiental del presente.

2. Marco Lógico

2.1. Situación Actual

El barrio Colastiné Norte, se encuentra ubicado en el Distrito La Costa que pertenece al municipio de la Ciudad de Santa Fe (Imagen 2-1).

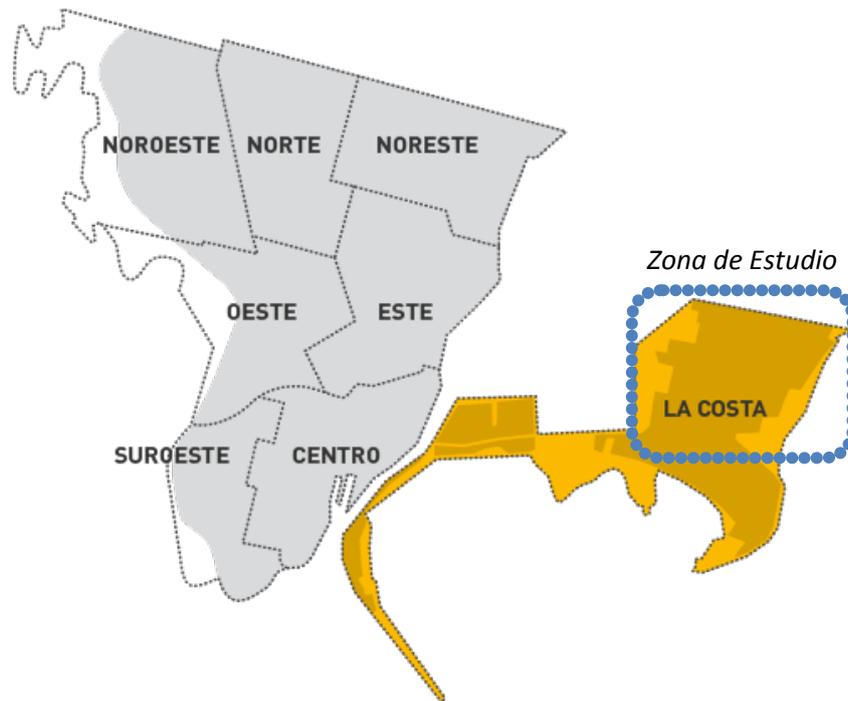


Imagen 2-1. Plano Distrito La Costa

En sus inicios, se trataba de un lugar de viviendas de fin de semana y recreación que con el pasar de los años y la disminución de disponibilidad habitacional de la Ciudad de Santa Fe, se fue convirtiendo en un polo de viviendas permanentes teniendo una gran explosión demográfica. En tal sentido, la zona no contaba con la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda de los servicios básicos de los habitantes.

La situación de los servicios en la actualidad en este barrio es:

Aqua Potable: no hay existencia de redes de conexión de abastecimiento de agua potable. El agua utilizada por los habitantes proviene de perforaciones, esta es usada para el consumo, así como también para aseo personal y del hogar. Es de importancia destacar, que el agua proveniente de estas napas contiene bacterias y virus perjudiciales para la salud, producto de la contaminación que genera el mal uso de los pozos absorbentes. Por ello, quien tiene la posibilidad económica, utiliza agua de bidones para consumo.

Desagües Pluviales: la zona actualmente no cuenta con adecuados desagües pluviales. Los suelos de la zona son arenosos los cuales facilitan el drenaje de las lluvias, siempre y cuando las napas de agua más superficiales no se encuentren en cotas altas. Es de importancia mencionar que en este momento se encuentran llevando a cabo obras de construcción de la

Ruta Provincial N°1, donde la misma tendrá desagües a lo largo de su trazado favoreciendo la evacuación del agua de lluvia.

Gas Natural: el área no posee suministro de Gas Natural, por lo que se utilizan gas envasado o electricidad para calefacción, aseo y preparación de alimentos.

Recolección de Residuos Sólidos: existe un cronograma de recolección de residuos en Colastiné Norte y La Guardia, a cargo de CLIBA ("Compañía de Limpieza de Buenos Aires") y la refuerza el municipio, el mismo se encuentra dividido en zonas en las cuales se estableció un cronograma de recolección de estos residuos. En lo que respecta a la recolección de ramas y montones de hojas se realiza una vez por semana por sector y los mismos no deben superar el metro cúbico.

Desagües Cloacales: el barrio Colastiné Norte no cuenta con redes de desagües de desechos cloacales. Para ello, se utilizan pozos absorbentes que deben ser vaciados habitualmente por medio de los camiones atmosféricos, generando gastos e inconvenientes en el curso diario de la vida cotidiana.

Energía Eléctrica: en la actualidad el área cuenta con red conexión eléctrica que depende de la empresa EPE. Como se mencionó con anterioridad, este barrio fue incrementando su población, lo que trajo como consecuencia que las instalaciones existentes no sean suficientes para abastecer, cuestión que todavía sigue sin solucionarse debido a comentarios de quejas de vecinos acerca de la prestación de energía eléctrica. No es menor, comentar la existencia de una gran cantidad de conexiones clandestinas a la red eléctrica que también contribuye a ineficiencia en la satisfacción de esta necesidad.

2.2. Definición de la problemática Abordada

- a) ¿Qué consecuencias negativas de la problemática abordada (Saneamiento deficiente de Colastiné Norte) son percibidas por un determinado colectivo social?
- Enfermedades generadas por el mal uso de los pozos absorbente.
 - Calidad de vida disminuida.
 - Grandes costos de mantenimiento de pozos absorbentes.
 - Futuras inversiones onerosas para realización de redes de desagües cloacales y planta de tratamiento.
 - Oposición en la generación de la obra que se propone como solución a la problemática, por intereses en otros servicios públicos que la población considera de mayor prioridad.
 - En ejecución de la obra interrupciones en vías de comunicación, ruidos molestos, polución y molestias para los vecinos.
- b) ¿Quién o qué cosas se ven afectadas por estas consecuencias negativas?
- La población de barrio Colastiné Norte y sus alrededores.
 - La flora y fauna de la zona, huella ecológica.
 - Napa freática y las napas inferiores, por pozos absorbentes.
 - Cursos de agua de la zona, por descargas de camiones atmosféricos.
- c) ¿Qué singularidades tienen las consecuencias negativas?

Las consecuencias son negativas y de carácter permanente. Negativas por ser de influencia directa en el desarrollo de la calidad de vida perjudicando tanto a los pobladores como a la flora, fauna, napas y cursos de agua si no se mitigan las consecuencias generadas por el saneamiento deficiente de Colastiné Norte. De carácter permanente debido a que sin la existencia de las obras de saneamiento esto produce un ciclo que no tiene fin y que asegura una afectación negativa en la zona.

d) ¿Dónde se dan las consecuencias negativas?

Estas consecuencias se dan en el barrio de Colastiné Norte y las poblaciones vecinas, como así también el medio ambiente y cursos naturales de la zona.

e) ¿En qué aspectos impactan estas consecuencias negativas?

- En la calidad de vida de los habitantes del barrio en cuestión, barrios poblaciones vecinas.
- En el medio ambiente, flora y fauna de la zona, cursos de agua que son receptores de las descargas de los camiones atmosféricos.
- Nivel freático y Napas de agua inferiores.

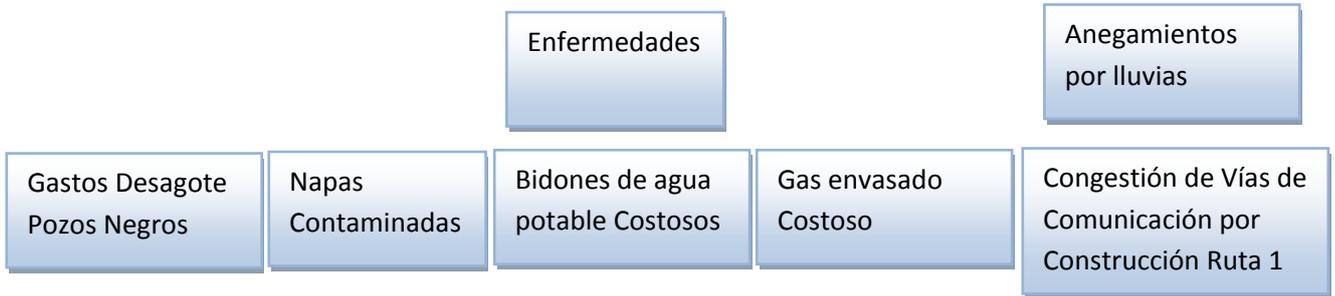
f) ¿Cuáles son esos impactos?

- Enfermedades producto la contaminación de las napas por el mal uso de los pozos negros.
- Contaminación del medio ambiente generadas por el desagote de los camiones atmosféricos en cursos de agua, por perforaciones y usos inadecuados de los pozos absorbentes.
- Costos en camiones atmosféricos, junto con sus problemáticas que surgen a partir de los rebalses de los pozos negros, producto de una inadecuada ejecución de las instalaciones sanitarias domiciliarias.
- Afectaciones en el desarrollo urbano del barrio.

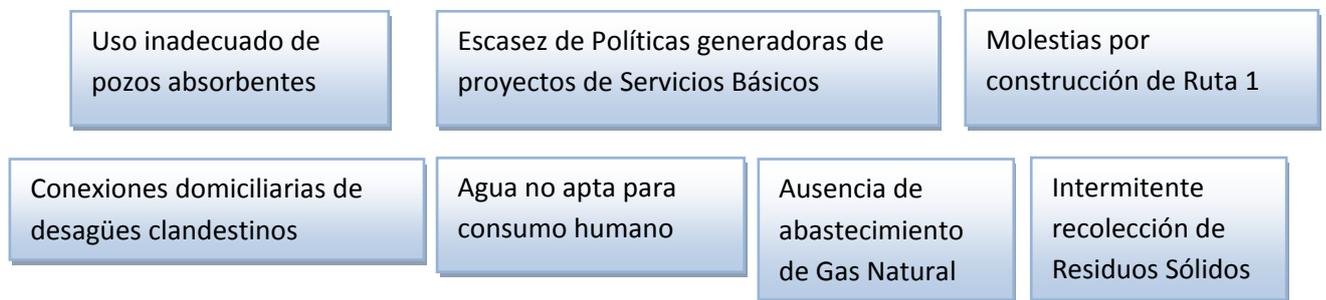
g) Prognosis evolutiva de la situación problema sin la intervención.

- Incremento en las enfermedades producto de la contaminación de napas.
- Mayor contaminación en el medio ambiente, cursos de agua, flora y fauna.
- Disminución en el desarrollo de la urbanización.
- Afectación negativa en la calidad de vida de los actuales y futuros pobladores.
- Problema de crecimiento y desarrollo de futuras generaciones.

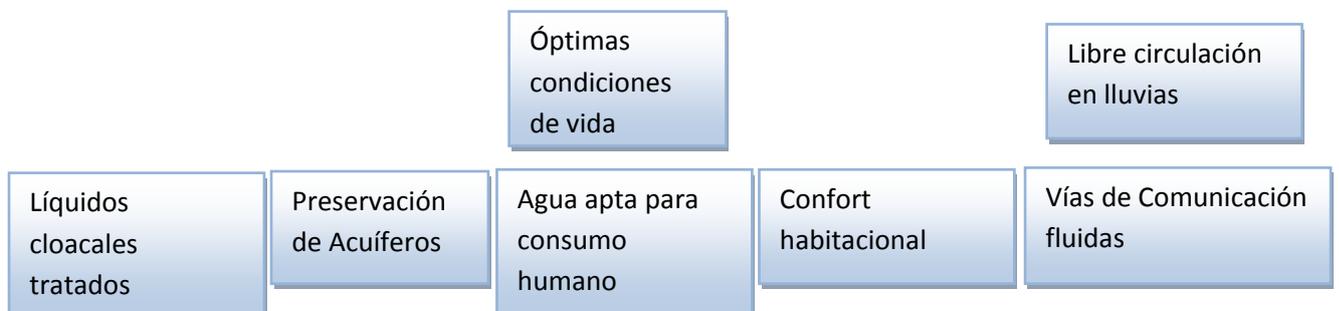
2.3. Análisis de los Problemas



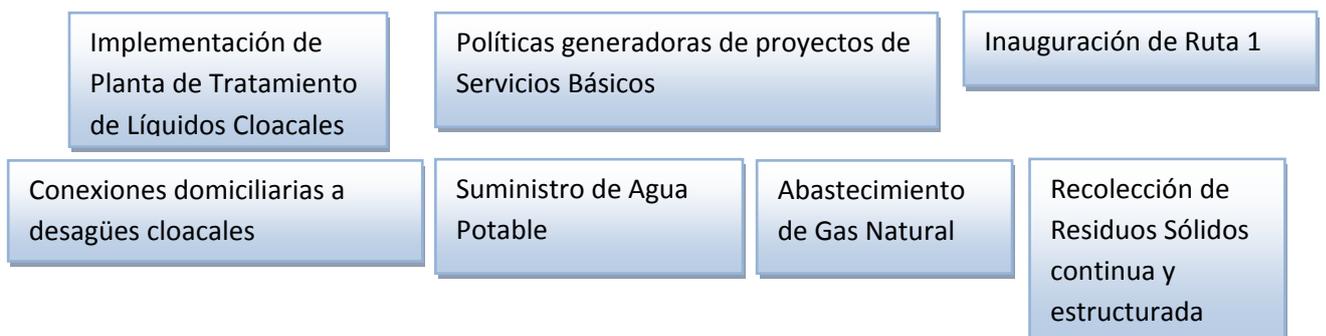
SANEAMIENTO DEFICIENTE DE COLASTINE NORTE



2.4. Análisis de los Objetivos



SANEAMIENTO EFICIENTE DE COLASTINE NORTE



2.5. Análisis de la Participación

Tabla de Participación

GRUPO DE INTERES	INTERES	PROBLEMA PERCIBIDOS
Vecinos Colastiné Norte	Obtención del servicio cloacal mejorando la calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades - Contaminación de las Napas - Posibles opositores en la realización de la obra por diversos motivos - Insolvencia económica de los vecinos - Ruidos molestos y posibles interferencias de tránsito durante la ejecución
Población no beneficiada por proyecto en Distrito La Costa	Acceder al servicio de cloacas	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades - Contaminación de las Napas - Ruidos molestos y posibles interferencias de tránsito durante la ejecución
Vecinos que cuentan con servicio cloacal	Buen funcionamiento del servicio	- Falta de mantenimiento y control dando como resultado taponamientos y roturas de caños
Futuros beneficiarios del Plan Expansión Red Cloacal - Programa Solidario e Integrado de Desagües Cloacales	Posibilidad de acceder a la conexión de redes cloacales en un futuro cierto	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades - Contaminación de las Napas - Ruidos molestos y posibles interferencias de tránsito durante la ejecución
Trabajadores implicados en el proyecto, ejecución y mantenimiento	Mejoramiento de los ingresos económicos y situación laboral	<ul style="list-style-type: none"> - Meteorología desfavorable y otras circunstancias que no le posibiliten realizar las tareas en tiempo y forma - Reclamos de vecinos por ruidos molestos y posibles interferencias de tránsito durante la ejecución
Poceros y Empresas de Camiones Atmosféricos	Fuente de trabajo	- Disminución en gran medida de los clientes generando menor ingreso económico
Población de Municipio próximos	Existencia de la posibilidad de acceder en un futuro incierto a los desagües cloacales	- Ruidos molestos y posibles interferencias de tránsito durante la ejecución

Tabla 2-1: Análisis de Participación.

Valoración de importancia e influencia

IMPACTO	ALTO	- Vecinos Colastiné Norte	- Trabajadores implicados en el proyecto, ejecución y mantenimiento
	BAJO	- Vecinos que cuentan con servicio cloacal - Futuros beneficiarios del Plan Expansión Red Cloacal - Programa Solidario e Integrado de Desagües Cloacales - Población de Municipio próximos	- Poceros y Empresas de Camiones Atmosféricos - Población no beneficiada por proyecto en Distrito La Costa
		BAJO	ALTO
INFLUENCIA			

Tabla 2-2: Valoración de Importancia e Influencia.

2.6.La Naturaleza de las Intervenciones

a) ¿Qué se quiere hacer?

La naturaleza del proyecto surge a partir de la necesidad de mejorar la calidad de saneamiento de Colastiné Norte.

b) ¿Por qué se quiere hacer?

Porque de esta manera la calidad de vida de los habitantes de este asentamiento, tendrá un gran aumento y sobre todo influirá directamente en la salud y desarrollo de las actuales y futuras generaciones.

c) ¿Para qué se quiere hacer?

Para salvar una necesidad primaria que aún no ha sido cubierta o planteada como fundamental ni por parte del Estado, ni los ciudadanos de dicho barrio.

d) ¿Cuánto se quiere hacer? Metas

El objetivo principal es proyectar la infraestructura necesaria para contar con un servicio de red de desagües cloacales domiciliarias y planta de tratamiento de líquidos cloacales.

e) ¿Dónde se quiere hacer?

En el Barrio Colastiné Norte, perteneciente al Distrito La Costa de la ciudad de Santa Fe, capital de la provincia de Santa Fe.

f) ¿Cómo se quiere hacer?

Como en el área donde se desarrollará el proyecto no cuenta con este servicio, se trazarán alternativas de redes de desagües cloacales y de posible ubicación y tipo de plantas de tratamiento de líquidos cloacales; que luego de un análisis de optimización y mayor rendimiento se seleccionará la alternativa más adecuada.

g) ¿A quiénes va dirigido?

Se pretende que el presente alcance a todos los habitantes del barrio en cuestión.

h) ¿Quiénes lo van a hacer?

La obra, al pertenecer al grupo de servicios básicos, debe ser realizada y supervisada por el Estado, en este caso particular se refiere a la Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe y al Ministerio Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente del cual depende Aguas Santafesinas. Los mismos se encargarán llevar a cabo este proyecto utilizando los medios necesarios.

i) ¿Con que recursos se ejecutará la obra?

Se puede realizar con fondos del Estado bajo la modalidad que establece el Sistema de Contribución de Mejoras o, si se cumplen los requisitos con préstamos internacionales.

2.7. Análisis de las Alternativas

Como se describió anteriormente, el barrio Colastiné Norte tiene la necesidad de realización de obras de servicios básicos. Por lo cual, es necesario e importante identificar cuáles son los objetivos más urgentes de satisfacer.

Partiendo de los medios que figuran en el árbol de objetivos, se realiza una identificación de los objetivos que no son deseables o realizables para luego excluirlos.

Uno de los objetivos primordiales es acceder a abastecimiento de agua potable por medio de redes que lo distribuyan. Resulta difícil descartar este tema como proyecto a realizar, siendo que es la base fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta. Lo que nos lleva a descartarlo no es debido a la imposibilidad de realizarlo, sino porque este ya ha sido abordado en anteriores proyectos finales a saber, "ABASTECIMIENTO DE AGUA ZONA DE LA COSTA" realizado por los ingenieros Falco y Rubiolo y "PROYECTO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA VECINAL DE COLASTINÉ NORTE" realizado por los ingenieros Fassi y Tosone. En el primero se realiza una toma y tratamiento de agua transportando a través de un acueducto a la región. En el segundo se planificó una toma, tratamiento y red de distribución domiciliaria de agua potable en el barrio Colastiné Norte.

Respecto al abastecimiento de gas natural por redes, es de conocimiento general que el mismo genera un mejoramiento en la calidad de vida influyendo en el confort habitacional de los residentes y afectando positivamente la economía hogareña. Esto no significa que se encuentre dentro de las necesidades primordiales en el "saneamiento de Colastiné Norte". Además, es importante destacar que no solo se necesita realizar un desembolso excesivo para lograr la posibilidad de acceder a las redes hasta los hogares, también hay que tener en cuenta que para aquellos que no tuvieron una conexión interna es muy costoso la instalación de la misma.

En relación al manejo de los residuos sólidos, el área cuenta con un servicio que está a cargo de Cliba y lo refuerza el municipio. La Costa se dividió en zonas de acuerdo a un cronograma de recolección de basura en Colastiné Norte y La Guardia como se esquematiza a continuación:



Imagen 2-2: Cronograma de recolección de residuos en Colastiné Norte y La Guardia - Diario El Litoral 30/07/2015.

De acuerdo a lo manifestado por los vecinos el servicio brindado es de carácter intermitente e ineficiente, por lo tanto es una problemática factible de solucionarse aumentando la frecuencia de recolección pudiéndose llevar a cabo desde el Municipio de la Ciudad de Santa Fe.

Los problemas referidos al tránsito y a la ejecución de la obra Ruta Provincial N°1, como ser anegamientos por lluvias, pérdida de tiempo por embotellamiento, ruido y polución que genera mal estar en los vecinos, son propios del desarrollo de la misma y serán resueltos con la finalización de la vía de comunicación.

Finalmente, se considera la alternativa que aún no fue abordada, esta es la realización de Red de desagües cloacales con su respectiva planta de tratamiento.

En la actualidad el 65 % de los barrios santafesinos se encuentran conectados a la red cloacal. A partir de la implementación del Programa Solidario e Integrador de Desagües Cloacales que trazaron en forma conjunta Municipio y Provincia, se estableció la meta de dar cobertura a la totalidad de la ciudad, ampliando el servicio a unas 50 vecinales del Norte y del Oeste. Por tal motivo, es de evidencia que la zona Este de la Ciudad de Santa Fe no se

encuentra dentro de los planes de expansión de la red cloacal, como se muestra en la imagen 2-3.

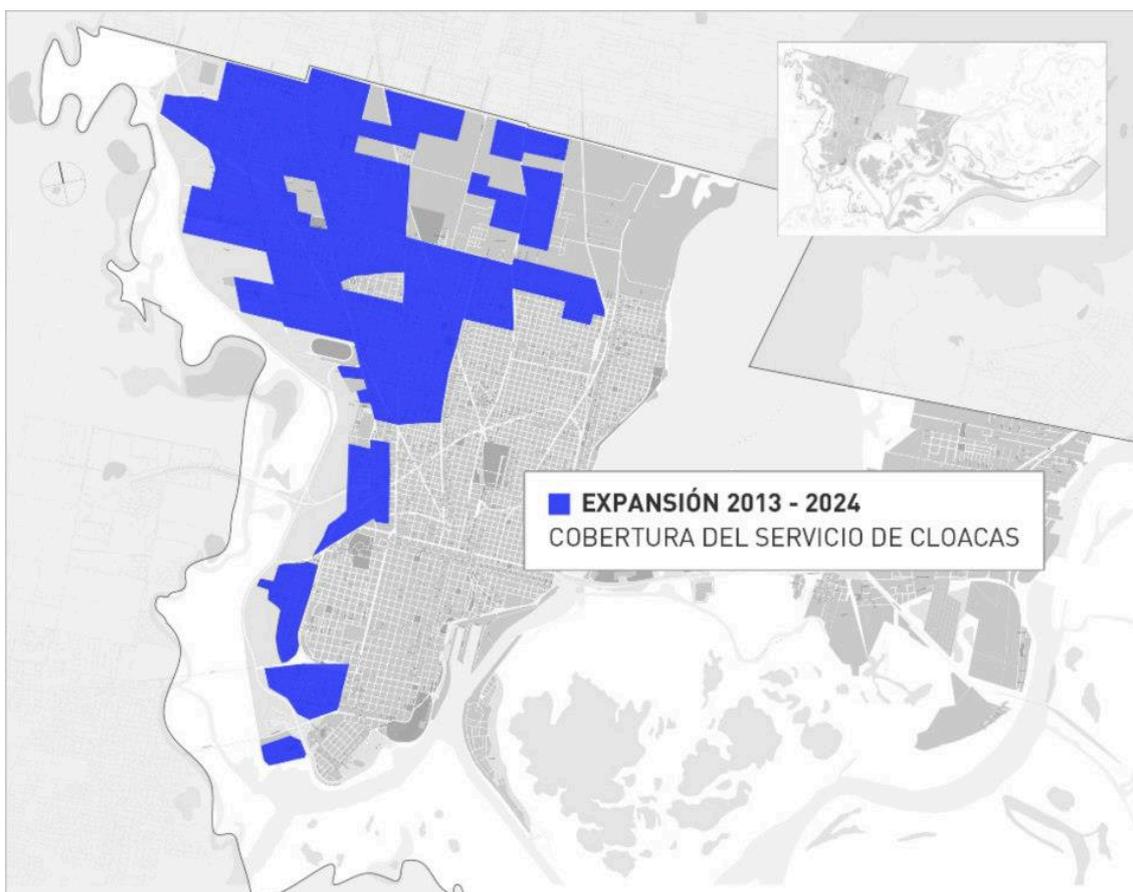


Imagen 2-3. Plan de Expansión "Programa Solidario e Integrador de Desagües Cloacales"

Otro punto a favor de la elección, es la eliminación de los pozos absorbentes focos importes de contaminación del nivel freático y napas inferiores, contribuyendo además a la disminución de enfermedades, sobre todo en niños, de bacterias y virus provenientes de agua de perforación que se utiliza para el aseo personal y hogareño.

La implementación de Planta de Tratamientos de Líquidos Cloacales favorece a la huella ecológica, devolviendo a los cursos de agua líquidos tratados con bajo o ningún impacto en flora y fauna de la zona.

Se conoce que este tipo de obra es de largo tiempo de ejecución ocasionando molestias a los vecinos, que posee un alto costo que en este caso en particular se ve incrementado por la topografía y geotecnia requiriendo un tratado especial que implica mayor inversión. Existe la posibilidad de opositores tanto por insolvencia económica como así también por la preferencia de la ejecución de infraestructura de otros servicios. Además de la ausencia de políticas de ejecución de este tipo de servicio y por tratarse de obras no visibles que pueden ser inauguradas por una distinta gestión. Aun teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se cree que este tipo de proyecto es de importancia para una mejor calidad de vida, para la valorización de los terrenos de la zona, favoreciendo así el desarrollo seguro de las generaciones futuras, como también el grado de sanidad ambiental en

el que se desarrolla una sociedad, que refleja las condiciones de igualdad que impregnan las relaciones de sus individuos.

Como consecuencia y con la meta de avanzar hacia esa igualdad, vemos la necesidad más que justificada de realizar la Obra de Redes de Desagües de Líquidos Cloacales y de la Planta de Tratamiento. Matriz de Planificación del Proyecto

2.8. Matriz de Planificación del Proyecto

De acuerdo a la Bibliografía y a los apuntes concedidos por la Cátedra de la Asignatura "Proyecto Integrador", se desarrolla la Matriz de Marco Lógico o Matriz de Planificación de Proyecto.

Según los lineamientos que expone la Oficina de Evaluación del Banco Interamericano de Desarrollo, el marco lógico se presenta como una matriz de cuatro por cuatro (Tabla 2-1) donde las columnas suministran la siguiente información:

- a) Un resumen narrativo de los objetivos.
- b) Indicadores verificables objetivamente.
- c) Medios de verificación.
- d) Supuestos.

Las filas de la matriz presentan información acerca de los objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos en cuatro momentos diferentes en la vida del proyecto:

1. Fin: al cual el proyecto contribuye de manera significativa luego de que el proyecto ha estado en funcionamiento.
2. Propósito: logrado cuando el proyecto ha sido ejecutado.
3. Componentes: completados en el transcurso de la ejecución del proyecto.
4. Actividades: requeridas para producir los Componentes.

La *Matriz de Marco Lógico* se construye de forma tal que se puedan examinar los vínculos causales de abajo hacia arriba, de cumplirse esto, resulta:

- Las *Actividades* especificadas para cada *Componente* son necesarias para producir el *Componente*.
- Cada *Componente* es necesario para lograr el *Propósito* del proyecto.
- No falta ninguno de los *Componentes* necesarios para lograr el *Propósito* del proyecto.
- Si se logra el *Propósito* del proyecto, se contribuirá al logro de el *Fin*.
- Se indican claramente el *Fin*, el *Propósito*, los *Componentes* y las *Actividades*.
- El *Fin* es una respuesta al problema más importante en el sector.

	Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
FIN	Eficiente saneamiento en Colastiné Norte	Confort habitacional Óptimas condiciones de vida	Encuestas a Beneficiarios	Los Beneficiarios confirman la mejora en la calidad de vida y confort habitacional
PROPOSITO	Red cloacal y planta de tratamiento en Colastiné Norte (Santa Fe)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminución en el riesgo de contagio de enfermedades provenientes del mal uso de los pozos absorbentes 2. Prescindir de los servicios de camiones atmosféricos favoreciendo el normal desarrollo de las actividades cotidianas 3. Preservación de Acuíferos debido al tratamiento de los efluentes cloacales 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estadísticas de Centros de Salud 2. Encuestas a Beneficiarios 3. Estudios de los Acuíferos 	Mejora de condiciones sanitarias y ambientales
COMPONENTES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redes de cañería cloacal duraderas y eficientes 2. Planta de tratamientos de líquidos cloacales optimizadas y controladas con plan de mantenimiento 3. Mejora calidad de vida y en el desarrollo de futuras generaciones 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Totalidad de cañerías primarias y secundarias en funcionamiento 2. Planta de tratamiento de líquidos cloacales en actividad 3. Disminución de enfermedades de origen sanitario y aumento de confort habitacional 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Certificado de Obra 2. Certificado de Obra 3. Encuestas a Beneficiarios y estadísticas a Centros de Salud 	Periodicidad de control y mantenimiento de las obras realizadas

	Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos
ACTIVIDADES	1.1. Estudios Topográficos, Geotécnicos y Planimetría 1.2. Alternativas de Trazado de Red Cloacal 1.3. Trabajos de ejecución de la obra 2.1. Estudio de cuerpos receptores 2.2. Alternativas de tipo y ubicación de Planta de Tratamiento de líquidos cloacales 2.3. Trabajo de ejecución de obra 3.1. Estudios de la Población y parámetros de diseño 3.2. Sustentabilidad Ambiental	1.1. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos (Tercerización de Estudios) 1.2. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos 1.3. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos + Materiales + Obrador 2.1. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos (Tercerización de Estudios) 2.2. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos 2.3. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos + Recursos Financieros + Obrador 3.1. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos 3.2. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos (Tercerización de Estudios)	- Comprobantes Contables - Inspector de Obras - Registro de Asistencia del personal - Inventarios de Bienes - Contrato con Terceros	Los Beneficiarios estén de acuerdo con la realización y desarrollo de actividades necesarias para la ejecución de las obras

Tabla 2-3: Matriz de Marco Lógico.

En la intersección entre la fila *Actividades* y columna *Indicadores Verificables Objetivamente*, este casillero contiene el presupuesto para cada Componente a ser producido

por el proyecto, presentándose en forma de un listado de elementos que a continuación se explican y desarrollan:

1.1. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos (Tercerización de Estudios)

En la realización de Estudios Topográficos, Geotécnicos y Planimetría se requiere de recursos económicos, con el fin de poder afrontar los costos de la tercerización que conllevan tanto personal calificado (ingenieros, topógrafos, etc.) como equipamiento especializado (estación total, vehículos, computadoras y programas, elementos necesarios para la realización de estudios de suelo, etc.).

1.2. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos

Para un optimizado desarrollo de las Alternativas de Trazado de Red, es necesario contar con recursos humanos especializados (ingenieros, topógrafos, etc.) y con el equipamiento que estos requieran como ser computadoras, programas específicos, normativas, reglamentos, etc., contemplados en el presupuesto.

1.3. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos + Materiales+ Obrador

En cuanto a la realización de los Trabajos de ejecución de la obra de Red de desagües cloacales, es de gran importancia la presencia de personal destinado a la planificación y desarrollo de las actividades destinadas al avance del proyecto, necesitándose equipamiento y materiales, como así también un lugar destinado al depósito y posibles reparaciones en caso de ser necesario.

2.1. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos (Tercerización de Estudios)

En la realización de los Estudios de cuerpos receptores se requiere de recursos económicos, con el fin de poder afrontar los costos de la tercerización que engloba tanto personal calificado (ingenieros, químicos, etc.) como equipamiento especializado (embarcación, vehículos, elementos necesarios para la realización de estudios de campo de carácter hídrico, computadoras y programas, etc.).

2.2. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos

Para un adecuado desarrollo de las Alternativas de tipo y ubicación de Planta de Tratamiento de líquidos cloacales, es necesario contar con recursos humanos especializados (ingenieros, etc.) y con el equipamiento que estos requieran como ser computadoras, programas específicos, normativas, reglamentos, etc., contemplados en el presupuesto.

2.3. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos + Materiales + Obrador

En cuanto a la realización de los Trabajos de ejecución de la obra de las Plantas de tratamiento de líquidos cloacales, es de gran importancia la presencia de personal destinado a la planificación y desarrollo de las actividades destinadas al avance del proyecto, necesitándose equipamiento y materiales, como así también un lugar destinado al depósito y posibles reparaciones en caso de ser necesario.

3.1. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos

En la realización de los Estudios de la Población y parámetros de diseño se requiere de recursos económicos, con el fin de poder afrontar los costos que abarcan tanto el personal calificado (sociólogos, psicólogos, médicos, economistas, ingenieros, abogados, etc.) como equipamiento (vehículos, computadoras y programas, etc.).

3.2. Personal + Equipamiento + Recursos Económicos (Tercerización de Estudios)

En la evaluación de la Sustentabilidad Ambiental se requiere de recursos económicos, con el fin de poder salvar los costos de la tercerización que engloban la participación personal especializado en diferentes áreas (sociólogos, psicólogos, médicos, economistas, ingenieros, etc.) y equipamiento (vehículos, computadoras y programas, etc.).

3. Gestión de Riesgo

Finalizado el Enfoque del Marco Lógico, que implica tratar que un proyecto obtenga la denominada Licencia Social del Proyecto, la siguiente etapa en el concepto de intervención integral u holística de las soluciones, implica pensar el trinomio Proyecto-Inversión-Obra desde los riesgos.

Evaluar Riesgos es realizar una aproximación negativa a los procesos de un sistema. Es asumir una actitud “moderadamente” pesimista y anticiparse a las potenciales fallas del sistema con acciones en intervenciones preventivas.

Para ello se aborda la temática desde dos enfoques distintos, la primera es desde el Proyecto hacia el Medio Físico Social (ver Tabla 3-1) y la segunda desde el Medio Físico Social hacia el Proyecto (ver Tabla 3-2).

3.1. Del Proyecto al Medio

RUBRO/ ÁREA	SITUACIÓN	RIESGO		INTERVENCIÓN De MEJORA	
	Aplica	AMENAZA	VULNERABILIDAD	ACCIÓN	VIABILIDAD
FÍSICAS/ TERRENO	Si	- Expropiación de terrenos	- Costo y tiempo	- Optimización de espacios	Si
ECON./ FINANC.	Si	- Insolvencia	- Proyecto postergado o irrealizable	- Búsqueda de benefactores o inversionistas	Si
SOCIAL	Si	- Pérdida fuente de trabajo - Posibles interferencias de tránsito	- Poceros y empresas de camiones atmosféricos - Vecinos	- Reubicación en empleos afines - Señalización y comunicación de horarios de trabajo	Si
POLÍTICA	No	-	-	-	-
TÉCNICA	Si	- Imprevistos	- Costo y tiempo	- Identificación eficaz del problema y optimización de solución	Si
CULTURAL	No	-	-	-	-
ECOLÓGICA	Si	- Ruidos molestos y polución	- Vecinos y obreros	- Comunicación de horarios de trabajo y otorgar elementos de protección	Si
INSTITUCIONAL	No	-	-	-	-

Tabla 3-1: Del Proyecto al Medio.

Físicas/Terreno: En este tipo de proyectos es necesario la obtención de tierras para el desarrollo de la obra, fundamentalmente para las plantas de tratamiento donde es preciso disponer de mayores superficies. Ante la falta de áreas pertenecientes al Estado, se recurre a

la modalidad de expropiación de terrenos privados, siendo una alternativa que ralentiza y encarece el normal desarrollo de la obra. Una forma de disminuir la afectación de esta problemática es la realización de un estudio exhaustivo y optimización de las alternativas a llevar a cabo.

Económica/Financiera: Las obras de saneamiento cloacal son costosas y es necesario realizar un gran desembolso para llevarlas a cabo. En este sentido, de no poseer los fondos suficientes, al proyecto le podría suceder que sea irrealizable o postergarse perjudicándose así a los futuros beneficiarios. Una alternativa para soslayar esta amenaza, es la búsqueda de benefactores o inversionistas interesados en colaborar con capital que puede ser extranjero, como ser préstamos del banco mundial, para solventar la obra.

Social: Durante la ejecución de la obra, se presentan molestias para los ciudadanos que utilizan las vías comprometidas por el desarrollo de la misma; para salvar esta situación es vital importancia la comunicación de las zonas y horarios de trabajo, así como también la señalización que permita al usuario una libre circulación.

Al momento de la puesta en marcha de las redes y planta de tratamiento de desagües cloacales, los métodos previamente utilizados en el saneamiento quedarán obsoletos, perjudicando así a la mano de obra o empresas del rubro, como ser poceros y camiones atmosféricos. Una forma de favorecer a los perjudicados podría ser la reubicación de los mismos en empleos afines, siendo una posibilidad brindar capacitación necesaria, como ser empleados para el mantenimiento de las plantas de tratamientos y pozos de bombeos de la red de desagüe cloacal.

Técnica: Una amenaza muy influyente en la obra es la aparición de imprevistos que entorpece la normal ejecución de la obra, generando así grandes pérdidas de tiempo y de dinero e incluso, en algunos casos, puede llegar a comprometer la continuación de la misma quedando inconclusa. Para no llegar a este extremo, lo importante es una rápida identificación y plantear una solución óptima del problema, en esto tiene gran influencia el desempeño de los recursos humanos y el trabajo interdisciplinario en equipo.

Ecológica: Algo que siempre está presente en obras de esta índole son los ruidos molestos y la polución, que generan molestias e inconvenientes a los vecinos y obreros. Esto puede ser mitigado parcialmente informando el cronograma de trabajo a los vecinos y otorgando elementos de protección para los trabajadores de la obra en construcción.

3.2. Del Medio al Proyecto

	SITUACIÓN	RIESGO		INTERVENCIÓN De MEJORA	
RUBRO/ ÁREA	Aplica	AMENAZA	VULNERABILIDAD	ACCIÓN	VIALBILIDAD
FÍSICAS/ TERRENO	Si	- Escases de terrenos	- Imposibilidad de plantear diferentes alternativas	- Optimización de las alternativas	Si
ECON./ FINANC.	Si	- Impedimento a la financiación	- Insolvencia de los beneficiarios	- Búsqueda de benefactores o inversionistas	Si

RUBRO/ ÁREA	SITUACIÓN	RIESGO		INTERVENCIÓN De MEJORA	
	Aplica	AMENAZA	VULNERABILIDAD	ACCIÓN	VIALBILIDAD
SOCIAL	Si	- Oposición a la realización de la obra	- Priorizar otros servicios primarios	- Reuniones informativas sobre los beneficios de la obra	Si
POLÍTICA	Si	- Obras no visibles	- Postergación de la realización del proyecto	- Beneficiarios manifiesten el interés y necesidad de la obra	Si
TÉCNICA	Si	- Imprevistos	- Inclemencias climáticas	- Modificación rápida y eficaz del plan de trabajo	Si
CULTURAL	No	-	-	-	-
ECOLÓGICA	No	-	-	-	-
INSTITUCIONAL	No	-	-	-	-

Tabla 3-2: Del Medio al Proyecto.

Físicas/Terreno: Al ser una zona urbanizada, además por los límites naturales y la topografía de la zona, surgen limitantes que reducen el área disponible para ser utilizada en las diferentes alternativas propuestas en el proyecto. Esto induce a plantear variantes que tengan como premisa la optimización del uso del elemento suelo en la proyección de las redes de desagüe cloacal y, fundamentalmente en el emplazamiento y selección de tipo de planta de tratamiento de líquidos cloacales.

Económica/Financiera: Comúnmente este tipo obras de saneamiento suelen ser financiadas por el sistema de contribución de mejoras, siendo fundamental el aporte de los beneficiarios. Esto tiene relación directa con la realidad económica de cada ciudadano, por lo tanto a la posibilidad de acceder a la mejora sanitaria que se desea implementar. Para ello, es una buena alternativa la obtención de fondos por medio de benefactores o inversionistas interesados, que permitan la ejecución del proyecto beneficiando así la calidad de vida de los habitantes.

Social: Suele suceder que los vecinos de la zona encuentren prioritario la ejecución de otro servicio primario tales como el gas natural, desagües pluviales y tendido eléctrico, por lo tanto objetan y se muestran en oposición a la realización de esta obra. Por tal motivo, se ve necesario informar a los habitantes la importancia y lo elemental de la ejecución del proyecto, siendo que influye directamente en la calidad de vida y en la mejora del desarrollo de las generaciones futuras, como así también en la revalorización de la zona. Para ello, se deben realizar reuniones informativas que muestren todos los beneficios.

Política: A veces las voluntades políticas para aprobar la ejecución de ciertos proyectos, se ve nublada por la imagen simbólica que queda grabada en la sociedad, asociando a un gobernante con obras de infraestructura emblemáticas. Esto determina que cuando se

trata de la realización de obras que van bajo tierra, por lo tanto no tan “emblemática”, las mismas quedan ocultas y se posterga la realización de dichos proyectos. En estas instancias es importante que los beneficiarios manifiesten el interés y necesidad de estas obras, para así poder conseguir el visto bueno y oportunidad de acceder a este servicio primario y fundamental.

Técnica: Cuando se trata de obras a cielo abierto es común que se presenten imprevistos de índole climática. Estas situaciones pueden tener carácter transitorio, como ser precipitaciones o, perjudicar fehacientemente en el desarrollo de la obra en el caso de tratarse de inclemencias climáticas de la zona tales como inundaciones entre otras. En este caso juega un rol fundamental la naturaleza la cual no puede ser detenida, por ello es vital la modificación rápida y eficaz del plan de trabajo si fuera necesario.

4. Sustentabilidad Ambiental

4.1. Introducción

En este apartado se realiza una descripción del medio ambiente en la situación actual, que permitirá luego identificar las actividades que impactarán en los factores ambientales. Para ello, a continuación se definen elementos que intervienen en el proceso.

Se dice que hay **impacto ambiental** cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Es importante aclarar que el término impacto no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de un actuación.

La **Evaluación de Impacto Ambiental** (EIA), es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.

Así pues, la EIA es un proceso que atiende a dos vertientes complementarias. Por un lado establece el procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, modificación o rechazo de un proyecto o actividad, por parte de la administración. Por el otro, trata de elaborar un análisis encaminado a predecir las alteraciones que el proyecto o actividad puede producir en la salud humana y el medio ambiente (Estudio de Impacto Ambiental).

El **Estudio de Impacto Ambiental** (EsIA), es el estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Medio Ambiente

Es el entorno vital; el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia. No debe considerarse pues, como el medio envolvente del hombre, sino como algo indisociable de él, de su organización y de su progreso.

Medio Físico o Medio Natural

Sistema constituido por los elementos y procesos del medio ambiente natural tal como los encontramos en la actualidad y sus relaciones con la población.

Se proyecta en tres subsistemas:

- Medio inerte o medio físico propiamente dicho: Aire, Tierra y Agua.
- Medio Biótico: Flora y Fauna.
- Medio Perceptual: Unidades de paisaje (cuencas visuales, valles y vistas).

Medio Socio-Económico

Sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, histórico culturales y económicas en general, de las comunidades humanas o de la población de un área determinada.

De acuerdo a los elementos mencionados, se realiza una descripción del medio ambiente de la zona en donde tendrá a lugar la obra propuesta por este Proyecto Integrador. Para ello, es necesario y de suma importancia conocer las características del Medios Físico o Medio Natural y el Medio Socio-económico en el que se encuentra.

4.1.1. Medio Físico o Medio Natural

Clima:

Santa Fe presenta climas diferenciados, por tratarse de una provincia con mayor extensión en la dirección norte-sur, la parte norte tiene las características chaqueñas con clima cálido, temperaturas anuales cuyo promedio es de 21° C y precipitaciones entre 800 y 1.100 milímetros anuales, que disminuyen hacia el oeste. En el área sur prevalece un clima templado con características pampeanas: no registra calor extremo ni frío intenso. La humedad es abundante debido a las precipitaciones, que son más intensas en verano y caen armónica y regularmente durante todo el año. Cabe mencionar, además, otras zonas que poseen climas diferentes. En la región lindera con Santiago del Estero se presenta el clima tropical con estación seca; la variación de la temperatura es acentuada entre las estaciones y las lluvias predominan en verano. El clima subtropical sin estación seca se localiza en el noreste de la provincia, donde las lluvias son abundantes durante todo el año (superan los 1.000 milímetros) y no hay grandes cambios en la temperatura, cuyo promedio es de 20° C.

La ciudad de Santa Fe recibe una marcada influencia del río Paraná en las condiciones climáticas, atenuando sus características de mediterraneidad. La temperatura media anual oscila entre los 17°C en el extremo meridional y los 21°C en la zona septentrional.

Los vientos alisios, cálidos y húmedos que penetran en el territorio de la provincia desde el NE, ejercen una fuerte influencia sobre el clima, sobre todo en verano.

La Capital santafesina en el verano, las temperaturas van de 22°C alcanzando como máximo los 38°C, y hasta 43°C; con un promedio de 27°C. El calor se hace notar en Santa Fe desde octubre - noviembre y continúa hasta pasados los primeros días de abril.

En invierno, las temperaturas oscilan entre los 15°C, alcanzando como mínimo los -1°C; con un promedio de 9°C. El avance de las oleadas de aire frío procedentes de la región sur, origina bajas temperaturas que llegan a descender más allá del cero grado y generan heladas en algunos casos.

Suelo:

La provincia de Santa Fe limita al norte con la provincia del Chaco; al este, con Corrientes y Entre Ríos; al sur, con Buenos Aires; y al oeste, con Santiago del Estero y Córdoba. Es una provincia mediterránea, que tiene salida al mar por el río Paraná y el río de la Plata.

El norte de la provincia de Santa Fe se inserta en la región Chaqueña; el resto de la misma, integra la región Pampeana.

La provincia de Santa Fe, desde el punto de vista del relieve, forma parte de la gran llanura que caracteriza a la parte noreste del país, apenas ondulada en algunas regiones (especialmente en el norte), y sólo interrumpida por el curso de ríos y arroyos. La zona comprendida al norte del río Salado es una llanura baja, de difícil desagüe e inundable, denominada llanura submeridional. Al este, la región cercana al Paraná es anegadiza por lo que las aguas de las crecientes suelen cubrirla con frecuencia. Este paisaje de llanura tiene una superficie formada por loess y limo. El loess es la roca que forma su suelo; su color es pardo y su estructura porosa, lo que permite que penetren el agua y las raíces. Puede formar capas de pocos centímetros u otras de cinco y más metros. El limo, que también cubre el suelo, es un material compuesto por elementos finos que se encuentran depositados en los lechos de los ríos y son arrastrados por las aguas.

Agua:

Todos los cursos de agua que atraviesan la llanura santafesina desaguan directa o indirectamente en el río Paraná. Sobre las márgenes de este río, el terreno forma una barranca abrupta, donde se han construido muelles portuarios, que se benefician de la mayor profundidad. Los ríos de esta región pertenecen a la llamada cuenca del Plata, gran red hidrográfica que abarca más de 4,5 millones de km². El Paraná, que marca el límite oriental de la provincia, es la vía que utilizaron los descubridores y exploradores europeos para penetrar en nuestro territorio. En sus márgenes fueron levantando pueblo tras pueblo y hoy están establecidas las ciudades más importantes: Santa Fe y Rosario. A esta altura, el río Paraná, que baja desde el Amazonas (Brasil), es de aguas turbias, de lecho limoso y menos impetuoso que en el norte. Sin embargo, presenta grandes posibilidades debido a su navegabilidad. Entre sus afluentes están los ríos Salado y Carcarañá. Este último tiene una extensión de 130 kilómetros en tierra santafesina.

Flora:

En la Llanura Chaqueña de clima árido y seco, los grupos de árboles alternan con extensiones cubiertas de hierbas y pajonales.

Las especies que podemos encontrar en los bosques chaqueños son variadas: quebracho colorado, quebracho blanco, urunday, lapacho negro, palo borracho, guayacán, mistol, chañar, espinillo.

En los lugares más húmedos son frecuentes los palmares (palmerita caranday) y en los terrenos anegados predominan pajonales y junciales.

Junto a los ríos de la región existe una estrecha franja cubierta de plantas, arbustos y árboles como el timbó blanco y colorado, curupí, ñapindá, quebrachillo, tala y pindó.

Es muy característica también la presencia de ceibos, sauces y abundantes camalotales, juncales y pajonales.

En la región correspondiente a la Llanura Pampeana se han introducido muchas especies exóticas como eucaliptos, pinos, fresnos y paraísos cultivados con fines forestales, y ornamentales que transforman el paisaje original.

Los pastizales pampeanos se componen de cebadilla criolla, paja voladora, flechilla negra, romerillo blanco, carqueja, yerba de oveja, trébol, abrojo, machín y manzanilla. Con la primavera, el suelo se cubre de gramíneas y con las primeras lluvias de noviembre algunas especies florecen en rojo, blanco y azul.

En la zona de lagunas predominan las totoras, juncos, cañaverales y espinillos.

Fauna:

Los animales que viven en los campos, montes y bañados; las lagunas, ríos e islas, constituyen nuestra fauna silvestre autóctona. Forman parte de ella numerosas especies animales.

Entre los mamíferos se encuentran: aguará-guazú o zorro grande, aguará-popé u osito lavador, mono caí, mono aullador o carayá, carpincho o capivara, ciervo de las pampas o venado pampeano, comadreja overa, gato montés, lobito de río o nutria verdadera, mara o liebre patagónica, nutria o quillá, oso hormiguero o bandera, pecarí de collar, pecarí labiado, peludo, puma o león americano, vizcacha, yaguararé o tigre americano, zorro de monte, zorro gris o pampa.

Las especies reptiles más comunes son: víbora cascabel, coral, yarará chica, yarará grande, ampalagua o boa de las vizcacheras, iguana overa, ñacaniná, tortuga acuática, tortuga terrestre y yacaré de hocico ancho o yacaré overo.

Entre las numerosas aves se hallan: águila colorada, águila escudada, águila pampa, caburé, caracolero, carancho, cardenal, cisne de cuello negro, chajá, charata o pava de monte, chimango, chuña de patas negras, chuña de patas rojas, flamenco común, ganso blanco salvaje o coscoroba, garza mora, gavián común y mixto, guacamayo, lechucita de campo, loro barranquero, loro hablador, loro cabeza colorada, martineta, ñandú o avestruz americano, ñacurutú, paloma montaraz común, pato coronero o maicero, pato crestón o picazo, pato sirirí común, pato sirirí pampa o pato viuda, perdiz, tero, tucán grande, tuyango o cigüeña común y urraca común.

Los peces constituyen un valor de suma importancia en la fauna de nuestra región: amarillos, armados, bogas, dorados, pejerreyes, moncholos, patíes, surubíes, manduvíes, mojarras, pacúes y sábalo, entre otros.

Ecosistema:

La gran variación latitudinal y altitudinal de nuestro país proporciona una gran diversidad climática, de relieves y de suelos, siendo la Argentina uno de los países con mayor diversidad de unidades biogeográficas del mundo.

Cuando estas diferencias se manifiestan entre una región y otra delimitan territorios denominados unidades biogeográficas, las cuales están conformadas por comunidades biológicas que tienden a mantenerse en el tiempo, es decir comunidades climax.

Así, nuestro país se divide en provincias biogeográficas que difieren de la división geopolítica trazada en los límites de los Estados provinciales.

Para establecer las provincias biogeográficas se sigue el criterio de los fitogeógrafos (geógrafos botánicos) debido a que son principalmente las plantas las que trazan la fisonomía de las regiones y comunidades. Podemos hablar entonces de provincias fitogeográficas (ver Mapa de Bioregiones Imagen 4-1).

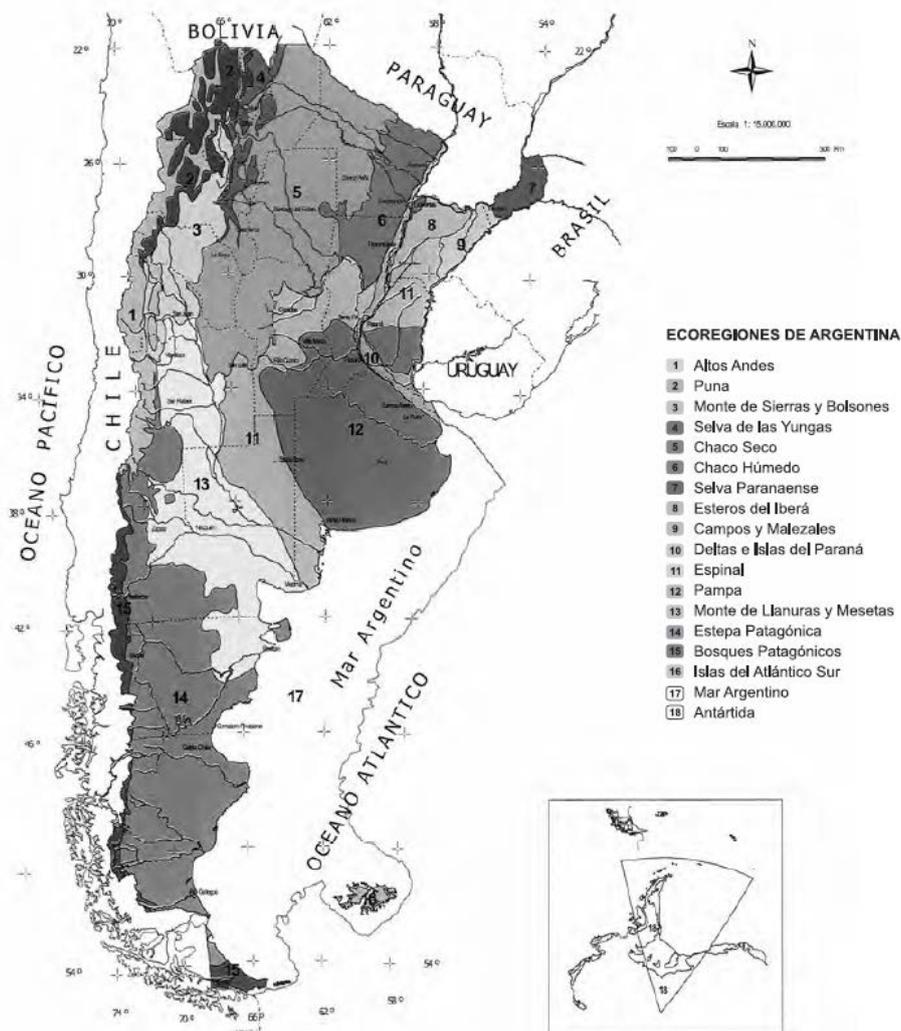


Imagen 4-1: Mapa de Bioregiones de Argentina

Por su situación geográfica, el área de estudio de este Proyecto se ve influenciada por la región del espinal.

El Espinal se extiende en forma de arco alrededor de la región pampeana y se caracteriza por tener llanuras poco onduladas y serranías bajas. En su parte norte el clima es cálido y húmedo; en el oeste y sur, templado y seco con precipitaciones principalmente estivales. La vegetación corresponde a bosques secos que pierden sus hojas en otoño,

palmares, sabanas donde predominan las gramíneas con árboles dispersos entre ellas y extensas llanuras con vegetación herbácea o arbustiva.

En la naturaleza, los seres vivos no están aislados sino inmersos en una matriz de organismos diferentes. El conjunto de seres vivos que habita un determinado lugar y se relaciona entre sí y con el medio inorgánico que ese lugar provee, compone la unidad ecológica fundamental llamada ecosistema. Dentro del ecosistema las cadenas alimentarias se entrelazan de un modo complejo formando verdaderas redes. Los **productores primarios** o vegetales, se nutren almacenando la energía en forma de compuestos orgánicos, sintetizados en presencia de energía solar, a partir de compuestos inorgánicos como el agua, el dióxido de carbono y sales diversas. Larvas de mosquitos, renacuajos o gallaretas (*Fulica leucoptera*), ejemplifican el estrato de los **consumidores primarios**, es decir animales que se alimentan de productores primarios. Los **consumidores secundarios** tales como la rana criolla (*Leptodactylus ocellatus*), la ranita del zarzal (*Hylla pulchella*) o el caracolero (*Rosthramus sociabilis*) aprovechan los consumidores primarios. De esta manera se establece un vínculo entre animales y vegetales, que muestra una de las principales relaciones ecológicas: **quién se come a quién**. Esto determina una cadena alimentaria o cadena trófica, la cual se entrelaza de modo complejo formando verdaderas redes, ya que cada organismo puede ser presa de más de una especie predatora y son pocos los predadores que se especializan en una sola fuente de alimentos.

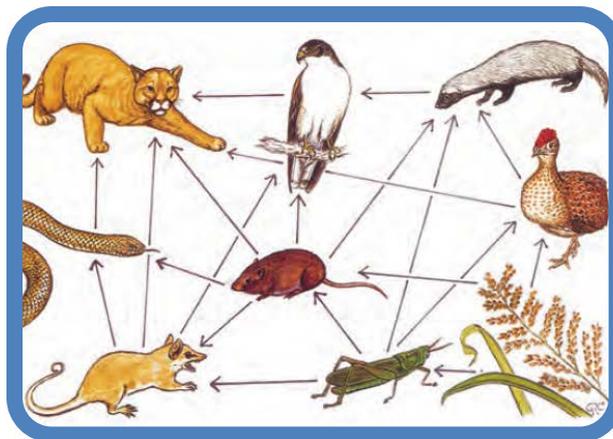


Imagen 4-2: Cadena Alimentaria o Cadena Trófica

Las lagunas de la zona son poco profundas, de dimensiones pequeñas y dependientes absolutamente del régimen pluvial. El espejo de agua generalmente está cubierto en parte por vegetación flotante y arraigada, originándose así una serie de ambientes diferentes que son aprovechados por la fauna como sitios de alimentación o áreas de descanso, refugio y nidificación. Numerosas especies de peces, anfibios, reptiles y mamíferos de hábitos acuáticos y semiacuáticos viven en las lagunas, aunque no son fácilmente observables. Las aves en cambio dejan percibir su presencia con sonidos y vuelos característicos, y están bien representadas por garzas, caraos y gallaretas entre otras especies. Aquí se pueden observar representantes de nuestra flora y fauna regional, reconocer su importancia y aprender a respetarlos.

El valle de inundación del río Paraná Medio, es decir su sistema de islas, es muy ancho: en el norte de la provincia de Santa Fe tiene unos 15 km y llega en algunos lugares a alcanzar los 20 km. Todo este valle de inundación está ocupado por depósitos aluviales que la dinámica del río modifica constantemente.

Se forma así un enmarañado sistema de brazos, lagunas y bañados, con terrenos temporarios e inundables, lo que determina un complejo isleño con una dinámica fluvial que transforma continuamente el paisaje. En los albardones, formaciones que resultan del depósito de sedimentos del mismo río, se encuentran los bosques fluviales o ribereños que son angostos; varían desde una sola hilera de árboles a raramente más de setenta metros de ancho y cuya vegetación va cambiando de acuerdo a su grado de madurez.

Los sauces (*Salix humboldtiana*) y los alisos (*Tessaria integrifolia*) suelen formar colonias casi puras denominadas genéricamente sauzales en las márgenes de los ríos. Son las primeras especies que colonizan los albardones recientemente formados o sitios despojados de su vegetación natural a causa de una perturbación.

En sitios más altos se desarrollan otras especies como el ceibo (*Erythrina cristagalli*), el laurel de río (*Nectandra falcifolia*), el timbó blanco (*Cathormion polyanthum*) o el curupí (*Sapium haemospermum*) que enriquecen la composición de estos bosques, los cuales presentan también un estrato herbáceo de gran importancia.

En suelos bajos, próximos a los cursos de agua suelen encontrarse bosquecillos de espinillos o aromitos (*Acacia caven*), los que se destacan por la fragancia y el colorido de sus flores.

4.1.2. Medio Socio-Económico

Social y Cultural:

Colastiné Norte es un barrio que en otros tiempos habitaron los indios mocovíes y que hoy le dan vida los descendientes de pobladores que trabajaban en el puerto y nuevas familias que llegaron escapándole al ruido y al bullicio de la ciudad.

No hay edificios. Tampoco calles asfaltadas ni colectivos urbanos que circulen por las calles internas. Allí, por el contrario, hay caminos de arena y centenarios árboles de diferentes clases que le dan al lugar un clima y un aire particular.

Según sus habitantes, es un barrio costero donde solamente puede residir la gente que le gusta la naturaleza y la tranquilidad (tranquilidad entendida en términos de que no hay un permanente ruido de motores y bocinas como en los barrios céntricos). “Este lugar es hermoso por eso, por la paz que hay”, dice un vecino. Y agrega: “Además, no es como antes que uno demoraba un montón en ir al centro. El tránsito por la Ruta 1 ahora es mucho más fluido y lo será mucho más cuando finalmente se transforme en autovía”.

Sobre la población, se puede decir que hay dos tipos. Están los antiguos habitantes, aquellos que nacieron allí, porque sus padres y abuelos trabajaban en el Puerto Perdido (primer puerto que tuvo la ciudad), y los más recientes, que llegaron a la zona huyendo del caos y bullicio de la “gran ciudad”.

Cabe aclarar que antes era zona exclusiva de casaquintas, además de la gente propia del lugar. Y ahora, en cambio, muchas de esas construcciones se convirtieron en casas de familia.

Distintas entidades que agrupan a vecinos del corredor costero están juntando firmas para lograr convertirse en municipio o comuna.

La iniciativa incluye a vecinos de Colastiné Norte, Colastiné Sur, La Guardia, Bajada Distéfano y El Bañado. Por la cantidad de habitantes, estiman que estarán en posición de convertirse en ciudad, ya que el censo de 2010 arrojó que la zona contaba con una población aproximada de 11 mil habitantes y ahora llegarían a 14 mil.

El argumento principal es que la Municipalidad de Santa Fe no los atiende de la misma manera que a los vecinos de los barrios del centro, porque desconoce las necesidades del lugar. “Acá es fundamental el regador de calles, el camión que junta los residuos de poda... y esos servicios dejan mucho que desear”, señalan.

La ampliación de la Ruta 1:

Los intentos para concretar la obra de transformación de la Ruta 1 en autovía, en el tramo que va desde el kilómetro 0 hasta Rincón, vienen desde el último gobierno de Jorge Obeid (2003-2007). Durante la gestión de Binner, la obra no avanzó porque se cuestionó la falta de desagües complementarios en el proyecto. A fines de 2011, el gobierno provincial frenó un proyecto ambicioso por razones presupuestarias, de casi 200 millones de pesos, que había elaborado Vialidad Provincial.

La propuesta incluía la pavimentación de las colectoras, paradas de colectivos, rotondas y varias obras complementarias. Una vez que el presupuesto se recortó a poco más de 100 millones de pesos, parecía que la obra al fin se concretaba.

En abril de 2012, con la gestión de Bonfatti, se colocó el cartel y comenzaron los trabajos de la UTE conformada por Luis Losi, Alquimaq y Ponce Construcciones. El plazo de ejecución era de 18 meses. Pero en noviembre el gobierno rescindió el contrato con la UTE, porque el avance de obra no había llegado ni al 10 % de los trabajos.

A fines de 2013 se resolvió volver a licitar la obra y el 17 de enero de 2014 se conocieron las ofertas de siete empresas. En marzo la obra fue adjudicada a Vial Agro y se retomó. El presupuesto es de \$178.208.510, unos \$10 millones más de lo que había estipulado el presupuesto oficial, y el plazo de ejecución es de 15 meses.

Durante las elecciones de 2015, muchos vecinos hicieron sentir al gobierno su malestar por las continuas demoras y por tantas promesas que no se concretaban en hechos.

En Julio de 2015, el gobernador Bonfatti aseguró que el avance de las obras en esos momentos era de casi un 60 por ciento, por lo que las autoridades consideraban que la ampliación de la ruta podría estar concluida en octubre de ese año. Luego, habría que esperar para que se realicen los trabajos en las colectoras que derivan el tránsito hacia zonas como

Colastiné Norte, Villa California o San José del Rincón, donde el crecimiento poblacional de las últimas décadas fue realmente importante.

Los problemas que debió atravesar esta obra no sólo se reflejan en las evidentes demoras en los plazos de ejecución. Además, la situación se vio agravada por las falencias a la hora de implementar un correcto esquema de señalización e iluminación de una zona de alto tránsito.

Los problemas para circular provocan inconvenientes desde hace tiempo en toda la zona, sobre todo en los horarios pico. Tanto es así, que la situación impacta directamente en el funcionamiento de comercios y restaurantes que, desde el inicio de esta obra, vienen padeciendo una baja pronunciada en el número de clientes. En algunos casos, se vieron obligados a cerrar sus puertas. Otros, soportan a duras penas, con la ilusión de que cuando los trabajos concluyan, los clientes retornen poco a poco a la zona de la costa.

La transformación de la ruta provincial 1, en su tramo que va desde Santa Fe hasta San José del Rincón, quedará habilitada al tránsito en ambas manos de circulación “durante la primera quincena de mayo” (2016), según administrador de Vialidad Provincial, Pablo Seghezzeo, quien monitorea a diario las tareas llevadas a cabo por la empresa concesionaria Vial Agro SA.

La obra a cargo de Vial Agro SA representa una inversión de 282.650.000,00 pesos (actualizada a diciembre 2015) para el gobierno provincial. De acuerdo al proyecto, los trabajos comprenden ampliación de calzada, tendido eléctrico, iluminación central y construcción de desagües.

El plan de obra incluyó tres líneas de trabajo. La primera vinculada al tendido subterráneo de la línea eléctrica de 33 kW, la segunda es el alcantarillado lateral y transversal a la ruta y la tercera corresponde al cuarto carril.

Con esta obra se va a descomprimir de manera importante la circulación interurbana entre las ciudades de Santa Fe y Rincón.

El concejal de Rincón, Raúl Rivas, solicitó a Vialidad Provincial la colocación de garitas provisorias para los vecinos que deben aguardar el colectivo, ya que las definitivas están previstas para la segunda etapa que todavía no se licitó.

Económico:

Santa Fe ocupa un lugar muy importante en la economía nacional. El mayor desarrollo económico, por sus actividades agropecuarias e industriales, se localiza en los departamentos centro-sur de la provincia, que se encuentran dentro de la pampa húmeda. La conquista y colonización de esta región se realizó a través de sus ríos. Así se fundaron Santa Fe por el norte y Buenos Aires por el sur. En esta zona altamente favorecida por el clima templado y la cercanía de fuentes de agua importantes, se fueron estableciendo las ciudades más populosas. Junto al poblamiento surgió, entonces, la explotación del suelo fértil para la producción de cereales y carnes; como consecuencia, la formación de grupos industriales transformadores de los productos del agro con miras al consumo interno y externo. Si se suma a esta provincia las

de Buenos Aires y Córdoba, juntas concentran el 65 % de la población argentina y proporcionan casi el 60% de los productos de origen agropecuario y más del 85 % de los del sector industrial.

La provincia contiene el 21 % del área sembrada en la Argentina, es la primera productora de cereales y la segunda en cuanto a la extracción de semillas oleaginosas, esto es, destinadas a producir aceite comestible y sus derivados. La producción de cereales abarca trigo, maíz y sorgo; la de oleaginosas comprende lino, girasol y sola. Además se practica la horticultura y la fruticultura. En el norte, más cálido, se cultiva el algodón. No obstante, el grano que ha tenido mayor expansión en los últimos años ha sido la soja.

Debido al rendimiento por hectárea, en relación a esta oleaginosa, conseguido en los últimos años se genera un esfuerzo destinado a la exportación, que permitió la construcción de puertos privados especializados al norte de Rosario. De esta manera, Santa Fe se convirtió en una de las primeras productoras de soja del país y de trigo. En la región maicera por excelencia (el sur), durante los últimos quince años se produjeron cambios en los sistemas de producción. Hubo un desplazamiento de la actividad ganadera por la agrícola. En diversas regiones comenzó a cultivarse con mucha fuerza la soja. También los campos destinados a la agricultura y la ganadería alternativamente, se volcaron a los cultivos de maíz, trigo y girasol.

Otro cultivo muy especial de Santa Fe es el de la frutilla. En Coronda, grandes extensiones están dedicadas a este fruto, que necesita tres meses de cultivo en suelo arenoso (característico de esta ciudad) periódicamente abonado. Cada hectárea de cultivo de frutillas puede producir hasta 14.000 kilos por cosecha.

La explotación forestal se practica tanto en los bosques de madera dura del norte (los quebrachales), como en los de maderas blandas del sur, utilizados para muebles y envases. También existen áreas con especies de maderas blandas, producto de la forestación. La superficie boscosa es de más de un millón de hectáreas.

En Santa Fe la actividad ganadera es muy importante. Se cuenta con un plantel de unos 6.500.000 cabezas de ganado vacuno; a la actividad de cría y de engorde se suma la producción de carne y leche. En Santa Fe se encuentra una parte muy importante de la llamada cuenca lechera del país, donde se producen, aproximadamente, unos 2.600 millones de litros de leche: la tercera parte de la producción de la Argentina. Toda esta actividad está facilitada por las buenas pasturas, que posibilitan la cría de un ganado vacuno de excelente calidad. La raza más difundida es la Holando Argentina, productora de leche, que se distribuye especialmente en la región central de la provincia. Ahí se establecieron los tambos, alrededor de 5.600, cremerías y otras industrias de lácteas. Más al sur existe una zona de explotación mixta, cría e invernada, donde las razas que predominan son la Shorthorn, la Aberdeen Angus y la Hereford. Desde 1993 no se registran focos de infección de aftosa.

En esta provincia se desarrolla una gran actividad en la cría de abejas y la producción de miel para el consumo. Se cuentan unas 25.000 colmenas, repartidas en 11 localidades, de las que se extraen y fraccionan la miel y otros derivados, como néctar, polen o cera.

En la margen del río Paraná se localiza el mayor desarrollo industrial. Forma parte de una zona denominada cordón industrial, que desde Rosario y San Lorenzo se extiende hasta La Plata, en la provincia de Buenos Aires, y constituye el área industrial más importante del país. La clasificación por potencia económica de los establecimientos instalados allí es muy variada aunque predominan las pequeñas y medianas empresas. Las actividades a las que se dedican también son muy diversas: procesamiento de las materias primas de origen agropecuario, producción de alimentos, textiles, petroquímica, acerías, metalmecánica, maquinarias industriales, máquinas e implementos agrícolas, complementos agrícolas y madereras. Entre ellas se encuentran los mayores productores del país en variados rubros, como molienda de trigo, producción aceitera, industria frigorífica, láctea (en la zona de Sunchales), y de dulces (especialmente en Coronda). Un oleoducto procedente de la región noroeste llega hasta San Lorenzo, donde se ha instalado la industria petroquímica. Es en San Lorenzo y Rosario donde existen establecimientos dedicados a la elaboración de cerámica.

La cerveza, producto típicamente santafesino, se produce en la capital y en Rosario. Esta provincia tiene un papel destacado en las exportaciones nacionales de productos alimenticios; para ello cuenta con una amplia red ferroviaria y de carreteras y con varios puertos, entre ellos los de Rosado, Santa Fe, Villa Constitución y San Lorenzo. La provincia tiene un gran puesto exportador en Rosario, desde el cual salen al exterior cereales, harina, forrajes, carnes y preparados, productos lácteos, pieles, cueros y lana, azúcar, madera, productos químicos y petroquímicos, aceite de linaza, miel, productos frutihortícolas procesados, huevos, cerveza, leña y carbón vegetal, además de hierro y acero. El conjunto de puertos privados que se extiende entre las localidades de Rosario y San Lorenzo exporta el 65% de los cereales de nuestro país; alrededor del 55% del total de las exportaciones argentinas salen por los puertos santafesinos.

Los buques de mayor calado que llegan hasta la ciudad de Rosario, a través del Paraná, encuentran problemas por el continuo arrastre de limo que obliga a dragar periódicamente el canal entre la ciudad y el río de la Plata.

4.2. De lo Estructural y No Estructural

En este Proyecto, se puede identificar fácilmente la intervención Estructural o “Dura” que se ve reflejada en la obra propiamente dicha. Se trata de la realización de una Red de Desagües Cloacales y Planta de Tratamiento de Líquidos cloacales.

Por otra parte, como en todo proyecto de intervención mixta, se encuentra la intervención No Estructural o “Blanda” de no tan sencilla identificación. En gran medida, se trata de cómo se interviene social, ambiental, económico-financiero, institucional y jurídicamente. La transmisión de información, por parte de las instituciones gubernamentales, es una de las más importantes y fundamentales para que los beneficiarios comprendan y participen de la elaboración del proyecto. Para ello, se plantea trabajar conjuntamente con las vecinales en una capacitación y concientización de beneficios, como así también, la forma de uso y mantenimiento que permitan un adecuado y duradero funcionamiento de las redes y plantas de la obra. En cuanto al financiamiento, se puede nombrar la contribución por mejoras por parte de los vecinos, el BID o la obtención de fondos de benefactores o inversionistas

interesados. Como consecuencia social-económica por la intervención estructura del proyecto, se generan fuentes de trabajo.

4.3. Análisis de la Viabilidades

La Viabilidad Social de un proyecto es su capacidad de asimilarse de manera proactiva y sustentable al medioambiente intervenido y transformarlo positivamente. En este sentido, es que se trata de encontrar un equilibrio entre la factibilidad técnica y viabilidad socioambiental, evaluando la posibilidad que tiene el proyecto de superar sus objetivos traspasando las limitaciones que puede imponer el entorno. Se entiende que los beneficiarios, luego de ser informados sobre las ventajas de la implementación de un servicio cloacal con posterior tratamiento de los efluentes, tendrían una visión positiva sobre la misma así como también de las mejoras en la calidad de vida y el medio ambiente.

En cuanto al factor económico-financiero, el mismo se encuentra abordado en el Capítulo 13 - "Cómputo y Presupuesto" y en el Capítulo 14 - "Evaluación Financiera".

Del marco legal, se nombrará la normativa que tenga incumbencia dentro de los alcances del proyecto, identificándose de donde provienen.

LEGISLACIÓN NACIONAL.

Constitución Nacional - Artículos 41 y 43: marco general para el dictado de leyes de protección ambiental y de recursos de amparo contra acciones que afecten al ambiente.

Ley N° 25.675: Ley General del Ambiente. Establece los presupuestos mínimos de protección y gestión ambiental y los principios de la Política Ambiental para toda la Nación.

Ley N° 24.051 y Decreto Reglamentario N° 831: Gestión de residuos peligrosos. Establece los presupuestos mínimos para la gestión de residuos peligrosos: generación, manipulación, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición final.

Ley N° 19.587 y Decreto Reglamentario N° 351: Higiene y seguridad en el trabajo. Establece las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo: maquinarias, instalaciones, elementos de protección personal, carga térmica, contaminantes químicos, ruidos, etc.

Ley N° 24.557: Aseguradora de Riesgos de Trabajo (ART), regula la reparación y prevención de daños derivados del trabajo y establece la obligatoriedad de contratar los servicios de una ART.

Ley N° 25.612: Gestión de residuos industriales y de servicios, establece los presupuestos mínimos de la gestión de este tipo de residuos.

LEGISLACIÓN PROVINCIAL.

Ley N° 11.220: Regulación de las prestadoras de servicios de agua potable y cloacas.

Ley N° 11.717 y Decreto Reglamentario N° 101 de la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe (SMA): establece los presupuestos mínimos de protección

ambiental en el territorio de la Provincia de Santa Fe y el procedimiento de obtención de permisos ambientales y certificados de aptitud ambiental.

Decreto N° 1.844 de la SMA: Gestión de residuos peligrosos. Establece las condiciones a cumplir para la gestión de residuos peligrosos respecto a la generación, manipulación, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Resolución N°1.089 de la ex DIPOS: Condiciones de vertimiento de efluentes líquidos. Establece las condiciones de vuelco de efluentes líquidos en los distintos cuerpos receptores.

Ley N° 11.872: Prohibición de quema de residuos.

Ley N° 10.000 de Intereses Difusos: determina que procederá el recurso contencioso administrativo contra cualquier decisión, acto u omisión que lesionaren los intereses simples o difusos de los habitantes de la provincia de Santa Fe, en la preservación del patrimonio cultural, artístico, histórico, la salud pública, etc.

Ley Provincial N° 11.730: Regulación del uso del suelo en áreas inundables.

Ley N° 2.756: Ley Orgánica de Municipalidades y Comunas.

LEGISLACIÓN MUNICIPAL.

Ordenanza N° 10.519: Reglamento para trabajos en obras que afecten u ocupen la vía pública. Establece las obligaciones y responsabilidades de la ejecutante de la obra en materia de seguridad, vigilancia, señalamiento y protección, interrupciones al tránsito de vehículos y/o personas, responsabilidad por daños a personas y bienes, obrador, responsabilidad por infracciones, limpieza de obra, incompetencia o inconducta del personal de la obra, instalaciones afectadas por las obras. Así como también las especificaciones técnicas respecto a cruces de calzadas, tapado y compactación de excavaciones, encajonamiento de tierra, protección de excavaciones, reconstrucción de veredas, reconstrucción de pavimentos, reconstrucción de calles de tierra y/o mejoradas, balizamiento e iluminación de la obra.

Ordenanza N° 9.623: establece los niveles de ruido continuos e intermitentes máximos permitidos en función del grado de sensibilidad del área receptora.

Ordenanza N° 9.662: Calidad de Aire: determina los niveles guía de calidad de aire.

Ordenanza N° 9.855: Modificatoria Ordenanza N° 9.662.

Ordenanza N° 10.937: Emanaciones de humo, polvos y gases.

Ordenanza N° 11.017: Evaluación de Impacto Ambiental.

Ordenanza N° 11.378: Factibilidad de prestaciones de servicios sanitarios, eléctricos, provisión de gas y municipales.

Ordenanza N° 4.875: Ampliación de servicios de agua potable y cloacas.

Ordenanza N° 7.462: Carga, descarga y transporte de mezclas húmedas.

Ordenanza N° 6.201 (modificada por Ordenanza N° 9.320): Instalaciones cloacales antirreglamentarias.

Ordenanza N° 9.907: Descarga de atmosféricos.

Ordenanza N° 5.002: Ampliación redes agua y cloaca.

Ordenanza N° 10.035: Recolección de residuos.

Decreto N° 6.162: Aguas servidas.

Decreto N° 2.156: Carros atmosféricos.

Decreto N° 14.361: Recolección de residuos.

4.4.Elaboración de la Matriz

A fin de la elaboración de la Matriz de Impacto Ambiental, primeramente se deben identificar las Acciones Impactantes y los Factores Ambientales del entorno susceptible de recibir impacto.

Al momento de identificar las Acciones Impactantes, se establecerá dos relaciones definitivas, una para cada período de interés considerado, es decir, acciones susceptibles de producir impactos durante la fase de construcción y acciones que pueden ser causas de impactos en la fase de operación con el proyecto ejecutado.

Para la identificación de las acciones, se debe diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros a determinados aspectos, como ser acciones que modifiquen el uso del suelo, las aguas, las derivadas de almacenamiento de residuos, las que impliquen sobre y/o sub explotación y de recursos, las que modifiquen el medio biótico, den lugar a deterioro de paisaje, que repercutan sobre las infraestructuras, que modifiquen el entorno social, económico y cultural, aquellas derivadas del incumplimiento de las normativas medioambientales vigentes, etc.. Estas acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y momento en que intervienen en el proceso.

Por ello, es que luego de un adecuado relevamiento de los alcances del proyecto, es que se concluyeron las acciones siguientes (Tabla4-1):

Acciones Impactantes			
Fase Construcción	A.FC-1	Modificación hábitat.	El desarrollo de la etapa de construcción puede significar una modificación temporal del hábitat tanto de la fauna como la humana, generando almacenamiento transitorio de materiales y disposición de tierra sobrante, posibles derrames y/o pérdidas de sustancias especiales.
	A.FC-2	Alteración cubierta terrestre.	Nivelación, compactación del terreno y conformación taludes en la zona de la planta de tratamiento. Apertura y relleno de zanjas. Mano de Obra.
	A.FC-3	Alteración vegetación.	Extracción de arbolado urbano y/o cobertura vegetal. Disposición de residuos sólidos

Acciones Impactantes			
		(vegetales). Mano de obra.	
A.FC-4	Excavación.	Excavaciones y zanjeo. Depresión de napas. Disposición transitoria del material excavado y/o reposición. Mano de Obra.	
A.FC-5	Emisión de polvo.	Generación de polvos.	
A.FC-6	Materiales utilizados para la construcción.	Agua, energía eléctrica, combustibles, hormigón, cañerías, armaduras, tablestacado, etc.	
A.FC-7	Equipo e instalación eléctrica.	Tendido eléctrico nuevo, equipamiento eléctrico necesario para el funcionamiento de los pozos de bombeo y plantas de tratamiento. Maquinaria para movimiento de suelos. Mixer. Mano de obra.	
A.FC-8	Montaje y obra de ingeniería.	Fundaciones, hormigonado y construcciones. Instalación de equipos. Montaje de cañerías. Prueba hidráulica de cañerías. Mano de obra.	
A.FC-9	Producción de ruido y vibraciones.	Generación de ruidos provenientes de la maquinaria utilizada.	
A.FC-10	Alteraciones drenaje.	Producto de los movimientos y disposición de suelos.	
A.FC-11	Coste proyecto.	Adquisición de materiales e insumos. Contratación de mano de obra. Costos administrativos y estudios especiales.	
A.FC-12	Recubrimientos de superficie.	Reposición de arbolado urbano. Mano de Obra.	
A.FC-13	Vías de acceso.	Restitución y construcción de vías de comunicación. Mano de Obra.	
Fase Operación	A.FO-1	Funcionamiento de Red de Desagües Cloacales.	Buen escurrimiento de las aguas residuales.
	A.FO-2	Mantenimiento de Red de Desagües Cloacales.	Monitoreo del funcionamiento y reparación de roturas de las cañerías, pozos de bombeo y demás elementos que constituyen las Redes de Desagües Cloacales. Empleo.
	A.FO-3	Entrada de agua residual.	Caudales, materias minerales, orgánicas, microorganismos, etc.
	A.FO-4	Pretratamiento.	Desbaste, desarenado, predecantación. Empleo.
	A.FO-5	Tratamiento primario.	Decantación, filtración, desengrase. Empleo.
	A.FO-6	Tratamiento secundario.	Aerobio, anaerobio, superficial, decantación, filtración, destino final de aguas, etc. Empleo.
	A.FO-7	Tratamiento de fangos.	Espesamiento, secado y destino final de fangos. Empleo.
	A.FO-8	Evacuación de efluentes.	Caudales vertidos en el río y laguna.
	A.FO-9	En general para todos los procesos.	Ruidos y vibraciones, olores, sanidad, control biológico, coste, averías, riesgo y accidentes.

Tabla 4-1: Acciones Impactantes

Luego de la identificación de las Acciones Impactantes, de debe llevar a cabo la determinación de los Factores Impactados del ambiente con la finalidad de detectar aquellos aspectos del Medio Ambiente cuyos cambios motivados por las distintas acciones del Proyecto en sus sucesivas fases (construcción y operación), supongan modificaciones positivas o negativas de la calidad ambiental del mismo.

Para su definición, deben aplicarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por lo tanto del impacto total producido por la ejecución del Proyecto, sobre el Medio Ambiente.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamiento ni redundancia.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartografía o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles.

Teniendo en cuenta estos criterios, se confecciono una tabla donde se determinaron los Factores Impactantes tanto de Medio Natural como del Medio Socioeconómico del Proyecto. Está se muestra a continuación (Tabla 4-2):

Factores Impactados			
Medio Natural	F.MN-1	Aire	Temperatura, humedad, contaminación atmosférica y sonora, brumas y niebla.
	F.MN-2	Suelo	Erosión, topografía, textura/permeabilidad, características químicas, PH, otras características físicas, acumulación de fangos, contaminación microbiológica.
	F.MN-3	Agua	Capacidad de autodepuración, calidad de agua/salinización, turbiedad, alteración en la recarga acuíferos, contaminación acuíferos agua subterránea, contaminación aguas superficiales.
	F.MN-4	Vegetación	Desaparición cubierta vegetal, productividad, estabilidad ecosistema.
	F.MN-5	Fauna	Presencia de insectos, roedores, aves, estabilidad ecosistema.
	F.MN-6	Medio Perceptual	Vistas y paisaje, elementos singulares, desarmonías.
Medio Socioeconómico	F.MS-1	Uso del territorio	Cambios de uso de la zona afectada, torrentes, zona húmeda, cultivos, industrias, zona residencial, excursionismo.
	F.MS-2	Cultural	Valores históricos-artísticos y vestigios arqueológicos, recursos didácticos.
	F.MS-3	Infraestructura	Sistema comunicaciones y saneamiento, red de servicios, vertedero de residuos, pozos absorbentes, cauces públicos.
	F.MS-4	Humano y Estético	Calidad de vida y bienestar, salud y seguridad, molestias y olores, hábitat próximo.
	F.MS-5	Economía y Población	Empleo, renta per cápita, gastos, beneficios económicos, economía local, provincial y nacional, población, núcleos de población, cambios en el valor de suelo, productividad agrícola, aprovechamiento y reutilización del recurso, consumo energía.

Tabla 4-2: Factores Impactados

4.4.1. Matriz de Impactos

Por medio de la Matriz de Identificación de Efectos, se comienza la Valoración Cualitativa. Está es del tipo causa-efecto, consistiendo en un cuadro de doble entrada en cuyas

columnas figurarán las acciones y dispuestos en filas los factores medioambientales susceptibles de recibir impactos. Además, nos permitirá identificar, prevenir y comunicar los efectos del Proyecto en el Medio, para posteriormente, obtener una valoración de los mismos.

Matriz de identificación de efectos

Factores del Medio	Acciones de las Actividades																						
	A.FC-1	A.FC-2	A.FC-3	A.FC-4	A.FC-5	A.FC-6	A.FC-7	A.FC-8	A.FC-9	A.FC-10	A.FC-11	A.FC-12	A.FC-13	A.FO-1	A.FO-2	A.FO-3	A.FO-4	A.FO-5	A.FO-6	A.FO-7	A.FO-8	A.FO-9	
F.MN-1	•				•			•	•												•		•
F.MN-2	•	•	•	•				•		•		•		•	•								•
F.MN-3				•				•		•				•	•							•	•
F.MN-4	•	•	•	•				•				•										•	•
F.MN-5	•	•	•					•	•			•										•	•
F.MN-6		•	•	•	•		•	•				•											•
F.MS-1	•	•	•				•	•				•	•										
F.MS-2	•																						
F.MS-3	•	•	•	•			•	•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
F.MS-4	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
F.MS-5		•	•	•		•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		

Tabla 4-3: Matriz de identificación de efectos

4.4.2. Matriz de Importancia

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una EIA simplificada.

En esta fase del EsIA, se “cruza” las dos informaciones, obtenidas en base a la Matriz de Impactos, con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del Proyecto, como de su explotación, y poder así valorar su importancia.

Una vez identificadas las posibles alteraciones, se hace preciso una previsión y valoración de las mismas. Esta operación es importante para clarificar aspectos que la propia simplificación del método conlleva. El EsIA, es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (interrelación Acción del proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

No es válido, por tanto, pasar, tras una identificación de posibles impactos, a un proceso de evaluación de los mismos sin un previo análisis enunciado, describiendo y analizando los factores más importantes constatados, justificando el por qué merecen una determinada valoración.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos (ver Tabla 4-3). Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Estos elementos tipo, o casillas de cruce, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial plasmado en la Tabla 4-4 y Tabla 4-5, a los que se añade uno o más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los once primeros símbolos anteriores. De estos once símbolos, el primero corresponde al signo o naturaleza del efecto, el segundo representa el grado de incidencia o intensidad del mismo, reflejando los nueve siguientes, los atributos que caracterizan a dicho efecto.

±	I
EX	MO
PE	RV
SI	AC
EF	PR
MC	I

Tabla 4-4: Situación espacial de los doce símbolos de un elemento tipo.

Hay que advertir que la importancia del impacto no debe confundirse con la importancia del factor afectado.

Vamos a describir a continuación el significado de los mencionados símbolos que conforman el elemento tipo de una matriz de valoración cualitativa o matriz de importancia.

Signo (±)

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difícil de predecir.

Este carácter (x), también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.

Intensidad (I)

Este término se refiere el grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX)

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del

entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico (vertido próximo y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.), se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

Momento (MO)

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_o) y el comienzo del efecto (t_i) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurrese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirse un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas (ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario – inmediato -, previsible aparición de una plaga o efecto pernicioso en una explotación justo antes de la recolección – medio plazo -,....).

Persistencia (PE)

Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, se considera que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); entre 4 y 10 años, si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente, asignándole un valor (4).

La persistencia, es independiente de la reversibilidad.

Un efecto permanente puede ser reversible o irreversible. Por el contrario, un efecto irreversible puede presentar una persistencia temporal.

Los efectos fugaces y temporales son siempre reversibles o recuperables.

Los efectos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles, y recuperables o irrecuperables.

Reversibilidad (RV)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna el valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si es Irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos períodos, son los mismos que se asignaron en el parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC)

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, por tanto por acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que la provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si representa un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presentan casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC)

Este atributo da la idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efecto acumulativo (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF)

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la recuperación de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como acción de segundo orden.

Para el caso de que el efecto es secundario toma el valor 1 y cuando es directo adquiere el valor 4.

Periodicidad (PR)

La Periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los discontinuos (1).

Importancia (I)

La importancia del impacto o efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en la Tabla 4-5, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
- Impacto beneficioso	+	- Baja	1
- Impacto perjudicial	-	- Media	2
		- Alta	4
		- Muy Alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
- Puntual	1	- Largo plazo	1
- Parcial	2	- Medio Plazo	2
- Extenso	4	- Inmediato	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz	1	- Corto plazo	1
- Temporal	2	- Medio plazo	2
- Permanente	4	- Irreversible	4
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		

EFFECTO (EF) (Relación causa-efecto) - Indirecto (secundario) - Directo	1 4	PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación) - Irregular o aperiódico y discontinuo - Periódico - Continuo	1 2 4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) - Recuperable de manera inmediata - Recuperable a medio plazo - Mitigable - Irrecuperable	1 2 4 8	IMPORTANCIA (I) $I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	

Tabla 4-5: Importancia del impacto.

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100.

Presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes. Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y crítico cuando el valor sea superior a 75.

Es importante destacar, que al igual que sucede con los valores de los distintos símbolos, los valores de las cuadrículas (elementos tipo) de una matriz no son comparables, pero sí lo son las cuadrículas y símbolos que ocupen lugares equivalentes en matrices que reflejen resultados de alternativas de un mismo proyecto, o previsiones de estado de situación ambiental consecuencias de la introducción de medidas correctoras.

Ponderación de la importancia relativa de los factores

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Es importante resaltar que no se debe confundir la importancia o interés que presenta un factor, con la importancia del impacto sobre ese factor, que vendrá determinada por un número entero.

Se atribuye a cada factor un peso o un índice ponderal, expresado en Unidades de Importancia (UIP), y el valor asignado a cada factor resulta de la distribución relativa de mil unidades asignadas a un total de factores ambientales.

Valoración Cualitativa

A modo de resaltar visualmente los valores obtenidos de los elementos, se utiliza la Tabla 4-6 donde se indican los colores correspondientes de acuerdo a la puntuación final.

Valoración Cualitativa		
Negativa (-)	Positiva (+)	Puntuación
Irrelevante	Irrelevante	0 - 25
Moderado	Media	25 - 50
Severo	Alta	50 - 75
Crítico	Muy Alta	75 - 100

Tabla 4-6: Valoración Cualitativa.

Matriz de Importancia

Factores del medio	UIP	FASE CONSTRUCCION														TOTAL	
		ACCIONES													Ab.	Rel.	
		A.FC-1	A.FC-2	A.FC-3	A.FC-4	A.FC-5	A.FC-6	A.FC-7	A.FC-8	A.FC-9	A.FC-10	A.FC-11	A.FC-12	A.FC-13			
F.MN-1	100	-25	0	0	0	-28	0	0	-25	-31	0	0	0	0	-109	-10,90	
F.MN-2	100	-16	-47	-23	-46	0	0	0	-46	0	-25	0	33	0	-170	-17,00	
F.MN-3	100	0	0	0	-19	0	0	0	-22	0	-19	0	0	0	-60	-6,00	
F.MN-4	100	-47	-42	-46	-40	0	0	0	-30	0	0	0	65	0	-140	-14,00	
F.MN-5	100	-22	-23	-29	0	0	0	0	-20	-29	0	0	29	0	-94	-9,40	
F.MN-6	100	0	-29	-27	-25	-19	0	-22	-29	0	0	0	46	0	-105	-10,50	
F.MS-1	75	-33	-32	-19	0	0	0	-35	-52	0	0	0	43	49	-79	-5,93	
F.MS-2	50	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-16	-0,80	
F.MS-3	50	-21	-22	-16	-22	0	0	-28	-33	0	0	0	0	44	-98	-4,90	
F.MS-4	100	-37	-31	-25	-28	-16	0	-19	-22	-28	-25	0	34	28	-169	-16,90	
F.MS-5	125	0	33	33	32	0	50	42	58	0	0	58	31	40	377	47,13	
TOTAL	Ab.	-217	-193	-152	-148	-63	50	-62	-221	-88	-69	58	281	161	-663	-	
	Rel.	-19	-17	-13	-13	-6,3	6,25	-2,9	-18	-8,8	-6,9	7,25	27,8	13,7	-	-49,20	

Tabla 4-7: Matriz de Importancia - Fase Construcción.

Factores del medio	UIP	FASE OPERACION														
		ACCIONES									TOTAL		TOTAL EFECTOS PERMANENTES DE LA SITUACION 1		IMPORTANCIA TOTAL	
		A.FO-1	A.FO-2	A.FO-3	A.FO-4	A.FO-5	A.FO-6	A.FO-7	A.FO-8	A.FO-9	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.
F.MN-1	100	0	0	0	0	0	0	-22	0	-25	-47	-4,70	-109	-10,90	-156	-15,60
F.MN-2	100	70	58	0	0	0	0	0	0	-25	103	10,30	-170	-17,00	-67	-6,70
F.MN-3	100	70	58	0	0	0	0	0	61	-25	164	16,40	-60	-6,00	104	10,40
F.MN-4	100	0	0	0	0	0	0	0	58	-25	33	3,30	-140	-14,00	-107	-10,70
F.MN-5	100	0	0	0	0	0	0	0	58	-25	33	3,30	-94	-9,40	-61	-6,10
F.MN-6	100	0	0	0	0	0	0	0	0	-25	-25	-2,50	-105	-10,50	-130	-13,00
F.MS-1	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	-79	-5,93	-79	-5,93
F.MS-2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	-16	-0,80	-16	-0,80
F.MS-3	50	73	75	75	75	75	75	75	0	0	523	26,15	-98	-4,90	425	21,25
F.MS-4	100	58	29	58	58	58	58	58	47	-25	399	39,90	-169	-16,90	230	23,00
F.MS-5	125	33	37	46	49	49	49	49	0	0	312	39,00	377	47,13	689	86,13
TOTAL	Ab.	304	257	179	182	182	182	160	224	-175	1495	-	-663	-	832	-
	Rel.	27,6	22,9	15,3	15,7	15,7	15,7	13,5	22,4	-18	-	131	-	-49,20	-	82

Tabla 4-8: Matriz de Importancia - Fase Operación.

De acuerdo a las valoraciones obtenidas, de las Matrices de Importancia (Tabla 4-7 y Tabla 4-8), se realizan las siguientes observaciones para cada fase.

Fase Construcción

En la Fase de Construcción, las importancias obtenidas en su mayoría representan impactos negativos, sin embargo, en cuanto a que su puntuación para la valoración cualitativa se encuentran dentro de los rangos Irrelevante y Moderado. Esto se debe a que en gran parte estos impactos son de duración temporal, reversibles en el corto o mediano plazo y/o de extensión puntual o parcial, favoreciéndose así que resulten puntuaciones entre -50 y 0.

En cuanto a las importancias positivas, las mismas presentan valores de afectación Media y Alta. Se detectan con facilidad en la Matriz, debido a que se encuentran en las acciones de Recubrimientos de superficie (A.FC-12) y Vías de acceso (A.FC-13) y el factor socio económico Economía y Población (F.MS-5).

Fase Operación

En la Fase de Operación, las importancias en su mayoría representan impactos positivos de Media y Alta Puntuación (entre 25 y 75), con una mayor cantidad de estas últimas.

Esto refleja que la obra es positiva en sí misma como a si también para el entorno que la rodea y sus beneficiarios.

Las importancias negativas son Irrelevantes con puntuaciones entres -25 y 0 y las mismas se dan en la acción En general para todos los procesos (A.FO-9), la cual engloba las molestias, costos, controles y riesgos que pudieran generarse.

5. Parámetros de Diseño

En el presente capítulo se determinarán los parámetros necesarios para la realización del proyecto.

5.1. Población

Se realizará una estimación de la población del Barrio Colastiné Norte, donde se desarrollara la obra.

5.1.1. Fuentes de Información

A continuación se aplicará el Capítulo 2 “Parámetros de Diseño” perteneciente a la Norma ENOHSA ("Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento"), a fin de estimar la población futura a servir.

Como datos poblacionales se emplearon las siguientes fuentes:

- Censos INDEC
- Censos IPEC
- Medidores de consumo eléctrico EPE
- Proyecto final de carrera UTN – FRSF, autores Falco y Rubiolo (2015)
- Proyecto final de carrera Fassi – Tossone (2007)

Es de importancia mencionar que Colastiné Norte constituye un barrio de la ciudad de Santa Fe, resulta una consecuencia que los datos censales no se encuentran desagregados. Por este motivo, se adoptaron diferentes criterios para la aplicación de la norma ENOHSA, como se describe a continuación (ver Tabla 5-1).

Zonificación	Radios censales	Habitantes			
		2010	2010	2001	1991
Colastiné Norte (al norte de la ruta)	14-15-26	3261	10.785		
Colastiné Norte (al sur de la ruta)	12-13-17-19-25	6159			
Colastiné Sur + La Guardia	16	1365			
S. J. del Rincón (Villa California)	09-24	2312	10.176	8.503	5.355
S. J. del Rincón (Norte)	27	622			
S. J. del Rincón (Resto)	05-06-07-08-10-11-23	7242			
Arroyo Leyes		3012	3.012	2.241	1.599

Tabla 5-1: Habitantes según censos IPEC.

Zonificación	Habitantes					
	2010			2014		
	Total	Desagregado	Porcentaje	Medidores EPE	Total	Desagregado
Colastiné Norte (al norte de la ruta)	10.785	3.261	30.2%	3.985	13.071	3.952
Colastiné Norte (al sur de la ruta)		6.159	57.1%			7.464
Colastiné Sur + La Guardia		1.365	12.7%			1.654

Zonificación	Habitantes					
S. J. del Rincón (Villa California)	10.176	2.312	22.7%	5.077	16.653	3.783
S. J. del Rincón (Norte)		622	6.1%			1.018
S. J. del Rincón (Resto)		7.242	71.2%			11.851
Arroyo Leyes	3,012	3,012	100%	2,592	8,683	8,683

Tabla 5-2: Habitantes según cantidad de medidores de energía eléctrica de EPE.

La población en Tabla 5-2 es obtenida multiplicando la cantidad de medidores de EPE por el número de habitantes promedio de cada hogar.

Distrito	N° de Pers. Por Hogar	Total de Personas en el Hogar								TOTAL	Prom. Hab. por Hogar
		1	2	3	4	5	6	7	8 y más		
Arroyo Leyes	Hogares	162	177	201	149	90	55	35	30	899	3,35
	Personas	162	354	603	596	450	330	245	270	3.010	
S. J. del Rincón	Hogares	474	718	650	589	316	192	73	75	3.087	3,28
	Personas	474	1.436	1.950	2.356	1.580	1.152	511	675	10.134	

Tabla 5-3: Hogares particulares ocupados por Distrito según Total de Personas en el Hogar. Fuente: INDEC - CENSO NACIONAL DE POBLACION, HOGARES Y VIVIENDAS 2010.

5.1.2. Metodología (ENOHSA - Capítulo 2 “Parámetros de Diseño”)

Para efectuar la proyección demográfica, en todos los casos se dividirá al período de diseño total del proyecto (20 años) en dos subperíodos de diseño de n_1 y n_2 años de duración (10 años cada uno).

Como método de estimación de la población se empleará el de las *Tasas Medias Anuales Decrecientes*, debido a que la zona ha sufrido un aporte inmigratorio significativo en el pasado reciente.

Al no poseerse información desagregada de los censos 2001 y 1991 para la zona en estudio, se calculan las tasas históricas de crecimiento poblacional con los valores de San José del Rincón. Este criterio se justifica tratándose de la localidad más cercana y que cuenta con datos más representativos para la población en estudio. La Comuna de San José del Rincón, se encuentra experimentando fluctuaciones demográficas similares a las del Barrio Colastiné Norte.

Una vez calculadas las tasas de crecimiento, se introduce el valor de población actual de Colastiné Norte estimado según el número de medidores de la EPE.

5.1.3. Cálculo (ENOHSA - Capítulo 2.1.3 “Proyección por el Método de las Tasas Medias Anuales”)

Las Tasas medias anuales se determinan con la siguiente fórmula:

$$i_t = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{N_1}} - 1$$

$$i_{II} = \left(\frac{P_3}{P_2}\right)^{\frac{1}{N_2}} - 1$$

Siendo:

- i_I : Tasa media anual de variación de la población urbana de la localidad durante el penúltimo período intercensal.
- i_{II} : Tasa media anual de variación de la población urbana de la localidad durante el último período intercensal.
- P_1 : Población urbana de la localidad según el antepenúltimo censo nacional.
- P_2 : Población urbana de la localidad según el penúltimo censo nacional.
- P_3 : Población urbana de la localidad según el último censo nacional.
- N_1 : Cantidad de años entre el penúltimo y antepenúltimo censo nacional
- N_2 : Cantidad de años entre el último y penúltimo censo nacional

VARIABLE	CANTIDAD*
P_1	5.355 hab (1991)*
P_2	8.503 hab (2001)*
P_3	10.176 hab (2010)*
N_1	10 años
N_2	9 años

Tabla 5-4: Habitantes de la Comuna de San José del Rincón.

Los valores de la Tabla5-4, son utilizados como referencia para la estimación de las tasas de crecimiento de la población del Barrio Colastiné Norte.

Aplicando las fórmulas:

$$i_I = \left(\frac{8.503}{5.355}\right)^{\frac{1}{10}} - 1 = 4,73\%$$

$$i_{II} = \left(\frac{10.176}{8.503}\right)^{\frac{1}{9}} - 1 = 2,02\%$$

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño, así como el primer subperíodo de n_1 años, se efectuará la proyección con la tasa media anual del último período intercensal ($i_I = i_{II}$) utilizando las siguiente expresiones:

$$P_A = P_3 * (1 + i_1)^{n_A}$$

$$P_0 = P_A * (1 + i_1)^{n_0}$$

$$P_{n1} = P_0 * (1 + i_1)^{n_1}$$

Siendo

- P_A : Población, expresada en número de habitantes, existente a la fecha de ejecución del proyecto.
- P_0 : Población prevista para el año de habilitación de la obra ($n=0$, año inicial del período de diseño).
- P_{n1} : Población al final del primer subperíodo de n_1 años.
- $i_I = i_{II}$: Tasa media anual de proyección, igual a la última intercensal. Se adoptan las tasas de la localidad vecina de San José del Rincón.
- n_A : Cantidad de años entre el último censo y el año de ejecución del proyecto
- n_0 : Cantidad de años entre el de ejecución del proyecto y el año inicial del período de diseño. En nuestro caso lo consideramos que la obra entrará en funcionamiento dentro de = 3 años
- n_1 : Cantidad de años del primer subperíodo de diseño = 10 años.
- n_2 : Cantidad de años del segundo subperíodo de diseño = 10 años.

Siendo para el caso en estudio:

$$P_A(\text{Cuadro 2}) = 3.952 + 7.464 = 11.416 \text{ hab}$$

Población de Colastiné Norte estimada a la fecha Año 2015.

$$P_0 = P_A * (1 + i_1)^{n_0} = 11.416 * (1 + 0,0202)^3 = 12.120 \text{ hab}$$

Población de Colastiné Norte estimada a la fecha Año 2018.

$$P_{n1} = P_0 * (1 + i_1)^{n1} = 12.120 * (1 + 0,0202)^{10} = 14.797 \text{ hab}$$

Población de Colastiné Norte estimada a la fecha Año 2028.

La tasa anual de proyección para el segundo subperíodo de n_2 años se determinará comparando el promedio de las tasas históricas:

$$i_2 = \frac{i_I + i_{II}}{2} = 3,37\%$$

Debido a que $i_2 > i_1 \rightarrow 3,37 > 2,02$, la proyección para los restantes n_2 años se efectuará con la misma tasa $i_1 = 2,02\%$, resultando:

$$P_{20} = P_{n1} * (1 + i_1)^{n2} = 14.797 * (1 + 0,0202)^{10} = \mathbf{18.066 \text{ hab}}$$

Población de Colastiné Norte estimada a la fecha Año 2038 (*Población de Diseño*).

AÑO	POBLACIÓN	VARIABLE
2015	11.416 hab*	P_A
2018	12.120 hab	P_0
2028	14.797 hab	P_{n1}
2038	18.066 hab	P_{20}

Tabla 5-5: Proyección demográfica estimada para la zona de estudio.

(*) El valor para el año 2015 se estimó en función de la cantidad de medidores, debido a que los censos oficiales no desagregan la población de Colastiné Norte, ya que este es un barrio perteneciente a la ciudad de Santa Fe.

Proyección Demográfica Colastiné Norte



Imagen 5-1: Grafico proyección demográfica de zona de estudio.

5.2.Caudales (ENOHSA – Capítulo 2.3 “Caudales”)

El caudal medio diario Q_{cn} para el año n , se determinará tomando en cuenta los siguientes aportes:

1. Caudales originados en el vuelco de los *usuarios domésticos* y de pequeños comercios e industrias.
2. Caudales debidos a la *infiltración* en las cañerías y cámaras, salvo que se demuestre la inexistencia de los mismos.
3. Caudales volcados por *grandes usuarios* (descargas concentradas)

Para el cálculo del caudal medio se utilizará la siguiente expresión general:

$$Q_{cn} = Q_{cn'} + I_n + \sum Q_{csn}$$

Donde:

- Q_{cn} : Caudal medio diario de diseño para el año n ($m^3/día$)
- $Q_{cn'}$: Caudal medio diario para el año n , debido exclusivamente a usuarios domésticos y pequeños comercios, oficinas e industrias y sanitarios de edificios públicos y grandes establecimientos ($m^3/día$).
- I_n : Caudal aportado por la infiltración para el año n , en $m^3/día$.
- $\sum Q_{csn}$: Sumatoria de los caudales medios diarios aportados por los grandes usuarios, para el año n (para un tramo de colectora, para la red integral, etc., según se trate).

En el Capítulo 8.13. “Caudales de Infiltración” de las normas ENOHSA, en el inciso a. se especifica que “*Cuando el tipo de junta de las cañerías sea flexible, en cualquiera de sus formas (aros de goma), no se considerarán aportes por infiltración a las colectoras*”.

Además, teniéndose en cuenta que en el reglamento de zonificación el barrio Colastiné Norte pertenece a una zona residencial, lo que conduce a que pueda eliminarse el tercer término de la expresión, quedando sencillamente:

$$Q_{Cn} = Q_{Cn}'$$

Es decir, que todos los aportes a la red cloacal son debidos a los usuarios domésticos.

El caudal medio diario doméstico Q_{Cn}' para el año n, se determinará por la siguiente expresión:

$$Q_{Cn}' = P_{sn} \times q_{cn} = P_{sn} \times \phi \times \delta_{cn}$$

Donde:

- P_{sn} : Población a servir con cloacas al final del año n incluyendo la población equivalente debida a los pequeños comercios, oficinas e industrias, etc. (habitantes). Surge del análisis efectuado en el capítulo 2 del presente trabajo.
- q_{cn} : Vuelco medio diario per cápita para el año n ($m^3/\text{hab.día}$)
- ϕ : Coeficiente de retorno de agua al sistema cloacal. En general puede adoptarse **0,80**.
- δ_{cn} : Dotación media de agua para el año n ($m^3/\text{hab.día}$). Se propone una dotación de **0,280 $m^3/\text{hab.día}$** .

Por lo tanto los caudales medios para las dos etapas se resumen en la Tabla 5-6:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
ϕ	0,8	-	coeficiente de retorno de agua al sistema cloacal
δ_{cn}	0,280	$m^3/\text{hab.día}$	Dotación media de agua potable
q_{cn}	0224	$m^3/\text{hab.día}$	Vuelco a la red cloacal medio diario per cápita
n	10	años	Año 2028
P_{s10}	14.797	hab	Población a servir con cloacas al final del año n
Q_{c10}'	3.315	$m^3/\text{día}$	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos
n	20	años	Año 2038
P_{s20}	18.066	hab	Población a servir con cloacas al final del año n
Q_{c20}'	4.047	$m^3/\text{día}$	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos

Tabla 5-6: Habitantes y caudales para n=10 y n=20 años.

Los caudales máximos y mínimos se determinan por las siguientes expresiones:

$$Q_{An} = \beta \times Q_{Cn}'$$

$$Q_{Bn} = \beta_1 \times Q_{Cn}'$$

$$Q_{Dn} = \alpha_1 \times Q_{Cn}'$$

$$Q_{An} = \alpha_2 \times Q_{Cn}'$$

La norma prevé una serie de coeficientes que relacionan el caudal medio diario (calculado previamente) con los caudales máximos y mínimos horarios y diarios. Estos

coeficientes se encuentran en el Cuadro 2.3.2. “Coeficientes para caudales volcados a colectoras” de la Norma ENOHSa (ver Imagen 5-2):

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h ≤ P _S ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _S ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _S ≤ 30.000 h	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Imagen 5-2: Cuadro 2.3.2. Norma ENOHSa.

Adoptándose los siguientes coeficientes (Tabla 5-7):

VARIABLE	CANTIDAD
α	1.95
α_1	1.30
β	0.42
β_1	0.70

Tabla 5-7: Coeficientes para caudales volcados a colectoras.

Por lo tanto los caudales extremos dados por la norma son los que se resumen a continuación (ver Tabla 5-8 y Tabla 5-9):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q _{A10}	1.392	m ³ /día	Caudal mínimo horario: Menor caudal instantáneo del día de menor vuelco.
Q _{B10}	2.320	m ³ /día	Caudal mínimo diario: Caudal medio del día de menor vuelco
Q _{D10}	4.309	m ³ /día	Caudal máximo diario: Caudal medio del día de mayor vuelco
Q _{E10}	6.464	m ³ /día	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.

Tabla 5-8: Caudales volcados a colectoras para n=10 años.

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q _{A20}	1.700	m ³ /día	Caudal mínimo horario: Menor caudal instantáneo del día de menor vuelco.
Q _{B20}	2.833	m ³ /día	Caudal mínimo diario: Caudal medio del día de menor vuelco
Q _{D20}	5.261	m ³ /día	Caudal máximo diario: Caudal medio del día de mayor vuelco
Q _{E20}	7.891	m ³ /día	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.

Tabla 5-9: Caudales volcados a colectoras para n=20 años.

Como puede observarse, los valores para n=10 años rondan el 82% de los calculados para n=20 años. Esto es así debido a que en la proyección demográfica se considera una tasa decreciente (curva asintótica). *Es por ello, que se propone calcular las plantas directamente en una etapa, es decir, para n=20 años.*

Estos valores de caudales serán empleados para dimensionar y verificar diferentes partes de la obra, tal como se expresa en el Cuadro 2.3.3 “Cuadro de caudales de diseño” de la Norma ENOHSa, que se transcribe a continuación (Tabla 5-10):

PERÍODO	CAUDALES DE DISEÑO				
	Mínimo del día de menor consumo	Mínimo diario anual	Medio diario anual	Máximo diario anual	Máximo del día de mayor consumo
	Q _A	Q _B	Q _C	Q _D	Q _E
INICIAL (0)	Verificaciones especiales optativas	<ul style="list-style-type: none"> - Verif. Est. De Bombeo. - Verif. unid. plantas - Verif. Autolimpieza colectoras 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos operativos - Verif. colectoras. 		<ul style="list-style-type: none"> - Verif. est. de Bombeo
10 AÑOS (10)	Verificaciones especiales optativas	<ul style="list-style-type: none"> - Verif. Est. De Bombeo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos operativos 1era. etapa planta con lagunas 	<ul style="list-style-type: none"> - 1era. etapa plantas de tratamiento (salvo lagunas) 	<ul style="list-style-type: none"> - Verif. h/d colectoras - Est. bombeo (1era. etapa)
FINAL (20)	Verificaciones especiales optativas	<ul style="list-style-type: none"> - Verif. Est. De Bombeo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos operativos planta con lagunas 	<ul style="list-style-type: none"> - Plantas de tratamiento (salvo lagunas) - Est. de bombeo - Verif. de algunas unidades de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad colectoras - -Est. de bombeo - -Verif. de algunas unidades de tratamiento

Tabla 5-10: Cuadro 2.3.3. Norma ENOHS.A.

5.3. Caracterización de los Líquidos Cloacales

Se disponen de los parámetros físico-químicos de la descarga cloacal sobre el Río Colastiné para el distrito Santa Fe. Estos datos fueron suministrados por Aguas Santafesinas y con un cuadro resumen de los valores medios (ver Imagen 5-3).

Período	01/01/2007 a 31/12/2007	01/01/2008 a 31/12/2008	01/01/2009 a 31/12/2009
Temperatura (°C)	-	-	-
pH (unidades de pH)	7,3	7,2	7,1
Conductividad (uS/cm)	666	787	719
D.Q.O. (mg O ₂ /l)	362	328	371
D.B.O. (mg O ₂ /l)	144	146	173
Total Sólidos Suspendidos (secado 105°C - mg/l)	276	152	219
Sólidos sedimentables en 2 horas (ml/l)	3,1	1,8	11
Sulfuros (mg/l)	1	2,5	0,4
Oxígeno disuelto (mg O ₂ /l)	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Coliformes totales (NMP/100 ml)	11.802.977	22.472.052	19.135.403
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	5.545.875	7.740.988	7.685.440
Sust. solubles en éter etílico (mg/l)	74	135	64
Hidrocarburos totales (mg/l)	< 2.0	8,9	< 2.0
Detergentes sintéticos (mg S.A.A.M./l)	0,5	0,9	0,7
Cianuros (µg/l)	< 50	< 50	< 50
Cromo (µg Cr/l)	< 50	< 50	< 50
Plomo (µg Pb/l)	80	< 50	< 50

Imagen 5-3: Parámetros físico-químicos de la descarga cloacal sobre el Río Colastiné.

6. Estudios Topográficos y Geotécnicos

6.1. Estudios Topográficos

Los datos topográficos se obtuvieron mediante la combinación de información suministrada por la Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe y, la consulta de un proyecto final de carrera "PROYECTO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA VECINAL DE COLASTINÉ NORTE" realizado por los ingenieros Fassi y Tosone.

Del primero, se consiguieron las curvas de nivel de la zona de estudio como así también la ubicación de los desagües pluviales futuros y estaciones de bombeo actuales y proyectadas. Del segundo, se adquirió la distribución de las conexiones domiciliarias que coinciden con lo estipulado en el reglamento de zonificación de la Municipalidad y se verificaron cotas de esquina de las cuales no se tiene certeza de su precisión.

A continuación, se muestra una imagen a modo ilustrativo de la zona y el relieve de la misma.

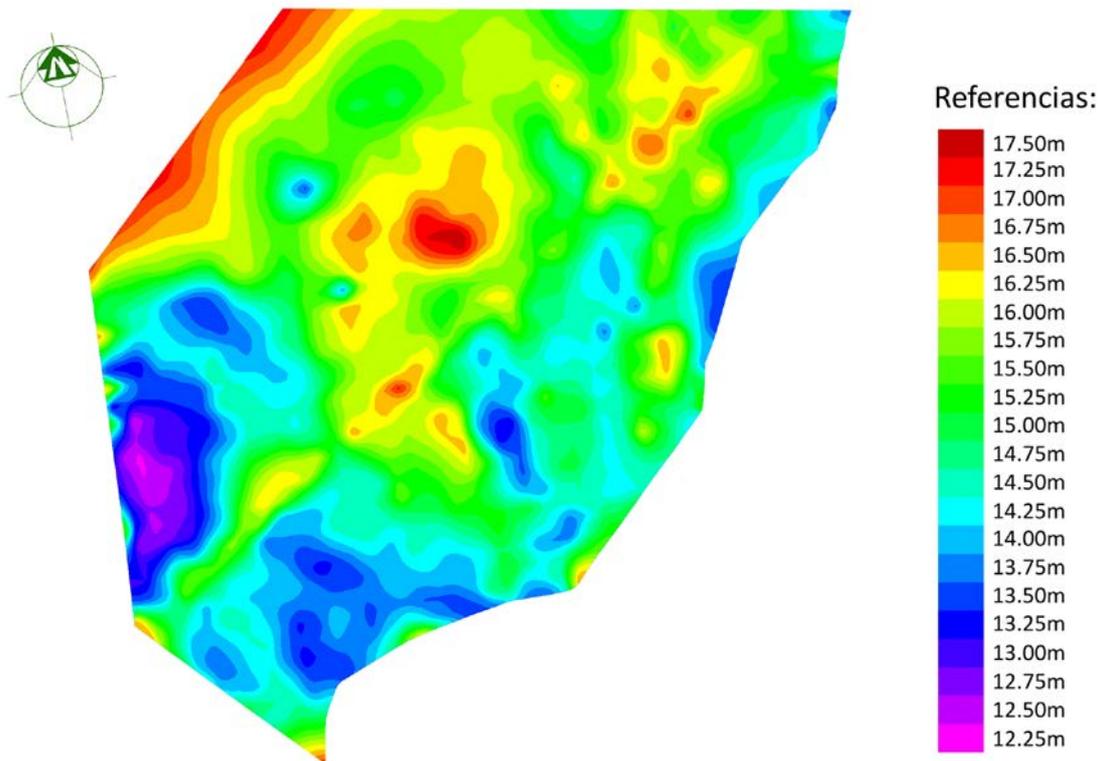


Imagen 6.1-1. Relieve Colastiné Norte

En la misma se ven en los rojizos y anaranjados determinan las zonas de mayor altitud (+16,50 a +17,50 m cota IGN), los tonos violáceos y azules las zonas más bajas (+12,50 a +14,25 m cota IGN) y por último las curvas coloreadas en amarillo y verde las zonas intermedias.

En la sección Anexo I: Planos y Documento Técnicos del TOMO II: Anexos, se encuentra ampliado el plano de la zona de estudio para un mejor entendimiento de la distribución y su topografía.

6.2. Estudios Geotécnicos

Se obtuvieron de dos fuentes distintas ECON Estudio Geotécnico y ROF (Ricardo Oscar Ferreyra).

En las tablas siguientes, se indica luego de un análisis de las cotas, la posible ubicación de la Napa Freática.

Estudio Realizado por ECON					
Ubicación: Terraplén Oeste Colastiné					
Progresiva desde intersección con ruta 168					
Pozo N°	Progresiva (m)	Cota Boca Pozo (m IGN)	Profundidad Napa (m)	Cota Napa (m IGN)	Fecha
5	2105	12.465	1.4	11.065	20/04/2008
6	2777	13.386	1.3	12.086	21/04/2008
7	3567	13.581	0.8	12.781	25/04/2008
8	4661	14.52	1.9	12.62	26/04/2008
9	5389	13.57	2.1	11.47	27/04/2008
10	5796	14.211	2.7	11.511	28/04/2008
11	5900	13.729	2.6	11.129	03/05/2008
12	6000	13.45	2.5	10.95	04/05/2008
			Promedio	11.70	
Ubicación: Rincón					
Pozo N°	Cota Boca Pozo (m)	Cota Napa (m)	Fecha		
1	12.8	10.8	12/06/2012		
2	12.8	11.3	12/06/2012		
	Promedio	11.05			

Estudio Realizado por ROF					
Ubicación: Ruta 1					
Progresiva (m)	Cota Ruta* (m)	Cota Boca (m)	Cota Boca (m IGN)	Cota Napa IGN	Fecha
km 2,9	16.17	-1.3	14.87	13.87	Julio 2014
km 5	16.14	-1.9	14.24	13.44	Julio 2014
			Promedio	13.655	
* En el presente estudio se hace referencia a una cota de ruta la cual no se especifica, por ello se hizo una estimación de la misma con distintos antecedentes					

De acuerdo a lo expuesto y a los estudios completos que se encuentran en el inciso Anexo III: Estudios de Suelo del presente, se puede concluir que se tiene suelos con las siguientes características: hasta los 3 o 3,5m Arena Limosa de baja o nula plasticidad, suelta con número de golpe que oscilan de 3 a 9 y con un $\phi = 25$ a 30° ; a partir de los 3 o 3,5m este se densifica un poco obteniéndose números de golpes mayores a 10. Además, se promedió los promedios de la cota de la napa concluyéndose aproximadamente que se encuentra a cota 12 m IGN.

Como conclusión, se entiende que se va a tratar con suelos sueltos sin cohesión, por tratarse de Arenas Limosas, dificultando los movimientos de suelos que se realizan en gran medida haciéndose necesario la utilización de entibados para contener los mismos, además se tiene que la napa freática se encuentra a pocos metros de la superficie del terreno, factor que dificulta el trabajo necesitándose para el trabajo contar con bombas que extraigan el agua de las zanjas.

7. Estudio de cuerpos receptores

Los cuerpos receptores son aquellos que reciben las aguas provenientes de las Plantas de Tratamiento de Líquidos Cloacales. Se encuentran ubicados en una de las zonas más extensas de la margen derecha del río Paraná en la Provincia de Santa Fe. El río Paraná ha labrado con sus sucesivos desplazamientos en tiempos geológicos, un gran valle aluvial que tiene un ancho del orden de 70 km a la altura de las localidades de San Javier (Provincia de Santa Fe) y la Paz (Provincia de Entre Ríos), comprendiendo desde las actuales barrancas en el lado entrerriano, hasta cerca del trazado de la Ruta Nacional Nº 11 (RN 11) en territorio santafesino, y estrechándose hacia aguas abajo a la altura de Santa Fe - Paraná.

Dentro del mismo se encuentra el denominado valle de inundación actual, que por el lado santafesino llega hasta el llamado "albardón costero", por donde actualmente se desarrolla la Ruta Provincial Nº 1 (RP 1). El valle de inundación actual ocupado periódicamente por las aguas en sus crecidas ordinarias y de un ancho de unos 30 km aproximadamente en la sección San Javier. La Paz, se estrecha a sólo 13 km (en sentido perpendicular al sentido del escurrimiento) en la sección Santa Fe - Paraná. Recorriendo esta última sección desde Paraná hacia el Oeste, se encuentra primeramente el cauce principal del río Paraná, a continuación una zona de islas frecuentemente inundadas, luego el río Colastiné que se conforma con los aportes del río San Javier y aportes del Paraná a través de numerosos cauces laterales, posteriormente se encuentra el llamado albardón costero, que en dirección SO - NO va bordeando el valle de inundación actual propiamente dicho, separándolo de las terrazas anteriores del valle aluvial, que se ubican hacia el Oeste. En esta última zona se desarrollan las lagunas Setúbal, Leyes, Capón y otras menores, alimentadas desde el Norte por los arroyos Saladillos y desde el Este por los arroyos Leyes, Potrero, Santa Rita, otros cruces menores y numerosos lugares de transfluencia no encauzados. En forma natural y en grandes crecidas el río Paraná supera su valle de inundación actual y tiende a ocupar todo su valle aluvial y a utilizar asimismo la Setúbal para descargar su caudal.

Debido a la complejidad de este sistema para su análisis de funcionamiento hidrológico se divide en:

Subsistema Colastiné-Paraná: está comprendido de Oeste a Este entre la RP 1 y la costa entrerriana, lindando al Sur con la RN 168. Los aportes y salidas son fundamentalmente a través del río Paraná, río Colastiné y en menor grado los aliviadores sobre la RN 168. Presenta transfluencias laterales hacia el subsistema Leyes-Setúbal en margen derecha.

Subsistema Leyes-Setúbal: tiene por límite la Rta. No 1 al Este, RN 168 al Sur y ciudad de Santa Fe al Oeste. Es alimentado por los arroyos Saladillos desde el Norte y por los arroyos Leyes, Potrero y Santa Rita que lo vinculan con el Subsistema Colastiné. En situación de grandes crecidas esta vinculación se produce adicionalmente a través de cortes y desbordes producidos en la RP 1. La salida se produce por la sección del puente Colgante y los aliviadores de la RN 168.

Subsistema Ruta Nacional 168-Alto Verde: ubicado aguas abajo de la RN 168 y comprendido entre la margen de Santa Fe y el Río Colastiné. Es el receptor de las salidas del Subsistema Leyes-Setúbal y de los desbordes del Subsistema Colastiné-Paraná.



Imagen 7-1: Ubicación general de la zona.

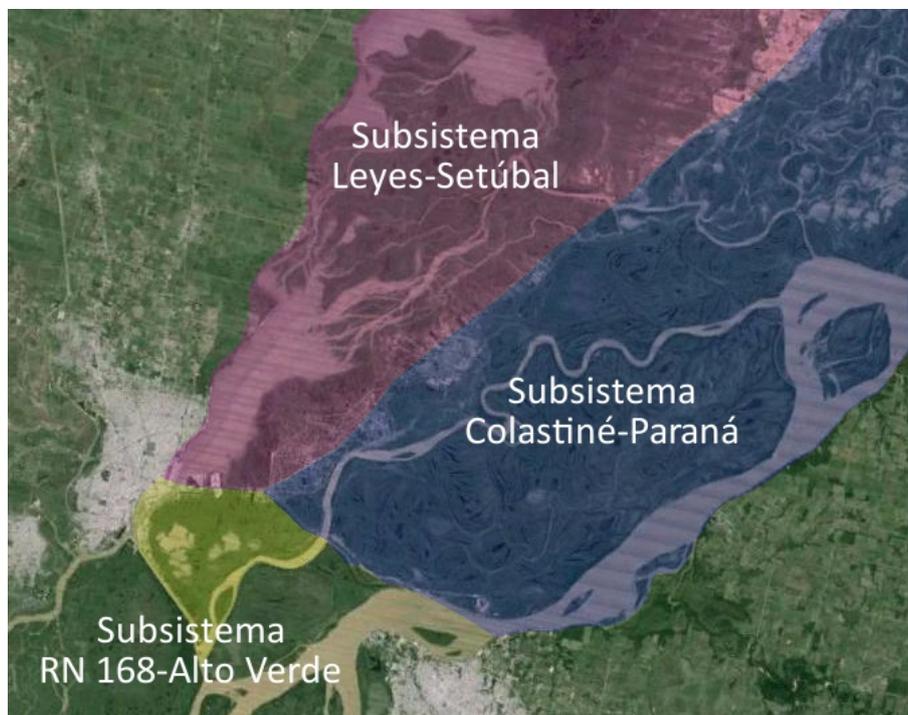


Imagen 7-2: Subsistemas Hidrológicos.

7.1.Laguna Setúbal

Se encuentra ubicada en la Provincia de Santa Fe, Argentina (coordenadas: 31°35'S, 60°37'O; 10 msnm). La misma está emplazada en pleno valle aluvial del río Paraná y forma parte de un conjunto sucesivo de lagunas, conocidas con los nombres de "Laguna Setúbal o Guadalupe", "Leyes o Santo Domingo" y "San Pedro o Capón", citadas de Sur a Norte. Integra uno de los brazos del delta interior del río Paraná en su tramo medio. Se asemeja a un enorme embudo extendido hacia el Norte; su borde Este está constituido por el "albardón de la costa", sobre el cual se desarrolla la Ruta Provincial N° 1; al Oeste la costa firme de la ciudad de Santa Fe y su prolongación al Norte hasta Angel Gallardo; al Sur desagua por la sección del puente Oroño y unos 10 km al Norte limita con la laguna Leyes.

El régimen hídrico de la laguna Setúbal depende fundamentalmente del río Paraná, a través del arroyo Leyes y en menor medida del arroyo Potrero. También aportan sus aguas los arroyos Saladillos Dulce y Amargo, de origen pluvial y por lo tanto con una incidencia de menor cuantía y no permanente.

La cuenca lacustre tiene 35 km de longitud de Norte a Sur. La superficie del espejo de agua es de 92 km², es la más grande del complejo y la alimenta permanentemente el arroyo Leyes y el arroyo Potreros. Como aportes semipermanentes: los arroyos Saladillo Dulce y Saladillo Amargo.

La laguna presenta un lecho arenoso, de suaves ondulaciones casi en su totalidad y relativamente playo (5 m en aguas altas), salvo en el tramo de desagüe de 1500 m de largo por 500 de ancho, en donde se advierten fuertes gradientes batimétricos y profundidades de hasta 28 m. En crecidas extraordinarias, como 1906, 1912 y 1982, se aforaron en el pico 10.800 m³/s en la sección de salida y, velocidades medias en la vertical de hasta 2,9 m/s.

Las descargas del sistema se vuelcan a la zona del puerto de Santa Fe y vuelven a conectarse con el Paraná por el riacho Santa Fe y el canal de acceso. Sobre la margen derecha de la laguna se asientan los balnearios de la Rambla, Espigón I y Espigón II y la Playa Grande desde el espigón hasta el faro. Sobre la izquierda se localiza el complejo Piedras Blancas.

En su margen derecha se produce el vertido de numerosos conductos pluviales de los asentamientos urbanos del Este de la ciudad de Santa Fe. La mayor parte de esos conductos funcionan como desagües cloacales debido a conexiones domiciliarias clandestinas que producen una importante polución de playas y aguas, tanto de uso recreativo como de deportes náuticos.

La laguna presenta una abundante y variada fauna íctica, propia de grandes ríos de llanura.

A continuación se muestra un cuadro con características físicas de la Laguna Setúbal:

DIMENSIONES FISICAS	
Superficie (km ²)	32
Volumen (hm ³)	48
Profundidad Máxima (m)	28
Profundidad Media (m)	2

DIMENSIONES FISICAS	
Rango Normal de Fluctuación Anual del Nivel de Agua (m)	8.5
Longitud de la Costa (km)	24
Tiempo de Residencia (años)	0.002

Tabla 7.1-1: Dimensiones Físicas Laguna Setúbal

7.2. Río Colastiné

El río Colastiné es un brazo del río Paraná, de unos 50 km de largo, ubicado entre las ciudades de Santa Fe y Paraná. Se encuentra en la provincia de Santa Fe, en el departamento La Capital y lleva el nombre de una tribu indígena de la región.

El río Colastiné es un curso secundario del sistema fluvial del tramo medio del río Paraná. Presenta la morfología típica de un curso meandriforme en toda su longitud, con anchos próximos a los 300 m y caudales para la condición hidráulica de desborde del orden de los 2200 m³/s. Su embocadura se encuentra sobre la margen derecha del curso principal del Paraná, al sur del eje imaginario que une la traza del Arroyo Leyes -en el lado santafesino- con Cerrito -en la ribera entrerriana-, en el Km. 635 de la ruta de navegación Hidrovía Paraguay - Paraná – Plata; su desembocadura se localiza a la entrada del Canal de Acceso al Puerto de Santa Fe, en el km 584 de la vía troncal de navegación, y a través de éste sus aguas vuelcan nuevamente al Paraná.

El Colastiné se define como cauce de segundo orden en el tramo medio del Paraná, dadas sus morfologías e hidráulica fluvial con capacidad de generación de las planicies de inundación diferenciadas de la del Paraná, dentro de la cual se inscriben sus trayectorias

La principal fuente de provisión de agua proyectada para la ciudad de Santa Fe está ubicada sobre este río. Parámetros de diseño del acueducto indican para el año 2022: abastecer a 523280 habitantes, dotación de 350 l/hab.día, y caudal de diseño de 210254 m³/día. La calidad del recurso es marcadamente superior a la de la toma sobre laguna Setúbal.

A modo de comparación, a continuación se muestra una tabla con características del Colastiné, ríos Salado y Paraná, extraída del Proyecto Final "Planta Depuradora de Efluentes Cloacales Domiciliarios para la Ciudad de Santa Fe" del año 2010, de los Ingenieros E. Franco, D. Gianassi y R. Hurani. Además se incluye un gráfico que muestra un resumen de los caudales medios a lo largo del año.

	Río Salado	Río Paraná	Río Colastiné	Río San Javier
Patrón de cauce	Meandriforme Irregular	Entrelazado de thalweg sinuoso	Meandriforme	anastomosado
B_c(m)	95	1.760	440	130
B_v(m)	1.200	15.000	---	---
h(m)	4	8	6.5	8.5
Q_{mód}(m³/s)	146	14.100	1.686	616
Q_{máx}(m³/s)	2.672	39.150	6.846	6.407
Q_{máx}/ Q_{mín}	141	9	12	148
Q_{bf}(m³/s)	200	17.000	2.000	700
I_c(cm/km)	8	2-5	2-4.5	1-3.5
I_v(cm/km)	18	9.4-5.6	11	7.1-5
Sedimento del lecho	arena fina - muy fina	arena media	arena media	arena media-cohesivo

Sedimento del margen	cohesivo	cohesivo-granular	granular	cohesivo
-----------------------------	----------	-------------------	----------	----------

Tabla 7.2-1: Comparación características ríos Salado, Paraná, Colastiné y San Javier

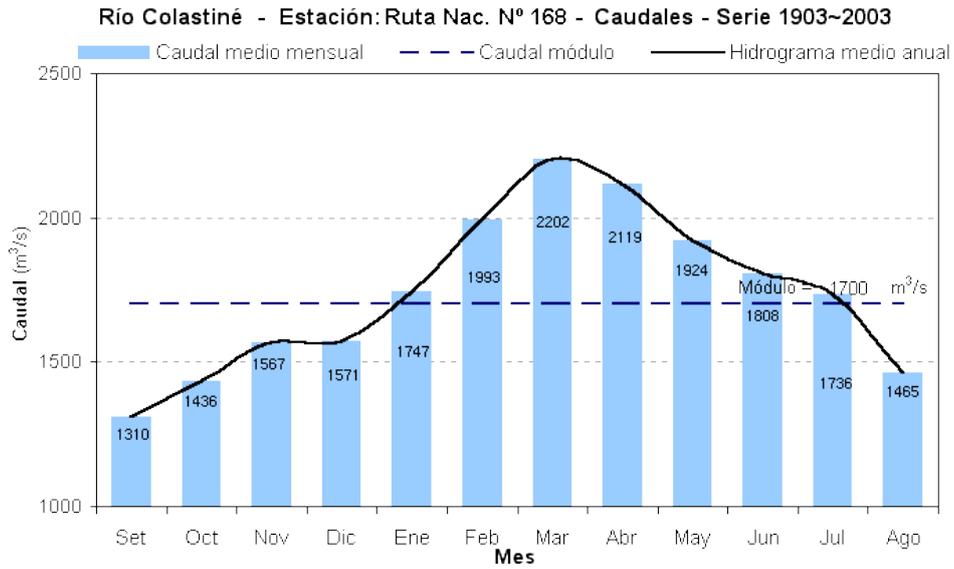


Imagen 7-3: Gráfico resumen caudales medio Río Colastiné

8. Alternativas Redes

8.1. Generalidades

Para el estudio de los posibles trazados de las redes cloacales, se consideraron los lineamientos del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) que establecen una regulación tal que el producto final tenga un óptimo y económico funcionamiento. En tal caso, se deberán tener en cuenta los siguientes puntos.

Red de colectoras

La red de colectoras deberá ser proyectada con el objeto de lograr, lo más económicamente posible, la evacuación en forma eficaz de los líquidos residuales de la población de diseño y conducirlos rápidamente a su destino final, el que deberá ser determinado y localizado previamente.

El concepto de economía no implica necesariamente el proyecto de menor costo inicial, debiendo garantizarse el buen funcionamiento durante el periodo de duración de los materiales y equipos seleccionados, a lo largo de la vida útil de la obra.

El proyecto y su construcción deberán asegurar la inexistencia de filtraciones o desbordes que puedan causar contaminación del suelo o capas acuíferas subterráneas, así como contemplar que no se produzcan atascamientos en las diversas instalaciones que componen el sistema.

Como la sedimentación del material sólido es difícil de evitar, en especial en la colectoras que reciben pocas conexiones (lo que es habitual al comienzo del período de diseño) deberán preverse los accesos que posibiliten las eventuales desobstrucciones.

Traza de la red

Las colectoras deberán proyectarse en tramos rectos entre accesos a las mismas.

Como guía general, las colectoras seguirán en su trazado, en lo posible, la tendencia del escurrimiento natural de las aguas superficiales, configurándose cuencas de aporte cuyos efluentes serán colectados por emisarios.

El trazado de colectoras deberá estudiarse a efectos de minimizar costos, planteando las alternativas que posibiliten un profundo conocimiento de la problemática a resolver, y que permitan discutir la mejor solución antes de su adopción.

Los trazados deberán implicar la menor profundización posible de las cañerías en el terreno.

Deberán minimizarse el número de accesos a la red, sin que por ello se resientan la posibilidades de desobstrucciones eventuales y el mantenimiento preventivo.

Deben evitarse en lo posible las estaciones de bombeo, las que sólo serán admitidas cuando sean imprescindibles y después de un adecuado análisis de alternativas y de una justificación técnico-económica.

En el caso de topografías accidentadas o de elevada pendiente, deberán preverse saltos, los que se diseñarán de manera tal que las colectoras cumplan con los requisitos fijados para el cálculo hidráulico y permitan a su vez la eventual desobstrucción.

Diámetros

Si bien el diámetro debe surgir del cálculo hidráulico, se fija el valor límite mínimo de 0,10 m para aquellas colectoras en las cuales el proyectista pueda demostrar que su capacidad de conducción es suficiente para los caudales a transportar al final del período de diseño de la obra.

Ubicación de las colectoras

Previo al trazado de la red de colectoras deberá verificarse la existencia de otras instalaciones visibles o subterráneas de servicios públicos o de propiedad privada y prever su remoción cuando tal solución sea posible.

Se proyectarán las colectoras en la vereda opuesta a la conducción de agua potable. En caso de que esto no pudiera cumplirse, se deberá respetar una distancia horizontal mínima de 0,60 m. Cuando el cruce con cañerías de la red de agua potable sea inevitable, las colectoras se proyectarán para que pasen por debajo de ellas a no menos de 0,15 m en vertical, para el caso de cruces, y no menos de 0,30 m entre invertido y extradós, cuando tenga un tendido paralelo.

Cuando sea inevitable la necesidad de instalar la colectoras en un cruce con la conducción de agua a menos de 0,15 m, de deberá envolver a la colectoras con hormigón o al menos separarla mediante una capa aislante de no menos de 5 cm de espesor.

Las colectoras de diámetros iguales o mayores que 300 mm no podrán recibir descargas domiciliarias. Tampoco podrán hacerlo todas aquellas, aún de diámetro menor instaladas a una profundidad de más de 3 m medida hasta el extradós del caño. En este caso, las conexiones con las unidades de viviendas se harán a colectoras subsidiarias.

Estructuras Especiales (sifones, bocas de registro, accesos, etc.)

El acceso a las conducciones para su desobstrucción eventual, se realizará mediante “Bocas de Registro” tradicionales o, teniendo en cuenta la necesidad de abaratar la obra, con “accesos no tradicionales”, los que deberán permitir la desobstrucción de las redes mediante equipos del tipo “hidro-jet”.

Los accesos, en cualquiera de sus tipos, deberán colocarse según los siguientes criterios:

- En todo cambio de dirección y/o pendiente, diámetro o material de la conducción.
- En toda intersección de colectoras.

- A distancia compatible con el método de desobstrucción previsto.
- Al comienzo de cañerías colectoras.

Para las “Bocas de Registro” convencionales se establece que:

- Deberán construirse con forma cilíndrica y diámetro interior mínimo de 1,0 m.
- Las tapas deberán ser resistentes para las condiciones de instalación previstas: “calzada” o “vereda”.
- Las tapas de comienzo de cada tramo y las intermedias correspondientes a tramos de más de 150 m sin conexiones domiciliarias o ventilaciones, deberán tener un orificio que posibilite la ventilación del sistema.
- La profundidad será la necesaria para realizar los empalmes de cañerías.
- La cota de fondo será la que corresponda al invertido del conducto más bajo.

El intradós de las cañerías que lleguen a un empalme o boca de registro deberá encontrarse a igual nivel o superior, que el correspondiente al intradós de la cañería de salida.

Tapada de los caños instalados en zanja

La tapada mínima sobre el intradós de las colectoras será de 0,90 m, para cañerías instaladas en calzadas. Deberán revisarse los proyectos de pavimentación futura, para asegurarse que en ninguna época (actual o futura) la tapada consignada no se cumpla.

Cuando se instalen por vereda, se admitirán tapadas mínimas de hasta 0,80 m, siempre que no afecten el desagüe de las fincas frentistas.

Para los cruces de calles se observará la tapada mínima de 0,90 m; la reducción de la misma solo podrá realizarse empleando medios especiales de protección justificados mediante un cálculo estructural, o mediante el uso, también justificado, de caños estructuralmente resistentes.

8.2.Consideraciones del Estudio de Alternativas

Al momento de plantear el trazado de las redes de aguas cloacales se evidenció que la topografía y la geotecnia de la zona, eran las principales complicaciones a resolver.

De acuerdo a lo mencionado en el Capítulo 6 - "Estudios Topográficos y Geotécnicos", la información recabada, fue obtenida del proyecto final de carrera "PROYECTO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA VECINAL DE COLASTINÉ NORTE" realizado por los ingenieros Fassi y Tosone y luego de una búsqueda en diferentes entes públicos se obtuvo de la Dirección de Ingeniería - Secretaría de Obras Públicas - Municipalidad de Santa Fe el Plano Desagües Pluviales Colastiné Norte, en el cual están confeccionadas las curvas de nivel del área de estudio.

Para facilitar la lectura e interpretación de dichos documentos, se trabajó bajo la premisa de asignarle colores a cada curva de nivel. De esta manera, se reafirmó la existencia de características topográficas variables en cortas distancias, asemejándose a un relieve de diente de sierra con desniveles irregulares, presentándose ocasionalmente bajos

pronunciados. Se observa, al ser tan cambiante el relieve, que en pequeñas distancias menores a los 200 m se alcanzan variaciones altimétricas de un poco más de 3 m.

Para plantear las diferentes alternativas de diseño de cañería se evaluó que alcance tendrá el proyecto. El mismo consiste en la realización de una red de cloaca que contará sólo con los tramos de cañería primaria y secundaria, decisión a la que se arribó de acuerdo a lo analizado con el Director de Proyecto y los Docente de la Asignatura Proyecto Integrador, considerando más conveniente estudiar diferentes alternativas de trazado de primarias y secundarias que llegar a una instancia de cañerías terciarias.

Al definir los trazados de las diferentes alternativas, se consideró una pendiente mínima del 3‰ para así tener la mayor cantidad de tramos que conduzcan los líquidos por gravedad. Una velocidad mínima de autolimpieza de 0,6 m/seg, que permite que los líquidos tengan la suficiente energía para arrastrar los sólidos sin que decanten en el fondo de la tubería, además, si la velocidad resultante fuese excesiva ($U_{máx} = 6 \times (g + R)^{\frac{1}{2}}$, ENOHS A Volumen I Capítulo 8.6.b) haría que los sólidos se separen de los líquidos. También, se tuvo en cuenta cuales serían los niveles de tapada en las llegadas a las cañerías secundarias/primarias, considerando el desarrollo de las terciarias que al comienzo poseen tapada mínima. Se acordó una profundidad máxima de entre 5 a 6 metros de excavación, debido a las características geotécnicas del suelo y la cercanía de la napa freática, a fin de disminuir el volumen de las excavaciones con entibado y la depresión del nivel freático; al llegar a estos niveles de profundidad se colocan estaciones de bombeo que permiten elevar la cañería y continuar la conducción por gravedad.

En primera instancia, se trabajó teniendo en cuenta la diagramación urbana de las calles y la ruta, como se muestra en la Alternativa A con sus variantes. El concepto de este trazado se basó en el desagüe de los tramos de cañerías secundarias a una colectora principal, ubicada a lo largo de la Ruta Provincial N°1. Resultando así, que los tramos de las redes secundarias se trazaron siguiendo las calles y como consecuencia de esto, se generaron cañerías de extensa longitud lo que trajo aparejado una gran cantidad de pozos de bombeo.

Por otro lado, se generó desde otro enfoque la Alternativa B con sus variantes, partiendo de la premisa que las cañerías acompañen el relieve de manera de no forzar la conducción de los líquidos y de modo que las mismas se comporten como los afluentes de un río. A partir de esto es que se utilizó el concepto de cuencas. Se tomaron como divisorias de aguas los terraplenes de defensa y la Ruta Provincial N°1, quedando así delimitadas dos cuencas, una a cada lado de la Ruta. Esta tarea, de que las cañerías sigan el relieve, es la más eficiente cuando se trata de trazados de redes cloacales, pero para este proyecto resultó no ser fácilmente ejecutable. Se trató, en la medida de lo posible, de utilizar las pendientes naturales del terreno, aunque esto haya sido una ardua tarea muchas veces obstaculizada por las condiciones topográficas. Trabajar bajo estos lineamientos condujo a algunos resultados positivos en dos puntos importantes, como ser la disminución de la longitud de cañerías y la cantidad de pozos de bombeo.

8.3. Procedimiento empleado para el trazado de la red

El proceso empleado para el trazado de las distintas alternativas de redes fue iterativo. Es decir que no se trató de un proceso lineal en donde un paso sigue al otro, sino que constantemente fue necesario volver sobre lo propuesto para verificar o corregir lo adoptado. Sin embargo, pueden expresarse a rasgos generales las diferentes etapas que llevaron a los distintos trazados de la red cloacal.

- Análisis general de la zona: En esta etapa se observó la topografía de la zona en base a las curvas de nivel disponibles. No se distinguieron a simple vista cuencas de escurrimiento superficial notables.
- Trazado de perfiles generales de la zona: Con el fin de visualizar posibles condiciones de escurrimiento se trazaron perfiles del terreno en base a las curvas de nivel disponibles. Como criterio general se trazaron 3 perfiles en calles principales perpendiculares a la ruta (calles Urunday, Eucaliptus y Corondas) y 2 perfiles longitudinales a la ruta (no coincidentes con ninguna calle). De esta manera se obtuvieron 5 perfiles que daban una idea más visual de la topografía. En el Plano 37 Perfiles Generales del TOMO II: Anexo I – Planos y Documentos Técnicos, pueden observarse los perfiles mencionados.
- Para lograr una visualización más precisa de la topografía, se recurrió a delimitar zonas con colores que destaquen los distintos niveles, lográndose una rápida confirmación de que la zona no sigue ningún parámetro (ver Capítulo 6 Imagen 6.1-1. Relieve Colastiné Norte)
- Se propusieron dos criterios generales para el trazado de la red:
 - 1º Tratamiento centralizado
 - 2º Tratamiento descentralizado
- Sobre cada una de estas alternativas se evaluaron variantes, lo que dio un total de 5 trazados a considerar.
- Los criterios para el trazado fueron los siguientes:
 - Partiendo de una tapada mínima que permita una futura conexión de la red terciaria, se fue calculando en diferentes puntos la tapada de la cañería.
 - Con la ayuda de una planilla Excel elaborada para tal fin, se fueron tanteando variaciones en los niveles.
 - Cuando la tapada resultaba excesiva (del orden de 5 – 6m) se propone un pozo de bombeo que permite elevar la cañería y minimizar la excavación.
 - Habiéndose propuesto el pozo de bombeo se cargaban nuevamente los datos de niveles y se verificaban tapadas mínimas y máximas.
- Una vez propuestos los diferentes trazados de red con la ubicación de los pozos de bombeo correspondientes, fue posible calcular las variables que nos permitieran elegir la alternativa más efectiva, esto es longitud de cañería, volumen de excavación, cantidad de pozos de bombeo, etc.
- En base a esto parámetros se elaboró una matriz de importancia para seleccionar el trazado más deseable.

La etapa de trazado de la red fue una de las más laboriosas del proyecto, debido a la complejidad de la topografía de la zona, como así también, a las decisiones sobre el trazado que se fue dibujando a medida que realizaban las evaluaciones. Es de importancia destacar, que el trazado de las variantes constituye una de las partes en la que más requirió de nuestros criterios ingenieriles a la hora de tomar decisiones.

8.4. Evaluación de Alternativas de Trazado de Red

A continuación se describen las alternativas propuestas, como así también, las variantes de las mismas. Estas contemplan las diferentes opciones de trazado de redes de cañerías colectoras cloacales primarias y secundarias con sus respectivas plantas de tratamientos. En cuanto a las plantas de tratamiento, se plantean tres posibles opciones de tratamiento.

Se analizan alternativas de trazado de Red Cloacal primaria y secundaria, es decir que no se estudia el trazado de la red hasta la conexión domiciliaria. De todas maneras, éstas fueron tenidas en cuenta en lo que respecta a la profundidad de las cañerías principales, con el fin de que en un estudio más detallado posterior pueda realizarse el proyecto completo de la red cloacal. Por lo dicho, la ubicación de las colectoras y los pozos de bombeo garantiza una cobertura de toda el área a servir.

En lo que respecta a la red cloacal las alternativas estudiadas pueden resumirse como sigue:

ALTERNATIVA “A”. Sistema Centralizado.

En esta alternativa se proponen dos colectores principales ubicados en ambos márgenes de la Ruta Provincial N°1. Hacia los mismos confluyen las cañerías secundarias en un esquema del tipo “espina de pescado”. Se efectúa un cruce de la ruta que lleva la cuenca Oeste hacia el Este, para terminar en una sola planta de tratamiento en la zona Sur Este. Los líquidos tratados se vuelcan en el río Colastiné.

Dentro de esta alternativa se evalúan 2 variantes:

Variante 1: Toda la zona en estudio es servida por la red cloacal. El cruce de la ruta se efectúa por la calle Charrúas.

TOMO II: Anexos: Anexo I Planos y Documentos Técnicos - Planos 04 y 05 y en Anexo II Tablas - PLANILLA ALTERNATIVA A VARIANTE 1.

Variante 2: No se sirve la zona Sur Oeste, previéndose para la misma un tratamiento independiente en el futuro. El cruce de la ruta se efectúa por calle San Francisco de Asís.

TOMO II: Anexos: Anexo I Planos y Documentos Técnicos - Planos 06 y 07 y en Anexo II Tablas - PLANILLA ALTERNATIVA A VARIANTE 2.

ALTERNATIVA “B”. Sistema descentralizado.

En esta alternativa se proponen 4 cañerías principales que se disponen perpendiculares a la ruta y descargan en las Plantas de Tratamiento o en pozos de bombeo

(según la variante). Los líquidos tratados son volcados al río Colastiné o a la Lagunas Setúbal (según la variante).

Dentro de esta alternativa se evalúan 3 variantes:

Variante 1: De las 4 cañerías principales, 3 terminan en plantas de tratamiento y 1 en un pozo de bombeo, desde el cual se impulsa a una planta. Por lo tanto se emplazan 2 Plantas de Tratamiento en el lado Este (lado río Colastiné) y 1 Planta de Tratamiento más 1 Pozo de Bombeo en el lado Oeste (lado Setúbal).

TOMO II: Anexos: Anexo I Planos y Documentos Técnicos - Planos 08 y 09 y en Anexo II Tablas - PLANILLA ALTERNATIVA B VARIANTE 1.

Variante 2: Las 4 cañerías principales terminan en Plantas de Tratamiento; 2 ubicadas en el lado Este y 2 en el Oeste.

TOMO II: Anexos: Anexo I Planos y Documentos Técnicos - Planos 10 y 11 y en Anexo II Tablas - PLANILLA ALTERNATIVA B VARIANTE 2.

Variante 3: Se disponen 2 plantas de tratamiento, 1 en el lado Este y otra en el Oeste. En esta alternativa pueden encontrarse 2 “sub variantes” según la disposición final de los líquidos provenientes del lado Oeste. En efecto, éstos pueden volcarse (luego de tratados) hacia la laguna Setúbal o bien, mediante una cañería de impulsión que cruce la ruta, al río Colastiné. En ambos casos los líquidos de la cuenca Este serían volcados al Colastiné.

TOMO II: Anexos: Anexo I Planos y Documentos Técnicos - Planos 12 y 13 y en Anexo II Tablas - PLANILLA ALTERNATIVA B VARIANTE 3.

8.3.1. Evaluación de las alternativas de Red Cloacal

Luego de efectuado un trazado preliminar de las distintas alternativas se evalúan ciertos parámetros significativos para la toma de decisión sobre la alternativa a elegir (Tabla 8-1). Estos parámetros son:

Longitud de cañería: Las cañerías principales que son objeto del presente estudio, fueron trazadas de manera de garantizar el servicio a toda el área en estudio. Por lo tanto, cada alternativa de trazado tendrá una longitud de cañería diferente, de acuerdo a la topografía de la zona por donde se emplacen las colectoras.

Volumen de excavación: Surge de suponer un ancho de zanja y multiplicar por la longitud y profundidad de las cañerías. La profundidad de las cañerías se calculó suponiendo una pendiente de 3 ‰. Luego, al seleccionar una de las alternativas, la pendiente se ajustará de ser necesario para cumplir los requisitos de diseño.

Pozos de bombeo: Para el emplazamiento de los mismos se observó la tapada de la cañería de cada uno de los trazados. Los pozos fueron distribuidos de manera de evitar enterramientos excesivos. Como criterio general se propusieron profundidades máximas del orden de 5m.

Número de plantas de tratamiento: De acuerdo a la alternativa elegida se propone la cantidad de plantas de tratamiento a emplazar.

Bombeo e impulsión a PT: En el caso de la alternativa B variante 1 se dispone de una cañería de impulsión que lleva los líquidos cloacales desde un pozo de bombeo a la planta de tratamiento.

Abastecimiento a toda la población: En la alternativa A variante 2 se propone no servir a parte de la población, por lo tanto se evalúa esta variable con el fin de seleccionar la alternativa más conveniente.

Longitud por debajo de 12 IGN: Habiendo supuesto el nivel de la napa freática en 12m IGN, se computa la longitud de la cañería que estará por debajo de este nivel teniendo en cuenta las dificultades técnicas que este emplazamiento representa.

Excavación > 2,50m: Se propone como profundidad práctica de excavación 2,5m considerando que en el presupuesto se discriminarán los precios unitarios de excavación según sea mayor o menor a este valor. Puede observarse que casi la totalidad de la cañería evaluada en cada caso se encuentra por debajo de este valor, por tratarse de cañerías principales que recibirán colectora terciarias (no estudiadas en el presente trabajo).

VARIABLE	UNIDAD	Alternativa A		Alternativa B		
		Alt. A Var. 1	Alt. A Var. 2	Alt. B Var. 1	Alt. B Var. 2	Alt. B Var. 3
Longitud de cañería evaluada	m	26.049	27.576	16.288,84	16.288,84	17.601
Volumen de excavación	m ³	93.032	73.169	50.003	50.003	51.943
Pozos de bombeo	un	18	21	12	12	10
Número Plantas de Tratamiento	un	1	1	3	4	2
Bombeo e Impulsión a PT	-	No	No	Si	No	No
Abastecimiento a toda la Población	-	Si	No	Si	Si	Si
Longitud por debajo de 12 IGN	m	16.498	11.887	12.562	12.562	13.328
Excavación > 2,50m	m	23.683	964	14.084	14.084	14.567

Tabla 8-1: Planilla resumen características de cada Alternativa.

8.3.2. Presupuesto de los ítems más relevantes

Se elabora una aproximación al presupuesto considerando 4 ítems fundamentales:

Nº	ITEM	UNIDAD
1	Excavación relleno y compactación	m ³
2	Colocación de cañerías	ml
3	Pozo de bombeo	un
4	Planta de tratamiento	un

Tabla 8-2: Ítems.

Se proponen precios unitarios para cada uno de los ítems. Un análisis de precios más detallado se elaborará en el Capítulo 13 - “Cómputo y Presupuesto”, luego de definir la alternativa elegida.

Nº	ITEM	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	CANTIDADES				
				Alternativa A		Alternativa B		
				Var. 1	Var. 2	Var. 1	Var. 2	Var. 3
1	Excavación relleno y compactación	m ³	438,57	93032	73169	50003	50003	51943
2	Colocación de cañerías	ml	290,18	26049	27576	16289	16289	17601
3	Pozo de bombeo	un	523.245,66	18	21	12	12	10
4	Planta de tratamiento	un	4.522.821,94	1	1	3	4	2

Tabla 8-3: Precio unitario y cantidades por ítem.

Nº	TOTALES (\$)				
	Alternativa A		Alternativa B		
	Alt. A Var. 1	Alt. A Var. 2	Alt. B Var. 1	Alt. B Var. 2	Alt. B Var. 3
1	\$ 40.800.964	\$ 32.089.770	\$ 21.929.665	\$ 21.929.665	\$ 22.780.609
2	\$ 7.558.946	\$ 8.002.054	\$ 4.726.725	\$ 4.726.725	\$ 5.107.490
3	\$ 9.418.422	\$ 10.988.159	\$ 6.278.948	\$ 6.278.948	\$ 5.232.457
4	\$ 4.522.822	\$ 4.522.822	\$ 13.568.466	\$ 18.091.288	\$ 9.045.644
COSTO	\$ 62.301.154	\$ 55.602,804	\$ 46.503.804	\$ 51.026.626	\$ 42.166.200
PRECIO	\$ 108.933.568	\$ 97.221.503	\$ 81.311.901	\$ 89.220.055	\$ 73.727.601

NO INCLUYE RED TERCIARIA Y CONEXIONES

Tabla 8-4: Presupuesto de las Alternativas. (Coeficiente de resumen = 1,75)

8.3.3. Elección de la alternativa

Para las 5 alternativas se confecciona una matriz para la toma de decisión, donde se asigna un puntaje de 0 a 5 (siendo 5 lo más deseable y 0 lo menos deseable) a cada uno de los ítems analizados. A su vez cada ítem tiene un peso 1 a 10 (siendo 1 un criterio poco trascendente y 10 uno de mucha importancia para la elección) que pondera la relevancia del mismo.

En el presupuesto, se analizaron los cuatro ítems cuantificables de mayor incidencia (excavación, colocación de cañerías, pozo de bombeo y plantas de tratamiento). En la matriz se suman otras variables de peso que influyen en la toma de decisiones.

VARIABLE	PESO	Alternativa A		Alternativa B		
		Var 1	Var 2	Var 1	Var 2	Var 3
Costo	10	1	2	3	0	5
Abastecimiento a toda la población	9	5	0	5	5	5
Posibilidad de construcción por etapas	5	0	0	4	5	3
Interferencia con infraestructura existente (Autovía, desagües pluviales, etc.)	9	1	0	1	4	3
Longitud de impulsión (incluye impulsión desde la planta a cuerpo receptor)	6	1	1	0	1	3
Facilidad de mantenimiento de la red (Nº pozos de bombeo)	9	1	0	3	3	5
Longitud de la red	8	1	0	4	4	3
Operación de Plantas de tratamiento	7	5	5	1	0	2
TOTALES		122	61	170	171	238

Tabla 8-5: Matriz de toma de decisión.

Los puntajes fueron asignados de acuerdo al criterio de obtener una red cloacal óptima y eficiente para la zona de proyecto. En base a ello y por las variables evaluadas para cada Alternativa, se asigna una puntuación. Por este motivo, los resultados obtenidos reflejan que la Alternativa B Variable 3 se adecúa a los requerimientos del Proyecto.

9. Marco Teórico Planta de Tratamientos

9.1. Clasificación de los contaminantes

Se pueden clasificar en 3 categorías básicas de acuerdo a sus propiedades indeseables y de sus orígenes:

MATERIALES FLOTANTES.

Aceites, grasas, espumas y otros sólidos que son más livianos que el agua, hacen que el flujo sea desagradable a la vista, retardando el crecimiento de las plantas, bloqueando el paso de la luz, a través del agua.

El aceite en particular interfiere con la reacción natural del flujo, destruyendo la vegetación natural a lo largo de las márgenes, y además es tóxico para los peces y la vida acuática.

MATERIALES EN SUSPENSIÓN.

Materiales insolubles, tales como, los residuos, minerales que se adhieren a las márgenes de los cursos de agua como lodo desagradable a la vista, o depositándose lentamente en el fondo.

Si es suficientemente densa, ella sofoca los microorganismos purificadores útiles y arruina las fuentes de alimentación de peces.

Cuando las materias suspendidas y de naturaleza orgánica se descomponen progresivamente usan el oxígeno disuelto y producen gases nocivos y olores.

IMPUREZAS DISUELTAS.

Ácidos, alcoholes, metales pesados, insecticidas, cianuros y otros tóxicos, hacen que el agua no sea potable y destruya la vida acuática.

Nitrógeno y fósforo, estimulan el crecimiento de algas desagradables a la vista. Sin suficiente oxígeno disuelto, peces y vegetación acuática mueren.

9.2. Tipos de Tratamientos

El tratamiento de líquidos cloacales, comprende el conjunto de operaciones que deben aplicarse al agua residual para remover o transformar aquellos aspectos físicos, químicos y biológicos, que se encuentran provocando una alteración de ésta respecto de la fuente natural para ser adaptada a un uso específico bajo ciertos requisitos o normas; o bien para su inserción al medio natural con el menor impacto negativo posible.

El siguiente cuadro presenta una clasificación convencional de los procesos de tratamiento de aguas residuales (AR).

a) Tratamiento Primario

- Cribado o desbrozo
- Sedimentación
- Flotación
- Separación de aceites
- Homogeneización
- Neutralización

b) Tratamiento Secundario

- Lodos activos
- Aireación prolongada (procesos de oxidación total)
- Estabilización por contacto
- Otras modificaciones del sistema convencional de lodos activos: aireación por fases, mezcla completa, aireación descendente, alta carga, aireación con oxígeno puro.
- Lagunaje con aireación
- Estabilización por lagunaje
- Filtros biológicos (percoladores)
- Discos biológicos
- Tratamientos anaerobios: procesos de contacto, filtros (sumergidos)

c) Tratamiento terciario o “avanzado”

- Microtamizado
- Filtración (lecho de arena, antracita, diatomeas)
- Precipitación y coagulación
- Adsorción (carbón activado)
- Intercambio iónico
- Ósmosis inversa
- Electrodialisis
- Cloración y ozonización
- Procesos de reducción de nutrientes
- Otros

d) Tratamiento y evacuación de lodos

El tratamiento primario se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, bien directamente o pasando por una neutralización u homogeneización. El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales. En cuanto al tratamiento terciario su objetivo fundamental es la eliminación de contaminantes que no se eliminan con tratamientos biológicos convencionales

9.3. Pretratamiento y Tratamientos Primarios

Los pretratamientos de aguas residuales implican la reducción de sólidos en suspensión o el acondicionamiento de las aguas residuales para su descarga bien en los receptores o para pasar a un tratamiento secundario a través de una neutralización u

homogeneización. Los tipos fundamentales de T.P. son: cribado, sedimentación, flotación, homogeneización.

9.3.1. Cribado

El cribado o desbrozo se emplea para la reducción de sólidos en suspensión de tamaños distintos. La distancia o las aberturas de las rejillas dependen del objeto de las mismas, y su limpieza se hace bien manualmente o mecánicamente. Las rejillas de finos tienen aberturas de 5 mm o menos. Pueden llegar a eliminar entre un 5 y un 25% de sólidos en suspensión, contra un 40 a un 60% que se logran eliminar mediante sedimentación. Por esta razón, y también por el atascamiento, no es muy común el uso de tamices finos.

Las rejillas o cribas de gruesos tienen aberturas que pueden oscilar entre los 4 y 8 o 9 cm. Se usan como elementos de protección para evitar que sólidos de grandes dimensiones dañen bombas y otros equipos mecánicos.

9.3.2. Sedimentación

La sedimentación se utiliza en los tratamientos de AR para separar sólidos en suspensión de las mismas.

La eliminación de las materias por sedimentación se basa en la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentran, que acaba en el depósito de las materias en suspensión.

En algunos casos, la sedimentación es el único tratamiento al que se somete el AR. La sedimentación puede producirse en una o varias etapas o en varios de los puntos del proceso de tratamiento. En una planta típica de lodos activos, la sedimentación se utiliza en tres de las fases del tratamiento: 1) En los desarenadores, en los cuales la materia inorgánica (arena, a veces) se elimina del AR; 2) en los clarificadores o sedimentadores primarios, que preceden al reactor biológico, y en el cual los sólidos (orgánicos y otros) se separan; 3) en los clarificadores o sedimentadores secundarios, que siguen al reactor biológico, en los cuales los lodos del biológico se separan del efluente tratado.

Decantador primario

Es un dispositivo comúnmente realizado de hormigón armado y con forma circular, aunque también suele realizarse rectangular. Este tiene por objeto la sedimentación de partículas discretas (partículas inorgánicas no putrefactibles) y coloidales. Estos tanques tienen un tiempo de retención de 1,5 a 2,5 hs.

Los tanques de sedimentación primaria bien dimensionados y explotados con eficiencia eliminan entre el 50 y el 70 % de los sólidos suspendidos y entre el 25 y el 40 % de la DBO5.

La sedimentación de partículas coloidales se promueve a través de la adición de líquidos coagulantes, para así formar flóculos con una densidad mayor que sus partículas componentes, para luego sedimentar.

Los compuestos sedimentados son recogidos del fondo a través de barredoras horizontales que llevan el fango hacia unas canaletas en los extremos si el sedimentador es

rectangular, hacia el centro si es circular, donde desde ahí sale hacia el tratamiento de fangos. La entrada del fluido a tratar, es a través de los extremos o del centro

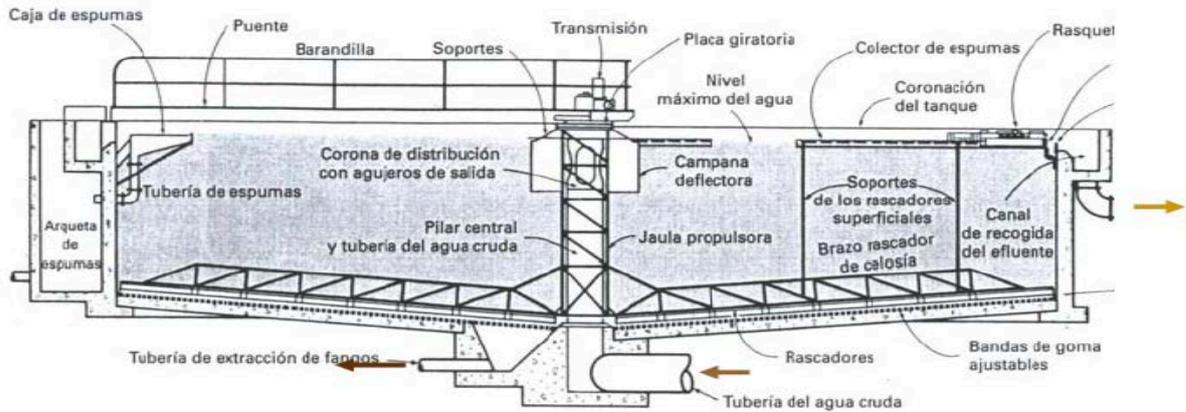


Imagen 9-1: Esquema transversal de un Decantador Primario circular de alimentación central.



Imagen 9-2: Vista superior Sedimentador Primario.



Imagen 9-3: Decantador Primario con barredoras de fondo.



Imagen 9-4: Barredora de grasas de Decantador Primario.



Imagen 9-5: Vertedero de Decantador Primario.

9.3.3. Flotación

La flotación es un proceso para separar sólidos de baja densidad o partículas líquidas de una fase líquida. La separación se lleva a cabo introduciendo un gas (normalmente aire) en la fase líquida, en forma de burbujas. La fase líquida se somete a un proceso de presurización para alcanzar una presión de funcionamiento que oscila entre 2 y 4 atm., en presencia del suficiente aire para conseguir la saturación en aire del agua. Luego, este líquido saturado de aire se somete a un proceso de despresurización llevándolo hasta la presión atmosférica por paso a través de una válvula reductora de presión. En esta situación, y debido a la despresurización, se forman pequeñas burbujas de aire que se desprenden de la solución. Los sólidos en suspensión o las partículas líquidas (por ej.: aceites o petróleo) flotan, debido a que estas pequeñas burbujas, asociándose a los mismos, les obligan a elevarse hacia la superficie. Los sólidos en suspensión concentrados pueden separarse de la superficie por sistemas mecánicos. El líquido clarificado puede separarse cerca del fondo, y parte del mismo puede reciclarse.

Los costos de inversión son inferiores para las unidades de flotación con respecto a las de sedimentación por gravedad. Por otro lado, los costes de operación son mayores en aquéllas debido, fundamentalmente, al coste de compresión del aire. Para el caso de lodos activos, los factores de carga permitidos para la flotación son aproximadamente el doble de los permitidos en sedimentación por gravedad, lo que da como consecuencia un costo inferior de instalación. Esto ocurre porque la velocidad del lodo activo por flotación es mayor que la velocidad de sedimentación. En cuanto a la calidad del efluente, ésta es mayor en las unidades de flotación, en cuyo caso la separación de sólidos puede llegar a ser, de una forma normal, de un 95% o mayor. El resultado de la flotación puede ser mejorado por la adición de coagulantes. Los coagulantes utilizados normalmente son: alúmina, cloruro férrico y polielectrolitos.

9.3.4. Neutralizado (y Homogeneización)

El tratamiento de neutralización se utiliza normalmente en los siguientes casos que se presentan en la depuración de AR:

1. Antes de la descarga de AR en un medio receptor. La justificación para la neutralización es que la vida acuática es muy sensible a variaciones de pH fuera de un intervalo cercano a $\text{pH}=7$.
2. Antes de la descarga de AR industriales al alcantarillado municipal. La especificación del pH de las descargas industriales en las alcantarillas se hace de forma frecuente. Es más económico hacer una neutralización de las corrientes de AR industriales antes de descargar en el alcantarillado municipal, que intentar hacer una neutralización de los mayores volúmenes de las AR mixtas combinadas domésticas e industriales.
3. Antes del tratamiento químico o biológico. Para los tratamientos biológicos, el pH del sistema se mantiene en un intervalo comprendido entre 6,5 y 8,5 para asegurar una actividad biológica óptima. El proceso biológico en sí mismo puede conseguir una neutralización, y en cualquier caso tiene una capacidad tampón como resultado de la producción de CO_2 , que da lugar a la formación de carbonatos y bicarbonatos en la solución. El grado de preneutralización requerido para el tratamiento biológico depende de dos factores: 1) la alcalinidad o acidez presente en el AR y 2) los mg/l de DBO que deben eliminarse en el tratamiento biológico. Este último aspecto está muy relacionado con la producción de CO_2 , que puede dar lugar a una pequeña neutralización de los residuos alcalinos.

9.4. Tratamientos Secundarios

La expresión tratamiento secundario se refiere a todos los procesos de tratamiento biológico de las AR tanto aerobios como anaerobios.

Tiene como misión fundamental la reducción de la materia orgánica en las aguas residuales, además de la sedimentación de partículas. El tratamiento secundario más comúnmente empleado para las aguas residuales urbanas consiste en un proceso biológico aeróbico seguido por una decantación, denominada secundaria.

Los procedimientos más usuales para poder desarrollar el proceso biológico son los denominados: Fangos activados y Lechos bacterianos o percoladores. Otros sistemas empleados en pequeñas poblaciones son: las lagunas de estabilización, los filtros verdes, los lechos de turba o contactores biológicos rotativos (Biodiscos).

El mecanismo de depuración de las aguas se realiza por oxidación biológica que consiste, en la asimilación de la materia orgánica degradable biológicamente por los microorganismos. Dependiendo si estos procesos ocurren en presencia o ausencia de oxígeno se tendrán tratamientos biológicos aeróbicos o anaerobios.

9.4.1. Digestión Anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual la materia orgánica es descompuesta por microorganismos en ausencia de oxígeno, produciéndose un gas con alto contenido energético denominado biogás ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) y un lodo compuesto principalmente por microorganismos, pero además se encuentran los compuestos más difíciles de degradar,

que en la mayor parte lo constituyen el nitrógeno y el fósforo, además de todos los elementos minerales como el potasio, calcio, magnesio, etc.

El metano producido por la descomposición, se puede utilizar como fuente de energía, así como también el lodo residual se lo puede utilizar como fertilizante agrícola.

Comparando el proceso aerobio con el tratamiento anaerobio, éste presenta una menor velocidad de degradación de la materia orgánica y crecimiento microbiano, lo que se traduce en:

- La necesidad de un mayor tiempo de retención de sólidos.
- La producción de una menor cantidad de lodos.

Una recuperación más lenta frente a una sobrecarga de tóxicos, sin embargo, las bacterias anaerobias pueden adaptarse a ellos e incluso llegar a degradarlos.

9.4.2. Digestión Aerobia

La digestión aerobia consiste en la transformación de la materia orgánica contenida en el agua residual en productos tales como: dióxido de carbono, aguas y nuevas células.

La mayor producción de lodos de los sistemas aerobios frente a los anaerobios genera un gran problema adicional, ya que se debe realizar un tratamiento con ellos, y disponerlos adecuadamente.

Con el tratamiento secundario se reduce fuertemente la DBO de las aguas residuales. Para lograr esto de manera eficiente, es necesario previamente, provocar el desarrollo de colonias bacterianas. Este desarrollo, puede generarse sobre masas materiales de grandes superficies como ser **lechos percoladores**, donde se fijan los microorganismos, o bien sobre flóculos en suspensión en el agua, como ser **lodos activados**.

9.4.3. Lagunas de Estabilización

Las lagunas de estabilización consisten en lagunas de importantes dimensiones donde el agua residual ingresa en un punto y el efluente estabilizado es retirado en otro lugar opuesto al primero. Las lagunas de estabilización son bastante populares, principalmente por ser de construcción, operación y mantenimiento simple. Por este motivo es adoptado por pequeñas ciudades e industrias, donde, el terreno está disponible a bajo costo. Se procede descargando el agua residual en la laguna y ésta se mantiene por el tiempo suficiente para estabilizar los desperdicios orgánicos. Este tiempo de retención oscila de 3 a 30 días o más. El factor más crítico es la cantidad de oxígeno que puede ser transferido a la laguna de oxidación. La materia orgánica no está uniformemente dispersa y la demanda de oxígeno es mayor en algunas secciones de la laguna que en otras. Este proceso es una forma de tratamiento de lodo activado, sin recirculación de lodos y con una concentración relativamente diluida de microorganismos. Las lagunas de estabilización se clasifican en:

- **Aeróbicas:** soportan cargas orgánicas bajas y contienen oxígeno disuelto en todo instante y en todo volumen del líquido.
- **Anaeróbicas:** se proyectan para altas cargas orgánicas y no contienen oxígeno disuelto. El proceso es semejante al de un digestor anaeróbico sin mezcla.

- **Facultativas:** Operan con una carga orgánica media. En las capas superiores hay un proceso aeróbico. En las capas inferiores se tiene un proceso anaeróbico, donde se produce simultáneamente fermentación ácida y metánica.
- **De Maduración:** Se utilizan como una segunda etapa de tratamiento a continuación de lagunas facultativas. Se diseñan para disminuir el número de organismos patógenos, ya que las bacterias y virus mueren en un tiempo razonable, mientras que los quistes y huevos de parásitos intestinales requieren más tiempo. También reducen la población de algas. Existe una pequeña disminución de la DBO.
- **Aireadas Facultativas:** Son una extensión de las lagunas facultativas convencionales. Tienen como función suministrar oxígeno al proceso, cuando la actividad de las algas se reduce durante la noche. Esta acción provoca la disminución de la zona anaeróbica e incrementa la aeróbica provocando la concentración de algas en toda la masa líquida.
- **Aireadas de mezcla completa:** Tienen un nivel de potencia instalados (aeradores) suficientemente alto para suministrar todo el oxígeno requerido y además para mantener en suspensión los sólidos. Es una variante de aeración prolongada sin recirculación. Tiene mayor permanencia hidráulica.
- **Lagunas de Sedimentación:** Son empleadas para clarificar el efluente de las lagunas aireadas aeróbicas. En ellas se produce el almacenamiento y digestión de los lodos sedimentados.

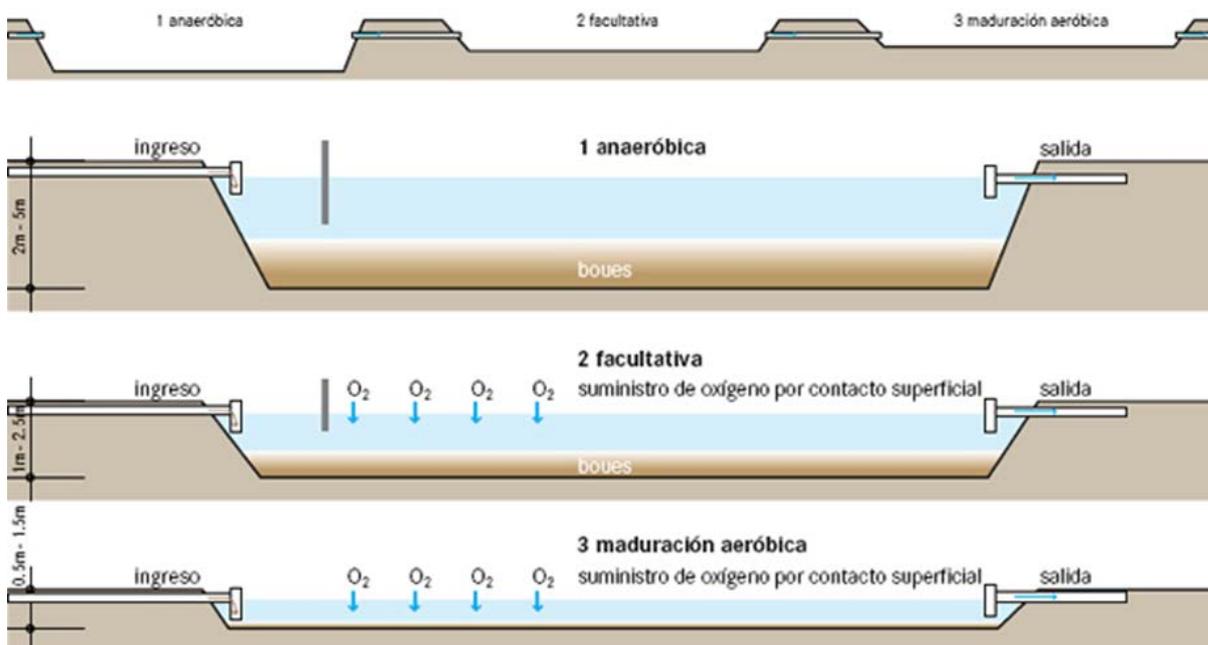


Imagen 9-6: Esquema de funcionamiento de un lagunaje en línea con Laguna Anaeróbica, Facultativa y de Maduración.

Para el estudio de la factibilidad en el uso de los procesos de lagunas de estabilización, se deben evaluar las condiciones aceptables para su uso, y las condiciones no aceptables para su uso.

- a) Condiciones aceptables para el uso:

- Altos requisitos de calidad bacteriana y ausencia de helmintos en el efluente.
 - La disponibilidad de terreno a bajo costo.
 - Bajo costo inicial en comparación con otras alternativas.
 - La presencia de temperaturas cálidas y ausencia de variaciones bruscas.
 - Bajo costo de operación y mantenimiento.
- b) Condiciones no aceptables para el uso:
- Altos requisitos de reducción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) para controlar la eutrofización del cuerpo receptor.
 - Alto costo del terreno para la planta de tratamiento.
 - La presencia de temperaturas bajas y variaciones bruscas.
 - La presencia de desechos coloreados.
 - La presencia de problemas sociales en la adquisición y ubicación de la planta de tratamiento.

9.4.4. Lodos Activados

El proceso de fango activado consta de un **reactor** y un **decantador secundario**. El residuo orgánico se introduce en el reactor donde se mantiene un **cultivo bacteriano aerobio** en suspensión conocido como líquido mezcla. El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de **difusores o aireadores mecánicos**, que también sirven para mantener el líquido mezcla en estado de mezcla completa.



Imagen 9-7: Vista de Tanque Aireador Reactor Biológico.

Al cabo de un periodo determinado, la mezcla de las nuevas células con las viejas se conduce hasta un tanque de sedimentación para su separación del agua residual tratada. Una parte de las células sedimentadas se recircula para mantener en el reactor la concentración de células deseada, mientras que la otra parte se purga del sistema.

Aunque el tratamiento biológico reduce la **DBO** del agua efluente en un 75-90%, la del fango se reduce en mucha menor medida, por lo menos suele ser necesario el posterior tratamiento de estos.

Para que se verifique el proceso, debe haber un equilibrio entre los microorganismos que se mantienen en el reactor y el alimento contenido en el agua residual, por lo que es necesario regular el caudal de fangos que se introduce en la balsa de activación en función de la cantidad de alimento que entra con el agua residual.

La dependencia de la temperatura en la reacción biológica es muy importante a la hora de evaluar la eficacia del tratamiento biológico. La temperatura no solo influye en las actividades metabólicas sino que tiene un profundo efecto en factores tales como las tasas de transferencia de gases y características de sedimentación de sólidos biológicos.

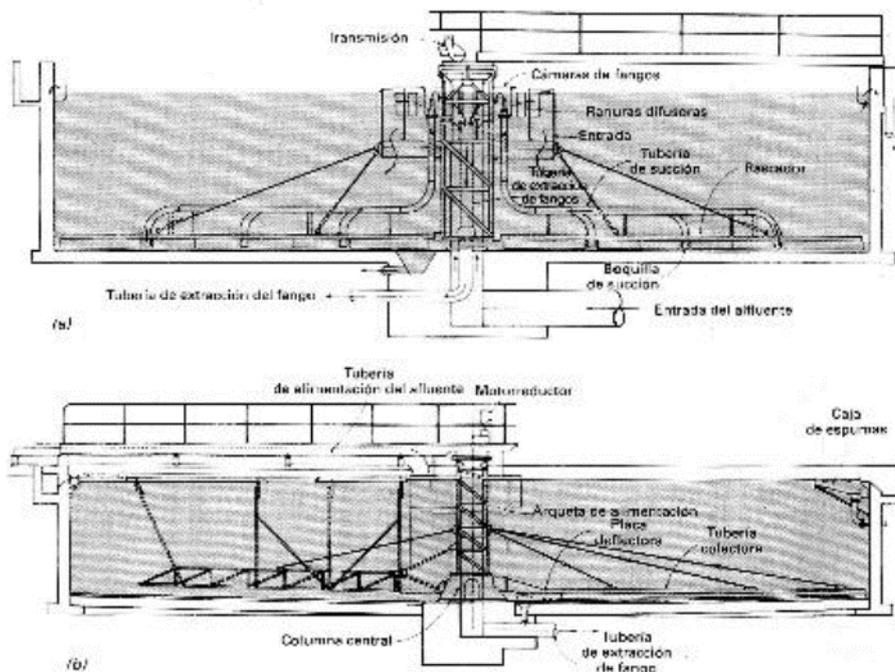


Imagen 9-8: Tanque Decantadores Secundarios circulares para la extracción rápida del fango.

9.4.5. Lechos Percoladores

Los reactores biológicos aerobios descriptos anteriormente suponen la presencia de un crecimiento biológico que se mantiene en suspensión dentro del reactor. Por esta razón se denominan *reactores de crecimiento biológico en suspensión*. Se ha desarrollado otro tipo de reactor en el que se utiliza algún tipo de soporte de crecimiento biológico, que se mantiene fijo en él. Estos reactores se denominan *reactores de crecimiento biológico asistido*. Los filtros percoladores pertenecen a este tipo de reactores de crecimiento asistido.

El filtro percolador consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual percola el agua residual. El medio filtrante suele estar formado por piedras, o diferentes materiales plásticos. Los filtros incluyen un sistema de drenaje inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que se

hallan separado del medio. El líquido recogido pasa a un tanque de sedimentación secundaria en el que se separan los sólidos del agua residual.

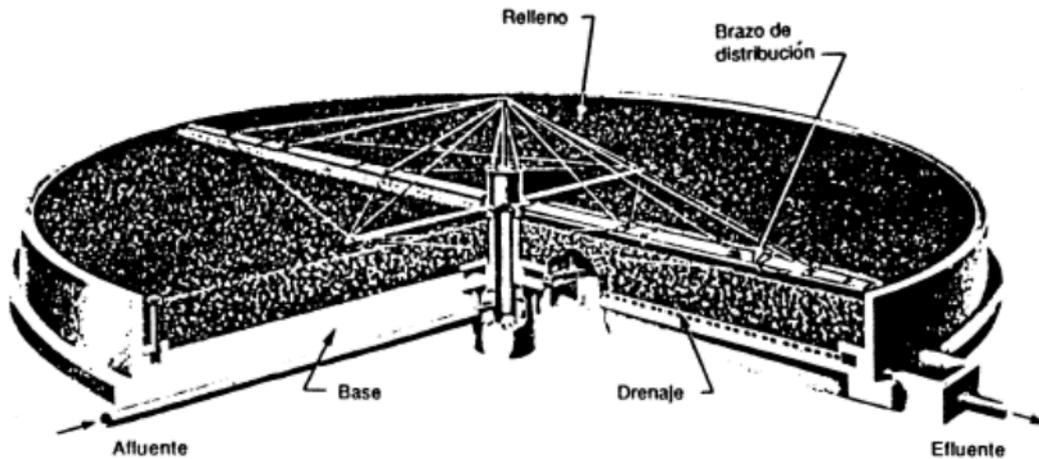


Imagen 9-9: Diagrama de un Filtro Percolador típico.



Imagen 9-10: Vista de Lecho Percolador de brazo giratorio.

La materia orgánica del líquido es absorbida en la película biológica, en cuyas capas externas se degrada bajo la acción de los microorganismos aerobios. Cuando los microorganismos crecen aumenta el espesor de la película y aquellos que se encuentran sobre la superficie del medio mueren por falta de oxígeno, de esta manera la película biológica se desprende del medio y es arrastrada por el agua dando lugar a una nueva capa.

La capa de limo que se forma junto al relleno tiene un espesor total comprendido entre 0,1 y 2,0 mm y está formada por una subcapa aerobia y otra anaerobia. El espesor de la subcapa aerobia es función del caudal de agua residual aplicado y de su DBO. Cuanto mayor sea la DBO del afluente, menor será el espesor de la subcapa aerobia, ya que se presenta un consumo más rápido de oxígeno. Por otra parte, los caudales elevados favorecen el mantenimiento de una subcapa aerobia más espesa debido al oxígeno disuelto suministrado con el afluente pulverizado.



Imagen 9-11: Esquemas de subcapas aerobia y anaerobia de un Filtro Percolador.

El proceso biológico aerobio que tiene lugar en la subcapa aerobia es típico, el sustrato se oxida para proporcionar la energía necesaria al proceso biológico. Otra parte del sustrato se utiliza para sintetizar nuevo material de constitución del limo.

En la subcapa anaerobia, la degradación tiene lugar con formación de ácidos orgánicos, CH_4 y H_2S . En los filtros percoladores la materia orgánica y coloidal se separa mediante oxidación aerobia, biosorción, coagulación y descomposición anaerobia. En esencia, no existe disminución de la carga orgánica por filtración mecánica. El término “filtro percolador” resulta confuso a este respecto.

9.4.6. Comparación entre los Filtros Percoladores y el Proceso de Lodos Activados

Para rendimientos en la disminución de la DBO de aproximadamente el 60%, se ha encontrado que normalmente los filtros percoladores son más económicos que el proceso de lodos activos, en particular para caudales pequeños de AR. Para rendimientos superiores en la disminución de la DBO (90% o más) el proceso de lodos activos es más económico debido a que el coste del material del relleno podría resultar demasiado elevado.

Algunas ventajas de los filtros percoladores sobre el proceso de lodos activos son:

1. No se necesita energía para la aireación
2. Operación sencilla
3. Respuesta lenta y recuperación más rápida de los cambios bruscos de la DBO
4. Son menos sensibles a la presencia de sustancias tóxicas en el afluente

9.4.7. Contractores Biológicos Rotativos (Biodiscos)

Los contractores biológicos rotativos, comúnmente conocidos como Biodiscos, consisten en una serie de discos circulares de poliestireno, o cloruro de polivinilo, situados sobre un eje a corta separación uno de otros. Los discos están parcialmente sumergidos en el agua residual y giran lentamente en el seno de la misma.



Imagen 9-12: Esquema de un Reactor Biológico Rotativo.

En el funcionamiento de un sistema de este tipo, los crecimientos biológicos se adhieren a las superficies de los discos, hasta formar una película biológica sobre la superficie mojada de los mismos. La rotación de los discos pone la biomasa en contacto, de forma alternativa, con la materia orgánica presente en el agua residual y con la atmósfera, para la adsorción de oxígeno.

La rotación del disco induce la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias.



Imagen 9-13: Vista de Reactor Biológico Rotativo.

10. Plantas de tratamiento

A continuación se enumeran los tipos de plantas de tratamiento a evaluar:

- Lagunas de estabilización
- Lechos percoladores
- Lodos activados

Las características generales de estos sistemas son las mencionadas en el Capítulo 9 - "Marco Teórico Planta de Tratamientos".

Una **Alternativa "0"** que podría haberse considerado, es la conexión directa de la red cloacal de Colastiné Norte a la cañería troncal de la ciudad de Santa Fe. Esta, fue descartada desde un comienzo. Una de las razones se debe a que la ciudad no posee una planta de tratamiento (hasta el momento no está planeada la ejecución de una PT) y los líquidos son volcados sin tratamiento directamente al río Colastiné. Como consecuencia del criterio adoptado para el presente proyecto y de acuerdo a los ideales del grupo de trabajo, no se considera adecuado evaluar esta Alternativa "0".

10.1. Evaluación de plantas de tratamiento

Los métodos de dimensionado son los expresados en las normas ENOHSA.

Como se mencionó en el Capítulo 5 - "Parámetros de Diseño", se calcularán las plantas de tratamiento directamente en una etapa, es decir para la población a 20 años.

10.2. Lagunas de estabilización (ENOHSA - Capítulo 11.10 "Lagunas de Estabilización")

El caudal medio diario $Q_{c(20)}$, se utilizará para el diseño hidráulico de las lagunas.

En el Capítulo 11.10.4 "Condiciones Generales a cumplir en el Diseño Definitivo" de las Normas ENOHSA se establece que la distancia mínima de las lagunas de estabilización respecto al núcleo urbano más cercano será de 1.000m. Esta condición resulta difícil de cumplir, debido a que la distribución de la población en las cercanías del sector de las defensas no permiten respetar dicho condicionante. De igual manera se realiza a continuación un predimensionamiento de las lagunas, con el fin de evaluar su aplicación.

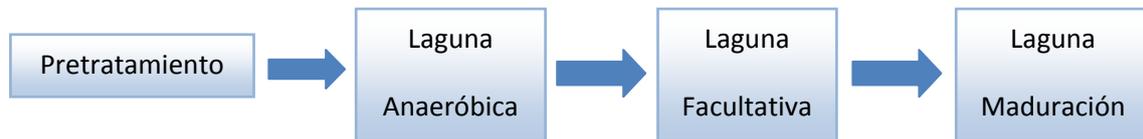
Las características generales de cada laguna se resumen en la siguiente Tabla10-1:

CARACTERÍSTICA	LAGUNA ANAEROBIA	LAGUNA FACULTATIVA	LAGUNA MADURACIÓN
Carga volumétrica ($gr_{DBO}/m^3.d$)	100 a 180	-	-
TRH (días)	2 a 5	-	min 5
Carga superficial ($kg_{DBO}/Ha.dia$)	1.000 a 3.000	-	-
Profundidad (m)	2,5 a 5	1,5 a 2,5	0,8 a 1,2
Talud (1 en x)	1 a 1,5	1,5 a 4	1,5 a 4
PH admisible	6,5 a 7,2	6,5 a 8,5	6,5 a 10,5
Intervalo de temp. donde es efectiva (°C)	6 a 50	0 a 50	0 a 30

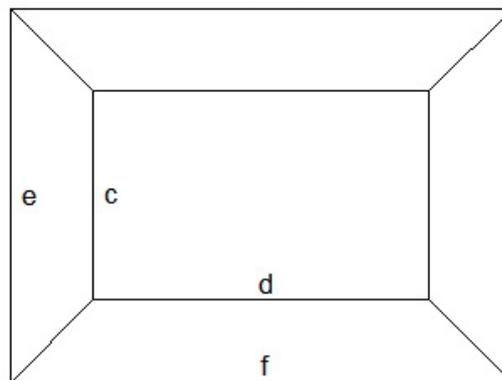
CARACTERÍSTICA	LAGUNA ANAEROBIA	LAGUNA FACULTATIVA	LAGUNA MADURACIÓN
Temp. óptima (°C)	30	20	20
Geometría recomendada	Cuadrada	Rectangular	Indistinto

Tabla 10-1: Características Generales de las lagunas.

Se propone el siguiente esquema:



PLANTA



CORTE



Imagen 10-1: Esquema general de una laguna.

10.2.1. Laguna anaeróbica

Cálculo del volumen según la carga orgánica volumétrica

$$V = \frac{COT}{COV}$$

Siendo:

- V: Volumen de la laguna (m³)
- COT: Carga orgánica total (g_{DBO}/d). Dato de diseño que surge de multiplicar la cantidad de habitantes por la carga diaria estimada por habitante
- COV: Carga orgánica volumétrica (g_{DBO}/d.m³). Se adopta un valor mínimo de 100 y un máximo de 180, obteniéndose respectivamente un volumen máximo y un mínimo de la laguna.

En nuestro caso puede adoptarse:

Carga orgánica: $DBO_5 = 40gr/hab * día$ (estimado)

Carga orgánica total: $DBO_5 \times P_1 = (40gr/hab * día) \times 18.066hab = 722.640 gr/día$

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{COT}{COV} = \frac{722.640}{100} = 7.226 \text{ m}^3$$

$$V_{m\acute{i}n} = \frac{COT}{COV} = \frac{722.640}{180} = 4.015 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen según el tiempo de retención hidráulico

$$V = Q \times TRH$$

Siendo:

- Q: Caudal de diseño (m^3/d)
- TRH: Tiempo de retención hidráulica admisible o recomendable. Se adopta TRH mín 2 días y máx 5 días, obteniéndose respectivamente un volumen mínimo y máximo.

$$V_{m\acute{i}n} = Q \times TRH = 4.047 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 2 = 8.094 \text{ m}^3$$

$$V_{m\acute{a}x} = Q \times TRH = 4.047 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 5 = 20.485 \text{ m}^3$$

Se adopta un volumen de 9.000 m^3 lo que nos da un TRH de 2,22 días.

Adoptándose los lados de la laguna y el talud, se calcula el volumen del tronco piramidal con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{H}{3} \times (B + b + \sqrt{B \cdot b})$$

Las características geométricas de la laguna adoptada son las que se indican en la siguiente Tabla 10-2:

LAGUNA ANAERÓBICA

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
H	5	m	Profundidad
c	25	m	Lado menor inferior
d	40	m	Lado mayor inferior
Pte.	1:2	m/m	Talud
e	45	m	Lado menor superior
f	60	m	Lado mayor superior
b	1000	m^2	Superficie base menor
B	2700	m^2	Superficie base mayor
V	8905	m^3	Volumen tronco pirámide

Tabla 10-2: Predimensionamiento Laguna Anaeróbica.

10.2.2. Laguna facultativa

Modelo de Hermann – Gloyna

Este método es muy conservador y garantiza entre 80 y 95% de eficiencia.

Cálculo del volumen

$$V = \frac{3,5 \times 10^{-2} \times Q \times L_i}{1,085^{(T-35)}}$$

Siendo:

- V: Volumen de la laguna (m³)
- Q: Caudal a tratar (m³/d)
- L_i: Concentración del influente (gr_{DBO}/m³). Este valor depende de la capacidad de reducción del DBO de la laguna anaeróbica. Como valor típico puede adoptarse 50% de la DBO total calculada en base a la cantidad de habitantes y a la carga contaminante diaria por habitante.
- T: Temperatura media **del agua** en el mes más frío del año (°C)

$$L_i = \frac{50\% \times COT}{Q} = \frac{0,5 \times 722.640.000 \text{ mg/día}}{4.047.000 \text{ lt/día}} = 89,28 \text{ mg/lt}$$

Puede adoptarse T= 10°C

$$V = \frac{3,5 \times 10^{-2} \times Q \times L_i}{1,085^{(T-35)}} = \frac{3,5 \times 10^{-2} \times 4.047 \text{ m}^3/\text{día} \times 89,28 \text{ mg/lt}}{1,085^{(10-35)}} = 97.207 \text{ m}^3$$

Cálculo aproximado del área

$$A = \frac{V}{H} = \frac{97.207 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 48.604 \text{ m}^2 (\text{aprox } 5 \text{ ha})$$

Las características geométricas de la laguna adoptada son las que se indican en la siguiente Tabla 10-3:

LAGUNAS FACULTATIVAS

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
H	2	m	Profundidad
c	100	m	Lado menor inferior
d	470	m	Lado mayor inferior
Pte.	1:2	m/m	Talud
e	108	m	Lado menor superior
f	478	m	Lado mayor superior
b	47.000	m ²	Superficie base menor
B	51.624	m ²	Superficie base mayor
V	98.588	m ³	Volumen tronco pirámide

Tabla 10-3: Predimensionamiento Lagunas Facultativas.

10.2.3. Lagunas de maduración

Con el fin de evaluar un área aproximada de estas lagunas se procede a calcular su volumen en base al TRH = 5 días (mínimo recomendable) y con una profundidad de 1m.

$$V_{\min} = Q \times TRH = 4.047 \frac{m^3}{\text{día}} \times 5 = 20.235 m^3$$

LAGUNAS DE MADURACIÓN

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
H	1	m	Profundidad
c	100	m	Lado menor inferior
d	200	m	Lado mayor inferior
Pte.	1:2	m/m	Talud
e	104	m	Lado menor superior
f	204	m	Lado mayor superior
b	20.000	m ²	Superficie base menor
B	21.216	m ²	Superficie base mayor
V	20.605	m ³	Volumen tronco pirámide

Tabla 10-4: Predimensionamiento Lagunas de Maduración.

10.2.4. Conclusión

LAGUNA	AREA NECESARIA (m ²)
ANAERÓBICA	2.700
FACULTATIVA	51.624
MADURACIÓN	21.216
Total	75.540

Tabla 10-5: Áreas lagunas.

El área requerida para este sistema de tratamiento es de aproximadamente unas 7,5ha, al cual se le debería adicionar un área correspondiente al pretratamiento. Estas dimensiones, por su gran extensión, hacen inviable el emplazamiento de este sistema en la zona de estudio. Considerando además, la antes mencionada restricción en cuanto a la distancia mínima en que deben ubicarse las lagunas con respecto a núcleos urbanos (1.000m), es que se descarta este sistema de tratamiento de efluentes.

10.3. Sedimentador Primario (ENOHSA - Capítulo 11.4 "Sedimentadores")

Para el tratamiento primario, se utilizan sedimentadores primarios que luego darán paso al tratamiento secundario en los lechos percoladores o lodos activados. A continuación se calculan los parámetros para ambas situaciones de acuerdo a las Normas ENOHSA y a la bibliografía especializada.

Cálculo de parámetros

Se calcula el área del sedimentador según la carga hidráulica superficial utilizando el Cuadro 11.4.3 "SEDIMENTADORES PRIMARIOS Carga Superficiales Hidráulicas de Diseño (Cuando no se cuente con ensayos de sedimentación)" perteneciente a la Norma ENOHSA (Imagen 10-2), utilizando los caudales medios y máximos.

Sedimentador	V _{0med} para Q _{E20} (1) (m ³ /m ² ·d)		V _{0máx} para Q _{E20} (1) (m ³ /m ² ·d)	
	Planta Rectangular	Planta Circular	Planta Rectangular	Planta Circular
Primario				
Tratamiento Primario Unicamente	20	17	50	52
Antes de Lechos Percoladores	32	27	80	67
Antes de Barros Activados	48	41	120	102

(1): Para líquido a 20°C

Imagen 10-2: Cuadro 11.4.3 Norma ENOHS.

Luego, del Cuadro 11.4.7 “SEDIMENTARES PRIMARIOS Valores de Permanencia y Tirantes Líquidos Mínimos de Diseño” de la Norma ENOHS (Imagen 10-3), se adopta el tirante y se verifica la permanencia.

Sedimentador Primario	Permanencia (horas)	Limpieza de fondo	Tirante mínimo (m)
Tratamiento Unico	2,0 a 2,5 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,50 m 2,00 a 3,00 m
Antes de Lechos Percoladores	1,0 a 2,0 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,00 m 2,00 a 3,00 m
Antes de Lodos Activados	2,0 a 2,5 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,50 m 2,00 a 3,00 m
Cuando reciba recirculación de barros o de licor mezclado de	1,0 a 2,0 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,00 m 2,00 a 4,00 m

Imagen 10-3: Cuadro 11.4.7 Norma ENOHS.

Eficiencia del Sedimentador Primario

La hipérbola que describe la remoción puede representarse como:

$$R = \frac{t}{(a + b \times t)}$$

Siendo:

- R: % de remoción (se SST o DBO según corresponda)
- t: Tiempo de retención en horas.
- a y b: Constantes empíricas.

VARIABLE	a	b
DBO	0,018	0,02
SST	0,0075	0,014

Tabla 10-6: Constantes empíricas.

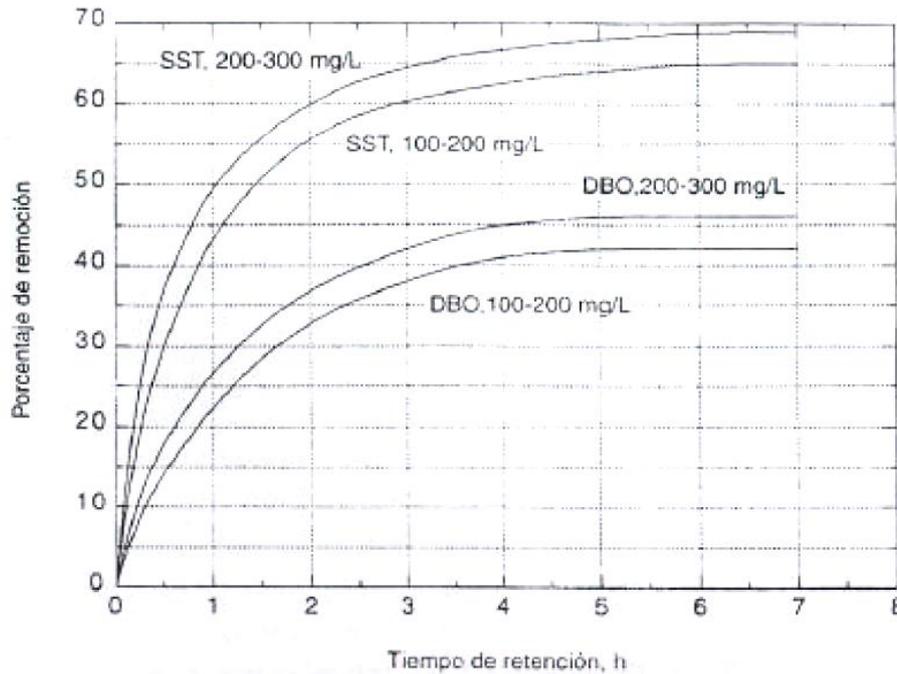


Imagen 10-4: Remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación primaria. (Metcalf & Eddy, 1996).

CARACTERÍSTICAS	INTERVALOS	TÍPICO
Sedimentación primaria seguida de tratamiento secundario:		
Tiempo de Retención (h)	1,5-2,5	2
Cargas de Superficie (m ³ /m ² .día)	-	-
A Caudal Medio	30-50	40
A Caudal Punta	80-120	100
Cargas sobre Vertedero (m ³ /m.día)	125-500	250
Sedimentación primaria con adición del lodo activado en exceso:		
Tiempo de Retención (h)	1,5-2,5	2
Cargas de Superficie (m ³ /m ² .día)	-	-
A Caudal Medio	24-32	28
A Caudal Punta	48-70	60
Cargas sobre Vertedero (m ³ /m.día)	125-500	250

Tabla 10-7: Información típica para el diseño de Sedimentadores Primarios (Metcalf & Eddy, 1996).

10.3.1. Sedimentador Primario antes de Lechos Percoladores

	VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
A₁ CAUDAL MEDIO	Q _{c20'}	4.047	m ³ /día	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos
	V _{Qmed}	27	m ³ /m ² .d	Carga superficial según cuadro 11.4.3 Norma ENOHA (Imagen 10-2)
	A ₁	150	m ²	Área superficial del sedimentador primario
A₂ CAUDAL MAXIMO	Q _{E20}	7.891	m ³ /día	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.
	V _{Qmed}	67	m ³ /m ² .d	Carga superficial según cuadro 11.4.3 Norma ENOHA (Imagen 10-2)
	A ₂	118	m ²	Área superficial del sedimentador primario

Tabla 10-8: Cálculo de Áreas del Sedimentador Primario.

De la Tabla 10-8, se determina que el área mayor le corresponde a A_1 . De acuerdo a ello, se tiene las siguientes dimensiones (Tabla 10-9):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
A_1	150	m^2
d	13,82	m

Tabla 10-9: Dimensiones Sedimentador Primario.

Del cuadro 11.4.7 Norma ENOHSA (Imagen 10-3) se adopta el tirante y verifica la permanencia. Se adoptan las siguientes dimensiones para el Sedimentador Primario (Tabla 10-10):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
d	13,90	m	Diámetro del sedimentador primario
A	152	m^2	Área superficial del sedimentador primario
h	3	m	Tirante líquido del sedimentador primario
V	455	m^3	Volumen
Q_{E20}	7.891	$m^3/día$	Caudal máximo, para el cálculo del TRH
TRH	1,38	h	Tiempo de retención hidráulica

Tabla 10-10: Dimensiones Sedimentador Primario.

$$1 < TRH < 2 \rightarrow \text{Verifica}$$

En base a las características del Sedimentador Primario (Tabla 10-10), se obtiene la siguiente Eficiencia de Remoción (Tabla 10-11):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
RDBO	30	%	Porcentaje de remoción de DBO
RSST	52	%	Porcentaje de remoción de SST
Si DBO	170	g/m^3	Carga orgánica que ingresa al sedimentador (dato de diseño)
Se DBO	118	g/m^3	Carga orgánica que sale del sedimentador
Si SST	200	g/m^3	Sólidos suspendidos totales que ingresan al sedimentador (dato de diseño)
Se SST	97	g/m^3	Sólidos suspendidos totales que salen del sedimentador

Tabla 10-11: Eficiencia de Remoción.

10.3.2. Sedimentador Primario antes de Lodos Activados

	VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
A_1 CAUDAL MEDIO	Q_{c20}^1	4.047	$m^3/día$	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos
	V_{Qmed}	41	$m^3/m^2.d$	Carga superficial según cuadro 11.4.3 Norma ENOHSA (Imagen 10-2)
	A_1	99	m^2	Área superficial del sedimentador primario
A_2 CAUDAL MAXIMO	Q_{E20}	7.891	$m^3/día$	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.
	V_{Qmed}	102	$m^3/m^2.d$	Carga superficial según cuadro 11.4.3 Norma ENOHSA (Imagen 10-2)
	A_2	77	m^2	Área superficial del sedimentador primario

Tabla 10-12: Cálculo de Áreas del Sedimentador Primario.

De la Tabla 10-12, se determina que el área mayor le corresponde a A_1 . De acuerdo a ello, se tiene las siguientes dimensiones (Tabla 10-13):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
A_1	99	m ²
d	11,21	m

Tabla 10-13: Dimensiones Sedimentador Primario.

Del cuadro 11.4.7 Norma ENOHSa (Imagen 10-3) se adopta el tirante y verifica la permanencia. Se adoptan las siguientes dimensiones para el Sedimentador Primario (Tabla 10-14):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
d	11,30	m	Diámetro del sedimentador primario
A	100	m ²	Área superficial del sedimentador primario
h	3	m	Tirante líquido del sedimentador primario
V	301	m ³	Volumen
Q_{E20}	7.891	m ³ /día	Caudal máximo, para el cálculo del TRH
TRH	0,92	h	Tiempo de retención hidráulica

Tabla 10-14: Dimensiones Sedimentador Primario.

$$2 < TRH < 2,5 \rightarrow \text{NO Verifica}$$

A los efectos de la selección del tratamiento a utilizar, en caso de adoptarse Lodos Activados, se realizarán las correcciones y estudios que permitan que se verifique el TRH en el Sedimentador Primario.

En base a las características del Sedimentador Primario (Tabla 10-14), se obtiene la siguiente Eficiencia de Remoción (Tabla 10-15):

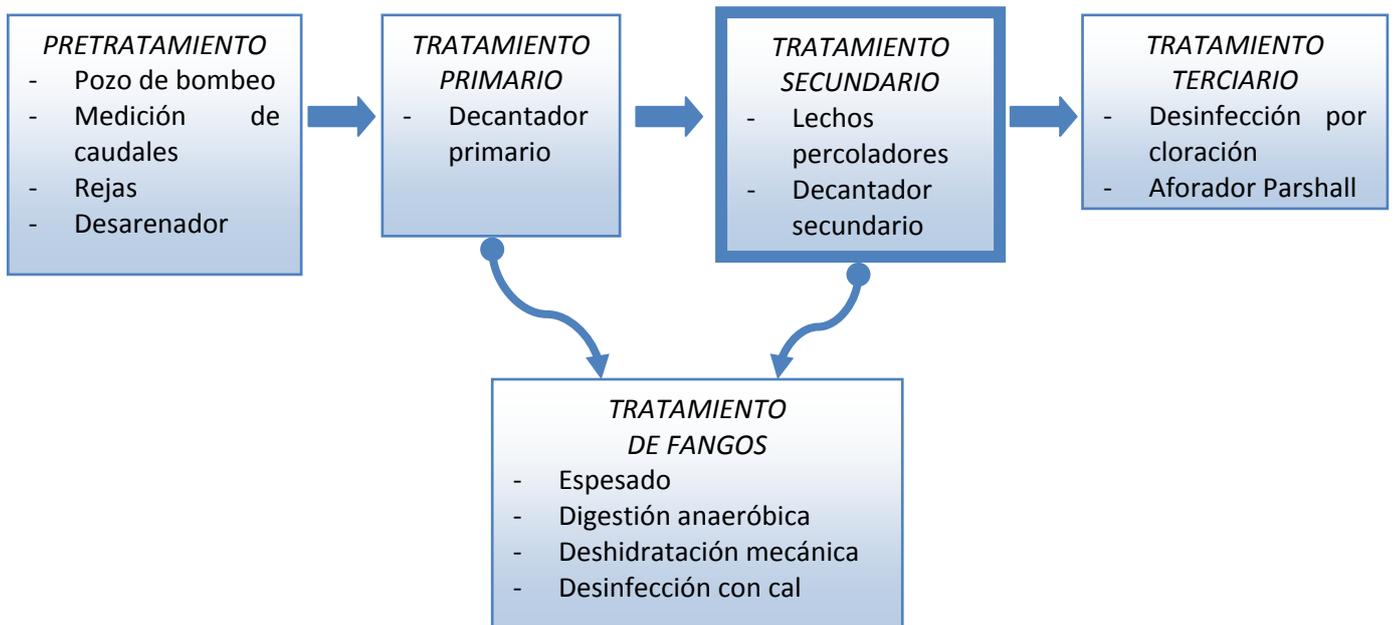
VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
$RDBO$	25	%	Porcentaje de remoción de DBO
$RSST$	45	%	Porcentaje de remoción de SST
$Si\ DBO$	173	g/m ³	Carga orgánica que ingresa al sedimentador (dato de diseño)
$Se\ DBO$	129	g/m ³	Carga orgánica que sale del sedimentador
$Si\ SST$	250	g/m ³	Sólidos suspendidos totales que ingresan al sedimentador (dato de diseño)
$Se\ SST$	137	g/m ³	Sólidos suspendidos totales que salen del sedimentador

Tabla 10-15: Eficiencia de Remoción.

Los valores de DBO y de SST a la salida de los sedimentadores son los que se emplean para calcular el proceso secundario posterior (lechos percoladores o lodos activados según corresponda).

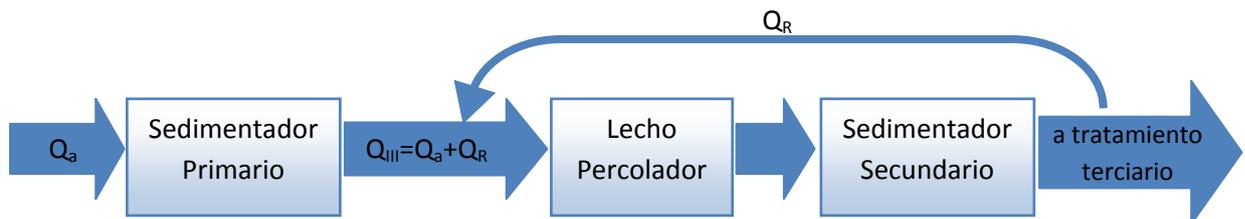
10.4. Lechos Percoladores (ENOHSa - Capítulo 11.7 " Lechos Percoladores ")

El proceso de tratamiento de aguas residuales comprende varias etapas, el Pretratamiento, Tratamiento Primario, Tratamiento Secundario, Tratamiento Terciario y el Tratamiento de Fangos. A continuación se muestra en esquema de los mismos:



En este apartado se evalúa el tratamiento secundario mediante lechos percoladores.

El esquema de recirculación que se adopta es el siguiente:



La nomenclatura que se utiliza para los diferentes caudales de diseño es:

- Q_a : Caudal afluente a la planta de tratamiento.
- Q_e : Caudal efluente a la PT.
- Q_b : Caudal de bombeo a la entrada de la PT.
- m : Q_b/Q_a
- Q_i : Caudal de ingreso a las unidades de pretratamiento.
- Q_{II} : Caudal de ingreso a las unidades de tratamiento primario.
- Q_{III} : Caudal de ingreso a las unidades de tratamiento secundario.
- Q_R : Caudal de recirculación.

10.4.1. Clasificación

Los lechos percoladores se clasifican por su capacidad de carga orgánica e hidráulica como se detalla en el Cuadro 11.7.1 "Clasificación y parámetros de Diseño" de la Norma ENOHS (Imagen 10-5). En el cual, se determina que se utilizará un Lecho Percolador de "Muy Alta Carga".

Carga Orgánica e Hidrául.	Carga Orgánica (KgDBO ₅ /m ³ *d) (1)	Carga Hidráulica (m ³ /m ² *d) (2)	Profundidad del lecho (m) (3)	Relación de recirculación r (3)	Material Relleno
Baja	0,08 a 0,30	0,90 a 3,80	1,50 a 3,00	Puede no existir	Piedra, escoria, etc
Alta	0,50 a 1,00	20,00 a 30,00	0,90 a 3,00	0,8 a 3,0	Piedra, escoria, material plástico
Muy Alta	0,80 a 6,00	30,00 a 200,00	3,00 a 13,00	1,0 a 3,0	Material plástico

(1) Kg de DBO₅ del líquido proveniente del sedimentador primario, por m³ de lecho para Q_a = Q_{C20}
 (2) Para Q_a = Q_{C20}, incluyendo recirculación
 (3) Expresada como r = Q_R/Q_{C20}, siendo Q_R = caudal de recirculación
 Nota: Para asegurar que el lecho no se colmate, la carga hidráulica deberá ser igual o mayor a 19,2 m³/m²*d = 0,8 m³/m²*h, en lechos de alta y muy alta carga.

10-5: Cuadro 11.7.1 Norma ENOHS.A.

10.4.2. Caudales de Funcionamiento y Cargas Orgánicas e Hidráulicas

Dada la capacidad de los lechos percoladores para operar satisfactoriamente con elevadas sobrecargas orgánicas e hidráulicas transitorias, las cargas de diseño se definirán en base a un caudal afluente a la planta, Q_a=Q_{C20}, sin tomar en cuenta los picos horarios.

El caudal de diseño Q_{III} viene dado por:

$$Q_{III} = Q_{Cn} + Q_R$$

Siendo:

- Q_{Cn}: Caudal medio diario de diseño para el año n (20 años) (m³/d)
- Q_R: Caudal de recirculación (m³/d)

Las condiciones que se deben cumplir en el diseño son las siguientes:

- a) $C_{sh} = Q_{III}/N \times A \geq C_{sh \text{ mín}} = 19,2 \frac{m^3}{m^2 \times d} = 0,8 \frac{m^3}{m^2 \times d} \rightarrow$ Mínima carga superficial hidráulica.
- b) $S_a \leq 0,120 \frac{kgDBO_5}{m^3} \rightarrow$ Máxima concentración orgánica al ingreso de la planta.
- c) $N \geq 2 \rightarrow$ Mínima cantidad de unidades de diseño (n=20 años), salvo para Plantas de tratamiento de pequeña capacidad (Q_c<200 m³/d) en donde N=1.

Siendo:

- C_{sh}: Carga superficial hidráulica (m³/m²día).
- C_{sh mín}: Carga superficial hidráulica mínima necesaria para evitar el atascamiento de los lechos (m³/m²día).
- N: Número de unidades en operación.
- A: Área del lecho de cada unidad (m²).

- S_a : Concentración orgánica del caudal Q_{III} .

10.4.3. Eficiencia en la reducción orgánica

Para determinar la eficiencia en reducción orgánica se aplican las siguientes expresiones:

$$E_F = \frac{100}{1 + 0,443 \times [L_A / (V \times F)]^{1/2}}$$

$$F = \frac{(1 + r)}{(1 + 0,1 \times r)^2}$$

$$r = \frac{Q_R}{Q_C}$$

Donde:

- E_F : Eficiencia porcentual en la reducción de la DBO.
- L_A : Carga orgánica total del líquido afluente a los lechos percoladores en cada período (0 a 20 años) (kgDBO₅/d).
- V : Volumen total del lecho de las unidades (m³).
- F : Factor de recirculación en cada período.
- r : Relación de recirculación en cada período.
- Q_R : Caudal de recirculación en cada período (m³/d).
- Q_C : Caudal medio diario afluente a la PT en cada período (m³/d).

10.4.4. Procedimiento para dimensionar Lechos Percoladores (Alta Carga)

Se efectuarán los siguientes pasos:

$$L_{a20} = (1 - E_s) \times L_{A20} / N$$

$$L_{A20} = Q_{C20} \times S_a$$

Donde:

- L_{a20} : Carga orgánica de diseño para cada unidad (kgDBO₅/d).
- L_{A20} : Carga orgánica total de las N unidades del sistema para el final del período considerado (n=20 años) (kgDBO₅/d).
- N : Número total de unidades de diseño (n=20 años).
- E_s : Eficiencia en reducción orgánica producida en el tratamiento primario (en decimales).
- S_a : Concentración orgánica máxima de ingreso a las unidades

$$V = L_{a20} / C_V$$

Donde:

- V : Volumen de lecho de cada unidad (m³).
- C_V : Carga orgánica volumétrica de diseño (kgDBO₅/d.m³). Se adoptarán valores de C_V entre 0,5 y 1,0 kgDBO₅/d.m³.

$$A_o = Q_{C20}/(N \times C_{sh})$$

Donde:

- A_o : Área de lecho de cada unidad (m^2).
- C_{sh} : Carga superficial hidráulica de diseño (m^3/m^2d). Se adoptarán valores de C_{sh} entre 20 y 30 m^3/m^2d .

$$H_o = V/A_o$$

$$H \leq 2,00m$$

Donde:

H_o : Altura del lecho de cada unidad que no requiere recirculación. Cuando $H_o > 2,00m$, se disminuirá ese valor y se calculará recirculación.

H : Altura del lecho de cada unidad, adoptada cuando $H_o > 2,00 m$. En este caso, se necesitará recirculación.

10.4.5. Predimensionamiento Lechos Percoladores

De acuerdo a la metodología descrita por la normativa, se transcriben a continuación (Tabla 10-16) las variables que se tienen en cuenta en el desarrollo del cálculo de dimensionado para el total de la población de diseño a 20 años (18.066 habitantes).

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q_{C20}	4.047	$m^3/día$	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos
r	1,00	-	Relación de recirculación
Q_R	4.047	$m^3/día$	Caudal de recirculación
Q_{III}	8.094	$m^3/día$	Caudal de diseño
N	2	un	Número total de unidades de diseño para n=20 años
C_{sh}	25	$m^3/m^2 día$	Carga superficial hidráulica de diseño (entre 20 y 30)
C_v	1	$kg_{DBO5}/día.m^3$	Carga orgánica volumétrica de diseño (entre 0,5 y 1)
A_o	81	m^2	Área de lecho de cada unidad
S_a	0,118	kg_{DBO5}/m^3	concentración orgánica máxima de ingreso a las unidades
L_{A20}	479	$kg_{DBO5}/día$	Carga orgánica total de las N unidades del sistema para el final del período (n=20 años)
V	240	m^3/un	Volumen de lecho de cada unidad
h_{calc}	2,96	m	Altura de cálculo del lecho
d_{calc}	10,15	m	Diámetro de cálculo de cada lecho

10-16: Variables de Lecho Percolador a dimensionar.

Por lo cual, se adopta lo siguiente (Tabla 10-17):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
N	2	un	Número total de unidades de diseño para n=20 años
d	10,20	m	Diámetro de cada lecho
h	3,00	m	Altura de cada lecho
A	81,71	m ²	Área de cada lecho
V	245,14	m ³	Volumen de cada lecho

10-17: Variables adoptadas para predimensionamiento Lecho Percolador.

10.5. Lodos Activados (ENOHSA - Capítulo 11.8 " Lodos Activados")

El cálculo del tanque de aeración se realiza según lo expuesto en el apartado 11.8.3 "Cálculo del volumen del tanque de aeración" de la Norma ENOHSA.

$$V = \frac{L_a}{C_v}$$

$$L_a = Q \times S_a$$

Siendo:

- V: Volumen de la cámara de aeración (m³).
- L_a: Carga orgánica diaria (kgDBO₅/d).
- Q: Caudal afluyente (medio diario a 20 años) a la cámara de aeración, sin incluir el caudal de recirculación (m³/d).
- S_a: Concentración orgánica del afluyente a la cámara de aeración (kgDBO₅/m³).
- C_v: Carga orgánica volumétrica (kgDBO₅/d.m³).

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q_{c20}	4.047	m ³ /día	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos.
S_a	0,129	kgDBO/m ³	Concentración orgánica del efluente a la cámara de aeración.
L_a	524	kgDBO/d	Carga orgánica diaria.
C_v	0,51	kgDBO/d.m ³	Carga orgánica volumétrica. Cuadro 11.8.a. Rango: 0,48 a 0,64.
V	1.027	m ³	Volumen del tanque de aeración.

10-18: Variables a dimensionar Lodos Activados.

Al adoptar un tanque circular se obtienen las dimensiones de la Tabla 10-19.

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
N	2	un	Cantidad de tanques de aereación
h	4	m	Altura propuesta del tanque de aereación
A	257	m ²	Área total de los tanques de aereación
d	12,8	m	Diámetro de 1 tanque

10-19: Dimensiones tanque de aeración.

10.6. Sedimentador secundario (ENOHSA - Capítulo 11.4 "Sedimentadores")

Se realiza el cálculo de los sedimentadores secundarios siguiendo los lineamientos de los apartados 11.4.3.3 "Determinación del Área Superficial en Plantas con Lechos Percoladores" y 11.4.3.2 "Determinación del Área Superficial de Plantas de Barros Activados" de la Norma ENOHSA.

10.6.1. Sedimentadores Secundarios para Lechos Percoladores

Utilizando los datos de la Tabla 10-20, se obtiene lo expresado en la Tabla 10-21:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
F_V	1,4	-	Factor de corrección por influencia del vertedero (cuadro 11.4.4)
F_T	1,348	-	Factor de corrección por influencia de la temperatura (cuadro 11.4.5)
$v_{o\ med}$	24	m ³ /m ² .día	Carga superficial hidráulica para Q_{c20} (cuadro 11.4.9)
$v_{o\ max}$	45	m ³ /m ² .día	Carga superficial hidráulica para Q_{D20} (cuadro 11.4.9)
$Q_{III\ (máx)}$	11.290	m ³ /día	Caudal máximo de ingreso a los sedimentadores secundarios
Q_a	5.261	m ³ /día	Q_{D20} , caudal máximo diario a 20 años
$Q_R\ (máx)$	6.030	m ³ /día	De 1,43 a 1,54 de Q_{c20} : caudal máximo de recirculación de barros activados o Q_R : caudal de recirculación de diseño
$Q_{III\ (med)}$	10.076	m ³ /día	Caudal medio de ingreso a los sedimentadores secundarios
Q_{am}	4.047	m ³ /día	Q_{c20} , caudal medio diario a 20 años
r	1,49	-	Relación de recirculación de diseño

Tabla 10-20: Variables para determinación del Área del Sedimentador Secundario.

Para determinar el área superficial cuando se recircula el líquido efluente del sedimentador secundario, se utilizarán las siguientes expresiones, adoptándose la mayor:

$$A_1 = \frac{Q_{III\ (med)} \times F_V \times F_T}{v_{o\ (med)}}$$

$$A_2 = \frac{Q_{III\ (máx)} \times F_V \times F_T}{v_{o\ (máx)}}$$

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
A_1	792	m ²
A_2	473	m ²

Tabla 10-21: Áreas superficiales de Sedimentador Secundario.

Finalmente se obtiene de la Tabla 10-21 que el área adoptada es $A_1=792\text{m}^2$. Los parámetros del sedimentador secundario se muestran en la Tabla 10-22.

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
N	2	un
d	22,46	m

Tabla 10-22: Parámetros sedimentador secundario.

10.6.2. Sedimentadores Secundarios para Lodos Activados

Utilizando los datos de la Tabla 10-23, se obtiene lo expresado en la Tabla 13-24:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
X	3.000	mg/l	Concentración de sólidos suspendidos totales en el tanque de aeración.
F_v	1,4	-	Factor de corrección por influencia del vertedero (cuadro 11.4.4)
F_{TX}	1,24	-	Factor de corrección por influencia de la temperatura y de la variable X (cuadro 11.4.10)
$v_{o\ med}$	30	$\text{m}^3/\text{m}^2.\text{día}$	Carga superficial hidráulica para Q_{c20} (cuadro 11.4.9)
$v_{o\ max}$	55	$\text{m}^3/\text{m}^2.\text{día}$	Carga superficial hidráulica para Q_{D20} (cuadro 11.4.9)
$Q_{III\ (máx)}$	11.290	$\text{m}^3/\text{día}$	Caudal máximo de ingreso a los sedimentadores secundarios
Q_a	5.261	$\text{m}^3/\text{día}$	Q_{D20} , caudal máximo diario a 20 años
$Q_R\ (máx)$	6.030	$\text{m}^3/\text{día}$	De 1,43 a 1,54 de Q_{c20} : caudal máximo de recirculación de barros activados o Q_R : caudal de recirculación de diseño
$Q_{III\ (med)}$	10.076	$\text{m}^3/\text{día}$	Caudal medio de ingreso a los sedimentadores secundarios
Q_{am}	4.047	$\text{m}^3/\text{día}$	Q_{c20} , caudal medio diario a 20 años
$C_{SS(med)}$	140	$\text{kgss}/\text{d}.\text{m}^2$	Carga superficial másica media para Q_{c20} . (cuadro 11.4.8)
$C_{SS(máx)}$	220	$\text{kgss}/\text{d}.\text{m}^2$	carga superficial másica máxima para Q_{D20} . (cuadro 11.4.8)
r	1,49	-	Relación de recirculación de diseño

Tabla 10-23: Variables para determinación del Área del Sedimentador Secundario.

El área A superficial de los sedimentadores secundarios en plantas de barros activados resultará de aplicar las siguientes expresiones, adoptándose el mayor valor:

$$A_1 = \frac{Q_{III\ (med)} \times X}{C_{SS\ (med)}}$$

$$A_2 = \frac{Q_{III\ (máx)} \times X}{C_{SS\ (máx)}}$$

$$A_3 = \frac{(Q_{III (med)} - Q_R) \times F_V \times F_{TX}}{v_0 (med)}$$

$$A_4 = \frac{(Q_{III (máx)} - Q_{R(máx)}) \times F_V \times F_{TX}}{v_0 (máx)}$$

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
A ₁	216	m ²
A ₂	154	m ²
A ₃	234	m ²
A ₄	166	m ²

Tabla 10-24: Áreas superficiales de Sedimentador Secundario.

Finalmente se obtiene de la Tabla 10-24 que el área adoptada es A₃=234m². Los parámetros del sedimentador secundario se muestran en la Tabla 10-25.

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
N	2	un
d	11,21	m
h	2,5	m
V	292,72	m ³

Tabla 10-25: Parámetros sedimentador secundario.

10.7. Comparación Lechos percoladores vs. Lodos activados

Las dimensiones de las diferentes unidades se resumen para Lechos Percoladores en la Tabla 10-26 y para Lodos Activados en la Tabla 10-27.

Unidad	LECHOS PERCOLADORES					
	Cantidad (nº)	Diámetro (m)	Área Superficial (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Area Total en Planta
Sedimentador Primario	1	13,90	151,75	3,00	455,24	151,75
Tratamiento Biológico	2	10,20	81,71	3,00	245,14	163,43
Sedimentador Secundario	2	14,23	159	2,5	397,76	318,21
						633,38

Tabla 10-26: Resumen características geométricas Planta de Lechos Percoladores.

Unidad	LODOS ACTIVADOS					
	Cantidad (nº)	Diámetro (m)	Área Superficial (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Area Total en Planta
Sedimentador Primario	1	11,30	100,29	3,00	300,86	100,29
Tratamiento Biológico	2	12,79	128	4	513	256,68
Sedimentador Secundario	2	12,21	117	2,5	292,72	234,17
						591,14

Tabla 10-27: Resumen características geométricas Planta de Lodos Activados.

10.8. Elección Planta de Tratamiento

Para la elección del tipo de planta de tratamiento se considerarán, como ya se ha mencionado, dos alternativas para el tratamiento secundario:

- 1) Lechos percoladores
- 2) Lodos activados

La opción de tratamiento mediante lagunas de estabilización fue descartada debido a la gran superficie requerida para su emplazamiento y a las distancias de exclusión fijadas por la norma. Por lo tanto, para las dos alternativas restantes se confecciona una matriz para la toma de decisión, donde se asigna un puntaje (de 0 a 5) a cada uno de los ítems analizados. A su vez cada ítem tiene un peso (1 a 10) que pondera la importancia del ítem en sí.

ITEM	PESO	LECHOS PERCOLADORES	LODOS ACTIVADOS
Superficie necesaria para su emplazamiento	10	4	5
Costo de explotación	10	5	3
Consumo de energía eléctrica	10	5	2
Eficiencia de remoción	8	3	5
Simplicidad operativa	8	5	3
Flexibilidad ante cambios en el efluente	7	4	5
Capacidad de modulación	4	4	5
Costo de la estructura de la obra civil	6	3	5
	TOTAL	266	249

Comparación entre los Lechos Percoladores y el proceso de Lodos Activados

Para rendimientos la disminución de la DBO de aproximadamente el 60%, se ha encontrado que normalmente los Lechos Percoladores son más económicos que el proceso de Lodos Activos, en particular para caudales pequeños de aguas residuales. Para rendimientos superiores en la disminución de la DBO (90% o más) el proceso de Lodos Activos es más económico a que el coste del material del relleno podría resultar demasiado elevado. Estas consideraciones, sugieren una posible operación en dos etapas: Lechos Percoladores seguidos por una planta de Lodos Activos, combinación que en algunos casos puede resultar ventajosa.

Debido a que los organismos gubernativos están imponiendo normas de calidad del efluente cada vez más restrictivas, el hecho de que sea difícil para los Lechos Percoladores competir económicamente con las plantas de Lodos Activos en el intervalo de rendimientos elevados de la disminución de la DBO puede resultar un factor importante contra la utilización de los Lechos Percoladores en los tratamientos de aguas residuales.

Algunas ventajas de los Lechos Percoladores sobre el proceso de Lodos Activos son:

- a) No se necesita energía para la aireación.
- b) Operación sencilla.
- c) Respuesta lenta y recuperación más rápida de los cambios bruscos de la DBO.

- d) Son menos sensibles a la presencia de sustancias tóxicas en el efluente.

De acuerdo a las valoraciones obtenidas de la matriz y en función de las ventajas que presenta el tratamiento de Lechos Percoladores, y además, teniendo en consideración que es el más adecuado para las aguas residuales de la población de estudio, se decide adoptar como tratamiento del Proyecto la Planta de Tratamiento con Lechos Percoladores.

11. Dimensionamiento de Cañerías

A continuación se describe el procedimiento de cálculo y dimensionamiento de cañerías, desarrollados en las tablas que sintetizan todo el proceso. Las mismas se encuentran en el Anexo II: Tablas. Se explicará la metodología utilizada para completar estas planillas, columna por columna.

Para el dimensionamiento se utiliza el Capítulo 8.6 - "Cálculo Hidráulico" de la Norma ENOHS.

11.1. Numeración de la Partes y Cálculo Caudales

Columna a. "RAMA"

Unidad: Nº

En esta columna se colocan los números de ramas que componen la red, entendiendo como tales una sucesión de tramos sin bifurcaciones

Columna b. "TRAMO"

Unidad: Nº

Se numeran los segmentos rectos que componen las ramas de la red cloacal, a fin de discretizarla y proceder luego al cálculo. Cabe destacar que se podría subdividir los tramos hasta llegar a tramos que unan bocas de registro. Sin embargo, el presente trabajo se limita a la evaluación de la red primaria y secundaria cloacal, por lo que un análisis más detallado excede su alcance.

Columna c. "LONGITUD TRAMO" (l)

Unidad: m

Se expresa en metros el largo de cada tramo, el cual surge del plano de red, según el trazado adoptado.

Columna d. "COTA TERRENO. INICIAL"

Unidad: m

Se coloca la cota de esquina correspondiente al nudo inicial del tramo en estudio.

Columna e. "COTA TERRENO. FINAL"

Unidad: m

En esta columna se coloca el valor de la cota de esquina correspondiente al nudo final del tramo en estudio.

Columna f. "NODO INICIAL (SUPERIOR). Nº"

Unidad: N°

Aquí se expresa la numeración correspondiente al nodo inicial del tramo en estudio, es decir, el nudo más alto del mismo.

Columna g. “NODO INICIAL (SUPERIOR). COTA INTRADÓS”**Unidad: m**

Se expresa la cota de intradós de cañería en el punto más alto del tramo. Para hallarse este valor se comienza fijando una tapada mínima en el punto inicial de la rama, luego se va descendiendo de acuerdo a la longitud de los tramos y las pendientes adoptadas.

La tapada mínima de la cañería Troncal surge de considerar la tapada mínima en las cañerías terciarias más una diferencia de nivel originada por la llegada de estas por gravedad a la colectora. Para ello, se tiene en cuenta el Capítulo 8.9 – “Tapadas de los caños instalados en zanja” de la Norma ENHOSA:

Tapada de los caños instalados en zanja

La tapada mínima sobre el intradós de las colectoras será de 0,90 m, para cañerías instaladas en calzadas. Deberán revisarse los proyectos de pavimentación futura, para asegurarse que en ninguna época (actual o futura) la tapada consignada no se cumpla.

Cuando se instalen por vereda, se admitirán tapadas mínimas de hasta 0,80 m, siempre que no afecten el desagüe de las fincas frentistas.

Para los cruces de calles se observará la tapada mínima de 0,90 m; la reducción de la misma solo podrá realizarse empleando medios especiales de protección justificados mediante un cálculo estructural, o mediante el uso, también justificado, de caños estructuralmente resistentes.

Columna h. “NODO FINAL (INFERIOR). N°”**Unidad: N°**

Se expresa la numeración correspondiente al nodo final del tramo en estudio, es decir, el nudo más bajo del mismo.

Columna i. “NODO FINAL (INFERIOR). COTA INTRADÓS”**Unidad: m**

Se expresa la cota de intradós de la cañería en el punto más bajo del tramo. Para hallar este valor se resta la cota del punto inicial por el producto de la longitud del tramo y la pendiente del mismo.

Columna j. “TAPADA. INICIAL”**Unidad: m**

Es la diferencia entre la cota del terreno y la de la cañería en el punto inicial del tramo.

Columna k. "TAPADA. FINAL"

Unidad: m

Es la diferencia entre la cota del terreno y la de la cañería en el punto final del tramo.

Columna l. "PENDIENTE" (i)

Unidad: m/m

Se consigna la pendiente del tramo en m/m. En general se adopta la pendiente mínima sugerida por norma (3‰). Sin embargo, si el caudal acumulado es bajo se adopta el criterio dado por la norma en su punto 8.6.h: Cuando el caudal Q_{L0} sea inferior a 2,0 l/s se adoptará una pendiente mínima del tramo de 0,0040 m/m, cualquiera sea el método de verificación utilizado ($U \geq 0,60\text{m/s}$ o $F_t \geq 0,10\text{ Kg/cm}^2$).

Columna m. "CAUDAL TRAMO" (Qtr)

Unidad: lts/s

Este caudal surge de estimar un caudal unitario (por metro de cañería) en base a las estimaciones de gastos fijadas por la norma en el capítulo 8.6: El caudal de diseño a utilizar en el proyecto de redes será el "caudal máximo horario a 20 años" (Q_{E20}).

Habiéndose estimado el Q_{E20} , se divide éste por la longitud total de cañería. De esta manera se obtiene el caudal unitario. Luego, se multiplica éste por la longitud del tramo y se obtiene en consecuencia el caudal que este último transporta.

Para la alternativa adoptada se tiene:

$$Q_{E20} = 7.891 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 91 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Longitud total de cañería en estudio: 17.601 m

Caudal unitario de punta = $91 / 17.601 = 0,005189\text{ l/s.m}$

Este último valor multiplicado por la longitud de cada tramo (m) da el caudal que este transporta (l/s).

Columna n y Columna o. "CAUDAL ACUMULADO" (Q)

Unidad: l/s, m³/s

Surge de sumar los caudales de cada tramo que llegan al tramo en estudio. Se expresan en l/s y m³/s para facilitar cálculos posteriores, según el Capítulo 8.6 de la Norma ENHOSA: Los caudales de diseño y verificación de cada tramo serán los caudales acumulados correspondientes al extremo aguas abajo del tramo considerado.

11.2. Dimensionamiento

Para dimensionamiento y cálculos hidráulicos podrán utilizarse los criterios de “Manning, Prandtl-Colebrook, Woodward y Posey”, o las fórmulas empíricas propuestas por los fabricantes que sean plenamente difundidas y probadas en la práctica.

Luego de haber estimado los caudales unitarios y las pendientes, puede procederse a dimensionar la cañería según el siguiente procedimiento:

1. Dado Q e i, se calcula d.
2. Se adopta un diámetro comercial que en general es distinto del calculado.
3. Se calcula la velocidad y el caudal que podría transportar el diámetro comercial a sección llena, obteniéndose v_{II} y Q_{II} .
4. Con la relación Q/Q_{II} se ingresa a la tabla 6 “Parámetros hidráulicos de las alcantarillas de sección circular”. Se obtienen las relaciones $A = h/d$ y $B = v/v_{II}$.
5. Tirante efectivo: $h = A \cdot d$; velocidad efectiva: $v = B \cdot v_{II}$.
6. Debe verificarse que $0,9 \text{ m/s} < v < 1,5 \text{ m/s}$.

En el punto 4 del procedimiento pueden aplicarse las siguientes fórmulas (*) en vez de los clásicos gráficos:

$$\frac{h}{d} = \frac{-0,00138 + 0,64987 * \left(\frac{Q}{Q_{II}}\right)^{\frac{1}{2}} - 0,58273 * \left(\frac{Q}{Q_{II}}\right)}{1 - 1,00049 * \left(\frac{Q}{Q_{II}}\right)^{1/2} + 0,08523 * \left(\frac{Q}{Q_{II}}\right)}$$

$$\frac{v}{v_{II}} = \frac{-0,00144 + 0,85842 * \left(\frac{h}{d}\right)^{\frac{1}{2}}}{1 - 1,2730 * \left(\frac{h}{d}\right)^{\frac{1}{2}} + 1,00699 * \left(\frac{h}{d}\right)}$$

(*)Propuestas por José Gustavo Morales Nava, Alberto Parra Meza, Profesor; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño; Universidad Autónoma de Baja California; Ensenada, México.

MATERIAL	'n' MANNING
PVC-MATERIAL VITREO- PRFV-ASBESTO CEMENTO	0,010
ENLUCIDOS CON CEMENTO MUY LISOS REVESTIMIENTO DE MORTERO DE CEMENTO-HIERRO NUEVO	0,011
HORMIGON PREMOLDEADO	0,013 a 0,014
APLICABLE A LOS METODOS DE MANNING Y WOODWARD - POSSEY	

Imagen 11-1: Tabla Coeficientes de Manning (n).

Columna p. "DIÁMETRO DE CÁLCULO" (d_{calc})**Unidad: m**

Surge de aplicar la siguiente fórmula

$$d = \left(\frac{Q \cdot n \cdot 4^{\frac{5}{3}}}{\pi \cdot i^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Siendo

- **i**: pendiente del colector (m/m)
- **n**: coeficiente de Manning para cada material (según tabla). Por ejemplo **0,010** para PVC en buenas condiciones.
- **Q**: Caudal acumulado calculado en el punto anterior

Columna q. "DIÁMETRO ADOPTADO" (d)**Unidad: m**

Se adopta un diámetro comercial de cañería, adoptándose el inmediatamente mayor al calculado.

Columna r. "CAUDAL A SECC LLENA" (Q_{II})**Unidad: m^3/s**

Empleando el diámetro comercial, se obtiene el caudal que podría transportar el caño si estuviera trabajando a sección llena. Se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^{\frac{8}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}}{4^{\frac{5}{3}} \cdot n}$$

Columna s. "VELOCIDAD A SECC LLENA" (v_{II})**Unidad: m/s**

Empleando el diámetro comercial, se obtiene la velocidad del líquido transportado por el caño si estuviera trabajando a sección llena. Se aplica la siguiente fórmula:

$$v = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Columnas t, u y v. "RELACIONES". Q/Q_{II} , h/d , v/v_{II} **Unidad: Coeficientes adimensionales**

Estas relaciones dadas por los conocidos gráficos denominados *Parámetros hidráulicas de las alcantarillas de sección circular*, pueden también calcularse también según las fórmulas expresadas en 13.2. Luego, despejando h ó v , se podrán obtener tanto el tirante como la velocidad reales que circulan por el caño.

Columna w. “VELOCIDAD TRAMO” (v)

Unidad: m/s

Surge de multiplicar la relación calculada anteriormente por la velocidad a sección llena, es decir, multiplicar la columna “s” por “v”.

11.3. Verificaciones

Para la realización de las verificaciones se utiliza lo expresado en el Capítulo 8.6 – “Calculo Hidráulico” inciso b de la Norma ENHOSA, donde expresa que las colectoras se calcula como “canal de sección segmento de círculo” y con una relación $h/D \leq 0,94$ para el caudal de diseño Q_{E20} (condición de $Q_{m\acute{a}x}$ o perímetro mojado mínimo), debiéndose verificar $h/D \leq 0,80$ para el caudal máximo horario a 10 años (Q_{E10}) y que para el caudal máximo horario a 20 años (Q_{E20}) no se supere la velocidad $U_{m\acute{a}x}$ dada por la expresión: $U_{m\acute{a}x} = 6 \times (g + R)^{\frac{1}{2}}$, donde $U_{m\acute{a}x}$ es la velocidad máxima (m/s), g la aceleración de la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$) y R el radio hidráulico (m); y el inciso f, donde expresa que cuando la verificación se realice atendiendo al criterio de velocidad mínima, de deberá respetar, en todos los casos, la condición de $U \geq 0,60 \text{ m/s}$ para el caudal a sección llena que corresponda al diámetro y pendiente seleccionados.

Columna x. “ $0,6 \text{ m/s} < v_{II} < 4 \text{ m/s}$ ”

Se verifica la desigualdad expresada en el cap 8.6.f.

Columna y. “ $h/d < 0,94$ ”

Se verifica la desigualdad expresada en el cap 8.6.b.

12. Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento (PT)

En el presente capítulo se dimensionarán los principales elementos que constituyen la planta de tratamiento de líquidos cloacales.

Como se dejó expresado en capítulos anteriores, la planta adoptada corresponde al tratamiento denominado “lechos percoladores” y el esquema general de funcionamiento es el que se muestra en la figura siguiente (Imagen 12-1).

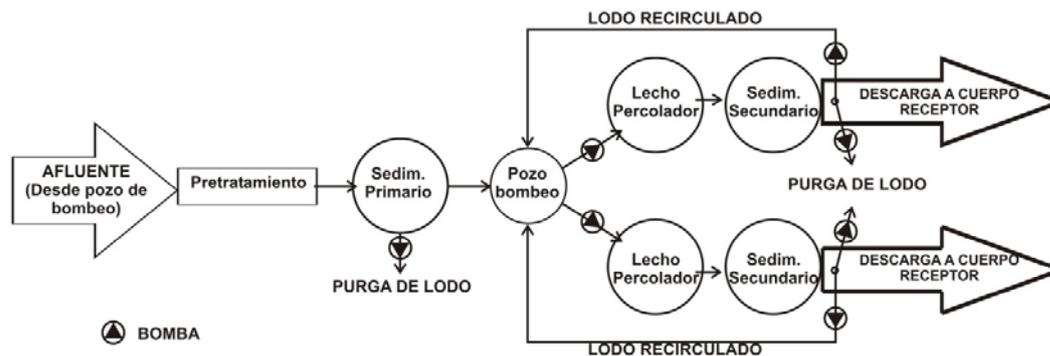


Imagen 12-1: Diagrama de flujo de la planta de tratamiento propuesta.

12.1. Descripción del funcionamiento de la PT

Los filtros percoladores son lechos de 1 a 12m de profundidad rellenos de materiales como roca, clinkers o materiales sintéticos (nombres comerciales: Surfpac, Flocor, Actifil). Estos rellenos de material plástico se encuentran en el mercado en formas diversas. El agua residual afluyente percola a través del relleno poniéndose en contacto con la capa de limo biológico.

Las dos propiedades más importantes de los filtros percoladores son la superficie específica y el porcentaje de huecos. La superficie específica se define como los m^2 de superficie de relleno por m^3 de volumen total. Cuanto mayor sea la superficie específica mayor será la cantidad de limo biológico por unidad de volumen. Por otra parte, a mayor porcentaje de huecos se consiguen cargas hidráulicas superiores sin peligro de inundación.

Mientras que los rellenos de roca, clinkers u otros materiales similares, no pueden sobrepasar profundidades de 1 a 2,5m, los lechos de materiales sintéticos pueden soportar profundidades entre 6 y 12m. El mayor porcentaje de huecos en los rellenos sintéticos facilita el flujo y reduce el peligro de inundación.

Para los rellenos comunes (roca, clinker, etc.) las características normales son las siguientes: diámetro 4 – 5 cm; área superficial específica 80 – 110 m^2/m^3 de volumen global; % de huecos: 45 – 55% y carga hidráulica máxima $3,4 \times 10^{-4} m^3/s.m^2$.

Las ventajas de los rellenos sintéticos son:

1. Permiten profundidades de relleno de hasta 12m.
2. Se puede llegar a cargas hidráulicas elevadas hasta $2,8 \times 10^{-3} m^3/s.m^2$.
3. Tienen superficies específicas de hasta $220 m^2/m^3$ de volumen total.

4. Existe un riesgo menor de quedar obstruidos por las aguas residuales que arrastran cantidades importantes de sólidos en suspensión.
5. Debido a su peso ligero requieren una estructura de soporte más barata

Las desventajas de los rellenos sintéticos son:

1. Precio comparativamente más elevado.
2. Resultan inadecuados para obtener rendimientos en el tratamiento de las aguas residuales relativamente importante, al compararlos con los que se consiguen con los rellenos normales.

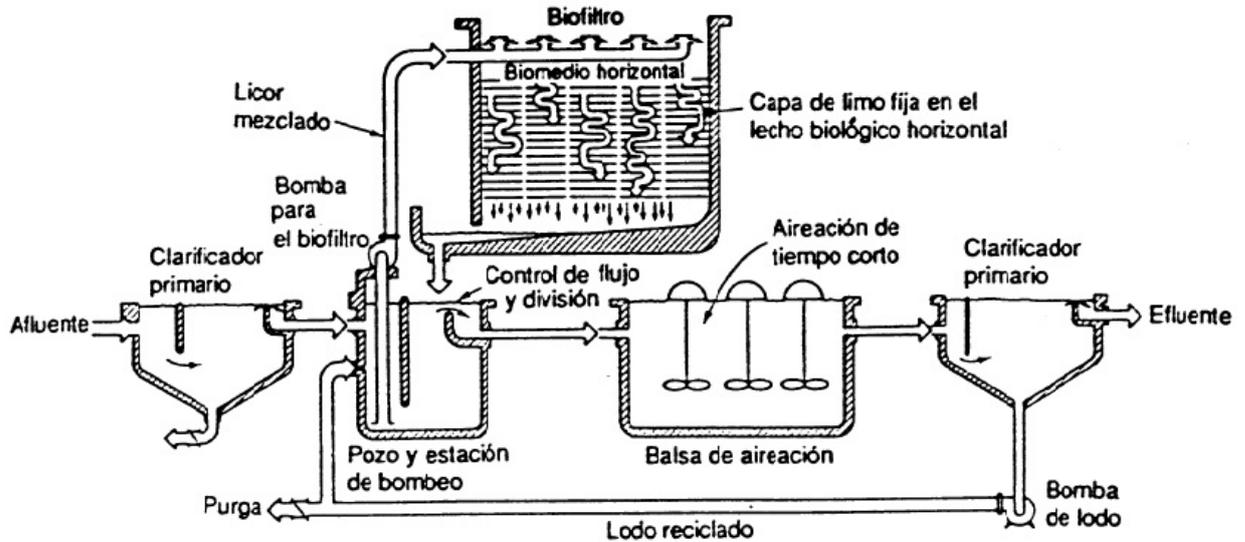


Imagen 12-2: Diagrama para el proceso del biofiltro activo.

12.1.1. Sistemas de filtración por percolación

En la figura siguiente (Imagen 12-3) se presentan las disposiciones más comunes de sistemas de filtración por percolación.

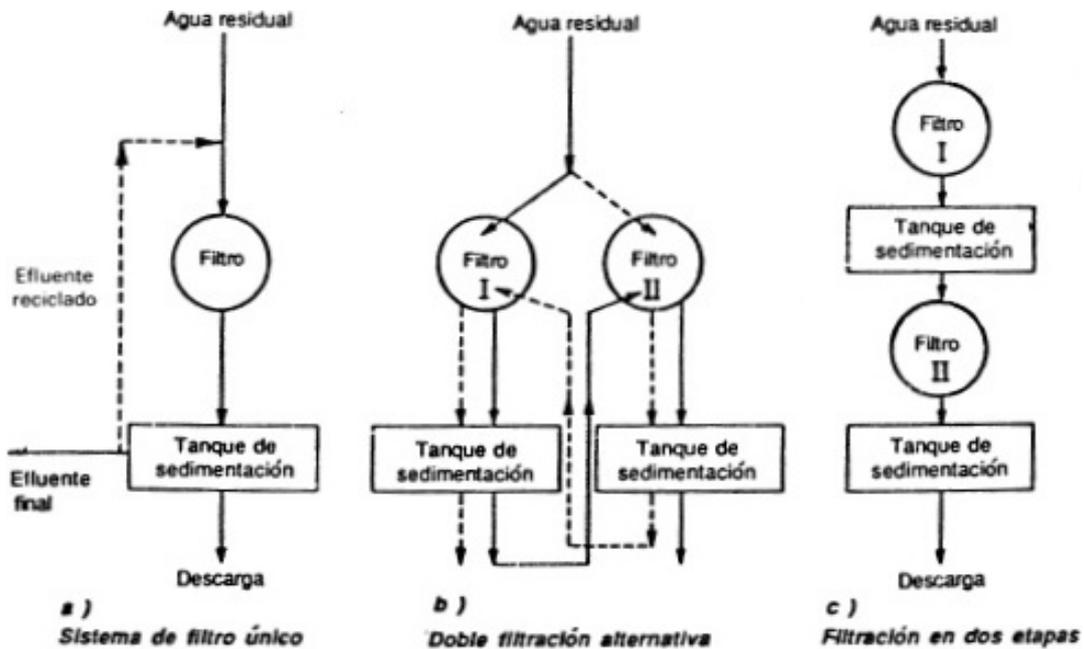
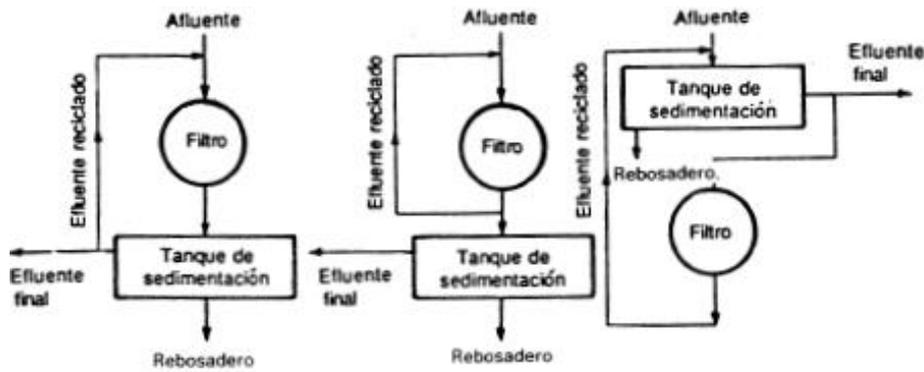


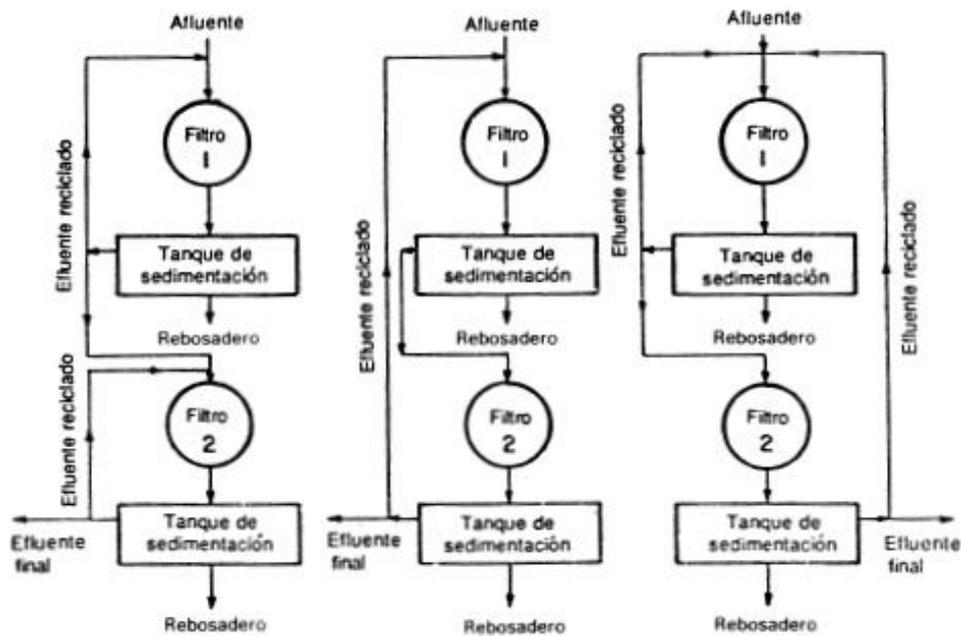
Imagen 12-3: Sistemas de filtrado por percolación.

- Sistema de filtro único. Puede trabajar con o sin reciclado del efluente. El reciclado del efluente está indicado para obtener una calidad mayor. Si la DBO del afluente es mayor de 500 mg/l el reciclado resulta recomendable. Ya que los sistemas de crecimiento asistido retienen la biomasa dentro de los límites del sistema, se elimina la necesidad de reciclado de la misma, como en el caso de lodos activos.
- Filtración doble alternativa. El primer filtro es responsable de la mayor parte de la eliminación de la DBO, el segundo sirve para mejorar la calidad del efluente; en consecuencia, la mayor parte del crecimiento de limo sucede en el primer filtro. El ciclo se invierte periódicamente (diaria o semanalmente) tal como queda demostrado por la línea de puntos de la figura anterior. De esta forma, el control del espesor de la capa de limo es fácil de conseguir, manteniendo un espesor uniforme de dicha capa de limo en las dos unidades. Por este sistema se obtiene una calidad del efluente superior con respecto a los filtros únicos.
- Filtración en dos etapas. El primer filtro es grueso, relleno normalmente con material sintético que separa el 60 – 70% de la DBO. El segundo filtro, en el cual el crecimiento de limo es considerablemente menor, actúa como sistema de mejora del efluente.

Con los sistemas de filtración por percolación con una o varias etapas, son posibles muchas formas de reciclado. El reciclado puede enviarse directamente a un nuevo filtro o puede pasar a través de tanques de sedimentación. La figura siguiente presenta unos cuantos modelos de reciclado utilizados en sistemas de filtración por percolación de una y dos etapas.



a) Sistema de percolación a través de un filtro único



b) Filtración en dos etapas

Imagen 12-4: Algunos modelos de reciclado de filtros percoladores.

12.1.2. Descripción de los Procesos Adoptados

Los líquidos provenientes del último pozo de bombeo son recibidos en una cámara de llegada desde la cual son transportados a las etapas de **PRETRATAMIENTO**. Los elementos que componen esta etapa son:

- a) Rejas
- b) Desarenador
- c) Aforador Parshall (medición de caudales)

El tratamiento **PRIMARIO** está a cargo de un sedimentador primario, constituido por un tanque de hormigón armado. Desde allí los líquidos son volcados a un pozo de bombeo.

El tratamiento **SECUNDARIO** viene dado por 2 lechos percoladores y 2 sedimentadores secundarios. Los líquidos llegan a los lechos desde el pozo de bombeo y luego pasan a los sedimentadores secundarios. Desde el fondo de los sedimentadores secundarios se extraen los

lodos sedimentados; parte de los mismos es recirculado al pozo de bombeo y otra parte es purgado para ser secado.

La parte líquida que pasa el sedimentador secundario es el **EFLUENTE** de la planta, el cual es vertido en los cuerpos receptores.

12.1.2.1. Tratamientos de Fangos

Los Tratamientos de Fangos merecen un capítulo separadamente en el diseño de la planta de tratamiento. Sin embargo, debido a que el presente proyecto integrador no pretende un ser estudio completo de la planta sino más bien, una descripción de los procesos necesarios, a continuación se presenta una posible solución para el tratamiento de los barros extraídos de las aguas residuales.

El tratamiento de fangos comprende:

- Espesado
- Digestión anaerobia
- Deshidratación mecánica mediante centrífuga
- Desinfección con cal
- Disposición final

Espesado

El espesado es un procedimiento que se emplea para aumentar el contenido de sólidos del fango por eliminación de parte de la fracción líquida del mismo. El espesado se suele llevar a cabo por medio de procedimientos físicos, que incluyen el espesado por gravedad, flotación, centrifugación, y filtros de bandas por gravedad.

El espesado del fango se realiza de alguna forma u otra en todas las plantas de tratamiento, en los decantadores primarios, en las instalaciones de tratamiento de fangos, o en unidades independientes especialmente diseñadas. En nuestra planta, los costos adicionales asociados al tratamiento en unidades independientes se justifican, por el mejor control del proceso de espesado y por la posibilidad de conseguir un fango de mayor concentración.

12.2. Dimensionamiento de los elementos de la PT

12.2.1. Población Considerada

El crecimiento poblacional estimado fue calculado en el Capítulo 5 - “Parámetros de diseño”. Un resumen de la población calculada puede verse en el cuadro siguiente.

AÑO	POBLACIÓN
2015	11.416
2018	12.120
2028	14.767
2038	18.066

Tabla 12-1: Población total estimada para n = 20 años.

Debido a que se estima una distribución homogénea de la población futura, para la alternativa en estudio *cada planta recibirá la mitad de la población estimada, es decir 9000 habitantes*. En consecuencia, los caudales serán (Tabla 12-2 y Tabla 12-3).

n	20	UNIDAD	AÑO 2038
P_{s20}	9.000	hab	Población a servir con cloacas al final del año n.
Q_{c20}	2.016	m ³ /día	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos

Tabla 12-2: Caudal por cada PT.

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q_{A20}	847	m ³ /día	Caudal mínimo horario: Menor caudal instantáneo del día de menor vuelco.
Q_{B20}	1.411	m ³ /día	Caudal mínimo diario: Caudal medio del día de menor vuelco
Q_{D20}	2.621	m ³ /día	Caudal máximo diario: Caudal medio del día de mayor vuelco
Q_{E20}	3.931	m ³ /día	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.

Tabla 12-3: Tipos de caudales que recibirá la PT.

12.2.2. Rejas

Se proponen dimensiones y la pérdida de carga para luego verificar las velocidades de pasaje tanto para caudal mínimo como para caudal máximo. Las fórmulas son las expresadas en los cuadros 11.2.1 y 11.2.2 de las Normas ENOHSA.

$A_a = h_a * b_a$ $A_p = E * A_a$	<p>Corte A-A</p> <p>Corte B-B</p> <p>Sección de pasaje A_p</p> <p>Sección A_a del canal de aproximación</p>
$U_a = \frac{Q}{A_a} = \frac{Q}{(h_a + J_r) * b_a}$	Velocidad de aproximación
$U_p = \frac{Q}{A_p} = \frac{U_a}{E}$	Velocidad de pasaje
$E = \frac{s}{s + e} = \frac{A_p}{A_a}$	Relación de espacios vacíos de la reja
$J_{r1} = 1,43 * \frac{U_p^2 - U_a^2}{2g}$	Pérdida de carga para reja limpia
$h_a = h_s + J_r$ $h_{an\acute{a}x} = h_{sm\acute{a}x} + J_{ran\acute{a}x}$	Tirante líquido en el canal de aproximación idem anterior, para $Q_I(n\acute{a}x)$
h_s $h_{sm\acute{a}x}$	Tirante líquido en el canal de salida idem anterior, para $Q_I(n\acute{a}x)$
$J_{ran\acute{a}x} =$ fijado en el numeral 11.2.7.f	Máximo pérdida de carga máxima admisible para reja sucia, fijada por la norma

Tabla 12-4: Cuadro 11.2.1: Definición de Parámetros (ENHSA)

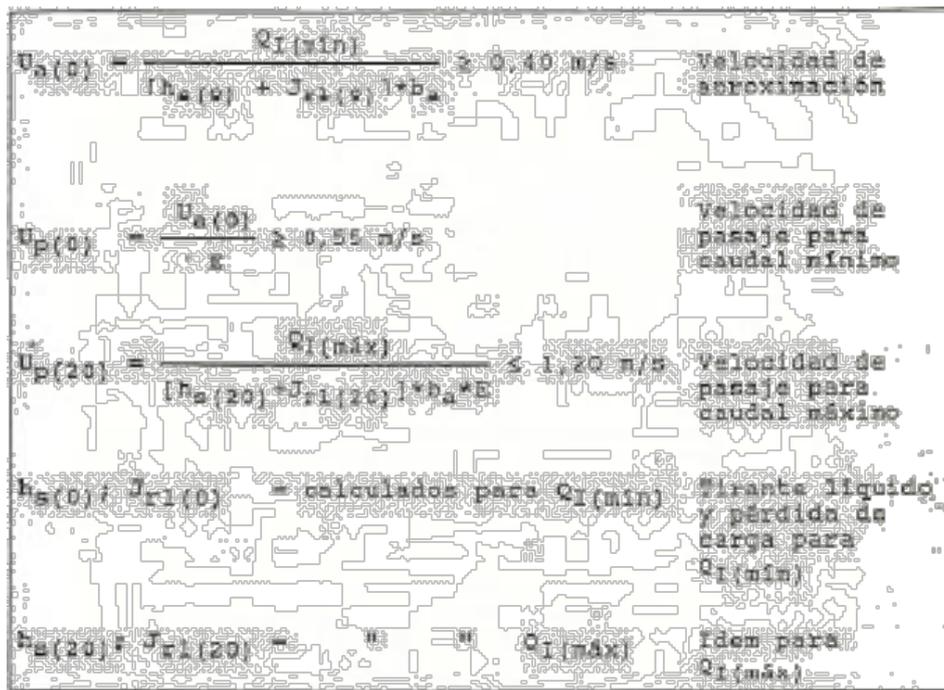


Tabla 12-5: Cuadro 11.2.2: Parámetros de diseño (ENOHSA).

Las operaciones se resumen en las Tabla 12-6 y Tabla 12-7, que a continuación se muestran:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
$Q_{l \min}$	1.411	m ³ /día	Caudal mínimo que ingresa a las rejás
$Q_{l \min}$	0,016	m ³ /s	Caudal mínimo que ingresa a las rejás
h_s	0,100	m	Tirante líquido en el canal de salida
b_a	0,200	m	Ancho del canal de aproximación
J_r	0,053	m	Pérdida de carga
U_a	0,530	m/s	Velocidad de aproximación
E	0,800	-	Relación de espacios vacíos de la reja
U_p	0,670	m/s	Velocidad de pasaje
J_{r1}	0,053	m	Pérdida de carga para reja limpia

Tabla 12-6: Velocidades para caudal Mínimo.

Por lo tanto:

$$U_a > 0,40 \frac{m}{s} \rightarrow \text{Verifica}$$

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
$Q_{l \max}$	3.931	m ³ /día	Caudal mínimo que ingresa a las rejás
$Q_{l \max}$	0,046	m ³ /s	Caudal mínimo que ingresa a las rejás
h_s	0,25	m	Tirante líquido en el canal de salida
b_a	0,20	m	Ancho del canal de aproximación
J_r	0,086	m	Pérdida de carga
U_a	0,68	m/s	Velocidad de aproximación

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
E	0,80	-	Relación de espacios vacíos de la reja
U_p	0,85	m/s	Velocidad de pasaje
J_{r1}	0,086	m	Pérdida de carga para reja limpia

Tabla 12-7: Velocidades para Caudales Máximos.

Por lo tanto:

$$U_a < 1,20 \frac{m}{s} \rightarrow \text{Verifica}$$



Imagen 12-5: Rejas dobles antes del Desarenador.

12.2.3. Desarenador

Tiene como objetivo separar del Agua Residual los materiales inorgánicos (arenas). El procedimiento se basa en la diferencia de pesos específicos de los sólidos orgánicos con los inorgánicos. Se supone que todas las partículas sedimentan de acuerdo a la ley de Newton con una velocidad V_s y que son arrastradas por una velocidad V_h .

El desarenador planteado es de flujo constante, manteniendo la misma velocidad respecto a la variación de caudal.

Las velocidades características con la que se dimensionan los desarenadores son:

- Velocidad de sedimentación, $V_s = 0,021$ m/s.
- Velocidad de flujo horizontal, $V_h = 0,3$ m/s.

Componentes

Esta unidad se puede dividir en cuatro partes o zonas:

- Zona de entrada: Tiene como función conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.
- Zona de desarenación: Parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.
- Zona de salida: Conformada por un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada.
- Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada: Constituida por una tolva con pendiente mínima de 10% que permita el deslizamiento de la arena hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

El número de unidades mínimas en paralelo es 2 para efectos de mantenimiento. En caso de caudales pequeños y turbiedades bajas se podrá contar con una sola unidad que debe contar con un canal de by-pass para efectos de mantenimiento.

Debe existir una transición en la unión del canal o tubería de llegada al desarenador para asegurar la uniformidad de la velocidad en la zona de entrada.

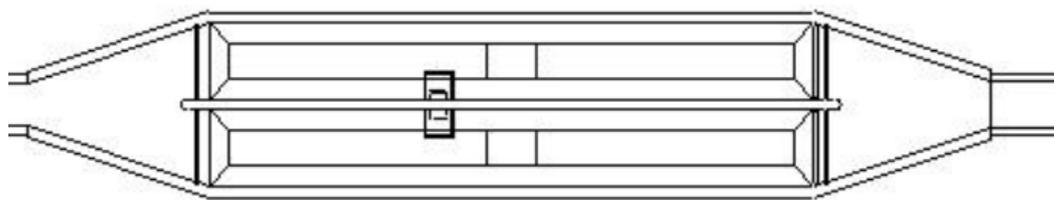


Imagen 12-6: Vista en planta de Desarenador.

Dimensionado

El desarenador será de flujo horizontal, de sección rectangular y con vertedero tipo Sutro. Se adoptarán dos módulos de desarenadores, con 2 desarenadores cada módulo:

$$Q = 2,74 \times \sqrt{a \times b} \times \left(H - \frac{a}{3} \right)$$

$$\frac{x}{b} = 1 - \frac{2}{\pi} \arctg \left(\sqrt{\frac{y}{a}} \right)$$

Siendo:

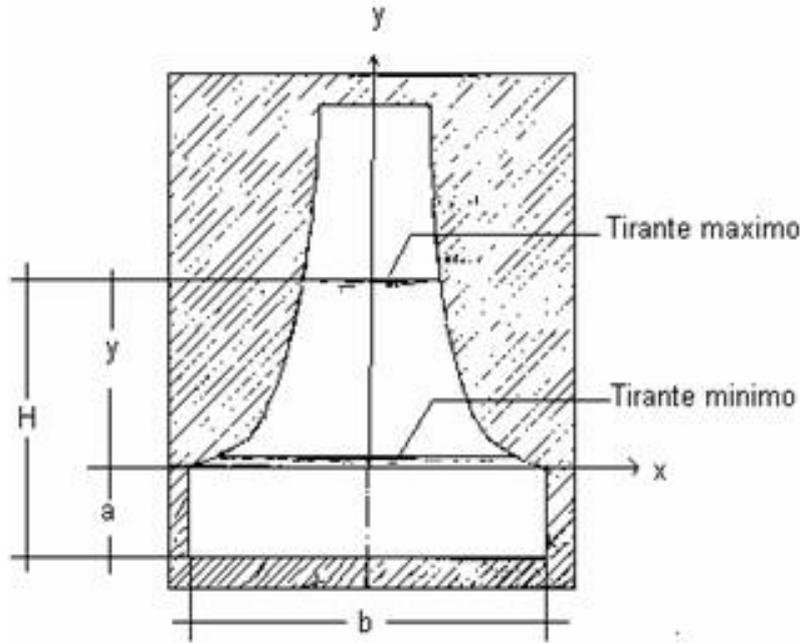


Imagen 12-7: Características Vertedero Sutro.

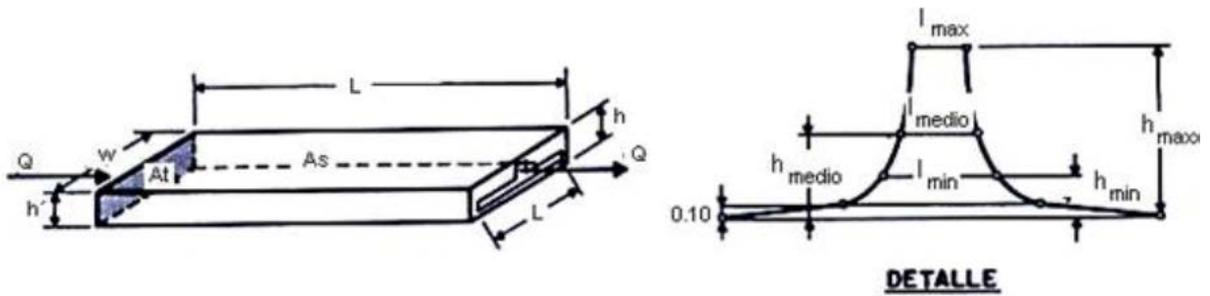


Imagen 12-8: Características Desarenador.

a (m)	b (m)	y(m)	H (m)	X (m)	Q (m ³ /s)	Q (l/s)
0,05	0,20	0	0,05	0,20	0,009	9,13
0,05	0,20	0,0001	0,05	0,19	0,009	9,16
0,05	0,20	0,01	0,06	0,15	0,012	11,87
0,05	0,20	0,015	0,07	0,14	0,013	13,24
0,05	0,20	0,10	0,15	0,08	0,037	36,53
0,05	0,20	0,15	0,20	0,07	0,050	50,23
0,05	0,20	0,20	0,25	0,06	0,064	63,93
0,05	0,20	0,25	0,30	0,05	0,078	77,63
0,05	0,20	0,30	0,35	0,05	0,091	91,33
0,05	0,20	0,35	0,40	0,05	0,105	105,03
0,05	0,20	0,40	0,45	0,04	0,119	118,73

Tabla 12-8: Tabla de descarga de Vertedero Sutro.



Imagen 12-9: Comparación entre Vertedero triangular, Sutro y rectangular.

Cálculo de longitud del Desarenador

$$\frac{v_h}{v_s} = \frac{L}{H}$$

Siendo:

- L: longitud del desarenador.
- H: tirante hidráulico (se da para el caudal de punta).
- v_h : velocidad horizontal = v_f
- v_s : velocidad de sedimentación.

La longitud puede incrementarse como mínimo 2.H o como máximo 50% de L teórica. Un resumen de los resultados puede observarse en el siguiente cuadro (Tabla 12-9):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
$Q_{\text{máx}}$	45,5	l/s
$Q_{\text{mín}}$	9,8	l/s
$H_{\text{máx}}$	0,18	m
$H_{\text{mín}}$	0,05	m
v_h	0,23	m/s
v_s	0,021	m/s
L	1,97	m
$L_{\text{increment}}$	2,96	m
L_{adopt}	3,00	m

Tabla 12-9: Resumen de los resultados.

De acuerdo a lo anterior, se adopta una Longitud de 3,00m.

12.2.4. Aforador Parshall

El aforador Parshall es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal. Consta de 4 partes principales:

- a) Transición de entrada
- b) Sección convergente
- c) Garganta
- d) Sección divergente

En la transición de entrada, el piso se eleva sobre el fondo original del canal, con una pendiente suave y las paredes se van cerrando, ya sea en línea recta o circular.

En la sección convergente, el fondo es horizontal y el ancho va disminuyendo.

En la garganta el piso vuelve a bajar para terminar con otra pendiente ascendente en la sección divergente.

En cualquier parte del aforador, desde el inicio de la transición de entrada hasta la salida, el aforador tiene una sección rectangular.

Junto a la estructura del aforador se tienen dos pozos laterales o tanques con la misma profundidad, o mayor, que la parte más baja del aforador. El agua que escurre por el aforador pasa a estos tanques por medio de unas perforaciones colocadas en la pared de la sección convergente y en la garganta.

Fundamentalmente, el aforador es una reducción de la sección que obliga al agua a elevarse o a “remansarse” y volver a caer hasta la elevación que se tenía sin la presencia del aforador. En este proceso se presenta una aceleración del flujo que permite establecer una relación matemática entre la elevación del agua y el gasto.

Por medio de muchos experimentos en los que se colocaron diferentes tamaños de aforadores y se midió el gasto y la profundidad, se observó que todos los aforadores tienen un comportamiento similar en la relación tirante – gasto, para condiciones de descarga libre; es decir, todos se pueden representar matemáticamente con la siguiente ecuación:

$$Q = C \times (H_a)^n$$

Donde:

- Q: Gasto para condiciones de descarga libre (l/s).
- H_a : Profundidad del agua en una ubicación determinada del aforador (mm).
- C y n: Valores dependientes del tamaño del aforador.

Los aforadores que se probaron tienen medidas establecidas y cualquier aforador que se construya debe apegarse a dichas medidas, ya que los errores de construcción generarán mediciones erróneas.

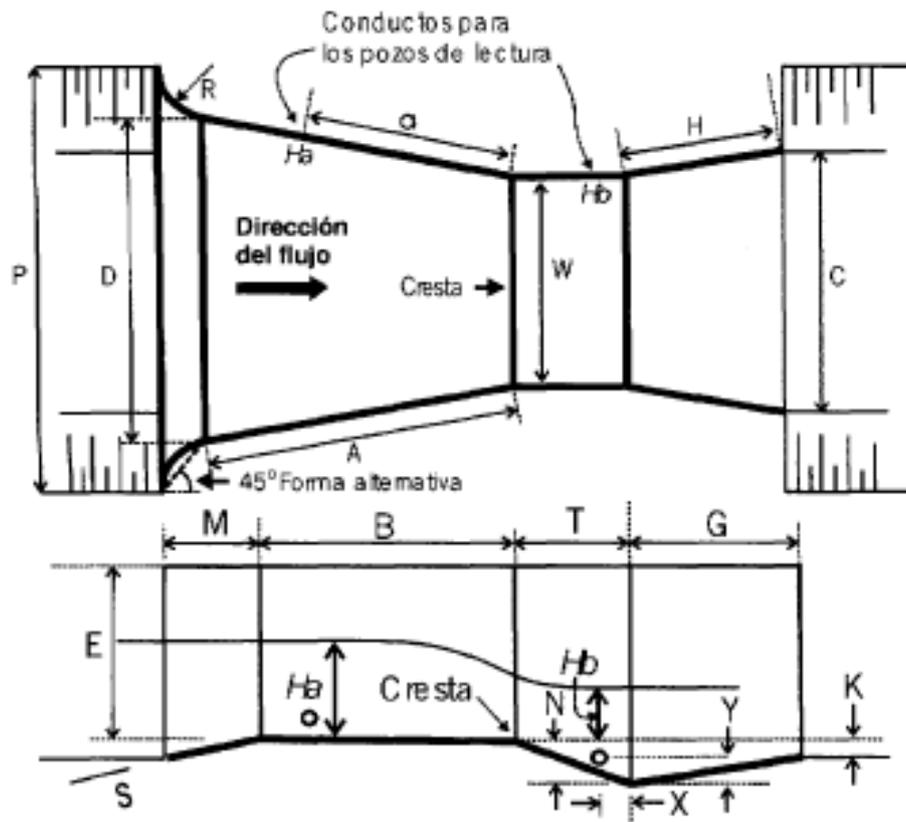


Imagen 12-10: Características del Aforador Parshall.

Siendo:

- W: Ancho de la garganta.
- A: Longitud de las paredes de la sección convergente.
- a: Ubicación del punto de medición H_a .
- B: Longitud de la sección convergente.
- C: Ancho de la salida.
- D: Ancho de la entrada de la sección convergente.
- E: Profundidad total.
- T: Longitud de la garganta.
- G: Longitud de la sección divergente.
- H: Longitud de las paredes de la sección divergente.
- K: Diferencia de elevación entre la salida y la cresta.
- M: Longitud de la transición de entrada.
- N: Profundidad de la cubeta.
- P: Ancho de la entrada de la transición.
- R: Radio de la curva.
- X: Abscisa del punto de medición H_b .
- Y: Ordenada del punto de medición.

Para diferentes anchos de garganta (W) tenemos por tabla los valores de C y n.

Para realizar el dimensionado del Aforador Parshall es necesario los datos siguientes (Tabla 12-11 y Tabla 12-12):

VARIABLE	VALOR	CANTIDAD	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Q_{\min}	847	m ³ /día	$:Q_{A20}$	Caudal mínimo horario: Menor caudal instantáneo del día de menor vuelco.
Q_{\max}	3931	m ³ /día	$:Q_{E20}$	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.

Imagen 12-11: Datos para el dimensionado del Aforador Parshall.

Pasando a litros por segundo:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
Q_{\min}	9,8	l/s
Q_{\max}	45,5	l/s

Imagen 12-12: Datos para dimensionado Aforador Parshal distinta unidad.

A.5 AFORADOR DE 228.6 mm DE GARGANTA

Ecuación para gasto sin sumergencia

$$Q = 0.013762H_g^{1.53}$$

Sumergencia límite 60%

H_g , mm	Q, l/s
22	1.56
42	4.19
62	7.60
82	11.66
102	16.29
122	21.42
142	27.02
162	33.05
182	39.50
202	46.33
222	53.53
242	61.08
262	68.97
282	77.19
302	85.72
322	94.56
342	103.69
362	113.11
382	122.81
402	132.78
422	143.02
442	153.52
462	164.28
482	175.28
502	186.53

Tabla A5. Gasto sin sumergencia

Imagen 12-13: Tabla de gasto sin sumergencia.

De la Imagen 12-13 se obtiene:

$$C=0,013762$$

$$n=1,53$$

Despejando de la ecuación de gasto:

$$Q = C \times (H_a)^n \rightarrow H_a = \left(\frac{Q}{C}\right)^{1/n}$$

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
H _{amín}	73	mm
H _{amáx}	200	mm

W	A	a	B	C	D	E	T	G	K	M	N	P	R	X	Y
Dimensiones en mm															
25.4	363	242	356	93	167	229	76	203	19	---	29	---	---	8	13
50.8	414	276	406	135	214	254	114	254	22	---	43	---	---	16	25
76.2	467	311	457	178	259	457	152	305	25	---	57	---	---	25	38
152.4	621	414	610	394	397	610	305	610	76	305	114	902	406	51	76
228.6	879	587	864	381	575	762	305	457	76	305	114	1080	406	51	76
Dimensiones en m															
0.3048	1.372	0.914	1.343	0.610	0.845	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	1.492	0.508	0.051	0.076
0.4572	1.448	0.965	1.419	0.762	1.026	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	1.676	0.508	0.051	0.076
0.6096	1.524	1.016	1.495	0.914	1.206	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	1.854	0.508	0.051	0.076
0.9144	1.676	1.118	1.645	1.219	1.572	0.914	0.610	0.914	0.076	0.381	0.229	2.222	0.508	0.051	0.076
1.2192	1.829	1.219	1.794	1.524	1.937	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	2.711	0.610	0.051	0.076
1.5240	1.981	1.321	1.943	1.829	2.302	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	3.080	0.610	0.051	0.076
1.8288	2.134	1.422	2.092	2.134	2.667	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	3.442	0.610	0.051	0.076
2.1336	2.286	1.524	2.242	2.438	3.032	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	3.810	0.610	0.051	0.076
2.4384	2.438	1.626	2.391	2.743	3.397	0.914	0.610	0.914	0.076	0.457	0.229	4.172	0.610	0.051	0.076
3.0480	2.7432	1.829	4.267	3.658	4.756	1.219	0.914	1.829	0.152	---	0.343	---	---	0.305	0.229
3.6580	3.0480	2.032	4.877	4.470	5.607	1.524	0.914	2.438	0.152	---	0.343	---	---	0.305	0.229
4.5720	3.5052	2.337	7.620	5.588	7.620	1.829	1.219	3.048	0.229	---	0.457	---	---	0.305	0.229
6.0960	4.2672	2.845	7.620	7.315	9.144	2.134	1.829	3.658	0.305	---	0.686	---	---	0.305	0.229
7.6200	5.0292	3.353	7.620	8.941	10.668	2.134	1.829	3.962	0.305	---	0.686	---	---	0.305	0.229
9.1440	5.7912	3.861	7.925	10.566	12.313	2.134	1.829	4.267	0.305	---	0.686	---	---	0.305	0.229
12.1920	7.3152	4.877	8.230	13.818	15.481	2.134	1.829	4.877	0.305	---	0.686	---	---	0.305	0.229
15.2400	8.8392	5.893	8.230	17.272	18.529	2.134	1.829	6.096	0.305	---	0.686	---	---	0.305	0.229

Imagen 12-14: Tabla de medidas estándar de los Aforadores Parshall.

En la Imagen 12-14 se indica las medidas del Aforador Parshall adoptadas.



Imagen 12-15: Sección de control de una canaleta Parshall.

De la Imagen 12-15, se observa que el remanso producido por la sección y pendiente.

12.2.5. Sedimentador Primario

Se calcula el sedimentador primario para la alternativa elegida según normas ENOHS.

Dimensionado

Se calcula el área del sedimentador según la carga hidráulica superficial utilizando el “Cuadro 11.4.3 SEDIMENTADORES PRIMARIOS Carga Superficiales Hidráulicas de Diseño (Cuando no se cuente con ensayos de sedimentación)” perteneciente a la norma ENOHS (Imagen 12-16), utilizando los caudales medios y máximos.

Sedimentador	V_{0med} para Q_{C20} (1) (m^3/m^2*d)		$V_{0máx}$ para Q_{E20} (1) (m^3/m^2*d)	
	Planta Rectangular	Planta Circular	Planta Rectangular	Planta Circular
Tratamiento Primario Unicamente	20	17	50	52
Antes de Lechos Percoladores	32	27	80	67
Antes de Barros Activados	48	41	120	102

(1): Para líquido a 20°C

Imagen 12-16: Cuadro 11.4.3 Norma ENOHS.

De acuerdo a estos valores, se obtiene:

A ₁ CAUDAL MEDIO			
VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q _{c20'}	2.016	m ³ /día	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos
V _{Qmed}	27	m ³ /m ² .día	Carga superficial según cuadro 11.4.3
A ₁	75	m ²	Área superficial del sedimentador primario
A ₂ CAUDAL MÁXIMO			
VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q _{E20}	3.931	m ³ /día	Caudal máximo horario: Mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.
V _{Qmed}	67	m ³ /m ² .día	Carga superficial según cuadro 11.4.3
A ₂	59	m ²	Área superficial del sedimentador primario

Tabla 12-10: Cálculo de Áreas del Sedimentador Primario.

De la Tabla 12-10, se determina que el área mayor le corresponde a A₁. De acuerdo a ello, se tiene las siguientes dimensiones (Tabla 12-11):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
A ₁	75	m ²
d	9.75	m

Tabla 12-11: Dimensiones Sedimentador Primario.

Luego, del Cuadro 11.4.7 “SEDIMENTARES PRIMARIOS Valores de Permanencia y Tirantes Líquidos Mínimos de Diseño” de la Norma ENOHS (Imagen 12-17), se adopta el tirante y se verifica la permanencia.

Sedimentador Primario	Permanencia (horas)	Limpieza de fondo	Tirante mínimo (m)
Tratamiento Unico	2,0 a 2,5 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,50 m 2,00 a 3,00 m
Antes de Lechos Percoladores	1,0 a 2,0 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,00 m 2,00 a 3,00 m
Antes de Lodos Activados	2,0 a 2,5 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,50 m 2,00 a 3,00 m
Cuando reciba recirculación de barros o de licor mezclado de	1,0 a 2,0 h para Q _{E20}	(por pendiente) (mecánica)	1,50 a 2,00 m 2,00 a 4,00 m

Imagen 12-17: Cuadro 11.4.7 Norma ENOHS

Se adoptan las siguientes dimensiones para el Sedimentador Primario (Tabla 12-12):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
d	9,80	m	Diámetro del sedimentador primario
A	75	m ²	Área superficial del sedimentador primario
h	2,5	m	Tirante líquido del sedimentador primario
V	189	m ³	Volumen
Q _{E20}	3.931	m ³ /día	Caudal máximo, para el cálculo del TRH
TRH	1,15	h	Tiempo de retención hidráulica

Tabla 12-12: Dimensiones Sedimentador Primario.

$$1 < TRH < 2 \rightarrow \text{Verifica}$$

Eficiencia del Sedimentador Primario

La hipérbola que describe la remoción puede representarse como:

$$R = \frac{t}{(a + b \times t)}$$

Siendo:

- R: % de remoción (se SST o DBO según corresponda)
- t: Tiempo de retención en horas.
- a y b: Constantes empíricas.

VARIABLE	a	b
DBO	0,018	0,02
SST	0,0075	0,014

Tabla 12-13: Constantes empíricas.

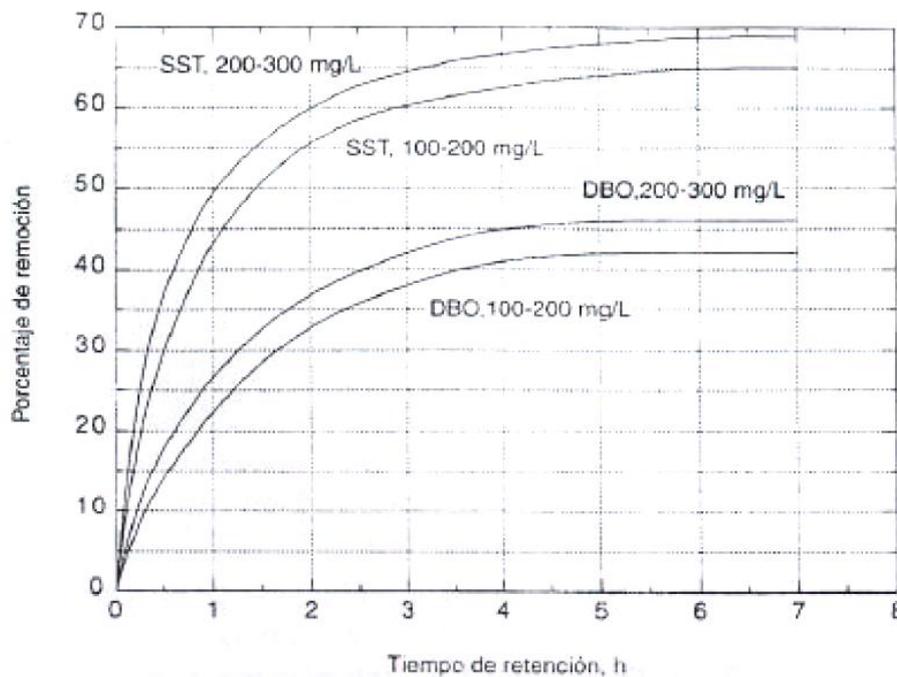


Imagen 12-18: Remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación primaria. (Metcalf & Eddy, 1996).

CARACTERÍSTICAS	INTERVALOS	TÍPICO
Sedimentación primaria seguida de tratamiento secundario:		
Tiempo de Retención (h)	1,5-2,5	2
Cargas de Superficie ($m^3/m^2 \cdot día$)	-	-
A Caudal Medio	30-50	40
A Caudal Punta	80-120	100
Cargas sobre Vertedero ($m^3/m \cdot día$)	125-500	250
Sedimentación primaria con adición del lodo activado en exceso:		
Tiempo de Retención (h)	1,5-2,5	2
Cargas de Superficie ($m^3/m^2 \cdot día$)	-	-
A Caudal Medio	24-32	28
A Caudal Punta	48-70	60
Cargas sobre Vertedero ($m^3/m \cdot día$)	125-500	250

Tabla 12-14: Información típica para el diseño de Sedimentadores Primarios (Metcalf & Eddy, 1996).



Imagen 12-19: Sedimentador Primario con barreadores de fondo, con vertederos triangulares en todo el perímetro de chapa.

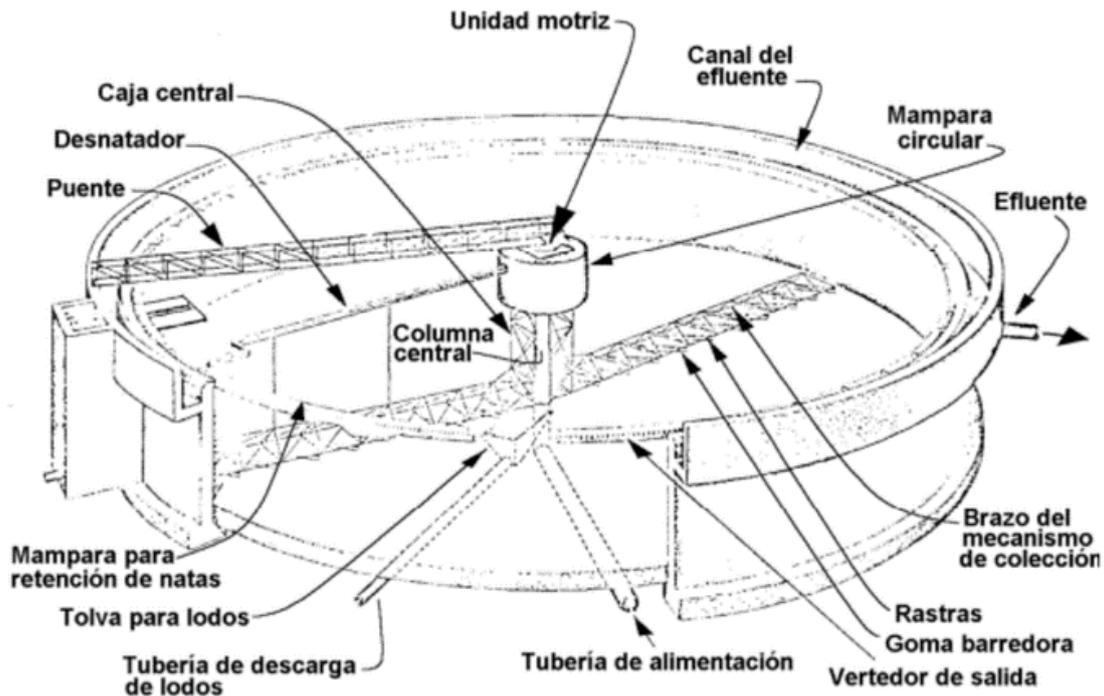


Imagen 12-20: Elementos componentes de Sedimentadores.

Características del Sedimentador adoptado (Tabla 12-15)

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
d	9,80	m	Diámetro del sedimentador primario
A	75,43	m ²	Área superficial del sedimentador primario
h	2,50	m	Tirante líquido del sedimentador primario
V	188,57	m ³	Volumen
Q _{E20}	3.931,20	m ³ /día	Caudal máximo, para el cálculo del TRH
TRH	1,15	h	Tiempo de retención hidráulica

Tabla 12-15: Características Sedimentador Primario.

Del cual se obtiene la siguiente Eficiencia de Remoción (Tabla 12-16)

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
RDBO	28	%	Porcentaje de remoción de DBO
RSST	49	%	Porcentaje de remoción de SST
Si DBO	170	g/m ³	Carga orgánica que ingresa al sedimentador (dato de diseño)
Se DBO	122	g/m ³	Carga orgánica que sale del sedimentador
Si SST	200	g/m ³	Sólidos suspendidos totales que ingresan al sedimentador (dato de diseño)
Se SST	103	g/m ³	Sólidos suspendidos totales que salen del sedimentador

Tabla 12-16: Eficiencia de Remoción.

12.2.6. Lechos Percoladores

Con el fin de comenzar el cálculo se debe tener en cuenta que tipo de Lechos se utilizará, para ello se recurrió a el Cuadro 11.7.1 “Clasificación y parámetros de diseño” de la

Norma ENOHA, este se presenta en la Imagen 12-21 a continuación. En el cual, se determina que se utilizará un Lecho Percolador de “Alta Carga”.

Carga Orgánica e Hidrául.	Carga Orgánica (kgDBO ₅ /m ³ *d) (1)	Carga Hidráulica (m ³ /m ² *d) (2)	Profundidad del lecho (m) (3)	Relación de recirculación r	Material Relleno
Baja	0,08 a 0,30	0,90 a 3,80	1,50 a 3,00	Puede no existir	Piedra, escoria, etc
Alta	0,50 a 1,00	20,00 a 30,00	0,90 a 3,00	0,8 a 3,0	Piedra, escoria, material plástico
Muy Alta	0,80 a 6,00	30,00 a 200,00	3,00 a 13,00	1,0 a 3,0	Material plástico

(1) Kg de DBO₅ del líquido proveniente del sedimentador primario, por m³ de lecho para Q_a = Q_{C20}
 (2) Para Q_a = Q_{C20}, incluyendo recirculación
 (3) Expresada como r = Q_R/Q_{C20}, siendo Q_R = caudal de recirculación
 Nota: Para asegurar que el lecho no se colmate, la carga hidráulica deberá ser igual o mayor a 19,2 m³/m²*d = 0,8 m³/m²*h, en lechos de alta y muy alta carga.

Imagen 12-21: Cuadro 11.7.1 Norma ENOHA.

A continuación se presentan las variables (Tabla 12-17) que se tienen en cuenta para el desarrollo del cálculo de dimensionado:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Q _{C20} '	2.016	m ³ /día	Caudal medio diario debido exclusivamente a usuarios domésticos
r	1,00	-	Relación de recirculación
Q _R	2.016	m ³ /día	Caudal de recirculación
Q _{III}	4.032	m ³ /día	Caudal de diseño
N	2	un	Número total de unidades de diseño para n=20 años
C _{sh}	25	m ³ /m ² .día	Carga superficial hidráulica de diseño (entre 20 y 30)
C _v	1	kgDBO ₅ /día.m ³	Carga orgánica volumétrica de diseño (entre 0,5 y 1)
A _o	40	m ²	Área de lecho de cada unidad
S _a	0,122	kgDBO ₅ /m ³	concentración orgánica máxima de ingreso a las unidades
L _{A20}	247	kgDBO ₅ /día	Carga orgánica total de las N unidades del sistema para el final del período (n=20 años)
V	123	m ³ /un	Volumen de lecho de cada unidad
h _{calc}	3,06	m	Altura de cálculo del lecho
d _{calc}	7,17	m	Diámetro de cálculo de cada lecho

Tabla 12-17: Variables de Lecho Percolador a dimensionar.

Por lo cual, se adopta lo siguiente (Tabla 12-17):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
N	2	un	Número total de unidades de diseño para n=20 años
d	7,20	m	Diámetro de cada lecho
h	3,10	m	Altura de cada lecho
A	40,72	m ²	Área de cada lecho
V	126,22	m ³	Volumen de cada lecho

Tabla 12-18: Variables adoptadas para diseño Lecho Percolador.

Con estos datos, se realizan las verificaciones necesarias según Capítulo 11.7.3 “Condiciones a Cumplir de Diseño” de la Norma ENOHS, que se especifican en Tabla 12-19:

VARIABLE	CANTIDA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
C _{sh}	49,5	m ³ /m ² .día	Carga superficial hidráulica C _{sh min} >19,2 m ³ /m ² .día (calculada con Q _{III})
S _a	0,120	kg _{DBO} /m ³	Concentración orgánica máxima de ingreso a las unidades<0,120

Tabla 12-19: Verificaciones de condiciones a cumplir de diseño.

A fin de realizar el cálculo de la eficiencia de la reducción orgánica deben aplicarse las siguientes fórmulas:

$$E_f = \frac{100}{1 + 0,443 \times \left[\frac{L_A}{(V \times F)} \right]^{\frac{1}{2}}} = \text{Eficiencia porcentual en reducción de la DBO}$$

$$F = \frac{(1 + r)}{(1 + 0,1 \times r)^2} = \text{Factor de recirculación en cada período}$$

Utilizando los datos pertenecientes al proyecto en desarrollo, se obtiene (Tabla 12-20):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
L _{A20}	247	kg _{DBO5} /día	Carga orgánica total de las N unidades del sistema para el final del período (n=20 años)
V _{Tot}	252	m ³	Volumen total del lecho de todas las unidades
F	1,65		Factor de recirculación
E _f	75	%	Eficiencia porcentual en la reducción de la DBO

Tabla 12-20: Resumen de valores de Eficiencia Orgánica y Factor de Recirculación.

De acuerdo a los resultados anteriores, la carga orgánica a la salida de los lechos percoladores será (Tabla 12-21):

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
S_e	0,031	$\text{kg}_{\text{DBO5}}/\text{m}^3$
S_e	31	mg/l

Tabla 12-21: Carga Orgánica de salida.

Según la normativa se debe cumplir que los líquidos salgan con una carga orgánica máxima de 50 mg/l, como vemos en la Tabla 12-21 esto se cumple respetando las disposiciones ambientales impuesta por ley.



Imagen 12-22: Lecho Percolador.

En la Imagen 12-22, podemos observar como los brazos mecánicos rociadores del lecho percolador que esparce los líquidos afluentes a tratar.



Imagen 12-23: Relleno plástico de material "Estructurado" para Lechos Percoladores.

De la Imagen 12-23 vemos el relleno de los lechos percoladores fabricados de manera industrial. Estos, son de material plástico "Estructurado", poseen varias ventajas como la optimización de superficie específica a fin de favorecer la aireación, son autoportantes minimizando las presiones en los muros del lecho, reducen el mantenimiento generado por la menor obstrucción debido a su diseño, etc.

12.2.7. Sedimentador Secundario

Se realizará el cálculo de los sedimentadores secundarios siguiendo los lineamientos del apartado 11.4.3.3 “Determinación del Área Superficial en Plantas con Lechos Percoladores” de la Norma ENOHA. Aplicándose estos parámetros y utilizando los datos de la Tabla 12-22, se obtiene lo expresado en la Tabla 12-23:

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
F_V	1,4	-	Factor de corrección por influencia del vertedero (cuadro 11.4.4)
F_T	1,348	-	Factor de corrección por influencia de la temperatura (cuadro 11.4.5)
$v_{o \text{ med}}$	24	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$	Carga superficial hidráulica para Q_{C20} (cuadro 11.4.9)
$v_{o \text{ max}}$	45	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$	Carga superficial hidráulica para Q_{D20} (cuadro 11.4.9)
$Q_{III \text{ (máx)}}$	5.625	$\text{m}^3/\text{día}$	Caudal máximo de ingreso a los sedimentadores secundarios
Q_a	2.621	$\text{m}^3/\text{día}$	Q_{D20} , caudal máximo diario a 20 años
$Q_R \text{ (máx)}$	3.004	$\text{m}^3/\text{día}$	De 1,43 a 1,54 de Q_{C20} : caudal máximo de recirculación de barros activados o Q_R : caudal de recirculación de diseño
$Q_{III \text{ (med)}}$	5.020	$\text{m}^3/\text{día}$	Caudal medio de ingreso a los sedimentadores secundarios
Q_{am}	2.016	$\text{m}^3/\text{día}$	Q_{C20} , caudal medio diario a 20 años
r	1,49	-	Relación de recirculación de diseño

Tabla 12-22: Variables para determinación del Área del Sedimentador Secundario.

Para la obtención de algunas variables de la Tabla 12-22, se emplearon las fórmulas indicadas a continuación:

$$Q_{III \text{ (máx)}} = Q_a + Q_R \text{ (máx)}$$

$$Q_{III \text{ (med)}} = Q_a + Q_R$$

$$r = \frac{Q_R}{Q_{C20}}$$

Para determinar el área superficial cuando se recircula el efluente directamente desde el fondo del sedimentador se utilizará las siguientes expresiones, adoptándose la mayor:

$$A_1 = \frac{(Q_{III \text{ (med)}} - Q_R) \times F_V \times F_T}{v_{o \text{ (med)}}$$

$$A_2 = \frac{(Q_{III \text{ (máx)}} - Q_R) \times F_V \times F_T}{v_{o \text{ (máx)}}$$

VARIABLE	CANTIDAD	UNIDAD
A ₁	159	m ²
A ₂	110	m ²

Tabla 12-23: Áreas superficiales de Sedimentador Secundario.

Finalmente se obtiene de la Tabla 12-23 que el área adoptada es A₁ y del Cuadro 11.4.7 “SEDIMENTARES PRIMARIOS Valores de Permanencia y Tirantes Líquidos Mínimos de Diseño” de la Norma ENOHSA (Imagen 12-17) una profundidad de 2,50m.

13. Cómputo y Presupuesto

A fin de obtenerse una aproximación del monto de la futura obra, se realizan el cómputo y presupuesto en base al anteproyecto de la red y de las plantas de tratamiento. En tal sentido, se predimensionaron los elementos más significativos que integran la *Alternativa B Variante 3*. La misma, consta de 2 plantas de tratamiento, resultando que el dimensionamiento de cada una de ellas se efectúa considerando la mitad de la población en estudio a 20 años, es decir *9.000 habitantes para cada planta*, siendo que se considera que la distribución de la población (por capacidad territorial) será equitativa a ambos lados de la Ruta Provincial N°1.

Es de importancia nombrar, que el presente presupuesto no se realiza en base a un proyecto ejecutivo, sino teniendo en cuenta los alcances del proyecto, por lo que los montos pueden variar sensiblemente a la hora de definir todos los componentes de la obra.

El presupuesto se realiza teniendo en cuenta los costos al mes de *MARZO DE 2016*.

13.1. Red Cloacal

El trazado y dimensionamiento de la Red Cloacal se describe en el Capítulo 12 – “Dimensionamiento Red Cloacal” y se definiéndose las características de los elementos en los planos en TOMO II: Anexo I – Planos y Documentos Técnicos.

Los ítems en los que se divide la obra de Red Cloacal y las unidades en que deben medirse están expresados en la Tabla 13-1:

Nº	ÍTEM	UNIDAD
1	Excavación, relleno y compactación zanjas hasta 2,50m	m ³
2	Excavación, relleno y compactación zanjas > 2,50m	m ³
3	Colocación de cañería PVC junta elástica 160mm	ml
4	Colocación de cañería PVC junta elástica 200mm	ml
5	Colocación de cañería PVC junta elástica 250mm	ml
6	Colocación de cañería PVC junta elástica 300mm	ml
7	Colocación de cañería PVC junta elástica 350mm	ml
8	Boca de registro hasta 2,50m	un
9	Boca de registro > 2,50m	un
10	Pozo de bombeo	un

Tabla 13-1: Ítems del Cómputo de la Red Cloacal.

13.1.1. Descripción de los Ítems componentes de la Red Cloacal

ÍTEM 1 Y 2. Excavación relleno y compactación. Incluye apertura de zanjas con todas las previsiones constructivas y de seguridad para una correcta colocación de la cañería enterrada. Incluye compactación del terreno por capas hasta el nivel requerido. Se divide en dos profundidades en virtud de las diferentes complicaciones técnicas que suponen excavaciones en distintos niveles.

ÍTEM 3 a 7. Colocación de cañería de PVC junta elástica. Incluye la provisión de materiales, acarreo y colocación de las cañerías en su posición, según los planos de detalles, con la pendiente de proyecto y según las especificaciones de manipuleo dadas por el fabricante. Se divide en distintos diámetros de cañería debido a los diferentes costos que se tendrá en consecuencia, tanto de materiales como de mano de obra.

ÍTEM 8 Y 9. Boca de registro. Incluye excavación, provisión de materiales y mano de obra para hormigonado de base, cuerpo y tapa de la boca de registro según planos tipos adjuntos. Incluye la conexión de las cañerías que lleguen a la BR según proyecto. Se contemplan bocas de registro hasta 2,5m y mayores a 2,5m de profundidad debido a la variación en el costo de ambas.

ÍTEM 10. Pozo de bombeo. Incluye excavación, provisión de materiales y mano de obra para la ejecución completa de pozo de bombeo según las especificaciones dadas en los planos anexos. Incluye la provisión de bombas de las características especificadas y toda otra obra complementarias para el correcto funcionamiento del pozo.

13.2. Planta de Tratamiento

Los ítems en los que se divide la obra de Planta de Tratamiento y las unidades en que deben medirse están expresados en la Tabla 13-2:

Nº	ÍTEM	UNIDAD
1	Movimiento de suelo	m ³
2	Aforador Parshall	un
3	Rejas	un
4	Desarenador	un
5	Sedimentador primario H° A°	un
6	Tanque H° A° Lecho Percolador	un
7	Brazos mecánicos y motorización para lecho percolador	un
8	Sedimentador Secundario H° A°	un
9	Sala de máquinas, guardia y depósito	gl
10	Obras complementarias	gl
11	Parquización	gl

Tabla 13-2: Ítems del Cómputo de la Planta de Tratamiento.

13.2.1. Descripción de los Ítems componentes de la Planta de Tratamientos

Los parámetros de cada elemento de la planta de tratamiento se calculan según las Normas ENOHS, considerándose que la población total de la zona de estudio a 20 años (18.000 habitantes) tendrá una distribución del 50% para cada planta. Por lo tanto, *la PT se dimensiona para 9.000 habitantes.*

Unidad	LECHOS PERCOLADORES				
	Cantidad (n°)	Diámetro (m)	Área Superficial (m ²)	Altura (m)	Volmen (m ³)
Sedimentador Primario	1	9,80	75,43	2,50	188,57
Tratamiento Biológico	2	7,20	40,72	3,10	126,22
Sedimentador Secundario	2	10,00	79	2,50	198,16

Tabla 13-3: Dimensiones de los tres tipos de Tanques de la PT.

En la Tabla 13-3, se observan las dimensiones de los tres tipos de tanques principales de la Planta de Tratamiento, calculadas en base a los efluentes de una población de 9.000 habitantes de acuerdo a lo establecido.

Los Ítems se componen de las siguientes características:

ÍTEM 1. Movimiento de suelo. Comprende rellenos y desmontes en la zona de emplazamiento de la Planta de tratamiento.

ÍTEM 2. Aforador Parshall. Incluye provisión de materiales y mano de obra para la ejecución de canaleta aforadora “Parshall” según planimetría adjunta.

ÍTEM 3. Rejas. Incluye provisión de materiales y mano de obra para la ejecución de la cámara de rejas y la instalación de rejas de limpieza manual.

ÍTEM 4. Desarenador. Comprende la obra de hormigón para un desarenador doble de 3,00 mts de largo, construido de hormigón armado.

ÍTEM 5. Sedimentador primario de Hormigón Armado. Comprende la provisión de materiales y mano de obra para la ejecución de un tanque de sedimentación, construido en hormigón armado según planimetría adjunta.

ÍTEM 6. Tanque de hormigón armado y relleno para lecho percolador. Comprende la provisión de materiales y mano de obra para la ejecución de un tanque de hormigón armado para lecho percolador según planimetría adjunta. Incluye la provisión y colocación del material estructurado de relleno.

ÍTEM 7. Brazos mecánicos y motorización para lecho percolador. Comprende la provisión e instalación de los brazos rociadores y su respectiva mecanización. Incluye todas las conexiones necesarias hidráulicas y eléctricas para el correcto funcionamiento del sistema.

ÍTEM 8. Sedimentador secundario de Hormigón Armado. Idem item 5.

ÍTEM 9. Sala de máquinas, guardia y depósito. Se estima necesaria una pequeña construcción para sala de máquinas y comando, depósito y puesto de vigilancia de guardia. El monto de este ítem se estima considerando la cantidad de metros cuadrados necesaria y un precio del mismo según valores actuales.

ÍTEM 10. Obras complementarias. Incluye la ejecución de toda obra necesaria para el correcto funcionamiento de la planta. Tales obras se refieren a accesos a la planta, cámaras de derivación interna, instalaciones accesorias, etc.

ÍTEM 11. Parquización. Incluye la limpieza del terreno, cespitado y arborización del predio.

13.3. Precios Unitarios

Los precios unitarios que se reflejan en las Tablas 13-4, 13-5 y 13-6 corresponden a los valores de mes de Marzo de 2016.

13.3.1. Materiales

Los precios de los materiales que se muestran en la Tabla 13-4, contienen el IVA (Impuesto Valor Agregado) que es del 21%.

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	Caño PVC 110	ml	\$ 64,22
2	Caño PVC junta elástica Diámetro 160	ml	\$ 116,36
3	Caño PVC junta elástica Diámetro 200	ml	\$ 145,45
4	Caño PVC junta elástica Diámetro 250	ml	\$ 181,82
5	Caño PVC junta elástica Diámetro 300	ml	\$ 218,18
6	Caño PVC junta elástica Diámetro 350	ml	\$ 254,55
7	Hormigón H21	m ³	\$ 2.200
8	Hierro nervado	kg	\$ 16,59
9	Bomba centrífuga trifásica 4HP	un	\$ 11.068

Tabla 13-4: Precios Unitarios Materiales.

13.3.2. Mano de Obra

Los precios unitarios de mano de obra corresponden a los acuerdos salariales vigentes a Marzo de 2016 según la categoría del operario.

CATEGORIA	VALOR HORA	VALOR POR DIA
Oficial Especializado	\$ 53,27	\$ 426,16
Oficial	\$ 45,39	\$ 363,12
Medio Oficial	\$ 41,85	\$ 334,80
Ayudante	\$ 38,42	\$ 307,36
Sereno	\$ 6.971,00 por mes	

Tabla 13-5: Precios Unitarios Mano de Obra.

13.3.3. Equipos

Los costos de equipos se adoptan teniendo en cuenta a los valores de alquiler de diferentes equipos básicos según la tarea a ejecutar.

EQUIPO	UNIDAD	PRECIO
Compactador manual	día	\$ 400
Retroexcavadora	hora	\$ 180
Bomba sumergible 2HP	día	\$ 180

Tabla 13-6: Precios Unitarios Alquiler de Equipos.

13.4. Análisis de Precios

El análisis de precios de cada ítem se efectúa considerándose la incidencia de cada uno de los componentes principales (Materiales, Mano de obra y Equipos).

Cabe destacar, que se expresan en el siguiente apartado los precios de la RED TERCIARIA y sus componentes. Aunque *no forma parte del proyecto*, el trazado y diseño de dicha red, debido a que por el alcance de la obra se calculan las redes primarias y secundarias, se contemplan los costos a fin de poder elaborar posteriormente un análisis financiero de la

obra en general. Se elabora el presupuesto de la red, con el fin de llegar a un *costo por frentista* de toda la obra.

13.4.1.Red Cloacal

Para los trabajos de excavación se considera una cuadrilla compuesta por un oficial especializado (topógrafo), 2 oficiales y 4 ayudantes. Además, se adicionan las leyes sociales que corresponden a 100% del valor básico de convenio, y el costo diario de equipos de uso de la cuadrilla.

CATEGORIA	PESOS (\$)/DÍA	CANTIDAD OPERARIOS	TOTAL
OFICIAL ESPECIAL	\$ 426,16	1	\$ 426,16
OFICIAL	\$ 363,12	2	\$ 726,24
AYUDANTE	\$ 307,36	4	\$ 1.229,44
Leyes sociales			\$ 2.381,84
TOTAL CUADRILLA			\$ 4.763,68

Tabla 13-7: Precios Cuadrilla.

EQUIPO	PESOS (\$)/DÍA	CANTIDAD	TOTAL
Compactador manual	\$ 400,00	2	\$ 800,00
Retroexcavadora	\$ 1.440,00	1	\$ 1.440,00
Generador monofásico	\$ 350,00	1	\$ 350,00
Amoladoras, extras	\$ 1.000,00	1	\$ 1.000,00
TOTAL EQUIPO			\$ 3.590,00

Tabla 13-8: Precios Alquiler de Equipos.

Se detalla a continuación el análisis de los ítems pertenecientes a la Red Cloacal.

ÍTEM 1. Excavación, relleno y compactación zanjas hasta 2,50m.

Se supone un volumen de 2,5 m³/ml.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Rendimiento	ml/día	20
Rendimiento	m ³ /día	50
Costo Mano de Obra (MO)	\$	4.763,68
Costo Equipo	\$	3.590,00
TOTAL	\$	8.353,68
Costo ÍTEM 1	\$/m ³	167,07

Tabla 13-9: Costo ÍTEM 1.

ÍTEM 2. Excavación, relleno y compactación zanjas mayor a 2,50m.

Se supone un volumen de 4 m³/ml.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Rendimiento	ml/día	10
Rendimiento	m ³ /día	40
Costo Mano de Obra (MO)	\$	4.763,68

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Costo Equipo	\$	3.590,00
Tablestacado y bombeo	\$	9.189,05
TOTAL	\$	17.542,73
Costo ÍTEM 2	\$/m³	438,57

Tabla 13-10: Costo ÍTEM 2.

ÍTEM 3. Colocación de cañería PVC junta elástica 160mm.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	146,36
MO	\$	130,00
Extras	\$	13,82
Costo ÍTEM 3	\$/m	290,18

Tabla 13-11: Costo ÍTEM 3.

ÍTEM 4. Colocación de cañería PVC junta elástica 200mm.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	175,45
MO	\$	140,00
Extras	\$	15,77
Costo ÍTEM 4	\$/m	331,23

Tabla 13-12: Costo ÍTEM 4.

ÍTEM 5. Colocación de cañería PVC junta elástica 250mm.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	211,82
MO	\$	150,00
Extras	\$	18,09
Costo ÍTEM 5	\$/m	379,91

Tabla 13-13: Costo ÍTEM 5.

ÍTEM 6. Colocación de cañería PVC junta elástica 300mm.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	258,18
MO	\$	160,00
Extras	\$	20,91
Costo ÍTEM 6	\$/m	439,09

Tabla 13-14: Costo ÍTEM 6.

ÍTEM 7. Colocación de cañería PVC junta elástica 350mm.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	294,55
MO	\$	180,00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Extras	\$	23,73
Costo ÍTEM 7	\$/m	498,27

Tabla 13-15: Costo ÍTEM 7.

ÍTEM 8. Colocación de Boca de Registro hasta 2,50m.Mano de Obra

CATEGORIA	\$/DIA	CANT OPERARIOS	TOTAL
OFICIAL ESPECIAL	426,16	1	\$ 426,16
OFICIAL	363,12	2	\$ 726,24
AYUDANTE	307,36	4	\$ 1.229,44
Leyes sociales			\$ 2.381,84
TOTAL CUADRILLA			\$ 4.763,68

Tabla 13-16: Mano de Obra ÍTEM 8.

Materiales

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL
Hormigón H21	m ³	2,60	2.200,00	\$ 5.719,82
Hierro nervado	kg	208	16,59	\$ 3.450,87
Tapa fundición	un	1	945,00	\$ 945,00
Extras	gl	1		\$ 1.011,57
TOTAL MATERIAL				\$ 11.127,26

Tabla 13-17: Materiales ÍTEM 8.

Alquiler de Equipos

EQUIPO	\$/DIA	CANTIDAD	TOTAL
Bomba sumergible 2HP	180	3	\$ 540,00
Grupo electrógeno	200	3	\$ 600,00
Otros equipos	200	3	\$ 600,00
TOTAL EQUIPOS			\$ 1.740,00

Tabla 13-18: Alquiler de Equipos ÍTEM 8.

Resumen

El volumen de excavación asciende a un valor de 5,02 m³, para el caso del volumen de hormigón es de 2,60 m³.

Se determina que el rendimiento de mano de obra es de una boca de registro cada dos días.

En la Tabla 13-19, se muestra el costo final del ítem desarrollado.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	11.127,26
Mano de Obra	\$	9.527,36

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Equipos	\$	1.740,00
Extras	\$	2.239,46
Costo ÍTEM 8	\$/un	24.634,08

Tabla 13-19: Costo ÍTEM 8.

ÍTEM 9. Colocación de Boca de Registro mayor a 2,50m.Mano de Obra

CATEGORIA	\$/DIA	CANT OPERARIOS	TOTAL
OFICIAL ESPECIAL	426,16	1	\$ 426,16
OFICIAL	363,12	2	\$ 726,24
AYUDANTE	307,36	4	\$ 1.229,44
Leyes sociales			\$ 2.381,84
		TOTAL CUADRILLA	\$ 4.763,68

Tabla 13-20: Mano de Obra ÍTEM 9.

Materiales

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL
Hormigón H21	m ³	4,80	2.200,00	\$ 10.555,42
Hierro nervado	kg	384	16,59	\$ 3.450,87
Tapa fundición	un	1	945,00	\$ 945,00
Extras	gl	1		\$ 1.786,87
		TOTAL MATERIAL		\$ 19.655,56

Tabla 13-21: Materiales ÍTEM 9.

Alquiler de Equipos

EQUIPO	\$/DIA	CANTIDAD	TOTAL
Bomba sumergible 2HP	180	4	\$ 720,00
Grupo electrógeno	200	4	\$ 800,00
Otros equipos	200	4	\$ 800,00
		TOTAL EQUIPOS	\$ 2.320,00

Tabla 13-22: Alquiler de Equipos ÍTEM 9.

Resumen

El volumen de excavación asciende a un valor de 10,05 m³, para el caso del volumen de hormigón es de 4,80 m³.

Se determina que el rendimiento de mano de obra es de una boca de registro cada tres días.

En la Tabla 13-23, se muestra el costo final del ítem desarrollado.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	19.655,56

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Mano de Obra	\$	14.291,04
Equipos	\$	2.320,00
Extras	\$	3.826,66
Tablestacado	\$	2.000,00
Costo ÍTEM 9	\$/un	42.093,27

Tabla 13-23: Costo ÍTEM 9.

ÍTEM 10. Pozo de Bombeo.Mano de Obra

CATEGORIA	\$/DIA	CANT OPERARIOS	TOTAL
OFICIAL ESPECIAL	426,16	1	\$ 426,16
OFICIAL	363,12	2	\$ 726,24
AYUDANTE	307,36	4	\$ 1.229,44
Leyes sociales			\$ 2.381,84
TOTAL CUADRILLA			\$ 4.763,68

Tabla 13-24: Mano de Obra ÍTEM 10.

Materiales

GEOMETRIA DEL POZO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Diámetro interior	m	1,8
Profundidad promedio	m	6
Espesor pared y fondo	m	0,35

Tabla 13-25: Dimensión Pozo de Bombeo.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL
Hormigón H21	m ³	15,89	2.200,00	\$ 34.967,43
Hierro nervado	kg	1.272	16,59	\$ 21.096,46
Tapa fundición	un	1	945,00	\$ 945,00
Bomba centrífuga trifásica 4HP	un	2	11.068,00	\$ 23.136,46
Grupo electrógeno	un	1	11.000,00	\$ 11.000,00
Cañerías y valvulas	gl	1		\$ 3.000,00
Extras	gl	1		\$ 9.314,49
TOTAL MATERIAL				\$ 103.459,84

Tabla 13-26: Materiales ÍTEM 10.

Alquiler de Equipos

EQUIPO	\$/DIA	CANTIDAD	TOTAL
Bomba sumergible 2HP	180	7	\$ 1.260,00
Grupo electrógeno	200	7	\$ 1.400,00
Retroexcavadora	1440	1	\$ 1.440,00
Otros equipos	200	7	\$ 3.500,00

EQUIPO	\$/DIA	CANTIDAD	TOTAL
		TOTAL EQUIPOS	\$ 7.600,00

Tabla 13-27: Alquiler de Equipos ÍTEM 10.

Obra Arquitectura

Se estima un costo por metro cuadrado de la obra de arquitectura, que comprende a sala de máquinas, tableros y techo de generador.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Precio por metro cuadrado	\$	10.000,00
Superficie	m ²	36
TOTAL OBRA ARQ.		\$ 360.000,00

Tabla 13-28: Obra de Arquitectura ÍTEM 10.

Resumen

El volumen de excavación asciende a un valor de 29,44 m³, para el caso del volumen de hormigón es de 15,89 m³.

Se determina que el rendimiento de mano de obra es de un pozo de bombeo cada siete días.

En la Tabla 13-29, se muestra el costo final del ítem desarrollado.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Materiales	\$	102.459,38
Mano de Obra	\$	33.345,76
Equipos	\$	7.600,00
Tablestacado	\$	5.000,00
Obra de Arquitectura	\$	360.000,00
Extras	\$	14.840,51
Costo ÍTEM 10	\$/un	523.245,66

Tabla 13-29: Costo ÍTEM 10.

Como se mencionó anteriormente, el alcance del proyecto tiene como fin una Red Cloacal donde se trazan cañerías primarias y secundarias, lo cual no significa que para la determinación del cómputo y presupuesto de la obra no se deban tener en cuenta los costos que representan tanto las cañerías terciarias, como así también las bocas de registro y conexiones domiciliarias; por ello, es que se desarrollan los ÍTEMS 11, 12 y 13 respectivamente.

ÍTEM 11. Cañerías Terciarias.

Se realiza una aproximación del volumen de excavación de zanjas y de la colocación de cañerías terciarias de diámetro de 160mm. El cálculo de la longitud total de las cañerías terciarias se obtuvo de mediciones realizadas en el plano a escala que corresponde a la alternativa elegida.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Profundidad Promedio	m	1,7
Ancho promedio	m	0,6
Longitud TOTAL cañería terciaria	m	68.482,00

Tabla 13-30: Dimensiones Promedio ÍTEM 11.

SUB ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL
1. Excavación,relleno y compactación zanjas hasta 2,50m	m ³	69.852	167,07	\$ 11.670.441
2. Colocación de cañería PVC junta elástica 160mm	ml	68.482	290,18	\$ 19.872.361
TOTAL TENDIDO CAÑERÍAS TERCIARIAS				\$ 31.542.803

Tabla 13-31: Sub ÍTEM de Ítem 11.

ÍTEM 12. Boca de Registro en Cañerías Terciarias.

Del mismo modo en que se realizó en las cañerías primarias y secundarias, se estima una boca de registro (BR) cada 100 m de cañería, y teniendo en cuenta el precio determinado en el ÍTEM 8 – “Boca de Registro hasta 2,50m” resulta:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Bocas de Registro en cañerías terciarias	un	685
Precio Unitario BR hasta 2,50m	\$	24.634,00
TOTAL BR EN CAÑERÍAS TERCIARIAS	\$	16.870.025,00

Tabla 13-32: Costo ÍTEM 12.

ÍTEM 13. Conexiones Domiciliarias.

Se realizará un análisis de precios por conexión domiciliaria.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Caño PVC 110	ml	10	64,22	\$ 642,23
Accesorios PVC	gl	1	350	\$ 350,00
TOTAL MATERIALES				\$ 992,23

Tabla 13-33: Materiales ÍTEM 13.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
MATERIAL	\$	992,00
MANO DE OBRA Y EQUIPOS(*)	\$	3.700,00
TOTAL	\$	4.692,00

Tabla 13-34: Resumen ÍTEM 13.

(*)El valor surge de análisis de precios de obras similares que se tomaron como ejemplo a seguir.

A fin de obtener el precio unitario por conexión se adopta los siguientes valores que se muestran en la Tabla 13-35:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Población:	hab	18.066
Hab/conexión:	un	3,35
Cant conexiones:	un	5.393
Precio Unitario (PU) Conexión	\$	4.692,00
TOTAL CONEXIONES DOMICILIARIAS	\$	25.304.274,00

Tabla 13-35: Costo ÍTEM 13.

13.4.2. Planta de Tratamiento

Siguiendo los ítems para la Planta de Tratamiento, se desarrolla el análisis de precios del mismo modo que se hizo con la Red Cloacal.

ÍTEM 2. Aforador Parshall.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PU MATERIAL	PU MO	TOTAL MATERIAL	TOTAL MO	OBSERVACIONES
Hormigón	m ³	1,99	\$ 2.200	\$ 1.350	\$ 4.382	\$ 2.689	-
Hierro	kg	159	\$ 16,59	\$ 38	\$ 2.644	\$ 6.056	Se considera una cuantía de 80 kg/m ³
TOTAL					\$ 7.026	\$ 8.745	-
COSTO ÍTEM 2					\$ 15.771		-

Tabla 13-36: Costo ÍTEM 2.

ÍTEM 4. Aforador Parshall.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PU MATERIAL	PU MO	TOTAL MATERIAL	TOTAL MO	OBSERVACIONES
Hormigón	m ³	0,95	\$ 2.200	\$ 1.350	\$ 2.090	\$ 1.283	-
Hierro	kg	76	\$ 16,59	\$ 38	\$ 1.261	\$ 2.888	Se considera una cuantía de 80 kg/m ³
TOTAL					\$ 3.351	\$ 4.171	-
COSTO ÍTEM 4					\$ 7.521		-

Tabla 13-37: Costo ÍTEM 4.

ÍTEM 5. Sedimentador Primario.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PU MATERIAL	PU MO	TOTAL MATERIAL	TOTAL MO	OBSERVACIONES
Hormigón	m ³	49,26	\$ 2.200	\$ 1.350	\$ 108.366	\$ 66.497	-
Hierro	kg	3941	\$ 16,59	\$ 38	\$ 65.379	\$ 149.742	Se considera una cuantía de 80 kg/m ³
TOTAL					\$ 173.745	\$ 216.239	-
COSTO ÍTEM 5					\$ 389.984		-

Tabla 13-38: Costo ÍTEM 5.

ÍTEM 6. Tanque de Hormigón Armado (H° A°) y Relleno Lecho Percolador.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PU MATERIAL	PU MO	TOTAL MATERIAL	TOTAL MO	OBSERVACIONES
Hormigón	m ³	36,23	\$ 2.200	\$ 1.350	\$ 79.705	\$ 48.910	-
Hierro	kg	2898	\$ 16,59	\$ 38	\$ 48.087	\$ 110.137	Se considera una cuantía de 80 kg/m3
Relleno	m ³	126	\$ 878,00	\$ 100	\$ 110.818	\$ 12.622	-
TOTAL					\$ 127.792	\$ 159.047	-
COSTO ÍTEM 6					\$ 286.838		-

Tabla 13-39: Costo ÍTEM 6.

ÍTEM 8. Sedimentador Secundario.

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PU MATERIAL	PU MO	TOTAL MATERIAL	TOTAL MO	OBSERVACIONES
Hormigón	m ³	50,72	\$ 2.200	\$ 1.350	\$ 111.578	\$ 68.468	-
Hierro	kg	4057	\$ 16,59	\$ 38	\$ 67.317	\$ 154.181	Se considera una cuantía de 80 kg/m3
TOTAL					\$ 178.895	\$ 222.649	-
COSTO ÍTEM 8					\$ 401.544		-

Tabla 13-40: Costo ÍTEM 8.

ÍTEM 9. Sala de Máquinas, Guardia y Depósito.

Se considera una superficie cubierta aproximada y se la multiplica por un valor de metro cuadrado construido.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Superficie cubierta TOTAL	m ²	60
Valor m ² de superficie	\$/m ²	10.000
COSTO ÍTEM 9		\$ 600.000

Tabla 13-41: Costo ÍTEM 9.

13.5. Coeficiente de Resumen (CR)

Para determinar el coeficiente de resumen se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

Costo – costo. También llamado “costo neto”, corresponde a la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipos que componen el ítem. En base a este valor se estiman todos los otros costos que compondrán el precio final.

Gastos generales. Son los gastos operativos de la empresa como ser salarios administrativos, teléfono, energía eléctrica, gastos de oficina, etc. Se estiman en un 10% del Costo – costo.

Beneficio. Es el rédito que se propone obtener la empresa por la ejecución de la obra. Se propone un beneficio del 20% del costo - costo.

Precio sin impuestos. Corresponde a la suma del costo neto, gg y beneficio.

IVA. Impuesto al Valor Agregado. Actualmente corresponde aplicar el 21%.

IB. Ingresos brutos. Es de aplicación el 3,5%.

Gastos financieros. Son los costos de intereses, venta de certificados y todo otro costo bancario.

DESCRIPCIÓN	VALOR	OBSERVACIÓN
COSTO-COSTO	1,00	-
Gastos generales	0,10	-
Beneficio	0,20	-
PRECIO SIN IMPUESTOS	1,30	-
IVA	0,27	21% del precio
IB	0,046	3,5% del precio
Gastos financieros	0,13	10% del precio
CR	1,75	-

Tabla 13-42: Coeficiente Resumen.

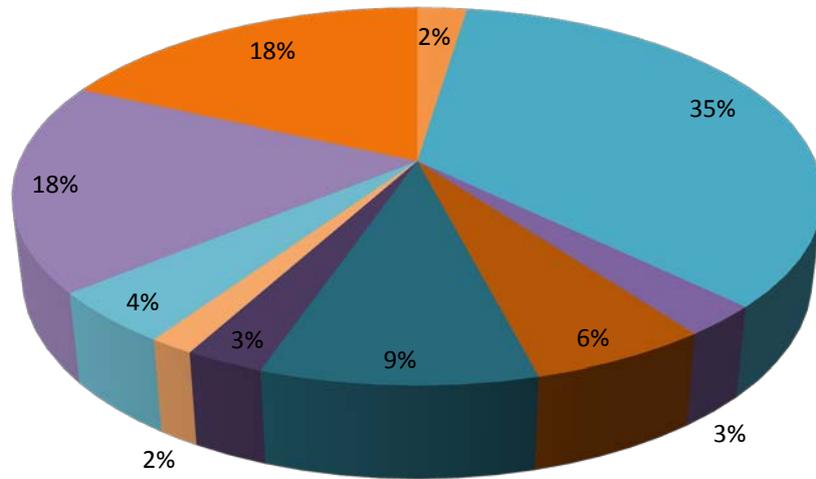
13.6. Planillas de Cómputo y Presupuesto

Red Cloacal

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
1	Excavación, relleno y compactación zanjas hasta 2,50m	m ³	4.100	\$ 167,07	\$ 685.002	2,37%
2	Excavación, relleno y compactación zanjas > 2,50m	m ³	23.000	\$ 438,57	\$ 10.087.069	34,91%
3	Colocación de cañería PVC junta elástica 160mm	ml	2.640,15	\$ 290,18	\$ 766.124	2,65%
4	Colocación de cañería PVC junta elástica 200mm	ml	5.280,3	\$ 331,23	\$ 1.748.979	6,05%
5	Colocación de cañería PVC junta elástica 250mm	ml	7.040,4	\$ 379,91	\$ 2.674.712	9,26%
6	Colocación de cañería PVC junta elástica 300mm	ml	1.760,1	\$ 439,09	\$ 772.844	2,67%
7	Colocación de cañería PVC junta elástica 320mm	ml	880,05	\$ 498,27	\$ 438.505	1,52%
8	Boca de registro hasta 2,50m	un	53	\$ 24.634,08	\$ 1.300.754	4,50%
9	Boca de registro > 2,50m	un	123	\$ 42.093,27	\$ 5.186.185	17,95%
10	Pozo de bombeo	un	10	\$ 523.245,66	\$ 5.232.457	18,11%
-	-	-	-	TOTAL	\$ 28.892.629	100,00%
-	-	-	-	CR	1,75	-
PRECIO RED CLOACAL PRINCIPAL					\$ 50.518.762	

Tabla 13-43: Cómputo y Presupuesto Red Cloacal.

RED CLOACAL



- Excavación,relleno y compactación zanjas hasta 2,50m
- Excavación,relleno y compactación zanjas > 2,50m
- Colocación de cañería PVC junta elástica 160mm
- Colocación de cañería PVC junta elástica 200mm
- Colocación de cañería PVC junta elástica 250mm
- Colocación de cañería PVC junta elástica 300mm
- Colocación de cañería PVC junta elástica 320mm
- Boca de registro hasta 2,50m
- Boca de registro > 2,50m
- Pozo de bombeo

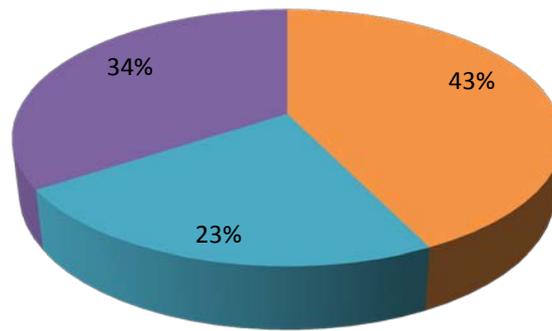
Imagen 13-1: Grafico comparación Red Cloacal.

Red Terciaria y Conexiones

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
11	Cañerías terciarias	ml	68482	\$ 460,60	\$ 31.542.803	42,79%
12	Bocas de registro en cañerías terciarias	un	685	\$ 24.634,08	\$ 16.870.025	22,88%
13	Conexiones domiciliarias	un	5393	\$ 4.692,23	\$ 25.304.274	34,33%
		-	-	TOTAL	\$ 73.717.101,62	100,00%
		-	-	CR	\$ 1,75	-
PRECIO RED TERCIARIA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS					\$ 128.894.352	

Tabla 13-44: Planilla de Cómputo y Presupuesto Red Terciaria y Conexiones.

RED TERCIARIA Y CONEXIONES



- Cañerías terciarias
- Bocas de registro en cañerías terciarias
- Conexiones domiciliarias

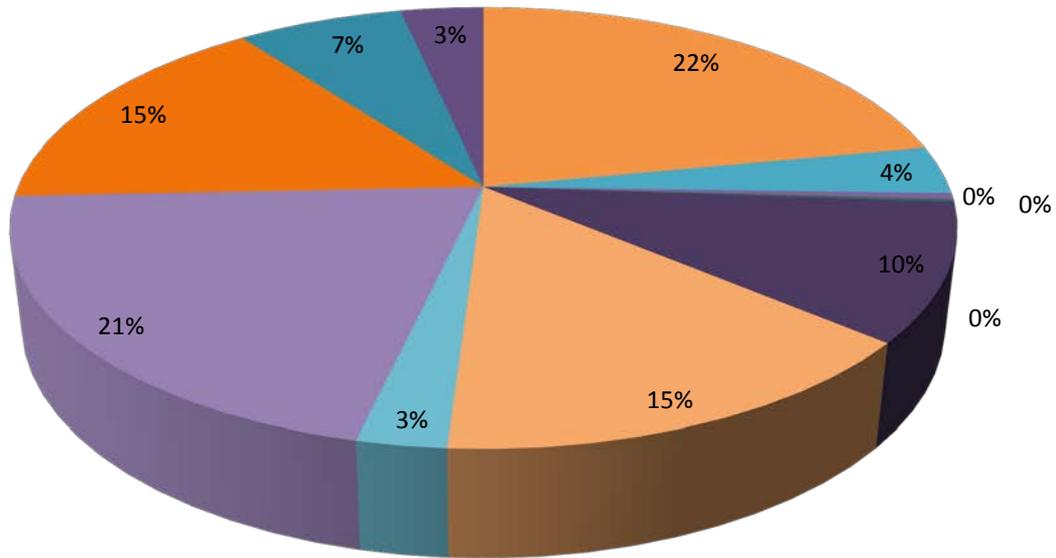
Imagen 13-2: Comparación Red Terciaria y Conexiones.

Planta de Tratamiento

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL	INCIDENCIA
0	Terreno	m ²	5000	\$ 170	\$ 850.000	22,00%
1	Movimiento de suelo	m ³	500	\$ 273	\$ 136.500	3,52%
2	Aforador Parshall	un	1	\$ 15.771	\$ 15.771	0,41%
3	Rejas	un	1	\$ 2.000	\$ 2.000	0,05%
4	Desarenador	un	1	\$ 7.521	\$ 7.521	0,19%
5	Sedimentador primario H° A°	un	1	\$ 389.984	\$ 389.984	10,07%
6	Tanque H° A° Lecho Percolador	un	2	\$ 286.838	\$ 573.677	14,81%
7	Brazos mecánicos y motorización para lecho percolador	un	2	\$ 50.000	\$ 100.000	2,58%
8	Sedimentador Secundario H° A°	un	2	\$ 401.544	\$ 803.088	20,74%
9	Sala de máquinas, guardia y depósito	gl	1	\$ 600.000	\$ 600.000	15,49%
10	Obras complementarias	gl	1		\$ 262.854	6,79%
11	Parquización, limpieza y acondicionamiento final	gl	1		\$ 131.427	3,39%
-	-	-	-	TOTAL	\$ 3.872.822	100,00%
-	-	-	-	CR	1,75	
PRECIO PLANTA DE TRATAMIENTO					\$ 6.135.404	

Tabla 13-45: Planilla Cómputo y Presupuesto Planta de Tratamiento.

PLANTA DE TRATAMIENTO



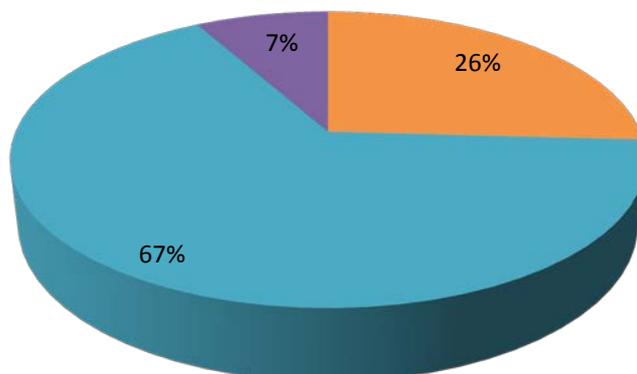
- Terreno
- Movimiento de suelo
- Aforador Parshall
- Rejas
- Desarenador
- Sedimentador primario HºAº
- Tanque Hº Aº Lecho Percolador
- Brazos mecánicos y motorización para lecho percolador
- Sedimentador Secundario HºAº
- Sala de máquinas, guardia y depósito
- Obras complementarias
- Parquización, limpieza y acondicionamiento final

Imagen 13-3: Comparación Planta de Tratamiento.

OBRA	MONTO	OBSERVACIONES
PRECIO RED CLOACAL PRINCIPAL	\$ 50.518.762	Red troncal y estaciones elevadoras
PRECIO RED TERCARIA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	\$ 128.894.352	Red terciaria, BRs y conexiones
PRECIO PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 12.270.808	Incluye 2 plantas
TOTAL	\$ 191.683.922	

Tabla 13-46: Resumen Montos de Obra.

Incidencia Montos de Obras



- PRECIO RED CLOACAL PRINCIPAL
- PRECIO RED TERCIARIA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS
- PRECIO PLANTA DE TRATAMIENTO

Imagen 13-4: Incidencia Montos de Obras.

HABITANTES	HAB/CONEXIÓN	CANT CONEXIONES	\$ / CONEXIÓN
18.066	3,35	5.393	\$ 35.543

Tabla 13-47: Monto por Conexión.

14. Evaluación Económica

La evaluación de proyectos de inversión tiene como finalidad, analizar la conveniencia o inconveniencia en el uso de recursos destinados a la ejecución de un proyecto, dirigido a la solución de un problema o a la satisfacción de necesidades. Los criterios que se utilicen deben garantizar, la eficiencia financiera, económica, social y ambiental.

La evaluación de un proyecto tiene por objeto determinar los impactos que el mismo producirá para diferentes personas naturales o jurídicas, quienes son los interesados en su ejecución y operación. Un proyecto de servicios públicos, como en este caso, interesa al ente autónomo o privado que lo esté promoviendo, para ver si su operación da mejores márgenes para continuar prestando un servicio, pero igualmente interesa al gobierno y a los usuarios determinar el monto de la creación de riqueza que produce el proyecto para redistribuir entre los sectores esa producción adicional de riqueza, todos estos aspectos tienen que analizarse con detenimiento y profundidad para llegar a determinar si los resultados son favorables o desfavorables.

En la evaluación de los proyectos, es preciso identificar:

La parte financiera, que trata del análisis de los proyectos utilizando precios financieros o precios de mercado e interesa principalmente, a los dueños de la inversión. *La evaluación económica*, que transforma el análisis financiero a precios económicos, o sea a precios que representan el verdadero valor para la economía de un país, el efecto del proyecto en su parte micro con respecto a toda la economía (macro) y finalmente, la parte del *análisis social* o análisis distributivo.

Con el fin de evidenciar las diferencias entre el análisis económico y el análisis financiero, se hará a continuación una descripción de cada uno de los enfoques:

14.1. Evaluación Privada de Proyectos

La “Evaluación Privada de Proyectos” es una especialidad interdisciplinaria que utiliza conceptos de la economía y de las finanzas. Está orientada a determinar la conveniencia de emprender una inversión, de cualquier tipo que sea, desde el punto de vista del inversor o accionista.

La metodología habitual para realizar esta evaluación es el **análisis costo-beneficio**. Este consiste en comparar, mediante determinadas técnicas, los costos e inversiones que demandara el proyecto con los beneficios que generara.

Este análisis es ex ante, es decir, se realiza antes de emprender la inversión, justamente con el objetivo de determinar si conviene realizarla.

La evaluación privada es así una técnica prospectiva: implica un intento de controlar el futuro. Como es de suponer, sus conclusiones son conjeturales, es decir, sujetas a la ocurrencia de determinados supuestos. Pero esto no significa que sean arbitrarias; por el contrario, el esfuerzo se hace para tener una conjetura fundada, que pueda acotar las visiones excesivamente subjetivas del futuro.

Es sabido que al apreciar los efectos de una futura inversión, el emprendedor tiende a ser optimista, sobrevaluando los beneficios y minimizando los costos. Las técnicas de la evaluación privada tratan de contrarrestar esta tendencia, tratando de detectar los aspectos críticos y riesgosos del proyecto.

Adicionalmente, la evaluación ex ante debe ubicarse dentro del ciclo del proyecto. Una buena evaluación ex ante no garantiza que el proyecto sea exitoso; esto es mérito de la implementación del mismo. Si ayuda a no emprender proyectos malos, y a identificar todos los detalles críticos–positivos y negativos–que luego servirán para una correcta implementación. En ese sentido, es básica para obtener un proyecto exitoso. Pero debemos reconocer que, si nos colocamos a nivel de los involucrados, hay una brecha cualitativa entre el análisis ex ante y la decisión de invertir: en algún momento el inversor debe dejar de analizar (aunque el analista nunca este satisfecho de la precisión de sus prospecciones) y decidir si hacer o no la inversión, y, en caso afirmativo, empeñar los recursos.

La evaluación privada utilizando el análisis costo-beneficio se basa en un concepto central de la teoría de finanzas y de economía: el valor de un activo cualquiera equivale a la suma de los flujos que genere en el futuro, calculada en el momento del estudio.

En otras palabras, el proyecto vale el equivalente a tomar cada flujo monetario que el proyecto generara en el futuro, expresarlo en moneda de hoy, y sumarlo a los otros flujos, restándoles la inversión inicial. Este es el concepto de valor actual neto, que será el criterio central de decisión, como explicamos más adelante.

La actualización consiste en descontar de los flujos futuros los intereses que esos flujos habrían generado de haber ocurrido hoy: es decir, una operación inversa a calcular los intereses que gana un capital invertido.

En consecuencia, para evaluar un proyecto necesitamos conocer al menos dos elementos: un flujo de fondos y una tasa de interés. El flujo de fondos nos muestra los beneficios, inversiones y costos que el proyecto va a generar de aquí hasta su finalización, y la tasa de interés nos permitirá actualizarlos, es decir, estimar cuánto valen hoy esos flujos futuros.

14.2. Evaluación Social de Proyecto

Los proyectos de inversión generan múltiples efectos. La evaluación privada capta aquellos relevantes desde el punto de vista del inversor o accionista. Sin embargo, hay efectos que superan ese enfoque, y que siendo irrelevantes para el inversor no lo son para otros involucrados o para la sociedad en su conjunto.

La disciplina que intenta medir y evaluar el conjunto total de efectos es la “Evaluación Social de Proyectos”. Esta consiste en analizar el proyecto con la metodología habitual del análisis costo-beneficio, pero ampliando el enfoque de manera que no se circunscriba al impulsor directo del proyecto.

Esta ampliación en la forma en que miramos el proyecto tiene dos dimensiones principales: por un lado, incluye efectos que la evaluación privada no considera relevantes, como por ejemplo los externos al proyecto (privado). Por otro, corrige los precios, de forma tal

de captar el valor que la sociedad otorga a los bienes y servicios que entregara o demandara el proyecto, si el mismo fuera diferente del valor que se establece en los mercados privados.

En consecuencia, la evaluación social es tanto una evaluación más amplia como una más económica que la privada. De hecho, la evaluación social es también llamada evaluación económica de proyectos. Allí donde la óptica privada prioriza los aspectos financieros, la evaluación social se focaliza en los efectos económicos, entendidos estos como aquellos que afectan la distribución de recursos y la generación de riqueza de la sociedad, sin importar si generan un flujo de fondos o quienes generan o reciben esos fondos.

La evaluación social recibe ese nombre porque intenta analizar el proyecto desde el punto de vista de la sociedad. Conviene aclarar desde el principio que se quiere significar con esto.

Sabemos que los proyectos tienen muchos involucrados. Algunos se involucran más que otros; por ejemplo, los inversores y los consumidores tienen un interés más directo en el proyecto que un vecino de la fábrica, que recibe el humo de la misma o que gana algún dinero vendiendo comida a quienes trabajan en ella. La evaluación privada intenta captar los efectos relevantes para los accionistas y, de manera indirecta, para los consumidores. Pero no se preocupa por el vecino a quien el proyecto perjudica o beneficia, si el mismo no es ni inversor ni cliente del mismo.

La evaluación social o económica si incluye al vecino, considerando los efectos positivos o negativos que le genera el proyecto como relevantes para el análisis (social) del mismo. Pero (y esto es importante para entender totalmente el concepto) el enfoque social trasciende al vecino, en el sentido de que lo agrega pero no se particulariza en el mismo. Lo agrega al considerar los efectos que el proyecto le genera como relevantes. Pero no se particulariza porque no le interesa –en una primera aproximación– si esos efectos son positivos o negativos. Al enfoque social le interesa que la sociedad en su conjunto tenga un efecto positivo neto por el proyecto, no que los tenga para un involucrado en particular (ni el accionista, ni el consumidor, ni el vecino).

Esto significa que el enfoque social es básicamente un enfoque agregado: el impacto neto (positivo o negativo) del proyecto para la sociedad se entiende como la suma de los impactos (positivos y negativos) que reciben cada uno de los involucrados. Si esa suma neta da positiva, el proyecto es socialmente conveniente, independientemente del hecho de que algún grupo involucrado pierda con el proyecto.

Para la evaluación social de proyectos, la sociedad es un agregado que trasciende las conductas individuales. Estas son relevantes para determinar las preferencias entre la situación con proyecto y sin proyecto, pero la decisión final se debería tomar sobre la base del bien para el conjunto, no para individuos particulares (por numerosos que sean).

14.3. Conceptos básicos de Ingeniería Financiera

INTERES SIMPLE Y COMPUESTO

El interés se calcula de dos maneras principales:

a. Interés simple: el interés ganado por un capital en un periodo determinado se retira del mismo, de modo que en el siguiente periodo queda sujeto a interés solo el capital original.

b. Interés compuesto: el interés ganado por un capital en un periodo determinado se incorpora al mismo, de modo que en el siguiente periodo queda sujeto a interés el capital original más los intereses ganados en el periodo anterior.

La rentabilidad es mayor en el caso del interés compuesto, por la simple razón de que los intereses de cada periodo generan a su vez un interés en el periodo siguiente.

PERIODO DE CAPITALIZACION

En el interés compuesto es importante el periodo de capitalización, es decir, el tiempo que debe transcurrir antes de que los intereses se agreguen al capital. El periodo de capitalización es interanual; cuanto más corto sea ese periodo, mas “intereses de intereses” ganara el inversor, y por lo tanto mayor será su rentabilidad final.

TASAS NOMINALES Y EFECTIVAS

Cuando el interés es capitalizable más de una vez por año, la tasa anual dada se llama tasa nominal anual, mientras que la tasa efectivamente ganada se llama tasa efectiva anual.

CAPITALIZACION Y ACTUALIZACION

El proceso de agregar intereses a un capital, en un esquema de interés compuesto, se denomina capitalización. Si conocemos el capital inicial, la tasa de interés nominal y el periodo de capitalización, podemos fácilmente saber cuánto dinero tendremos al final de este último.

El capital así obtenido es el valor futuro del capital que tenemos hoy:

Valor Futuro:

$$(VF)_n = C_0 \times (1 + k)_n$$

Siendo:

- n: Período / plazo
- k: Tasa de interés
- C_0 : Capital inicial

En lo que sigue, cuando hablemos de tasas de interés estaremos refiriéndonos a tasas efectivas periódicas.

Inversamente, puede sucedernos, como es habitual en el análisis de proyectos de inversión, que conozcamos el capital futuro, o el valor futuro de un ingreso o egreso de fondos. La pregunta relevante, en ese caso, es cuál será el valor actual o presente de ese ingreso (o egreso), es decir, su valor a hoy.

Valor Actual:

$$(VA)_0 = \frac{(VF)_n}{(1 + k)_n}$$

En otras palabras, el valor actual es el valor futuro en el momento n multiplicado por el coeficiente de actualización. Al actualizar un flujo futuro, sea positivo o negativo, lo que hacemos es la operación inversa a la capitalización, es decir, descontamos los intereses implícitos en ese flujo.

Así, si la tasa de interés es positiva, se cumple siempre que $VA < VF$.

El significado del VA es sencillo: representa cuánto vale el ingreso o egreso futuro, expresado en moneda de hoy.

La tasa de interés es una tasa de descuento, que equipara monedas en el tiempo.

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Como los flujos presentes y futuros pueden ser tanto positivos como negativos, un concepto más refinado de Valor Actual se refiere al Valor Actual Neto (VAN). Este se entiende como la suma algebraica de los flujos positivos y negativos de un proyecto; sobre todo, de la detracción de la inversión.

Valor Actual Neto:

$$VAN = \frac{VF}{(1 + k)_n} - I$$

Siendo:

- I: Inversión

14.4. Evaluación Económica del Proyecto

Teniendo en cuenta las definiciones y conceptos anteriores, se realiza la evaluación económica del Proyecto Integrador desarrollado.

14.4.1. Estimación de costo por Frentista

Aunque en el presente trabajo se limitó al proyecto de la red primaria y secundaria (troncales), sin tener en cuenta la red terciaria y las conexiones domiciliarias, se dejó expresado en el Capítulo 13 - "Cómputo y Presupuesto" un costo estimado de la red terciaria. Por lo tanto puede estimarse un costo por frentista considerando los tres grandes componentes de la obra:

1. Red cloacal troncal (primaria y secundaria)
2. Red cloacal terciaria y conexiones domiciliarias
3. Plantas de tratamiento

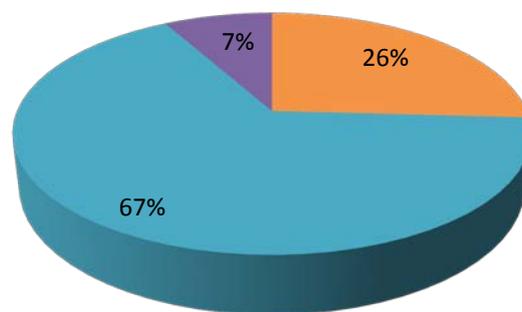
El resumen de los costos de cada una de las mismas se observa en la siguiente tabla:

OBRA	MONTO	OBSERVACIONES
PRECIO RED CLOACAL PRINCIPAL	\$ 28.892.629	Red troncal y estaciones elevadoras
PRECIO RED TERCIARIA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS	\$ 73.717.102	Red terciaria, BRs y conexiones
PRECIO PLANTA DE TRATAMIENTO	\$ 7.745.644	Incluye 2 plantas
TOTAL	\$110.355.375	

Tabla 14-1: Resumen de Costos.

HABITANTES	HAB/CONEXIÓN	CANT CONEXIONES	\$ / CONEXIÓN
18.066	3,35	5.393	\$ 20.462

Tabla 14-2: Costo estimado por conexión n=20 años.



- PRECIO RED CLOACAL PRINCIPAL
- PRECIO RED TERCIARIA Y CONEXIONES DOMICILIARIAS
- PRECIO PLANTA DE TRATAMIENTO

Imagen 14-1: Composición de Costos de la Obra.

14.4.2. Plazos de Obra y Operación

Se considera un plazo de obra de 3 años. Con el fin de simplificar la evaluación financiera, toda la inversión se considerará aplicada en el "año 0", correspondiente al año 2018, sin desagregar esta inversión en los años que dure la obra. Por lo tanto, el "año 1" corresponderá al primer año en que la obra comience a operar.

14.4.3. Costos Operativos

Los costos operativos de la obra en general, comprenden 4 ítems a saber:

1. **PERSONAL:** Comprende a las personas encargadas de operar las plantas y mantener en funcionamiento la red cloacal. Se consideran sueldos mensuales acordes a su función y se los analiza multiplicándolos por 12.
2. **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO:** Este ítem comprende la reposición de elementos defectuosos, reparación de bombas, mantenimiento de estaciones de bombeo, reparaciones menores en la red, etc. El monto de este ítem se considera como un porcentaje del costo de la red cloacal o de la planta de tratamiento, según corresponda.

3. **INSUMOS Y MANTENIMIENTO GENERAL:** En este ítem se incluyen el mantenimiento de las obras civiles como ser casetas de vigilancia, estructuras de la planta de tratamiento, instalaciones de las estaciones elevadoras, etc. También se consideran los productos químicos para operar las plantas de tratamiento.
4. **GASTOS GENERALES:** Este ítem comprende gastos que impactan en la obra en general, como ser gastos de energía eléctrica, gastos administrativos, de movilidad, etc.

A continuación se presenta una tabla resumen con los elementos previamente descriptos.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL	INCIDENCIA
1. PERSONAL					55.11%
<i>Personal plantas de tratamiento</i>					
* Jefe de planta	un	2	25000	600000	8.35%
* Encargado de laboratorio	un	2	18000	432000	6.01%
* Administrativo	un	2	17000	408000	5.68%
* Encargado de mantenimiento	un	2	15000	360000	5.01%
* Operarios	un	2	14000	336000	4.68%
* Ayudantes	un	2	14000	336000	4.68%
* Personal de vigilancia	un	2	12000	288000	4.01%
<i>Cuadrilla mantenimiento redes</i>					
* Encargado	un	2	18000	432000	6.01%
* Operarios	un	4	16000	768000	10.69%
2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO					13.59%
Red cloacal y pozos de bombeo	gl	1	74755	897066	12.48% (a)
Plantas de tratamiento	gl	1	6590	79082	1.10% (b)
3. INSUMOS Y MANTENIMIENTO GENERAL					15.03%
Mantenimiento obras civiles y edificios	gl	1	40000	480000	6.68%
Productos químicos	gl	1	50000	600000	8.35%
4. GASTOS GENERALES					16.27%
Energía eléctrica	gl	1	80000	960000	13.36%
Insumos y otros gastos	gl	1	17440	209284	2.91% (c)
			TOTAL	\$ 7,185,432	100.00%

(a) 0,5% anual del costo de la red

(b) 0,5% anual del costo de las plantas

(c) 3% de todos los otros gastos

Tabla 14-3: Resumen ítems.

14.4.4. Aportes por Frentistas

Los aportes por frentista se dividirán en

- a) Aportes por ejecución de la obra
- b) Aportes por costos operativos

Los aportes por ejecución de la obra son los necesarios *para costear la obra en 20 años*. Por lo tanto fueron calculados de la siguiente manera: Todas las conexiones para el año $n=20$ de la obra deberán pagar la obra en su totalidad, es decir, Monto de obra/ conexiones ($n=20$) \rightarrow $\$110.355.375 / 5393 = \$ 20.462$. Este monto será el que deberá pagar cada frentista en concepto de derecho de conexión. Considerando que cada frentista pagará este monto a 20 años se concluye que cada año deberá pagar $\$ 20.462 / 20 = \$ 1.023$.

Por otro lado, los costos operativos detallados en el párrafo anterior, deberán ser pagados año a año por aquellos frentistas servidos por la obra. Debido a que se considera una evolución poblacional respecto al tiempo, la cantidad de frentistas servidos irá aumentando desde la población inicial hasta la población a 20 años, según la tasa de crecimiento estimada. Por tal motivo, los costos operativos también serán variables con el tiempo y se consideran en función del porcentaje de población servido. En el año $n=6$ (año 2024) la población estimada será de 13.662 habitantes, lo que corresponde al $13.662 / 18.065 = 76 \%$ de la población total a 20 años. Por lo tanto, los costos operativos de la obra serán de $\$ 7.185.432 \times 0,76 = \$5.433.903$. Este monto deberá repartirse por la cantidad de conexiones, es decir $\$5.433.903/4.078 = 1.332$ \$/año.

Finalmente, sumando las contribuciones de los frentistas por el costo operativo y por los costos de inversión obtenemos la sobretasa anual estimada que, dividida por 12 nos da la sobretasa mensual.

El resumen de las operaciones mencionadas se detalla en la Tabla Contribución por mejoras - Aportes Frentistas, que se encuentra en el TOMO II: Anexo II: Tablas.

14.4.5. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

El Valor Actual Neto puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+k)^j} - F_0$$

Siendo:

- VAN: Valor Actual Neto
- F_j : Flujos netos por período
- k : Tasa de interés anual. En nuestro caso se adopta = **12%**.
- j : Número de año considerado
- F_0 : Inversión inicial

Para calcular los flujos netos por período consideramos los siguientes puntos:

1. Gastos.
 - a. Costos de inversión de la obra, aplicado en el año 0
 - b. Costos de operación, aplicados año a año según la población servida, tal como se explicó en el apartado anterior.
2. Ingresos.
 - a. Aportes por frentistas, detallados en el apartado anterior.

- b. Ahorro en salud. Se considera que el mismo es de un 11% de los aportes por frentistas.
- c. Reducción de costos. Aquí se considera el monto que se ahorra debido al hecho de no necesitar del desagote de los pozos negros. Este no es estrictamente un ingreso, sino un ahorro, pero de todas maneras se los cuantifica para el cálculo del VAN. Se estima de la siguiente manera: Para las conexiones existentes en un año en particular, se supone que cada una de ellas vaciaran sus pozos 2 veces al año, a un costo de \$1.000 por pozo. Por lo tanto la ecuación sería: nro. conex. x 2 x \$1.000.

El resumen de las operaciones efectuadas se presenta en la tabla siguiente.

AÑO	GASTOS		INGRESOS					FLUJO NETO (F _j)	$\frac{F_j}{(1+k)^j}$	VAN
	OBRA	OPERACIÓN Y MANTENIM.	APORTE FRENTISTAS	Conexiones	% SERVIDO	AHORRO SALUD	REDUCCIÓN DE COSTOS (situación "sin proyecto)**			
-2	\$36.785.125	\$-	\$-	0	0%	\$-	\$-	\$-36.785.125	\$-46.143.261	\$-46.143.261
-1	\$36.785.125	\$2.155.629	\$3.810.960	1618	30%	\$419.205	\$3.235.589	\$-31.475.000	\$-35.252.000	\$-81.395.261
0	\$36.785.125	\$4.820.683	\$8.522.537	3618	67%	\$937.479	\$7.235.821	\$-24.909.972	\$-24.909.972	\$-106.305.232
1		\$4.917.856	\$8.694.329	3691	68%	\$956.376	\$7.381.677	\$12.114.526	\$10.816.542	\$-95.488.691
2		\$5.016.987	\$8.869.585	3765	70%	\$975.654	\$7.530.473	\$12.358.725	\$9.852.300	\$-85.636.391
3		\$5.118.117	\$9.048.374	3841	71%	\$995.321	\$7.682.268	\$12.607.845	\$8.974.015	\$-76.662.376
4		\$5.221.286	\$9.230.766	3919	73%	\$1.015.384	\$7.837.123	\$12.861.988	\$8.174.026	\$-68.488.350
5		\$5.326.533	\$9.416.835	3998	74%	\$1.035.851	\$7.995.100	\$13.121.253	\$7.445.351	\$-61.042.999
6		\$5.433.903	\$9.606.654	4078	76%	\$1.056.731	\$8.156.260	\$13.385.744	\$6.781.634	\$-54.261.365
7		\$5.543.437	\$9.800.300	4160	77%	\$1.078.033	\$8.320.670	\$13.655.567	\$6.177.085	\$-48.084.280
8		\$5.655.178	\$9.997.849	4244	79%	\$1.099.763	\$8.488.394	\$13.930.828	\$5.626.428	\$-42.457.852
9		\$5.769.172	\$10.199.381	4330	80%	\$1.121.931	\$8.659.498	\$14.211.638	\$5.124.859	\$-37.332.993
10		\$5.885.464	\$10.404.974	4417	82%	\$1.144.547	\$8.834.052	\$14.498.109	\$4.668.003	\$-32.664.990
11		\$6.004.100	\$10.614.712	4506	84%	\$1.167.618	\$9.012.124	\$14.790.354	\$4.251.873	\$-28.413.116
12		\$6.125.128	\$10.828.678	4597	85%	\$1.191.154	\$9.193.786	\$15.088.490	\$3.872.840	\$-24.540.277
13		\$6.248.595	\$11.046.957	4690	87%	\$1.215.165	\$9.379.109	\$15.392.636	\$3.527.595	\$-21.012.682
14		\$6.374.551	\$11.269.635	4784	89%	\$1.239.659	\$9.568.168	\$15.702.913	\$3.213.127	\$-17.799.555
15		\$6.503.045	\$11.496.803	4881	91%	\$1.264.648	\$9.761.038	\$16.019.444	\$2.926.692	\$-14.872.862
16		\$6.634.130	\$11.728.549	4979	92%	\$1.290.140	\$9.957.796	\$16.342.355	\$2.665.792	\$-12.207.070
17		\$6.767.858	\$11.964.967	5079	94%	\$1.316.146	\$10.158.520	\$16.671.776	\$2.428.150	\$-9.778.920
18		\$6.904.281	\$12.206.150	5182	96%	\$1.342.676	\$10.363.290	\$17.007.836	\$2.211.692	\$-7.567.228
19		\$7.043.453	\$12.452.196	5286	98%	\$1.369.741	\$10.572.188	\$17.350.671	\$2.014.531	\$-5.552.698
20		\$7.185.432	\$12.703.200	5393	100%	\$1.397.352	\$10.785.296	\$17.700.417	\$1.834.945	\$-3.717.753

Tabla 14-4: Evaluación Económica.

Los resultados obtenidos son:

VAN: - 3.717.753

TIR: 11,54% aproximadamente

14.4.6. Conclusiones

Los valores de VAN y TIR que arrojó el análisis, observados desde una *perspectiva estrictamente financiera*, indicarían la no viabilidad de la obra. Esto es debido a que en nuestro caso:

- a. $VAN < 0$
- b. $TIR < \text{TASA INTERES CONSIDERADA (12\%)}$

Sin embargo, al ser la TIR (11,54%) tan aproximada al valor de la tasa (12%) se podría aceptar y considerar que rinde lo esperado. Además, como se mencionó en un principio, en esta clase de proyectos de indiscutible necesidad, intervienen muchos *otros factores no cuantificables* que generalmente inclinan la balanza a favor de la ejecución de estas obras. Algunos de estos factores positivos pueden ser los siguientes:

- Ahorro en gastos médicos y sanidad. Debido a la ejecución de la obra se estima un descenso en las enfermedades relacionadas con el consumo de agua subterránea contaminada o con el contacto de efluentes cloacales crudos. Por lo tanto, los gastos médicos asociados al tratamiento de estas enfermedades disminuiría en consecuencia. La cuantificación de este ahorro es de muy difícil medición, por lo que se expresó como un ahorro en el aporte de los frentistas con valores estimados de acuerdo a un documento de la Cámara Argentina de la Construcción (CAMARCO) que se titula "Beneficios Económicos por Obras de Infraestructura en Agua y Saneamiento". Sin embargo, y más allá del ahorro estrictamente económico, se trata de una mejora en la calidad de vida de la población, lo cual es un factor insoslayable a la hora de tomar decisiones de inversión.
- Recuperación del recurso acuífero. La existencia de infiltración de aguas residuales sin tratar implica un proceso de contaminación del recurso acuífero subterráneo. Cuantificar el costo de descontaminación del mismo para su reutilización sería una tarea muy compleja, por lo que no podríamos detallar este ítem para el cálculo del VAN y la TIR. De todas maneras debe resaltarse que, en el caso de ejecutarse el proyecto, las napas eventualmente volverían a su composición original y esto puede entenderse como un ahorro o más bien como un recurso recuperado.
- Deterioro de flora y fauna. El vertido de efluentes sin tratamiento implica directa e indirectamente un deterioro en la flora y fauna. Este factor, a pesar difícilmente expresado en términos monetarios, representa un argumento de gran peso a favor de la ejecución de la obra.
- Calidad de vida. Aun cuando pudiéramos cuantificar los gastos médicos necesarios para tratar enfermedades relacionadas a la contaminación; estimar costos de potabilización de agua; remediar de alguna manera el deterioro del medio ambiente, etc.; quedarían por expresar otros factores cuya importancia dista mucho de poder expresarse en dinero. ¿Cómo podríamos ponerle un valor al respeto por nuestro entorno, a la ausencia de olores desagradables, al desarrollo de una vida sana de las personas y del hábitat? Este cúmulo de

factores incuantificables también representan argumentos decisivos para la toma de decisión.

Finalmente, por todo lo expuesto, consideramos que más allá de los fríos números esta obra es de vital importancia para un mejoramiento de la calidad de vida de la zona. Los beneficios que conlleva la convierten en una obra notablemente positiva para los habitantes humanos, animales y vegetales que conviven en la región.

15. Conclusión

La elaboración de este proyecto tuvo como premisa la búsqueda de una solución técnica al problema del saneamiento deficiente en la zona de Colastiné Norte (ciudad de Santa Fe), particularmente en lo concerniente a las aguas residuales domiciliarias. Con el fin de encontrar soluciones a la problemática se intentó realizar un abordaje holístico, no sólo desde el punto de vista netamente técnico, sino también social y ambiental.

Por tal motivo se analizaron varias alternativas para la ejecución de una red cloacal y sistemas de tratamiento de efluentes. Gran parte del presente Proyecto Integrador comprende la elección de la alternativa que se considera más favorable. Es de destacar, que la tarea de análisis de los posibles trazados de la red y ubicación de la/s planta/s no fue sencilla, debido principalmente a la topografía irregular de la zona, sin cuencas con sentidos de escurrimiento fácilmente apreciables. Luego de un análisis detenido de las posibles alternativas se seleccionó la que reunió las condiciones más óptimas, elaborándose una matriz de decisión para ello, donde intervinieron los factores de mayor peso. Algunas de las alternativas fueron dejadas de lado desde un comienzo, sin un análisis detallado ya que no cumplían ciertos requisitos. Estas alternativas son:

- Descarga de los efluentes sin tratamiento, directamente a los cuerpos receptores: Evidentemente esta opción no resulta viable desde el punto de vista ambiental, ya que los parámetros de vuelco de efluente no cumplen con la normativa. Además, aunque el río Colastiné eventualmente posea la capacidad de dilución y auto depuración, consideramos que no corresponde éticamente una propuesta semejante.

- Conexión a la red cloacal a la cloaca de Santa Fe: Esta opción fue descartada desde un principio debido a que actualmente la ciudad de Santa Fe no posee tratamiento de efluentes cloacales y no existe un plazo cierto para la ejecución de un sistema de tratamiento. Por lo tanto, se considera inviable desde el comienzo evaluar una conexión a la cloaca de Santa Fe, ya que sería igual a proponer una descarga directa al río Colastiné.

Como se mencionó previamente, una de las principales dificultades para la elaboración de este proyecto fue la topografía del lugar. De hecho, debido a las irregularidades de los niveles de la zona, se debieron proponer varios pozos de bombeo que permitieran elevar los líquidos y evitar tapadas demasiado elevadas. También se consideró la geotecnia de la zona de los aspectos más influyentes al momento de la ejecución de la obra. Principalmente se tuvieron en cuenta dos características:

- Tipo de suelo: Debido a que se trata de suelos sin cohesión (generalmente de clasificación SUCS tipo "SM"), se propone el entibamiento de las zanjas a partir de cierta profundidad (del orden de 2m).

- Presencia de agua: El nivel freático se encuentra a poca profundidad, sobretudo en época de crecida de los ríos o de lluvias. Por lo tanto, además del tablestacado, deberá considerarse el bombeo del agua en las zanjas para el emplazamiento de las cañerías.

Los factores antedichos presentan dificultades técnicas que encarecen la obra y la vuelven más compleja.

Respecto al impacto social que la obra representaría en la comunidad, luego de la realización de capacitaciones y charlas informativas, la misma proporcionará un gran bienestar a los vecinos beneficiados. Además, se proponen debates al respecto de la presente obra, con el fin de lograr el mayor consenso posible entre la población. Esto último siempre es deseable ya que permite y facilita a posteriori el buen desarrollo de los trabajos de ejecución y la operación de la obra.

Como se mencionó en los primeros capítulos, sería deseable que además del tratamiento de efluentes, se ejecutaran obras de provisión de agua potable, ya que en conjunto se cerraría el ciclo sanitario del agua y se garantizaría a la población del acceso a dos derechos fundamentales: agua potable y tratamiento de aguas residuales.

Se desarrolló el análisis de impacto ambiental de la obra resultando del mismo que (como es típico en esta clase de obra) los impactos durante la construcción son un tanto negativos pero son ampliamente compensados por los importantes impactos positivos durante la puesta en funcionamiento de la obra.

El análisis económico financiero fue desarrollado en un esquema de costo-beneficio tradicional. El mismo arrojó valores de TIR y VAN que suponen la inviabilidad de la inversión en términos estrictamente financieros. Sin embargo, en esta clase de obra existen beneficios incuantificables monetariamente y que inclinan la balanza a favor de la ejecución de aquella. Por tal motivo, es fundamental la intervención del Estado como garante de los derechos fundamentales de la población tales como la sanidad. Con el aporte económico del Estado podrían suplirse dificultades financieras y éste se beneficiaría en posteriores ahorros de inversión, como ser gastos médicos, además de generar sanas condiciones de vida para los pobladores. Como reflexión, se menciona que más allá del análisis financiero, existen derechos básicos que deben ser satisfechos.

Finalmente y como conclusión general, consideramos que logramos desarrollar una posible solución a la problemática planteada inicialmente. En el transcurso de la elaboración del Proyecto Integrador, se han empleado múltiples herramientas de la ingeniería que nos fueron brindadas en el cursado de nuestra carrera, con el fin de tomar decisiones racionales y bien fundadas. Por lo tanto entendemos que los objetivos generales y particulares del presente Proyecto fueron cumplidos.

16. Bibliografía

- Apuntes de la Cátedra “Proyecto Integrador”. UTN Regional Santa Fe
- Vivienda, revista de la construcción. *ACUEDUCTO EN COLASTÉ* Prov. De Sta. Fe. Edición 387. Octubre 1994.
- Provincia de Santa Fe. Todo Argentina. http://www.todo-argentina.net/geografia/provincias/santa_fe. Mayo 2016
- Santa Fe. UNL Santa Fe Argentina. <http://www.unl.edu.ar/santafe>. 28 de Diciembre de 2015. Mayo 2016
- Manual Reserva Ecológica Ciudad Universitaria. <http://www.habitatydesarrollo.org/documentos/ManualReservaEcolCiudadUniversitaria.pdf>. Mayo 2016.
- “Colastiné Norte, un paraíso natural”. http://www.ellitoral.com/index.php/id_um/100774-colastine-norte-un-paraiso-natural. El Litoral 21/05/2014. Mayo 2016
- “Ruta 1, la obra tan esperada”. <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2015/07/23/opinion/OPIN-01.html>. El Litoral 23/07/2015. Mayo 2016
- "La ruta 1 quedará habilitada la primera quincena de mayo". http://www.ellitoral.com/index.php/id_um/128045-la-ruta-1-queda-habilitada-la-primer-quincena-de-mayo. El Litoral Lunes 28/03/2016. Mayo 2016
- Conesa Fernández-Vitora, Vicente. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 3ra. rev. y ampl. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1997. 412p. 84-7114-647-9.
- Fassi, Rodrigo Luis; Tosone, Danilo Germán. *Abastecimiento de agua potable para la zona vecinal de Colastiné Norte*. 2007.
- Franco, Esteban Gabriel; Gianassi, Diego Martin; Hurani, Raul Andres. *Planta depuradora de efluentes cloacales domiciliarios para la ciudad de Santa Fe*. 2010.
- Falco, Martín Ignacio; Rubiolo, Laureano Andrés. *Abastecimiento de agua potable – Zona de la Costa*. 2015.
- HYTSA – Estudio y Proyectos S.A.. *Norma de estudio criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes – Normas ENOHS (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento)*. 1993
- Ambrosino, Silvio; Barbeito, Osvaldo; Bertoni, Juan Carlos; Daniele, Alberto; Maza, Jorge Adolfo; Paoli, Carlos Ubaldo; Serra, Juan José. *Inundaciones urbanas en Argentina*. 1era Edición. Ed. Argentina. Print in Argentina. Córdoba, Argentina, febrero de 2004.
- “Catálogo de Lagos y Embalses de la República Argentina”. http://www.hidricosargentina.gov.ar/cl_indice_alfabetico.php?idioma=es&link=atlas&item=setubal. Mayo 2016.
- “Laguna Setúbal”. https://es.wikipedia.org/wiki/Laguna_Set%C3%BAbal. 20 Abril 2016. Mayo 2016.
- “Río Colastiné”. https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Colastin%C3%A9. 25 Noviembre 2014. Mayo 2016.
- Metcalf & Eddy. *Ingeniería sanitaria: tratamiento, vertido y reutilización de aguas residuales*. 3a. ed. Madrid: McGraw-Hill, 1995. 8448116127.

- Ramalho, Rubens Sette. *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona: Reverté, 1996. 705p. 84-291-7975-5.
- Vega, Teodoro. *Aspectos Básicos de Pre tratamiento Operación Y mantenimiento*. <https://1793ho.files.wordpress.com/2014/03/1f-aspectos-de-pretratamiento.pdf>.
- “Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores”. <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%206%20Tratamiento%20de%20agua/Guia%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf>. Lima 2005. Mayo 2016.
- González, Edmundo Pedroza. *Canal Parshall*. Coordinación de Tecnología Hidráulica (IMTA) Subdirección General de Administración del Agua (CNA). México, Diciembre de 2001.
- Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios. *Manual para la formulación de proyectos”. Herramientas para el Proyecto Norte Grande en Infraestructura Hídrica. Agua y Saneamiento*. <http://www.ucpypfe.gov.ar/BirfPIHNG/ManualProyAguaSaneamiento2.pdf>. Junio 2016.