

PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO EN CENTROS URBANOS  
Y SUBURBANOS

AR-L1290, Línea CCLIP AR-X1017 – PAyS III

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL  
“PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE  
DESAGÜES CLOACALES DE LA CIUDAD  
DE GENERAL ROCA, RÍO NEGRO”

Unidad Ejecutora: Ente Nacional de Obras  
Hídricas de Saneamiento

Marzo 2018

-Versión I-



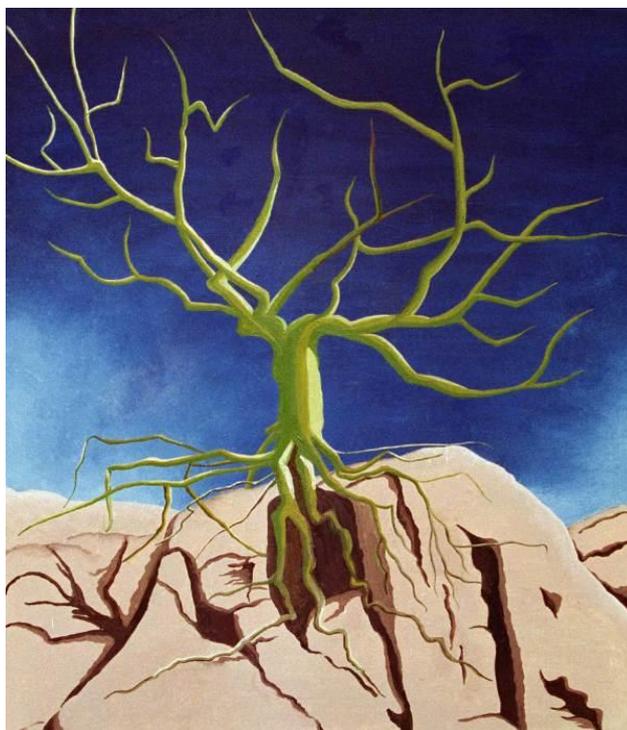
**PROVINCIA DE RÍO NEGRO**



**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**PLAN DIRECTOR  
DEL SISTEMA DE DESAGÜES CLOACALES  
DE LA CIUDAD DE GENERAL ROCA**

**INFORME FINAL – PARTE B  
TOMO X  
INFORME IMPACTO AMBIENTAL  
JUNIO 2017**



**ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS**

## Índice General

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	1
<b>III. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	1
<b>III.1. Características del Proyecto</b> .....	2
<b>IV. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b> .....	3
IV.1. Ubicación .....	3
IV.2. Características Geomorfológicas .....	4
IV.2.1. Historia Geológica.....	4
IV.2.2. Geomorfología .....	5
Sistemas Morfoclimáticos .....	6
Agentes de erosión hídrica .....	6
Erosión fluvial .....	7
IV.2.3. Suelos .....	7
IV.3. Clima	
IV.3.1. Temperatura .....	9
IV.3.2. Precipitación Media Anual y Humedad Relativa .....	10
IV.3.3. Vientos.....	11
IV.3.4. Nubosidad e insolación .....	13
IV.3.5. Evaporación y Evapotranspiración Potencial .....	13
IV.4. Hidrografía .....	13
IV.4.1. Aguas superficiales.....	13
IV.4.2. Estado ambiental del río Negro y su cuenca.....	16
IV.4.3. Sistema de riego .....	22
IV.4.4. Aguas subterráneas .....	22
IV.5. Áreas Ecológicas .....	23
IV.5.1. Flora .....	24
IV.5.2. Desertificación .....	25
IV.5.3. Fauna .....	26
IV.6. Medio Socioeconómico .....	27
IV.6.1. Reseña Histórica .....	27
IV.6.2. Aspectos Económicos .....	28
IV.6.3. Características demográficas.....	29
IV.6.4. Ordenamiento Urbano.....	32
IV.6.5. Uso del suelo, zonificación territorial del Municipio .....	32
<b>V. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	40
<b>V.1. Formulación de Alternativas</b> .....	40
<b>V.1.1. Colectores y Colectores troncales</b> .....	40
<b>V.1.2. Estaciones Elevadoras e Impulsiones</b> .....	41
<b>V.1.3. Plantas Depuradoras</b> .....	50
V.1.3.1. Planteo de Alternativas Planta Depuradora Principal .....	54

V.1.3.2. Memoria de cálculo - Alternativa I.....	70
V.1.3.3. Memoria de cálculo - Alternativa II - (Sudeste con sedimentadores).....	91
V.1.3.4. Alternativas I y II – Sistema de aireación por difusión.....	115
<b>VI. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>117</b>
<b>VI.1. Identificación de potenciales impactos directos e indirectos .....</b>	<b>117</b>
VI.1.1. Colectores .....	117
VI.1.2. Estaciones elevadoras e impulsiones.....	117
VI.1.3. Plantas Depuradoras .....	118
<b>VI.2. Acciones relevantes ambientalmente.....</b>	<b>118</b>
Descripción de impactos:.....	118
<b>VI.2.1. Impactos en la Etapa de Construcción de colectores e impulsiones .....</b>	<b>118</b>
<b>VI.2.2. Impactos en la Etapa de Construcción de Ampliación de Plantas Depuradoras .....</b>	<b>119</b>
<b>VI.2.3. Impactos en la etapa de Operación .....</b>	<b>119</b>
VI.2.4. Impactos en la Etapa de Construcción de colectores e impulsiones .....	121
<b>VI.2.5. Impactos en la Etapa de Construcción de ampliaciones de Plantas Depuradoras .....</b>	<b>124</b>
<b>VI.2.6. Impactos en la Etapa de Operación.....</b>	<b>127</b>
<b>VI.3. Valoración del Impacto .....</b>	<b>129</b>
<b>VI.4. Conclusiones: .....</b>	<b>135</b>
<b>VI.4.1. Evaluación Alternativas I y II Planta Depuradora.....</b>	<b>136</b>
<b>VII. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL - PGAS .....</b>	<b>137</b>
<b>VII.1 Medidas previas a la construcción.....</b>	<b>138</b>
<b>VII.2 Medidas durante la Etapa de construcción y finalización de las obras .....</b>	<b>138</b>
<b>VII.3. Medidas durante la Etapa de operación del Sistema Cloacal .....</b>	<b>143</b>
<b>VII.4. Medidas en caso de abandono .....</b>	<b>146</b>

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro N° 1. Temperaturas Características (1997-2011) Fuente: DPA – Estación Meteor. Roca.....</b>	<b>10</b>
<b>Cuadro N° 2. Vientos Estación Meteorológica Gral. Roca (1997-2003).....</b>	<b>11</b>
<b>Cuadro N° 3. Vientos Estación Meteorológica Gral. Roca (1997-2003).....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro N° 4. ÁREA URBANA.....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro N° 5. ÁREA COMPLEMENTARIA .....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro N° 6. ÁREA RURAL.....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro N° 7. CORREDORES .....</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro N° 8. Límites de vuelco .....</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro N° 9. - Directrices de la OMS para el uso del agua residual tratada en agricultura ..</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro N° 10. Comparación Técnica – Ambiental Alternativas Plantas Depuradoras.....</b>	<b>67</b>
<b>Cuadro N° 11. Comparación Económica rápida – Alternativas Planta Depuradora.....</b>	<b>68</b>
<b>Cuadro N° 12. Datos de partida .....</b>	<b>70</b>
<b>Cuadro N° 13. Datos de población y caudales de diseño.....</b>	<b>71</b>
<b>Cuadro N° 14. Datos de partida lagunas anaeróbicas.....</b>	<b>73</b>
<b>Cuadro N° 15. Datos de partida - Lagunas aireadas mezcla completa .....</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro N° 16. Datos de partida lagunas aireadas facultativas.....</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro N° 17. Dimensiones canaleta Parshall.....</b>	<b>86</b>
<b>Aforador Parshall.....</b>	<b>86</b>

Cuadro N° 18. Dimensiones canaleta Parshall seleccionada.....	87
Cuadro N° 19. Datos de partida lagunas anaeróbicas.....	91
Cuadro N° 20. - Datos de partida - Lagunas aireadas mezcla completa .....	96
Cuadro N° 21. Datos de partida lagunas aireadas facultativas .....	102
Cuadro N° 22. Cloruro Férrico (FeCl3).....	112
Cuadro N° 23. Policloruro de Aluminio (Al O4 Al12 (OH)24.(H2O)12)7+.....	112
Cuadro N° 24. Sulfato de Aluminio (AlSO4).....	113
Cuadro N° 25. · Resumen de Acciones Relevantes en las 2 etapas.....	120
Cuadro N° 26. Valoración del Impacto.....	132
Cuadro N° 27. Matriz de Impacto Ambiental Sistema de desagües cloacales de General Roca con Alternativa I.....	133
Cuadro N° 28. Matriz de Impacto Ambiental Sistema de desagües cloacales de General Roca con Alternativa II con Sedimentadores .....	134

## Índice de Figuras

Figura N° 1. Ubicación de Gral. Roca .....	3
Figura N° 2. Foto Satelital de Gral. Roca .....	4
Figura N° 3. Geología simplificada de Río Negro – zona Gral. Roca .....	6
Figura N° 4. Tipos de Suelos .....	8
Figura N° 5. Temperatura Media Anual Fuente: Estación Experimental Agropecuaria INTA Bariloche.....	10
Figura N° 6. Temperaturas – Precipitaciones (1997-2011) Fuente: DPA – Estación Meteorológica Roca.....	11
Figura N° 7. Rosa de los vientos .....	12
Fuente: DPA – Estación Meteorológica Roca.....	12
Figura N° 8. Cuencas Hidrográficas .....	14
Figura N° 9. Caudales río Negro 2001-2006 – Fuente AIC .....	15
Figura N° 10. Caudales río Negro 2007-2012 – Fuente DPA.....	16
Figura N° 11. Estaciones de Muestreo en el río Negro – Fuente AIC .....	17
Figura N° 12. Concentración de E. coli en el río Negro 2000 a 2007 – Fuente AIC .....	19
Figura N° 13. Temperatura media agua río Negro - 2000 a 2007 – Fuente DPA .....	20
Figura N° 14. Conductividad media río Negro 2000 a 2007 – Fuente DPA .....	20
Figura N° 15. Conductividad media río Negro - 2000 a 2007 – Fuente DPA.....	20
Figura N° 16. Concentración de E. coli desde 2000 a 2007 – Fuente AIC.....	22
Figura N° 17. Áreas ecológicas .....	24
Figura N° 18. Estado de desertificación en las inmediaciones de General Roca .....	26
Figura N° 19. Densidad poblacional por barrios .....	31
Figura N° 20. Plano de la ciudad de General Roca- Fuente Municipio de Gral. Roca.....	35
Figura N° 21. Mapa Ordenamiento Urbano General Roca – Fuente Municipalidad de G. Roca.....	39
Figura N° 22. Traza colectores proyectados y a reparar - Fuente Elaboración propia .....	41
Figura N° 23. Colectores Existentes y proyectados – Fuente Elaboración Propia .....	44
Figura N° 24. Planta general Impulsiones y Plantas Depuradoras – Fuente Elaboración Propia.....	46
Figura N° 25. Zona de implantación Estación Elevadora e impulsión principal a construir – obra prioritaria.....	47
Figura N° 26. Zona de implantación EE B° Mosconi e impulsión a construir – obra prioritaria.....	48

<b>Figura N° 27. Zona de implantación EE B° La Ribera e impulsión a construir – obra prioritaria.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura N° 28. Zona de implantación Estación Elevadora B° Stefenelli sur e impulsión a construir – obra prioritaria .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura N° 29. Ubicación Impulsiones y Plantas Depuradoras – Alternativas I- II y III.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura N° 30. Zona de implantación Planta Depuradora J.J. Gómez (existente).....</b>	<b>54</b>
<b>Figura N° 31. Zona de implantación Planta Depuradora principal (existente) - Alternativas I y II.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura N° 32. – Eficiencia de la Planta depuradora Principal - General Roca – Fuente Elaboración propia .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura N° 33. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa I.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura N° 34. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa II.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura N° 35. Planta Depuradora Principal Alternativa II .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura N° 36. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa III .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura N° 37. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa III .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura N° 38. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa III .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura N° 39. Traza descarga Planta Depuradora principal.....</b>	<b>91</b>

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO | Página  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

## I. INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en la formulación de un Plan Director del Sistema de Desagües Cloacales la ciudad de General Roca, según el reglamento del programa PAYS del ENOHSa. En esta etapa, el objetivo del estudio de impacto ambiental, es evaluar los potenciales impactos que pudieran producirse sobre el ambiente al concretarse dicho proyecto, para las distintas alternativas.

Dado que el mismo fue ejecutado sobre la base del Sistema de Desagües cloacales existente, no habrá modificaciones sustanciales a las alteraciones ya existentes, más bien se evaluarán adecuaciones del sistema que permitan minimizar este impacto.

En este estudio se mostrarán los efectos producidos sobre el ambiente natural y socioeconómico de la alternativa seleccionada.

## II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La localidad de GENERAL ROCA, ubicada en el Alto Valle del Río Negro, tiene en la actualidad, una población aproximada de 100.000 habitantes, cuenta con un importante porcentaje de cobertura de servicio cloacal, pero el sistema se encuentra ampliamente saturado, tanto en la fase de colección e impulsión, como en la de tratamiento, necesitando un reacondicionamiento de la infraestructura existente y la ampliación del sistema para zonas en crecimiento.

Al comparar la evolución de la demanda de la localidad en los próximos 20 años con la máxima capacidad de respuesta de las instalaciones existentes determinada, se observa que la Oferta actual resulta insuficiente en distintos periodos del proyecto. Además el crecimiento tanto en la zona norte, como la expansión hacia las zonas rurales, evidencia la necesidad de diseñar un plan director que permita insertar los nuevos barrios al sistema existente, y en consecuencia acondicionar y/o ampliar los componentes del mismo.

El proyecto propone la ejecución de infraestructura nueva y la adecuación de la existente, a fin de asegurar una adecuada colección y disposición de los líquidos cloacales de la población del ejido municipal, contemplando una cobertura del 100 % para el año 2035, horizonte del proyecto. Esto sin lugar a dudas, significa un importante beneficio para la salud de la población. Y la mejora en la calidad del efluente redundará en un menor impacto al ambiente.

## III. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Tipo del Proyecto:** Plan Director Sistema de Desagües Cloacales

**Municipalidad:** General Roca

**Provincia:** Río Negro

**Responsable de la evaluación:** Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable

**Población beneficiada:**      **Actual: 84.072**

**A final del Proyecto: 126.284**

### **III.1. Características del Proyecto**

El Proyecto de “Plan Director del Sistema de Desagües Cloacales de La Ciudad de General Roca”, consistirá en:

Una adecuación y ampliación de la red cloacal existente y colectoras principales.

Verificación de las Estaciones Elevadoras e impulsiones a Planta Depuradora existentes para su adecuación.

En este nuevo Plan Director se proyectará la ampliación, reemplazo y/o modificación del de los distintos componentes del Sistema cloacal existente. Esta nueva obra se ha hecho inevitable pues el volumen actual de efluentes generados en la ciudad supera ampliamente la capacidad de la planta en funcionamiento y de conducción de algunas colectoras. El conjunto de obras que integran el Proyecto estará compuesto por:

- Ampliación de la red de cobertura cloacal.
- Verificación del estado de las redes actuales, para su ampliación y o renovación.
- Verificación de las colectoras actuales, para su inclusión sin modificación en el Plan Director o para su ampliación, renovación y/o modificación.
- Proyecto de nuevas redes domiciliarias y nuevas colectoras que permitan una conveniente evacuación de los líquidos cloacales.
- Verificación y evaluación del funcionamiento de las Estaciones Elevadoras existentes. En los casos necesarios se proyectará su adecuación al nuevo Plan Director. La evaluación de su capacidad se definirá en la próxima etapa.
- Proyecto de nuevas Estaciones Elevadoras para conducir los líquidos a la alternativa seleccionada de planta depuradora, de acuerdo a las necesidades que surjan.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

○ Verificación de las impulsiones actuales, para su inclusión sin modificación en el Plan Director o para su ampliación, renovación y/o modificación.

○ Proyecto de nuevas Cañerías de Impulsión para conducir los líquidos a la alternativa seleccionada de planta depuradora, de acuerdo a las necesidades que surjan.

○ Análisis de las posibles alternativas de Planta depuradora en los sitios seleccionados en forma conjunta por el Municipio de General Roca, Aguas Rionegrinas S.A. y del Departamento Provincial de Aguas, las mismas son:

1) Ampliación de la Planta Depuradora existente, evaluando los posibles tratamientos por lagunas anaeróbicas, lagunas aireada y facultativas aereadas, con disposición final al río Negro.

2) Sistema formado por un conjunto de lagunas facultativas, que se ubicarán al norte o noreste de la ciudad en la zona de bardas, el efluente depurado se utilizará para riego.

#### IV. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

##### IV.1. Ubicación

La localidad de General Roca, está ubicada en el Norte de la provincia de Río Negro – República Argentina.



Figura N° 1. Ubicación de Gral. Roca

Las coordenadas de la ciudad son 39° 02´ de latitud sur y 67° 35´ de longitud oeste. La altitud del municipio oscila entre los 300 msnm al límite norte de la ciudad y los 227 msnm hacia el sur contra la costa del Río Negro. En la Figura GR-SDC-IA-1 se indica la ubicación geográfica de la localidad

Esta localidad es la cabecera y centro administrativo del departamento del mismo nombre y centro geográfico del Alto Valle. El municipio de General Roca tiene un ejido que cubre una superficie aproximada de 45.000 hectáreas, de las cuales 12.000 se encuentran bajo riego por sistema de canales, destinadas a la producción fruti-hortícola.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Los núcleos urbanos lo conforman el aglomerado General Roca y los barrios periféricos. El aglomerado queda delimitado por el barrio nuevo al norte, J.J.Gómez al oeste, Padre Stefenelli al este y la Ruta nacional N° 22 al sur. Los barrios periféricos, ubicados entre la ruta nacional. N°22 y el río Negro, son B° Chacra Monte, Paso Córdoba, Mosconi, La Rivera y La Costa.

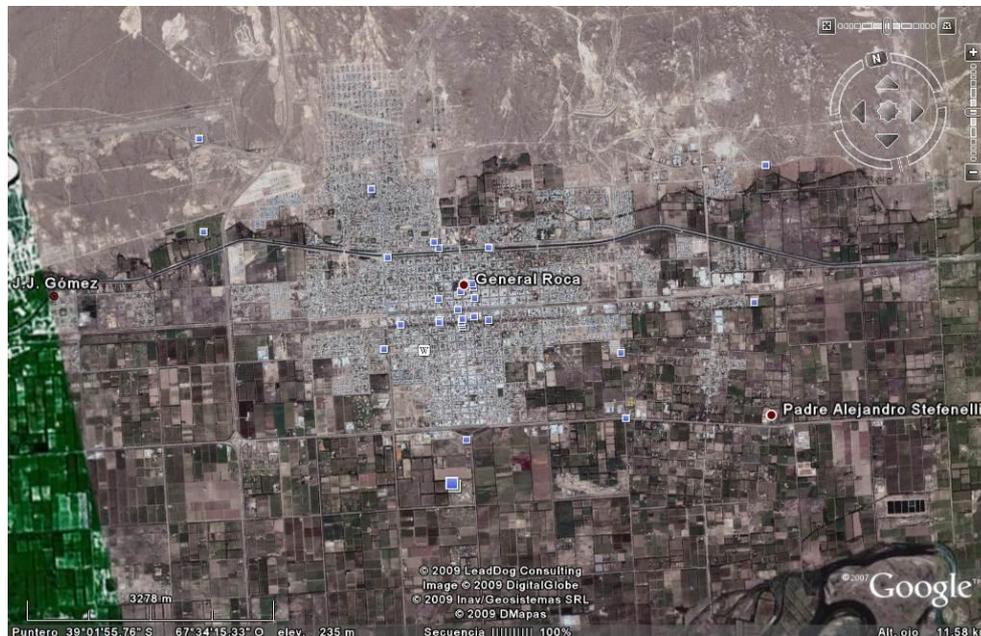


Figura N° 2. Foto Satelital de Gral. Roca

## IV.2. Características Geomorfológicas<sup>1</sup>

### IV.2.1. Historia Geológica

El paisaje patagónico extraandino es diferente al del resto del país por el predominio de las formas tabulares, mesetiformes, que son consecuencia de los repetidos ciclos epirogénicos (ingresiones y regresiones marinas en el continente) experimentadas por éste sector a lo largo de su historia geológica.

Se observan aluviones aterrazados (material arrastrado por los ríos y con forma de terraza) y también los Rodados Patagónicos o Tehuelches. Estos rodados se hallan claramente visibles entre los ríos Colorado y Negro, siempre en la parte superior de las mesetas.

---

<sup>1</sup> El Gran Libro de la Patagonia; Carlos Godoy Manríquez; Editorial Planeta, Bs. As. 1998.

  
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

#### IV.2.2. Geomorfología

La meseta Patagónica se considera como una vasta planicie, esta planicie primitiva, en parte originaria y en parte construida o destruida, ha sido desarticulada por movimientos responsables de los rasgos esenciales de la geomorfología patagónica: mesetas, valles, terrazas, redes de drenaje efímeras y depresiones.

Como se puede apreciar en la foto satelital (la Figura N° 2) la localidad de Gral. Roca se desarrolla sobre el valle y se expande sobre la barda norte, que forma parte de la meseta patagónica.

Esta meseta presenta un relieve irregular, donde predominan las formaciones de terraza con declive hacia el Este, cortadas por cañadones de distinto ancho y profundidad, producto de la erosión causada por aguas pluviales estacionales, y valles o bajos (algunos de ellos transformados hoy en lagos artificiales), generados por hundimientos de la corteza. Los suelos de la zona sufrieron sus mayores transformaciones durante los períodos glaciales y peri-glaciales, cuando se depositó aquí la mayor cantidad del llamado rodado patagónico, sobre el que, con el tiempo y la acción de la erosión (eólica y fluvial), se asentó una capa de sedimentos arenosos y rocas de menor tamaño.

Distintas son las condiciones en las zonas cercanas al río, donde las crecidas regularizaron el terreno, alisándolo y depositando en él sedimento aluvional que resulta extremadamente fértil.

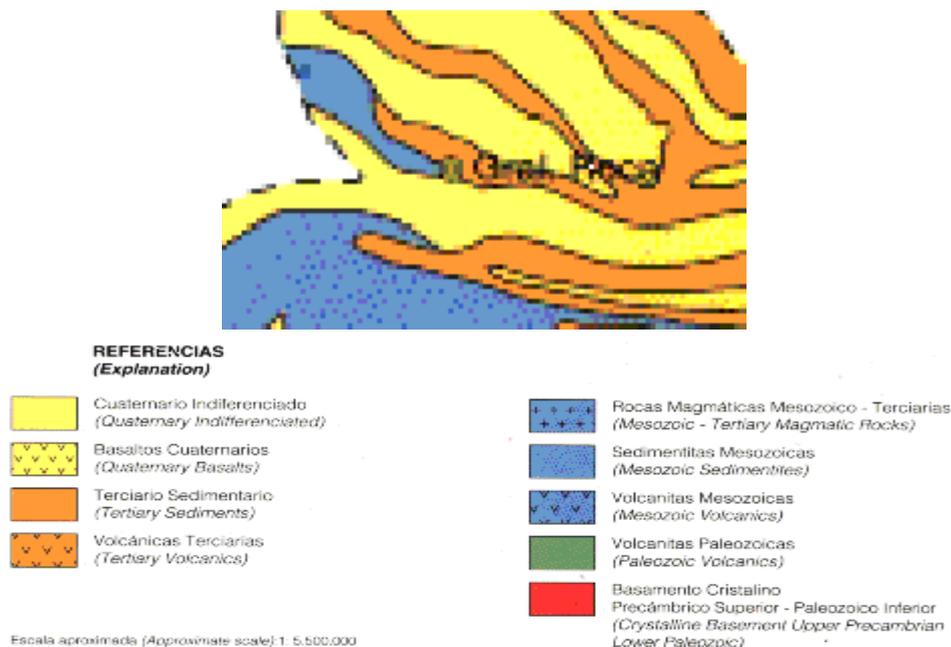
Este valle fluvial es una depresión formada por la acción de las aguas, que se caracteriza por ser desmesuradamente ancho (gran llanura de inundación), de fondo chato y cursos estrechos.

El valle del río Negro tiene dimensiones que no coincide con el volumen de agua transportado en la actualidad. De esto se desprende que éstos ríos han arrastrado en épocas pasadas un caudal mucho mayor, formando estas áreas de fondo plano con anchos de hasta 20 Km., delimitada por bordes escarpados (bardas) sobre las que el río se va recostando alternadamente mediante el proceso de migración lateral.

Geológicamente, como muestra la la Figura N° 3 según la geología simplificada de la provincia de Río Negro, la zona de Gral. Roca pertenece a las formaciones del cuaternario indiferenciado y terciario sedimentario y en parte también está formada por sedimentos mesozoicos.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



Fuente: Mapa Geológico 1:2.500.000 IGRM

© Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR.

**Figura Nº 3. Geología simplificada de Río Negro – zona Gral. Roca**

### Sistemas Morfoclimáticos

Esta zona pertenece al sistema que se conoce como estepa, que representa un ecosistema de transición entre las áreas bioclimáticas húmedas y las áridas tierras desérticas.

Los procesos y agentes geológicos que distinguen a los desiertos semiáridos son el viento y la meteorización mecánica. El viento arrastra fácilmente las partículas de arena, ya que debido a la escasa presencia de agua, estas están muy sueltas. La meteorización mecánica es muy intensa por la diferencia de temperaturas entre el día y la noche.

### Agentes de erosión hídrica

En esta zona de la Patagonia son innumerables los cañadones, a veces verdaderos sistemas complicados, desfiladeros de paredes altas y con fuerte pendiente que surcan la meseta en todo sentido. Se abren en las laderas de las mesetas (que se conocen como bardas) enormes grietas denominadas cárcavas, y por lógica consecuencia el material es arrastrado cuesta abajo.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

En primer lugar, debe tenerse en cuenta que la vegetación es escasa; en segundo lugar, que en general las lluvias son torrenciales, esto es, que se producen durante un período muy corto y con gran intensidad.

Estos fenómenos transforman el paisaje, aunque a veces sea solo a escala local.

Se forman así abanicos aluviales (áreas de depósito de la carga transportada por el agua).

### Erosión fluvial

El río Negro, de régimen pluvio-nival, es el principal responsable del modelado del paisaje del valle donde se asienta la ciudad de General Roca, a través de la erosión fluvial.

Si bien los ríos no excavan solos todo el valle, la mayor parte proviene del derrumbe de las laderas a través de procesos de remoción en masa, ya que, al profundizarse el cauce, se desprenden de los costados grandes masas de rocas o detritos, que luego el mismo río arrastra y transporta como sedimentos, depositándolos como barras de meandro y con mayor energía como albardones y lóbulos de derrame.

### **IV.2.3.Suelos**

La la Figura N° 4 muestra los distintos tipos de suelos de la zona donde se ubica la localidad de General Roca.

Como se puede ver el tipo de suelo donde se asienta corresponde a los tipos *paleargides* y *torrefluventes*

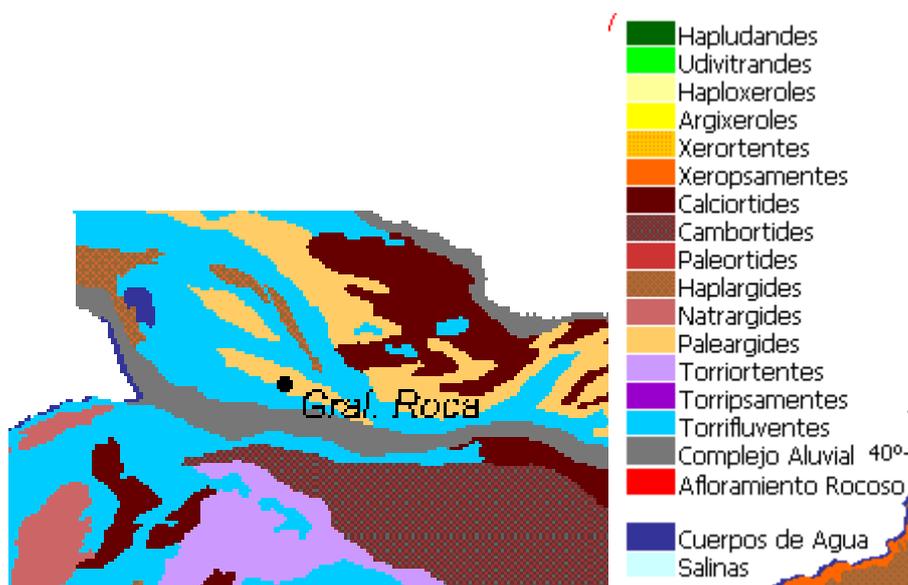
Los primeros, que son los que corresponden a la meseta, son suelos antiguos evolucionados sobre superficies geomórficas muy estables. Se caracterizan por la presencia de horizontes ricos en carbonatos y cementados por calcáreo (horizontes petrocálcico) a menos de 100 cm de la superficie; o bien un horizonte iluvial (argílico) con más 35% de arcillas, caracteres que implican largos períodos de formación. A veces tienen coloraciones rojizas. Por lo general en estos suelos hay un horizonte de acumulación de carbonato de calcio en el subsuelo aunque la porción superior de libre de calcáreo.

Los *paleargides* son ardises, que corresponden al grupo de los Ardisoles que han formado un horizonte iluvial de acumulación de arcillas silicatadas. Los ardisoles son suelos de climas áridos, fríos o cálidos, que no disponen durante largos períodos de suficiente agua para el crecimiento de cultivos. Se caracterizan por tener un horizonte superficial claro y pobre en materia orgánica, por debajo del cual pueden aparecer diferentes caracteres morfológicos de acuerdo con las condiciones materiales con que se han originado.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Los *torrefluventes*, que son los que cubren el valle, son los Fluventes de clima árido que no están inundados frecuentemente o por largos períodos. La mayoría son alcalinos o calcáreos y en ciertos sitios salinos. La vegetación natural es de carácter xerófilo o halófilo. Corresponden a los Entisoles desarrollados principalmente en las planicies de inundación, derrames y deltas de ríos y arroyos en sedimentos depositados recientemente por las aguas. La edad de los sedimentos es de pocos años, décadas o escasas centurias. Están afectados frecuentemente por inundaciones, pero no están permanentemente saturados con agua. Una característica común a todos los Fluventes es la ausencia de rasgos asociados con la humedad, los cuales están presentes en suelos más mojados como los Acuentes.



Fuente: Atlas de Suelos de la República Argentina - Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca - Proyecto P.N.U.D. ARG. 85/019 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Centro de Investigaciones de Recursos Naturales - 1990  
 Digitalización: Laboratorio de Teledetección - SIG - EEA San Carlos de Bariloche - Río Negro

**Figura N° 4. Tipos de Suelos**

### IV.3. Clima<sup>2</sup>

El clima es semiárido de estepa, que corresponde a las mesetas comprendidas entre los ríos Colorado y Limay-Negro y la franja costera desde San Antonio Oeste hasta Puerto Deseado, y

<sup>2</sup> El Gran Libro de la Patagonia; Carlos Godoy Manríquez; Editorial Planeta, Bs. As. 1998.

ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

constituye una transición hacia el clima Árido Patagónico que se extiende tanto hacia el sur como hacia el oeste. Las precipitaciones son menores a los 300 mm/año.

La condición de aridez, definida básicamente por el déficit hídrico, los vientos moderados y el stress que producen las bajas temperaturas son los factores de control más importantes en el funcionamiento del ambiente.

Predominan los vientos secos y fríos del sudoeste y en general el área se caracteriza por la rigurosidad del clima, que se ve atenuada en los valles irrigados de los ríos alóctonos, donde se producen los mayores asentamientos urbanos como la localidad de Gral. Roca donde se desarrollará el proyecto.

Las características micro regionales del clima en el área esteparia son las condiciones particulares que otorgan el abrigo del valle del Río Negro o los cañadones labrados en los frentes de las terrazas de origen aluvional, a la exposición a los vientos dominantes, la insolación y la distancia relativa a los cuerpos hídricos, o la densidad de la vegetación, donde aspectos como la ocurrencia de heladas matinales y aridez condicionan aspectos de la habitabilidad de los sitios como así también de la factibilidad de prosperar de cultivos.

Este aspecto sinérgico es el que ha posibilitado que dentro de los oasis generados desde hace un siglo mediante la irrigación se hayan materializado las condiciones aptas para la factibilidad de prosperar de cultivos que en condiciones naturales hubieran fracasado. Una lectura del paisaje permite confrontar la existencia de viviendas y mayor densidad de vegetación dentro de dichas áreas.

#### **IV.3.1. Temperatura**

La temperatura decrece conforme al aumento de latitud, pero al sur del río Colorado las mesetas y montañas provocan desviaciones de las isotermas que acreditan la influencia del relieve, acentuada al oeste, donde, sufren un brusco desplazamiento hacia el norte.

Se combinan así, un gradiente térmico latitudinal de las planicies con un gradiente térmico longitudinal que expresa la variación impuesta por la presencia de las montañas, donde la temperatura decrece desde el pie hacia las cumbres.

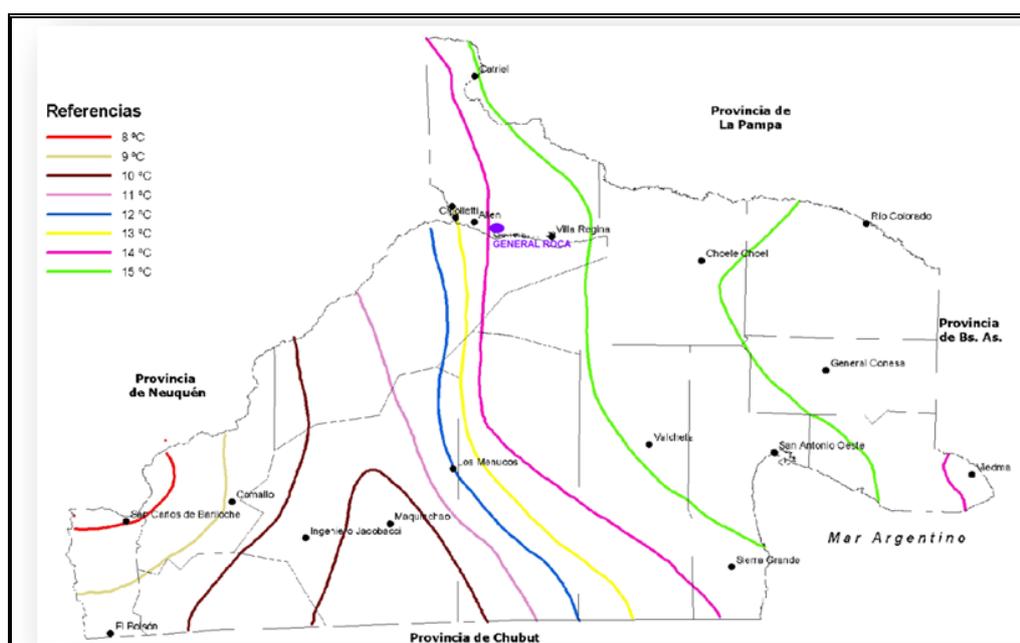
La localidad de Gral. Roca se encuentra entre las isotermas de 14 °C y 15 °C, con una máxima media de 31,4°C en febrero y una mínima media de 0.6°C en julio. Con máximas absolutas que superan los 40 °C y mínimas absolutas cercanas a los -10 °C, según datos de la Estación Meteorológica Roca del DPA. La amplitud media anual muestra en forma clara la incidencia que tiene la baja humedad relativa del aire.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Cuadro N° 1. - Temperaturas Características (1997-2011) Fuente: DPA – Estación Meteor. Roca**

Temperatura	U.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	MEDIA ANUAL
Máxima media	°C	31.3	31.4	26.4	22.7	17.1	13.3	12.7	15.1	19.5	22.3	27.2	29.4	22.4
Minima media	°C	14.3	15.1	9.3	4.8	1.4	1.9	0.6	1.6	3.0	6.8	10.4	13.1	6.8
Media	°C	22.9	22.7	17.6	12.9	8.5	7.2	5.4	7.7	11.3	14.6	18.9	21.2	14.2
Máxima absoluta	°C	40.7	37.9	36.7	30.9	30.4	24.3	23.8	28.2	28.1	32.9	36.2	38.2	40.7
Mínima absoluta	°C	5.5	3.8	0.7	-4.4	-9.7	-9.3	-9	-8.9	-5.9	-2.4	-1.1	4.6	-9.7



**Figura N° 5. - Temperatura Media Anual Fuente: Estación Experimental Agropecuaria INTA Bariloche**

### IV.3.2. Precipitación Media Anual y Humedad Relativa

Debido a las condiciones geográficas y a la circulación de la atmósfera, en la mayor parte de la Provincia está muy restringido el acceso de vapor de agua. Como consecuencia, en la mayor parte de la misma, las precipitaciones medias anuales son de alrededor de los 200 mm, lo que determina las condiciones de aridez de la región.

La ciudad de General Roca se encuentra entre las isohietas correspondientes a los 200 y 250 mm/año, ocasionándose en general las mayores precipitaciones en el otoño, entendiendo por tal los meses de abril, mayo y junio y algo menores en el invierno (julio, agosto y setiembre) mientras que

  
**ING. MARILU COLONNA**  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

las precipitaciones de primavera y verano son muy inferiores, esto es bastante menos de la mitad que las del periodo otoño-invierno.

La humedad relativa, como se mencionó anteriormente es baja, produciéndose los extremos en el mes de Enero, en el que puede ser menor 45%, y en el mes de Julio se alcanzan valores cercanos al 70%.

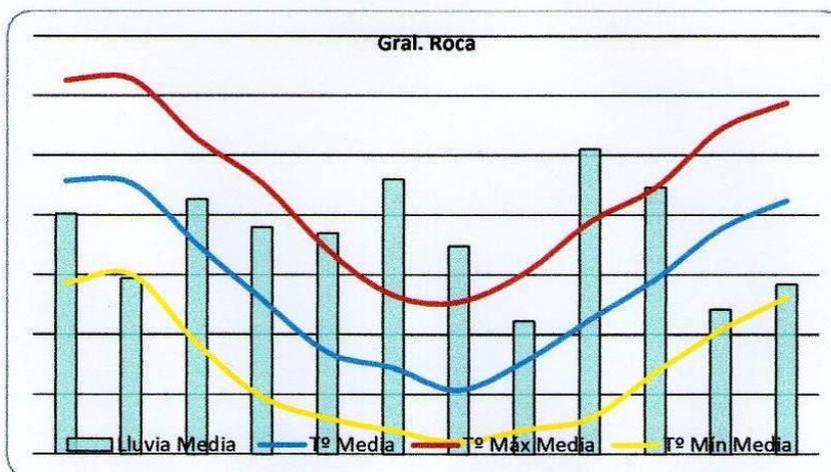


Figura N° 6. **Temperaturas – Precipitaciones (1997-2011)** Fuente: DPA – Estación Meteorológica Roca

### IV.3.3. Vientos

Al sur del río Colorado se ubica la depresión austral, de configuración este – oeste en sus isobaras, las que disminuyen hacia el sur. Esto forma centros de baja presión con la consecuente generación de vientos. Es un factor adicional de aridez ya que favorece la evaporación en un contexto de escasas precipitaciones. Asimismo, es un fuerte factor erosivo que actúa vigorosamente ante las alteraciones de la frágil cubierta vegetal.

Las direcciones prevaletientes en el Centro y Oeste de la Provincia (donde se ubica Gral. Roca) son del Oeste y Noroeste según los registros del Departamento Provincial de Aguas (DPA).

Con respecto a las calmas, su frecuencia es escasa en todas las estaciones, lo que es un índice de un mayor dinamismo del aire en la zona austral del país que en el norte, esto se puede observar en los cuadros N° 2 y 3

Cuadro N° 2. **Vientos Estación Meteorológica Gral. Roca (1997-2003)**

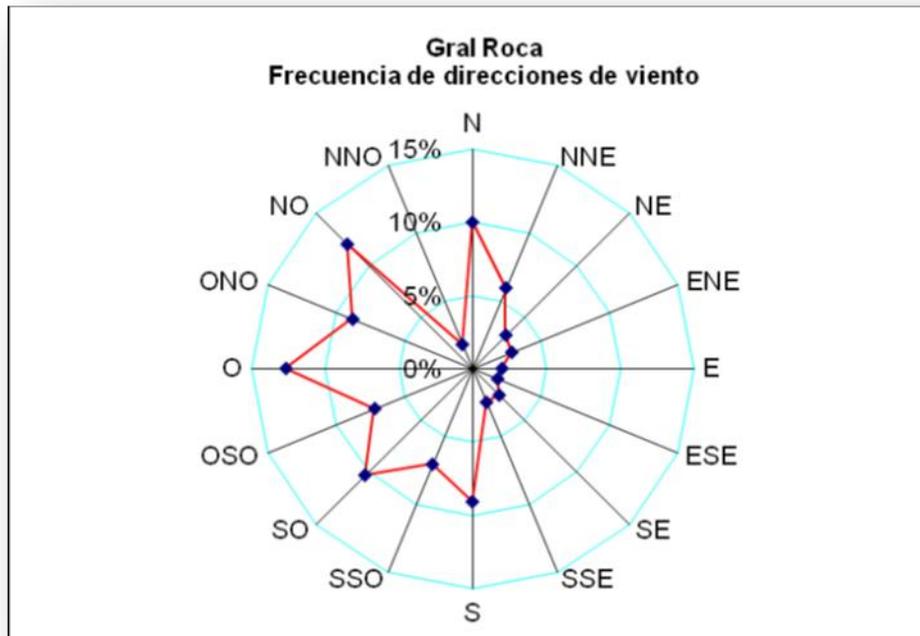
*Marilyn Colonna*  
 ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Vientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	MEDIA ANUAL
Vel. Med. [Km/h]	12.40	12.27	11.59	11.65	11.45	12.17	1.99	2.52	3.47	3.25	2.87	2.62	2.35
Vel. Máx. [Km/h]	69.2	72.4	62.8	61.2	85.3	66	62.8	57.9	64.4	70.8	75.6	66	69.2
Dirección	SW	N	S	W	W	NW	WNW	NW	N	NW	W	S	

**Cuadro No 3. Vientos Estación Meteorológica Gral. Roca (1997-2003)**

Registro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Velocidad media del viento (km/h)	14.8	14.3	12.2	10.4	9.6	10.4	10.3	11.3	12.5	12.9	15.2	15.2	12.5
Velocidad Máxima del viento (km/h)	101.4	109.4	80.5	83.7	72.4	80.5	107.8	91.7	83.7	86.9	103.0	90.1	109.4

**Fuente:** Departamento Provincial de Aguas (DPA)



**Figura No 7. - Rosa de los vientos**

Fuente: DPA – Estación Meteorológica Roca

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

#### **IV.3.4.Nubosidad e insolación**

El porcentaje medio de cielo cubierto tiene valores entre 40% y 50% en la zona en estudio, siendo mayor en invierno que en verano.

El ciclo anual de horas de heliofanía en la localidad de Gral. Roca y sus alrededores varía desde cerca de 5 horas en julio hasta 11 horas en enero.

Además de la nubosidad, la transparencia del aire contribuye a modificar la intensidad de la insolación determinada por la latitud y la época del año. La transparencia depende de la turbidez y de la humedad. Excepto cuando soplan vientos muy fuertes, la turbidez es relativamente escasa debido a que las partículas del suelo levantadas como polvo son relativamente pesadas y se depositan rápidamente. Como la humedad relativa es también muy baja, junto con lo anterior conduce a una atmósfera diáfana.

#### **IV.3.5.Evaporación y Evapotranspiración Potencial**

La evaporación presenta un marcado pico en el período inicial del verano con valores superiores a los 220 mm.mensuales y mínimos en el período inicial del invierno con valores del orden de los 25 mm. mensuales. Con lo cual desde el punto de vista del balance hídrico se manifiesta una estacionalidad significativa, típica de las zonas áridas y semiáridas de la Patagonia.

### **IV.4. Hidrografía**

#### **IV.4.1.Aguas superficiales<sup>3</sup>**

La localidad de General Roca crece a la vera del río Negro que constituye el sistema hidrográfico más importante de todos los que se extienden íntegramente en territorio nacional. Tiene un módulo de 930 m<sup>3</sup>/s y drena un área de 116.000 km<sup>2</sup> que representa un poco más del 4% del total de la superficie continental de la República Argentina. Cubre casi totalmente el territorio de la provincia del Neuquén y parte de las de Río Negro y Buenos Aires.

La porción superior de la cuenca se halla en el faldeo oriental de la cordillera de los Andes, donde nacen los ríos Curi Leuvu, Agrio y el Arroyo Covunco que son los afluentes principales del

---

<sup>3</sup> Fuente A.I.C.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

río Neuquén; que junto al río Limay que nace en el lago Nahuel Huapi, son los que dan origen al río Negro a partir de la confluencia ubicada en cercanía de las localidades de Neuquén y Cipolletti.

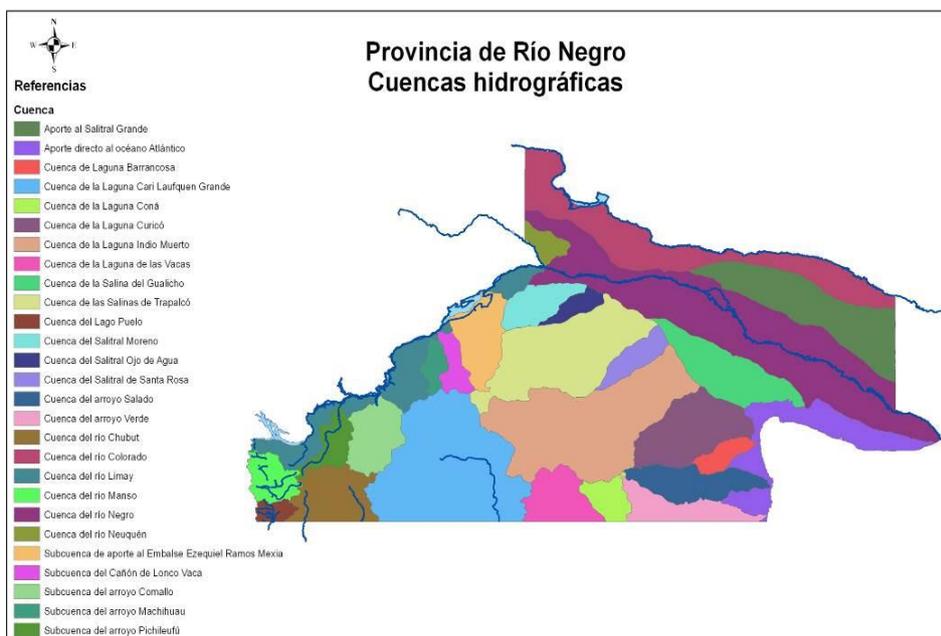
La Figura muestra las cuencas hidrográficas, en color bordó se ve la correspondiente al río Negro. En todo su recorrido no recibe aporte de ningún afluente.

La Cuenca de los ríos Limay, Neuquén y Negro, se encuentra situada en la parte norte de la región Patagónica.

Constituye el sistema hidrográfico más importante de todos los que se extienden íntegramente en el territorio de la Nación Argentina.

Drena una superficie de 140.000 Km<sup>2</sup> y cubre casi la totalidad del territorio de la Provincia de Neuquén y parte de las Provincias de Río Negro y Buenos Aires.

El río Neuquén tiene un módulo de 280 m<sup>3</sup>/seg; el río Limay un módulo de 650 m<sup>3</sup>/seg y ambos conforman el río Negro, con un módulo de 930 m<sup>3</sup>/seg.



**Figura N° 8. Cuencas Hidrográficas**

El río Negro se desplaza a través de mesetas áridas por un valle de ancho variable. En todo su recorrido no recibe ningún afluente, si recibe el aporte pluvial de numerosos cañadones que bajan de la meseta.

Si bien el módulo del río Negro es de 930 m<sup>3</sup>/seg., los factores climáticos y el requerimiento de la energía producida por las represas aguas arriba hace que tenga fluctuaciones importantes, con

  
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

picos superiores a 1.500 m<sup>3</sup>/seg. e inferiores a 500 m<sup>3</sup>/seg.. A continuación se muestran la variación del caudal del río Negro de los años 2001 a 2006 y 2007 a 2012. (ver la Figuras N° 9 y 10)

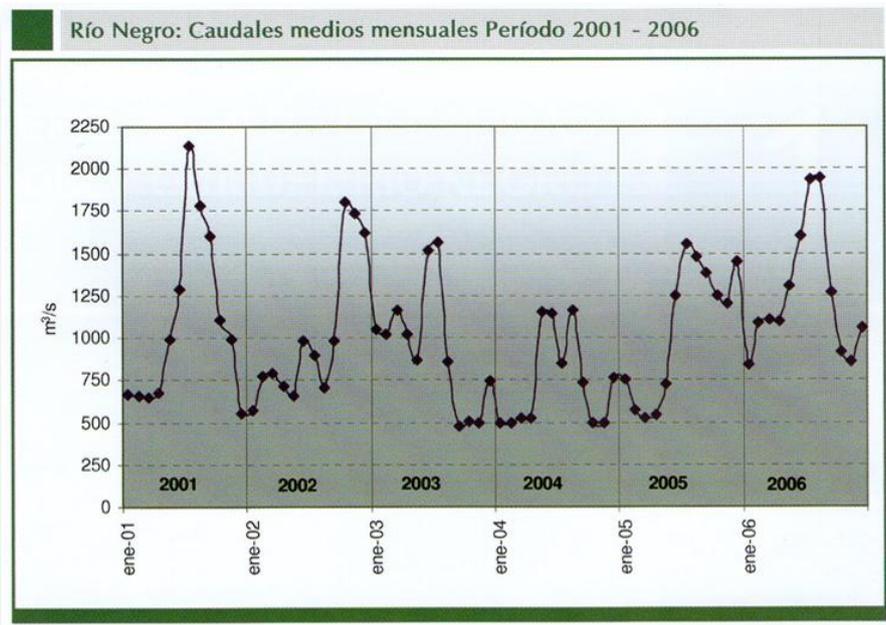
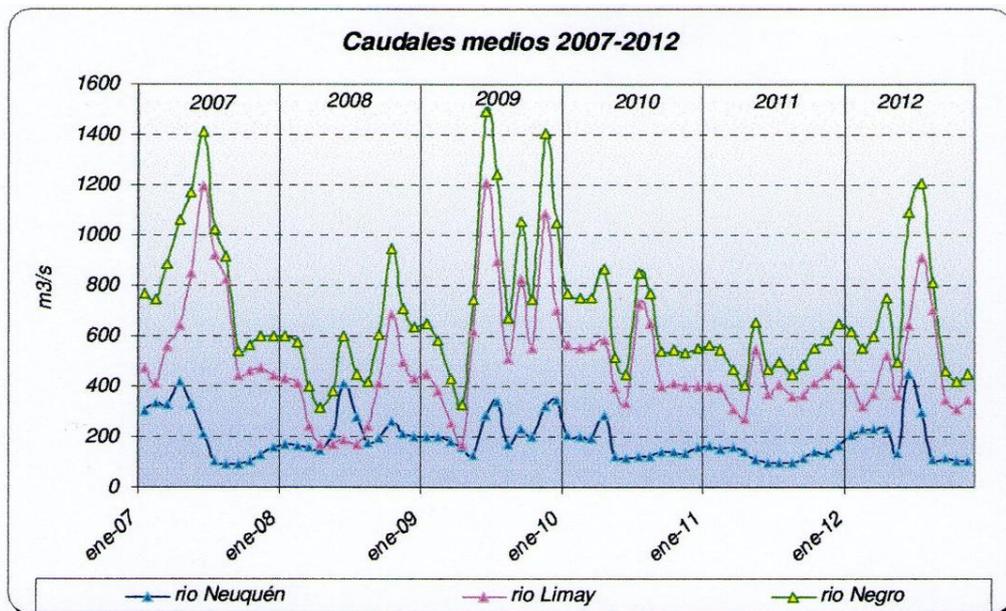


Figura N° 9. – Caudales río Negro 2001-2006 – Fuente AIC



*Marilu Colonna*

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 10. – Caudales río Negro 2007-2012 – Fuente DPA**

Los rasgos orográficos de la cuenca condicionan su clima y los mecanismos meteorológicos que provocan las precipitaciones en sitios preferenciales.

**IV.4.2.Estado ambiental del río Negro y su cuenca<sup>4</sup>**

En general el grado de conservación de los ríos en la cuenca es razonablemente satisfactorio.

El vertido de efluentes domiciliarios e industriales sin tratamiento, hacen que la calidad del agua del río se vea parcialmente degradada en algunos sectores reducidos del río.

Las obras de regulación construidas sobre los ríos Limay y Neuquén han modificado sustancialmente el régimen hídrico natural, provocando alteraciones del medio que se manifiestan de diversos modos.

En algunos casos la eliminación de crecidas importantes, ha suprimido el efecto autolimpiante en los cauces, elemento insustituible para mantener a los ribereños prudentemente alejados de las márgenes, además la desactivación casi permanente de algunos cauces secundarios, se traduce en una modificación del hábitat y de las condiciones ambientales en general. Y el efecto de la pérdida del poder de dilución, característicos de las corrientes, se convierte en un paulatino deterioro de la calidad del escenario<sup>5</sup>.

Una de las actividades más contaminantes en la cuenca es la explotación petrolera, aunque en la zona en estudio es escasa. De iguales características, aunque por el momento de menor magnitud, es el conflicto derivado de la actividad minera.

La actividad agrícola también provoca alteraciones en la calidad del recurso debido a la salinidad de los excedentes de riego volcados a los desagües, que finalmente llegan al río. A ello debe sumarse la utilización en dicha actividad de agroquímicos y plaguicidas altamente contaminantes.

Errores ocurridos en el pasado y en el presente, demuestran que el objetivo de obtener el máximo beneficio económico suele provocar situaciones cercanas al desastre natural cuando no son tenidas en cuenta las interrelaciones entre el agua, el suelo y los seres vivos (vegetales, animales y humanos).

---

<sup>4</sup> Fuente A.I.C.

<sup>5</sup> Fuente: AIC



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

No obstante, dado su gran caudal y velocidad, que le dan un importante poder autodepurador, el deterioro de la calidad de sus aguas *todavía* no es importante, por esto se deberán hacer todos los esfuerzos para minimizar el impacto de la disposición final de los líquidos cloacales.

La Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas, tiene seis puntos de muestreo que le permiten controlar la calidad del río Negro en toda su trayectoria. (ver la Figura N° 11)

Los parámetros analizados en cada una de las estaciones en forma sistemática por AIC y DPA son: caudales, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto (O.D.) y demanda química de oxígeno (D.Q.O.)



Figura N° 11. – Estaciones de Muestreo en el río Negro – Fuente AIC

Para este estudio se consideraron la Estación N° 1 (ALLEN) ubicada a la altura de la ciudad de Allen, aguas arriba de la descarga de líquidos cloacales de la ciudad de General Roca y la Estación N° 2 (CHIMPAY) ubicada sobre la margen norte del río Negro, a la altura de la localidad de Chimpay y representa el posible impacto antrópico de todo el Alto Valle del río Negro.

Según los datos registrados en la publicación de la AIC “Calidad del Agua del Río Negro” años 2001 a 2006:

  
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

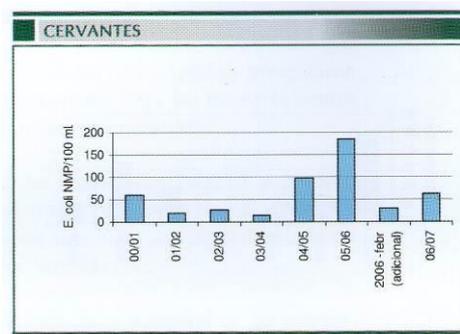
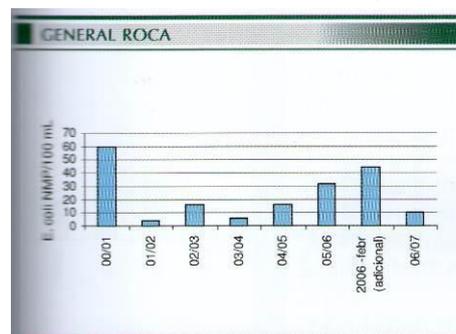
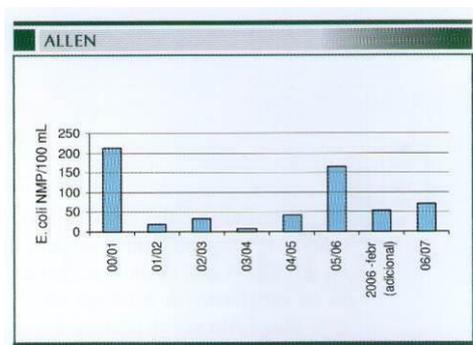
Las conclusiones de la red de monitoreo muestran que las temperaturas medias mensuales del agua se mantuvieron en un rango entre 8°C en invierno y 22°C en la época estival. Los veranos más cálidos observados durante el período de estudio se presentaron en los años 2003 y 2004 mientras que los inviernos más fríos se registraron en el 2001 y 2002.

La **conductividad** registró valores mínimos durante los meses de invierno y máximos en primavera (entre 141 y 185  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), guardando en general una relación inversa con los caudales.

Los valores de **pH** indican que las aguas del río Negro, son neutras a ligeramente alcalinas (7,1 -7,8)

Debido a su origen, las aguas del río Negro son de muy bajo **contenido salino** y de elevada transparencia. La baja carga de sólidos suspendidos transportada tiene como consecuencia que más del 90 % de sólidos totales correspondan a los sólidos disueltos totales

La cuantificación del indicador de contaminación fecal **Escherichia coli**, muestra en general un bajo grado de contaminación fecal encontrándose los valores más altos puntualmente en las estaciones representativas de los mayores impactos por la actividad antrópica, siendo apta para el uso directo en riego de cultivos (valor guía: 100 NMP/100mL, CCME,2003), y como fuente de agua para potabilizar con tratamiento convencional (precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección final) (valor guía: 2000 NMP/100mL, 75/440/CEE ).



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

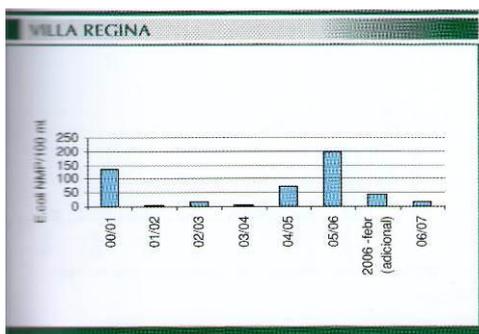
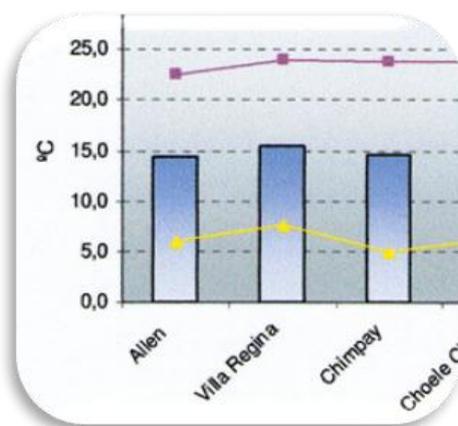
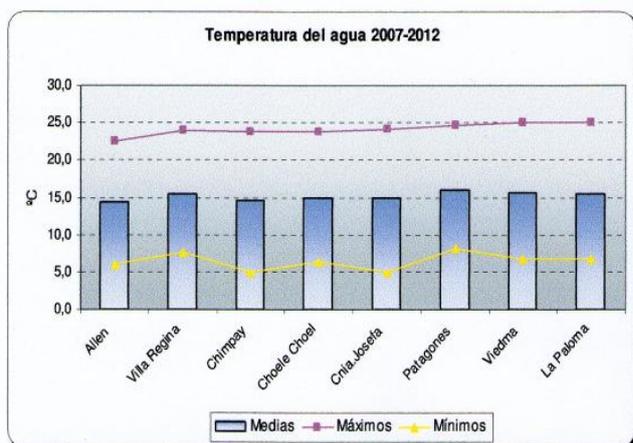


Figura N° 12. – Concentración de E. coli en el río Negro 2000 a 2007 – Fuente AIC

La Figura N° 12 muestra la concentración de Escherichia coli en los balnearios de Allen y General Roca, aguas arriba de la descarga de líquidos cloacales de la ciudad de General Roca y de los balnearios de Cervantes y Villa Regina aguas abajo, desde la temporada estival 2000/01 hasta 2006/07. Si bien estos resultados dependen no solo de la altura del río donde se encuentran, por los aportes que reciben, sino también del tipo de escurrimiento del río en el sector donde está el balneario, muestran los valores entre los que fluctúa la concentración de Escherichia coli en este tramo del río Negro.

Los resultados de los últimos 5 años permitirán completar la evaluación del estado del cuerpo receptor (río Negro):

Tanto las temperaturas medias mensuales del agua como la conductividad en el período 2007 - 2012 registraron valores que se condicen con lo observado en años anteriores.(ver las Figuras N° 13 a 15)



*Marilyn Colonna*

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Figura N° 13. – Temperatura media agua río Negro - 2000 a 2007 – Fuente DPA



Figura N° 14. – Conductividad media río Negro 2000 a 2007 – Fuente DPA

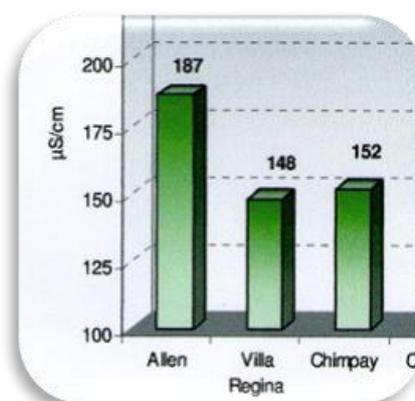
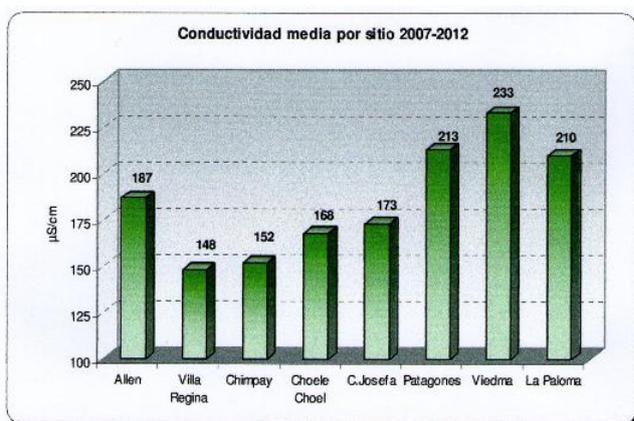


Figura N° 15. – Conductividad media río Negro - 2000 a 2007 – Fuente DPA

Los valores de pH indican que las aguas del río Negro, se mantienen neutras a ligeramente alcalinas.

Normalmente alguna de las variables que más fluctuaciones presentan son los compuestos nitrogenados. Las variaciones naturales de los compuestos nitrogenados se deben a que el nitrógeno, además de llegar en gran cantidad por corrientes de aguas superficiales, también se fija

*Marilyn Colonna*  
 ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

directamente de la atmósfera de precipitaciones y biológicos (fijación por algas y microorganismos). Los valores promedios de Nitrógeno, encontrados en los años 2001 a 2006 fueron, para la Estación Allen de 153.2  $\mu\text{g}/\text{lt}$  y la Estación Chimpay 156,3  $\mu\text{g}/\text{lt}$ . Mientras que para los años 2007 a 2009 fueron de para la Estación Allen 169  $\mu\text{g}/\text{lt}$  y en la Estación Chimpay prácticamente no hubo cambios. A su vez para los años 2010 a 2012 fueron de para la Estación Allen 172  $\mu\text{g}/\text{lt}$  y en la Estación Chimpay en este período también hubo un incremento de la concentración de Nitrógeno llegando a 171  $\mu\text{g}/\text{lt}$ .

Los valores promedios de Fósforo, encontrados en los años 2001 a 2006 fueron, para la Estación Allen de 25  $\mu\text{g}/\text{lt}$  y para la Estación Chimpay de 27  $\mu\text{g}/\text{lt}$ . Mientras que para los años 2007 a 2009 fueron de para la Estación Allen y la Estación Chimpay de 32  $\mu\text{g}/\text{lt}$ . A su vez para los años 2010 a 2012 fueron de 44  $\mu\text{g}/\text{lt}$  y 43  $\mu\text{g}/\text{lt}$  respectivamente, esto marca un incremento en la concentración de Fósforo, para este período, este aumento es coincidente con un sostenido bajo caudal del río.

Según el contenido de fósforo, se podía considerar al río Negro, como un cuerpo de agua Meso – eutrófico (20-35  $\mu\text{g}/\text{lt}$ ), estos nuevos valores superan las concentraciones para esta categorización.

Para este período, la cuantificación del indicador de contaminación fecal *Escherichia coli*, muestra un aumento importante en Allen, no así en Villa Regina, esto estaría mostrando la influencia de las descargas cloacales de Cipolletti y especialmente de Neuquén.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

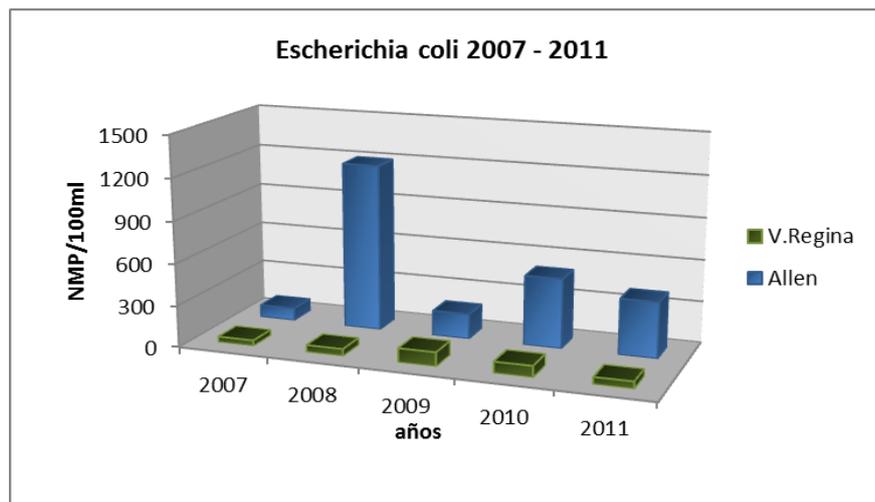


Figura N° 16. – Concentración de E. coli desde 2000 a 2007 – Fuente AIC

La Figura N° 16 muestra la concentración de Escherichia coli en los balnearios de Allen, aguas arriba de la descarga de líquidos cloacales de la ciudad de General Roca y de Villa Regina aguas abajo, desde la temporada estival 2007/08 hasta 2011/12. Estos valores muestran que si bien General Roca está volcando sus líquidos cloacales parcialmente tratados al río Negro, debido al poder de dilución del mismo a la altura de Villa Regina las concentraciones muestran un bajo grado de contaminación fecal.

#### IV.4.3.Sistema de riego

El sistema integral de riego fue construido en 1910, y es el que se utiliza actualmente para regar todo el alto valle del río Negro, a partir del dique Ballester construido sobre el río Neuquén a la altura de Cinco Saltos.

Actualmente la superficie cultivada bajo riego, en el alto valle, es del orden de las 70.000 has..

#### IV.4.4.Aguas subterráneas

También se presentan acuíferos a escasa profundidad vinculados con los rellenos sedimentarios de los valles de los grandes ríos, que son captados para numerosos usos.

En la zona del valle, la primera napa o napa freática, se encuentra a una profundidad que oscila entre 1,5 y 2,5 m. en meses sin riego y 0,5 y 1,5 m. en época de riego, según lo indicado por los freatómetros ubicados en la zona.

Mientras que en la meseta la profundidad de los acuíferos en muchos casos supera los 20 mts.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

#### IV.5. Áreas Ecológicas

El sistema de agua proyectado se desarrollará en el área ecológica correspondiente al alto valle del río Negro y al monte austral, caracterizado por la meseta donde predominan los rodados patagónicos o tehuelches y, donde se localizan los escalones que degradan hacia el Este y hacia el valle, en un proceso aluvional que aún continúa. Posee un clima árido con oscilaciones térmicas muy amplias, precipitaciones escasas y fuertes vientos.

La zona del valle es producto de la intensa erosión hídrica y eólica de la meseta patagónica. Está flanqueada por bardas de altura variable. El cauce por donde el río escurre, desde el punto de vista geomorfológico, tiende a abandonar los brazos diversos en que se ha abierto para concentrarse en un lecho único con extensos meandros. El clima de esta zona es seco y las precipitaciones son escasas.

El paisaje actual es un producto de los agentes atmosféricos que se desencadenan en un clima árido, con fuertes vientos en dirección Oeste-Este que barren los terrenos desprovistos de vegetación y acumulan parte del material en el borde Este.

En lo que hace a suelos, éstos toman un aspecto diferente en la meseta y en el valle. En la meseta una delgada capa de suelo, en general suelto y a menudo arenoso de origen eólico, se asienta sobre un manto de rodados patagónicos más o menos consolidados que dificulta el desarrollo radicular. En el Valle, se encuentran normalmente suelos de excepcional fertilidad, de buena profundidad y donde el hombre ha podido desarrollar cultivos, especialmente frutales. Aunque, actualmente quedan extensas zonas del Valle sin explotar.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

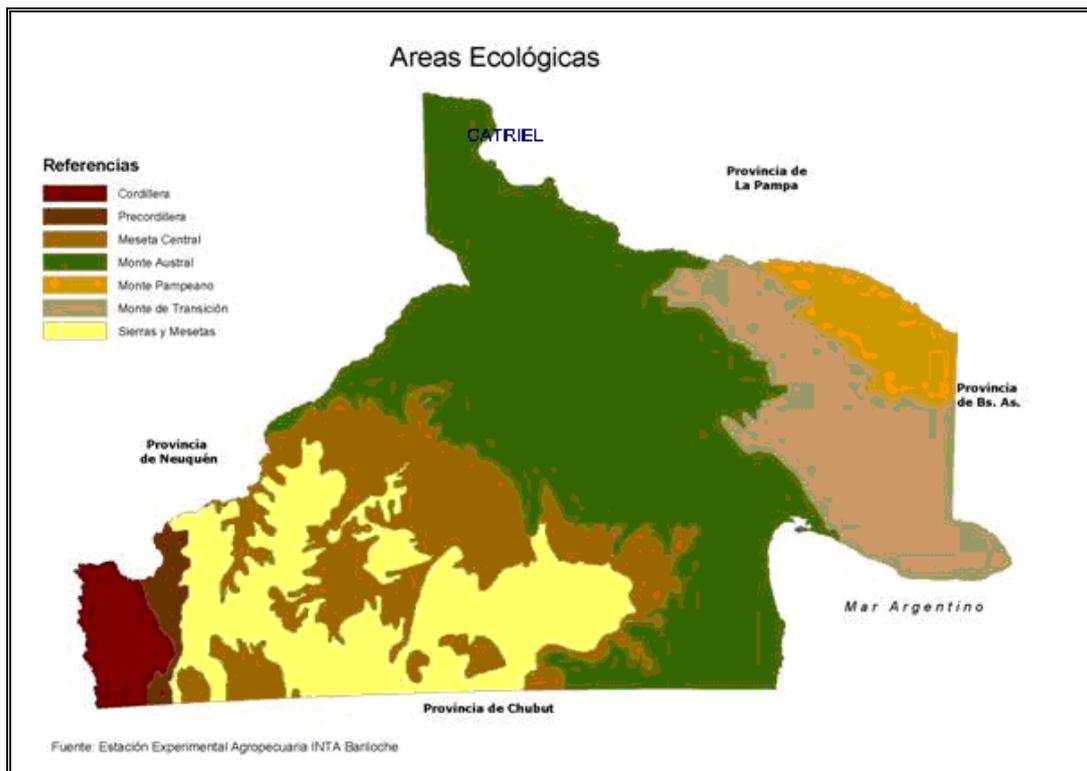


Figura N° 17. – Áreas ecológicas

#### IV.5.1.Flora<sup>6</sup>

En el Área de Influencia Directa del Proyecto, dado que está toda alterada por la actividad antrópica, no hay vegetación autóctona, solo la forestación urbana.

En el Área de Influencia Indirecta, la distribución de la vegetación responde a las complicadas relaciones entre el clima, el relieve y el suelo.

A medida que el clima se torna menos riguroso y aumentan ligeramente las precipitaciones, aparece el monte

En la zona árida cercana al área de desarrollo del Proyecto “monte austral” predomina la estepa arbustiva media, poblada por arbustos de pequeño porte y poco follaje, generalmente espinoso, y adaptados al aprovechamiento máximo de la escasa humedad ambiente como jarilla (*L.nitida* “jarilla crepa”, *L. divaricata* “jarilla hembra” y *L. cuneifolia* “jarilla macho”), alpataco, matasebo, sampa y

<sup>6</sup> Internet:: Página Provincia de Río Negro

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

chañar. Bajo estos arbustos, se extiende una alfombra de hierbas con un estrato graminoso variable según las precipitaciones de cada año y constituido principalmente por *Stipa tenuis* “flechilla”, además de coirones y pajas blancas. A los que se suman especies estacionales que cumplen su ciclo vital en los meses de la primavera y dejan abundantes semillas a la espera de las próximas lluvias.

A la vera de los cursos de agua, debido a la cercanía de las napas, el paisaje cambia. La vegetación se hace más densa, (algunos arbustos alcanzan los 3 m. de altura), y crecen árboles autóctonos como el sauce criollo y el olivillo, en la zona de la toma de agua se encuentran además álamos (blanco y común).

En las zonas donde la construcción de represas o diques ha generado áreas irrigadas, domina la flora exótica, con plantaciones a nivel industrial de árboles frutales (principalmente perales y manzanos, pero también vides, ciruelos, durazneros, etc), así como especies de mayor altura utilizadas como cortinas anti viento (álamo, ciprés, eucalipto).

#### **IV.5.2. Desertificación**

Dada la aridez característica de esta zona y la rigurosidad del clima, el ecosistema de la meseta es muy sensible a la actividad antrópica, que ya ha generado un avance importante en la desertificación.

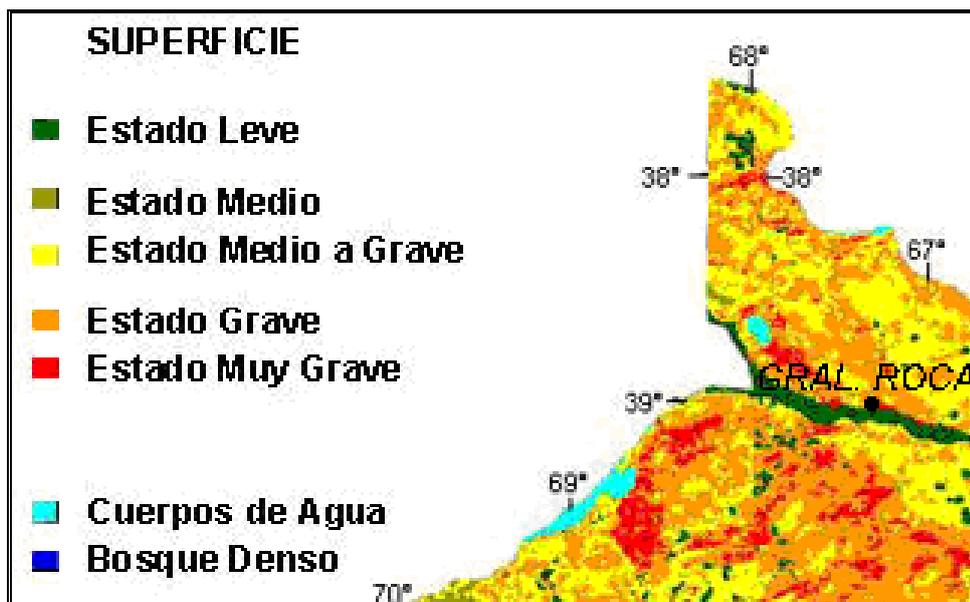
El problema de la degradación centrado en la desertificación se debe en parte al sobrepastoreo que pone en peligro no solo la capacidad productiva de la región sino también la permanencia de una explotación ganadera rentable y sustentable. Y a la extracción de arbustos que agrega un factor más que se suma a la acción desestabilizadora. Las especies extraídas no son reemplazadas -salvo contados casos de planes de reforestación-, por lo que el resultado es una mayor superficie de suelo desnudo y manchones de tierra removida y fácilmente erosionable.

La erosión eólica manifestada por la formación de lenguas de avance, médanos, pavimentos y acumulaciones, y la erosión hídrica, evidenciada a través de cárcavas, erosión laminar, denudación y arrastre de material, se encuentran, según los conceptos vertidos en Alerta Amarillo, con una frecuencia tal que parecen formas naturales del paisaje. Es cierto que el medio resulta morfológicamente vulnerable y que el equilibrio de sus componentes es inestable, pero la historia reciente de la región permite afirmar que la acción antrópica, ha acelerado y multiplicado a través de las causas de erosión nombradas, los procesos desestabilizadores.

Como puede apreciarse en la Figura N° 18, la zona donde se ubica la localidad de General Roca, fuera del área cultivada, el estado de la desertificación es de medio a grave.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



Fuente: H.F. del Valle, N.O.Elissalde, D.A. Galliardini y J. Millovich

Figura N° 18. Estado de desertificación en las inmediaciones de General Roca

#### IV.5.3.Fauna

Al igual que con la flora la fauna que se desarrolla en la zona de valle es distinta a la de la meseta, y está más alterada por la actividad humana. En el área de Influencia Directa, no hay fauna autóctona.

En el Área de Influencia Indirecta, se encuentran en las costas aves acuáticas (patos, cisne de cuello negro, garcitas), y en el río la fauna ictiocola autóctona (percas, pejerreyes), así como la exótica, introducida para la práctica de la pesca deportiva (truchas marrón y arco iris) y actualmente se ha detectado la presencia de carpas, introducidas en los desagües como predatoras, para reducir la proliferación de algas y macrófitas.

Alejándose hacia la meseta, la fauna autóctona cuenta con pocos mamíferos de gran porte (pumas, guanacos), principalmente ubicados en la zona occidental, donde el relieve más intrincado les permite esconderse. Sin embargo, bajo la aparente calma de la estepa existe una rica y compleja vida animal, que incluye gran cantidad de aves, entre las que se destaca el choique o ñandú patagónico, ave no voladora de gran tamaño. Siguiendo el ejemplo de este, existen varias especies de aves más pequeñas, capaces de volar, pero adaptadas a su vez para ser grandes caminadoras, ya que encuentran su alimento en las semillas e insectos que pueblan el suelo (calandria mora, jilguero, chorlo cabezón),

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

así como también aves mayores, de caza y rapiña, como el carancho, el águila mora y el búho ñacurutú. Hay además cánidos (zorros gris y colorado), roedores (cuis, mara), reptiles (yarára ñata, variadas especies de lagartijas) y, claro está, insectos y arácnidos (saltamontes, avispas, escarabajos, escorpiones, etc.).

También, en la zona hay desarrollo de fauna exótica, introducida para su cría y comercialización: porcinos, ovinos, bovinos y aves de corral en explotación intensiva.

#### **IV.6. Medio Socioeconómico**

La localidad de General Roca es el centro geográfico de la zona del Alto Valle del río Negro, que gracias a un eficaz sistema de riego se transformó en una región frutícola intensiva. Actualmente es asiento de la mayor circunscripción judicial del sur argentino, con numerosos juzgados y cámaras de la justicia provincial de distintos fueros; Juzgado Federal y Cámara Federal de Apelaciones. Además es un importante centro cultural; ya que es asiento de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional del Comahue, una Sede de la recientemente creada Universidad nacional de Río Negro y el Instituto Universitario Patagónico de las Artes. Además de la Casa de la Cultura y el Museo Patagónico de Ciencias Naturales. También posee el canal de televisión abierta provincial, servicio privado de televisión por cable; aeropuerto provincial, colegios profesionales, cámaras de empresarios y otras instituciones sociales, deportivas y recreativas.

##### **IV.6.1. Reseña Histórica**

Nace en el año 1879, cuando el teniente coronel Lorenzo Winter, bajo las órdenes del general Julio Argentino Roca estableció el Fuerte General Roca en el paraje conocido como Fisque Menuco. El mismo pasó a ser el primer centro urbano de importancia en el Alto Valle del río Negro.

Hacia el año 1884, se realizó la mensura de chacras y quintas y se pasó de la ocupación militar a la explotación agrícola.

Ese año marcó también la llegada de grupos de inmigrantes extranjeros y se finalizó la construcción de un canal de riego que nacía en el río Neuquén.

La inundación del año 1899, destruyó la ciudad, que posteriormente bajo las órdenes del coronel Rohde se reconstruyó a cinco kilómetros al oeste del anterior, en el emplazamiento actual

La decisión suscitó discusiones con el sacerdote Stefenelli, quien auguraba los riesgos derivados de los aluviones provenientes de la planicie al norte del lugar, problema que se mantuvo durante largos años y demandó la realización de importantes obras de defensa.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

La estación local no se construyó en el Pueblo Nuevo sino al norte del emplazamiento abandonado. Fue la estación que usó la localidad hasta que en 1931 se construyó la actual estación ferroviaria, solo para pasajeros, dejándose la anterior para cargas.

Unos pocos kilómetros al oeste del pueblo nuevo, la compañía ferroviaria habilitó en 1916 una estación de carga llamada luego J. J. Gómez.

En febrero de 1912 General Roca eligió sus primeras autoridades municipales. Alfredo Viterbori, quien luego será gobernador del territorio. El mismo año, el 1 de mayo Fernando Rajneri fundó el diario Río Negro. En 1920 se instaló el alumbrado público.

En 1936 se fundó la biblioteca popular Julio A. Roca. En 1949 nace el museo regional “Lorenzo Winter” y previamente, en 1942, el Instituto de Enseñanza Secundaria.

El crecimiento urbano de los últimos años dio lugar a una expansión fuertemente desordenada en el marco de un pronunciado déficit de políticas y normas urbanísticas públicas. A su vez esto implicó que tanto el área central como los barrios consolidados se terminaran de conformar con una muy baja calidad urbana y ambiental y con una fuerte ausencia de áreas verdes y recreativas. A partir del año 2006, el ordenamiento urbano del municipio de General Roca se rige sobre la base del Plan Director del Municipio de General Roca (Ordenanza N° 4232/06). En el año 2009, se realizó un Plan Director de Agua Potable, que se complementará con este Proyecto de Plan Director de Desagües Cloacales.

#### **IV.6.2.Aspectos Económicos**

En lo concerniente a las actividades que constituyen el motor y sustento de la economía local, es posible distinguir las siguientes:

- Sector primario: La actividad principal es la fruticultura, donde predomina la producción de frutos de pepita como la manzana y la pera, también se cultiva la vid y los frutales de carozo (durazno, ciruelo, etc.) y en menor medida la horticultura y el cultivo de forrajes.
- Sector secundario: Predomina la agroindustria vinculada a la producción frutícola, integrada en primer lugar por los establecimientos empacadores y exportadores de frutas frescas. Y luego por las empresas elaboradoras de subproductos obtenidos de la materia prima generada en la región, entre las que se cuentan una planta productora de jugo concentrado de manzana PROIN S.A. y cuatro plantas que elaboran sidra.

También se destaca la bodega Canale, con 100 años de trayectoria y otras bodegas que producen vinos finos y espumantes.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

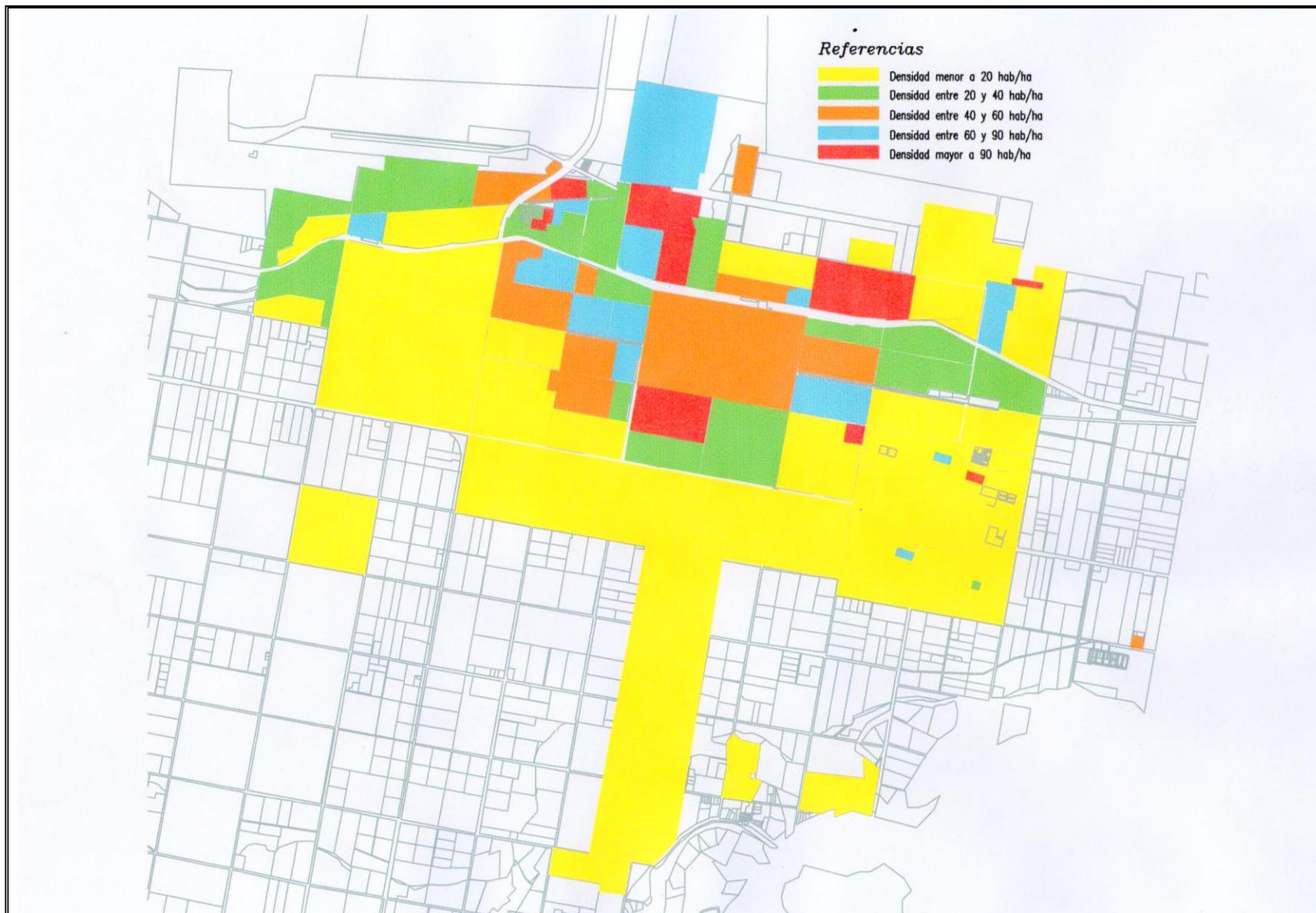
- Otra actividad que se está comenzando a desarrollar en la localidad es la explotación petrolera, encontrándose en este momento cinco zonas licitadas y adjudicadas dentro del ejido municipal. Esta exploración es considerada de riesgo dada la gran profundidad de las perforaciones la que ronda los tres mil quinientos metros.
- Sector terciario: Se destaca por su importante actividad comercial y una completa infraestructura de servicios: bancarios, sanitarios, de turismo, educacionales, etc.

#### **IV.6.3. Características demográficas**

La localidad de General Roca se caracteriza por tener una población principalmente estable, casi invariable a lo largo del año.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 19. Densidad poblacional por barrios**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

El crecimiento poblacional histórico experimentado, ha registrado una tasa anual promedio entre los años 1991 y 2001 del 1,3%, menor al del decenio anterior que fue del 3.7%, según datos obtenidos del Censo Nacional de población y vivienda. En la Figura N° 16, se puede ver cómo está distribuida la urbe de General Roca, por densidad poblacional.

Aproximadamente el 89% de la población total del Municipio de General Roca se concentra en el aglomerado urbano, que incluye los barrios de Padre Stefenelli y J.J. Gómez. El restante 11% se encuentra relativamente dispersa o en aglomerados urbanos alejados de la ciudad (barrios Paso Córdova, La Rivera, Mosconi, Chacra Monte, etc.).

#### **IV.6.4. Ordenamiento Urbano**

El municipio de General Roca tiene un ejido que cubre una superficie aproximada de 45.000 hectáreas, de las cuales 12.000 hectáreas se encuentran bajo riego por sistema de canales, destinadas a la producción frutihortícola.

La planta urbana (considerando esta como el conglomerado de General Roca) se desarrolla aproximadamente en el cuadrante noreste de la intersección de la Ruta Nacional N° 22 y Ruta Provincial N° 6. Los barrios de J.J. Gómez y Padre Stefenelli se encuentran ubicados hacia el oeste y este del aglomerado urbano respectivamente.

La planta urbana se encuentra dividida en zona norte y sur por el Canal principal de riego y por el Ferrocarril que corren en sentido este – oeste.

El plan de director del Municipio de General Roca, aprobado por Ordenanza N° 4232/06 en el año 2006, establece como directriz de ordenamiento del Crecimiento urbano (áreas de ocupación prioritarias) las zonas hacia el oeste (barrio J.J. Gómez) y hacia el este (barrio Padre Stefenelli). Hacia el sur de la ruta Nacional N° 22 se debe impedir la invasión de las áreas de producción rural y hacia el norte se debe bloquear la invasión de la barda.

#### **IV.6.5. Uso del suelo, zonificación territorial del Municipio**

Los usos del suelo, señalan la presencia de todos los elementos de la estructura urbana, con las debilidades y fortalezas que se presentan en el cumplimiento de las funciones que tiene General Roca como centro urbano organizador del espacio de su área de influencia.

A continuación se detalla la zonificación de la ciudad según Ordenanza N° 4232, que se muestra en la Figuras N° 16 – 17 y se describe en los Cuadros N° 3 a 6



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 20. Plano de la ciudad de General Roca- Fuente Municipio de Gral. Roca**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Cuadro N° 4.    ÁREA URBANA**

<b>1. CENTRAL</b>	<b>2.</b> Es el sector urbano de mayor concentración de actividades, intercambios sociales y densidad constructiva, de carácter poli funcional y dotado de infraestructura completa.
<b>2. RESIDENCIAL CENTRAL</b>	<b>3.</b> Son aquellos sectores dotados de infraestructura, destinados a una ocupación predominantemente residencial multifamiliar o unifamiliar, complementario con actividades inocuas y altos coeficientes de aprovechamiento del suelo.
<b>3. RESIDENCIAL MIXTO</b>	<b>4.</b> Son aquellos sectores que pueden presentar déficit de infraestructura o no, destinados a una ocupación predominantemente residencial unifamiliar. Se admite el uso residencial multifamiliar y la mixtura de la residencia con usos productivos y comerciales compatibles.-
<b>4. RESIDENCIAL</b>	<b>5.</b> Son aquellos sectores dotados de infraestructura, destinados a una ocupación predominantemente residencial unifamiliar. Se admite el uso residencial multifamiliar y la mixtura de la residencia con actividades inocuas.-
<b>5. RESIDENCIAL EXCLUSIVO</b>	<b>6.</b> Son sectores dotados de infraestructura destinados a la residencia unifamiliar exclusiva con características particulares de tejido abierto en los que se admiten bajas densidades de ocupación.
<b>6. EQUIPAMIENTO</b>	<b>7.</b> Son sectores destinados a la localización de usos productivos y comerciales incompatibles con la residencia que requieren parcelas de mediana o gran superficie.

**Cuadro N° 5.    ÁREA COMPLEMENTARIA**

<b>1.- SUR RUTA 22.-</b>	<b>8.</b> Zona de expansión urbana reservada a vivienda extra urbana con servicios complementarios de baja densidad y en convivencia con las explotaciones rurales.
<b>2.- NORTE RUTA 22.-</b>	

**Cuadro N° 6.    ÁREA RURAL**

<b>1.- PRODUCTIVA IRRIGADA.-</b>	Zona de producción agropecuaria que cuenta con riego de aguas superficiales o aguas subterráneas y se encuentra sistematizado a tal fin.
<b>2.- PRODUCTIVA NO IRRIGADA.-</b>	Zona destinada a producción primaria que no cuenta con derecho de riego y sólo se beneficia con el agua proveniente de lluvia o cualquier otra fuente no sistematizada de riego.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

<b>3.- RESIDENCIAL MIXTO.-</b>	Son aquellos sectores destinados a una ocupación predominantemente residencial unifamiliar. Se admite el uso residencial multifamiliar y la mixtura de la residencia con usos productivos y comerciales compatibles y bajos coeficientes de aprovechamiento de suelo.
<b>4.- RESIDENCIAL PREXISTENTE AL PLAN DIRECTOR.-</b>	Son sectores con uso residencial exclusivo, con loteos aprobados previamente a la puesta en vigencia del plan director de roca.-
<b>5.- FRANJA RIBEREÑA DEL RÍO NEGRO.-</b>	Propuesta de fundesur.

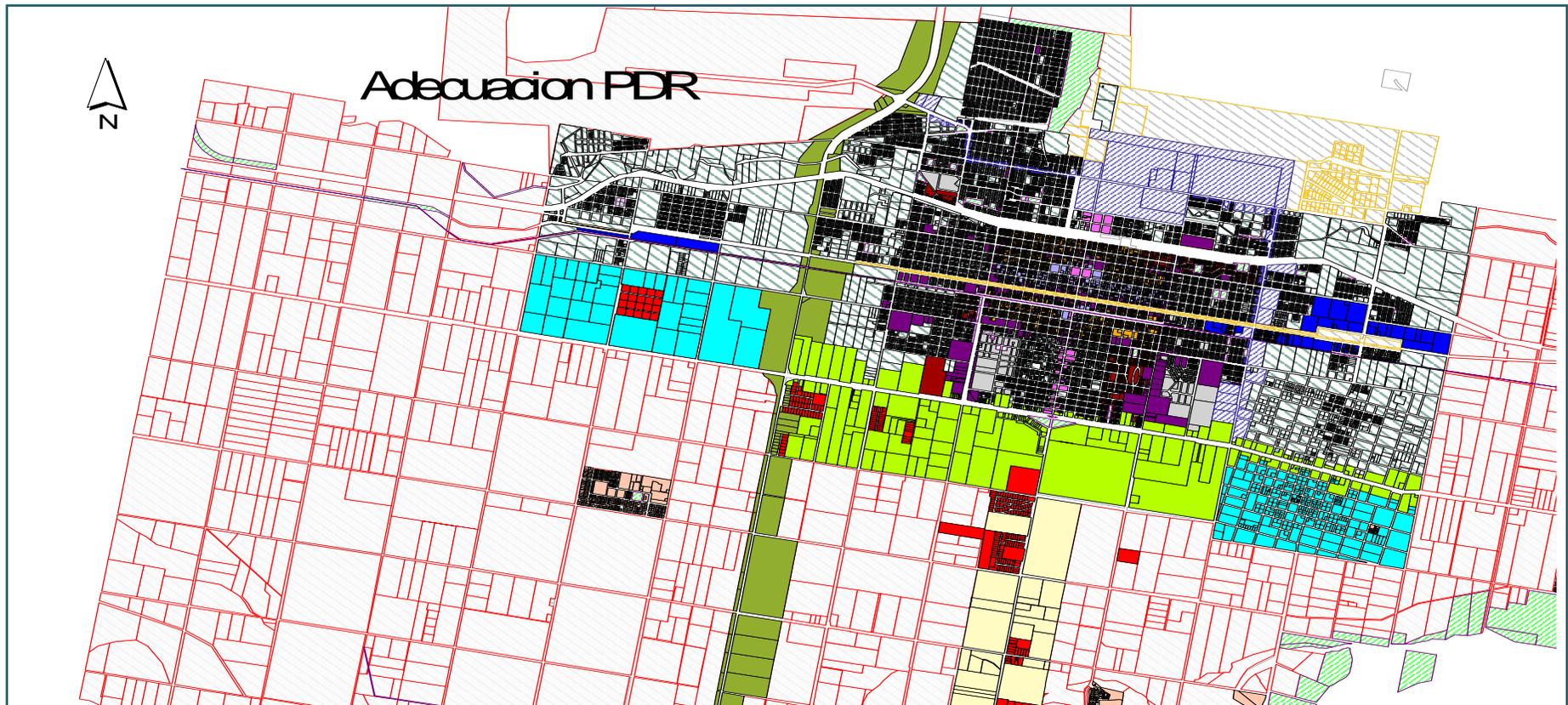
**Cuadro N° 7. CORREDORES**

<b>1.- CENTRAL</b>	Es el sector urbano conformado por las parcelas con frente a la avenida roca, eje central de la ciudad, con la mayor concentración de actividades, intercambios sociales y densidad constructiva, de carácter poli funcional y dotado de infraestructura completa.		
<b>2.- MIXTO</b>	Son los sectores urbanos conformados por las parcelas con frente a vías de circulación primaria, dotados de infraestructura, que presentan una baja intensidad de aprovechamiento del suelo. En ellos se esperan alcanzar densidades medias y una mayor mixtura de actividades que atiendan a los barrios circunvecinos.		
<b>3.- RUTA N° 22</b>	<b>SECTOR I</b>	Norte de la ruta nacional 22 entre las calles damas patricias y alvear y sur de la ruta nacional n° 22 entre las calles aconquija y gob. Castello.-	Es el sector conformado por las parcelas con frente a la ruta nacional 22 que consta de sectores diferenciados. Eje que atraviesa todo el ejido municipal con distintas características desde lo netamente rural hasta lo urbano Fachada de la ciudad.-
	<b>SECTOR II</b>	Sur de la ruta nacional 22 entre la avenida Viterbori y la calle Magallanes y entre la calle Gob. Castello y la ruta provincial n° 06, norte de la ruta nacional n° 22 entre la calle damas patricias y ruta provincial n° 06.-	
	<b>ROTONDA</b>	Rotonda ruta 22 y ruta 6.-	
	<b>SECTOR III</b>	Parcelas con frente a la ruta 22 entre Alvear – Magallanes y Catriel – Cagliari, y entre ruta 6 y Dorrego – Laprida.-	



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

<b>4.- RUTA N° 6</b>	<b>TRAMO I</b>	Parcelas con frente al sector que se inicia al norte del ejido hasta la rotonda de acceso al aeropuerto, en la zona productiva no irrigada	Es el sector conformado por las parcelas con frente a la ruta provincial n° 06, con sectores diferenciados. Se destinan a actividades mixtas de servicio de ruta, actividades relacionadas con la producción, y otras con parámetros de ocupación medios y bajos.-
	<b>TRAMO II</b>	Parcelas con frente al sector entre la rotonda de acceso al aeropuerto y el cruce con la a ruta nacional n° 22.-	
	<b>TRAMO III</b>	Parcelas con frente al sector que va desde el cruce con la ruta nacional n° 22 y el puente sobre el río negro.-	
<b>5.- ANILLO CIRCULATORIO</b>	Es el sector conformado por las parcelas con frente a las vías que componen el anillo circulatorio, las que adoptarán las condiciones particulares de las zonas que atraviesen.-		
<b>6.- VITERBORI</b>	Es el sector conformado por las parcelas frentistas a la calle Viterbori, con actividades relacionadas a la producción y otras con parámetros de ocupación medios y bajos		



**Figura N° 21. – Mapa Ordenamiento Urbano General Roca – Fuente Municipalidad de G. Roca**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

## V. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

### V.1. Formulación de Alternativas

El Plan Director se proyecta con el objetivo de acondicionar el Sistema Cloacal actual, que por falta de inversiones está deteriorado y realizar ampliaciones de los Colectores troncales, Estaciones Elevadoras y Planta Depuradora superada en su capacidad, debido a que permanentemente se incorporan nuevas redes secundarias, sin ampliar el resto del sistema.

En consecuencia se evaluó la situación actual, en función de la cual, se proyectará la adecuación y ampliación del Sistema de Desagües Cloacales, para esto, se plantearon las nuevas redes colectoras siguiendo la pendiente natural del terreno, con una sola Alternativa, mientras que para los colectores a reemplazar, se diseñaron:

- Dos (2) alternativas para un tramo del colector V a reemplazar.
- Dos (2) alternativas para el colector final, la ubicación de la nueva EE principal y la impulsión correspondiente.
- Así mismo, se consideraron 3 (tres) alternativas de tratamiento.

En todos los casos, se proyectó derivar el 11 % de los líquidos cloacales de General Roca, a la Planta Depuradora existente en J. J. Gómez, cuya capacidad actual verifica para los primeros 10 años de proyecto. Para el horizonte de proyecto verifica con una ampliación dentro del mismo predio.

#### V.1.1. Colectores y Colectores troncales

Se evaluó la situación actual, en función de la cual, se proyectó la adecuación y ampliación del sistema de colectores de líquidos cloacales, para esta parte del sistema se consideró una alternativa, que consiste en el acondicionamiento de los colectores existentes y el proyecto de nuevos colectores.

En la Figura N° 23 se pueden ver el Plano de los colectores y colectores troncales existentes en buenas condiciones, existentes a acondicionar y proyectados, a su vez se muestran en una imagen del Google Earth Figura N° 22 en rojo, las zonas que se atravesará con las obras de las redes a construir, y en amarillo las trazas de los colectores a reparar, a fin de identificar el posible impacto especialmente en la etapa de construcción.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Como se puede ver en las imágenes, los nuevos colectores se diseñaron de modo tal de causar el menor impacto, aunque dadas las características de la ciudad, la urbanización y la distribución de la población, se generarán interferencias con el normal desarrollo de la vida cotidiana y en algunos lugares, si bien se trató de evitar, con obras construidas de pavimentación

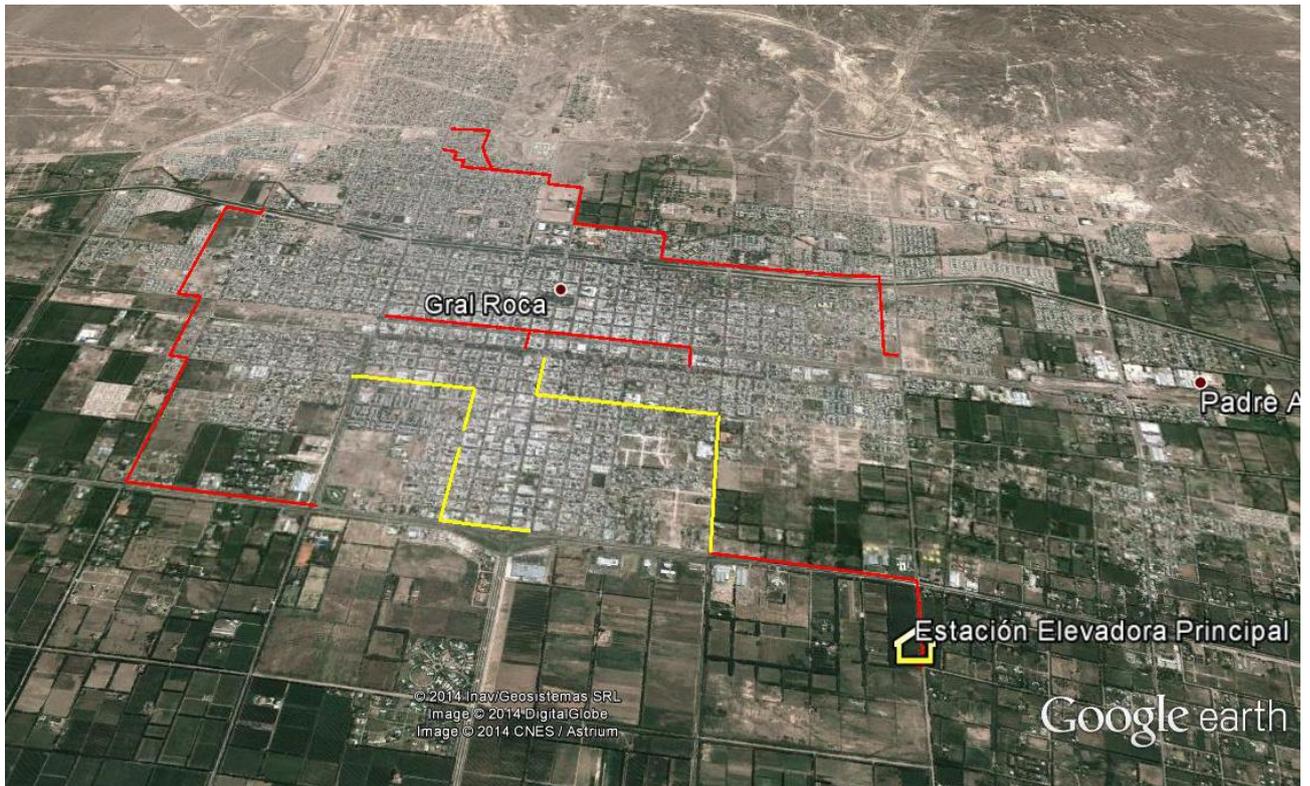


Figura N° 22. Traza colectores proyectados y a reparar - Fuente Elaboración propia

### V.1.2. Estaciones Elevadoras e Impulsiones

Para poder cubrir todos los barrios incorporados en el alcance del proyecto, se debieron incorporar 6 nuevas Estaciones Elevadoras con sus respectivas impulsiones. De las cuales 4 ya estaban previstas en proyectos aislados de barrios rurales. A su vez, se anularán 4 E. Elevadoras.

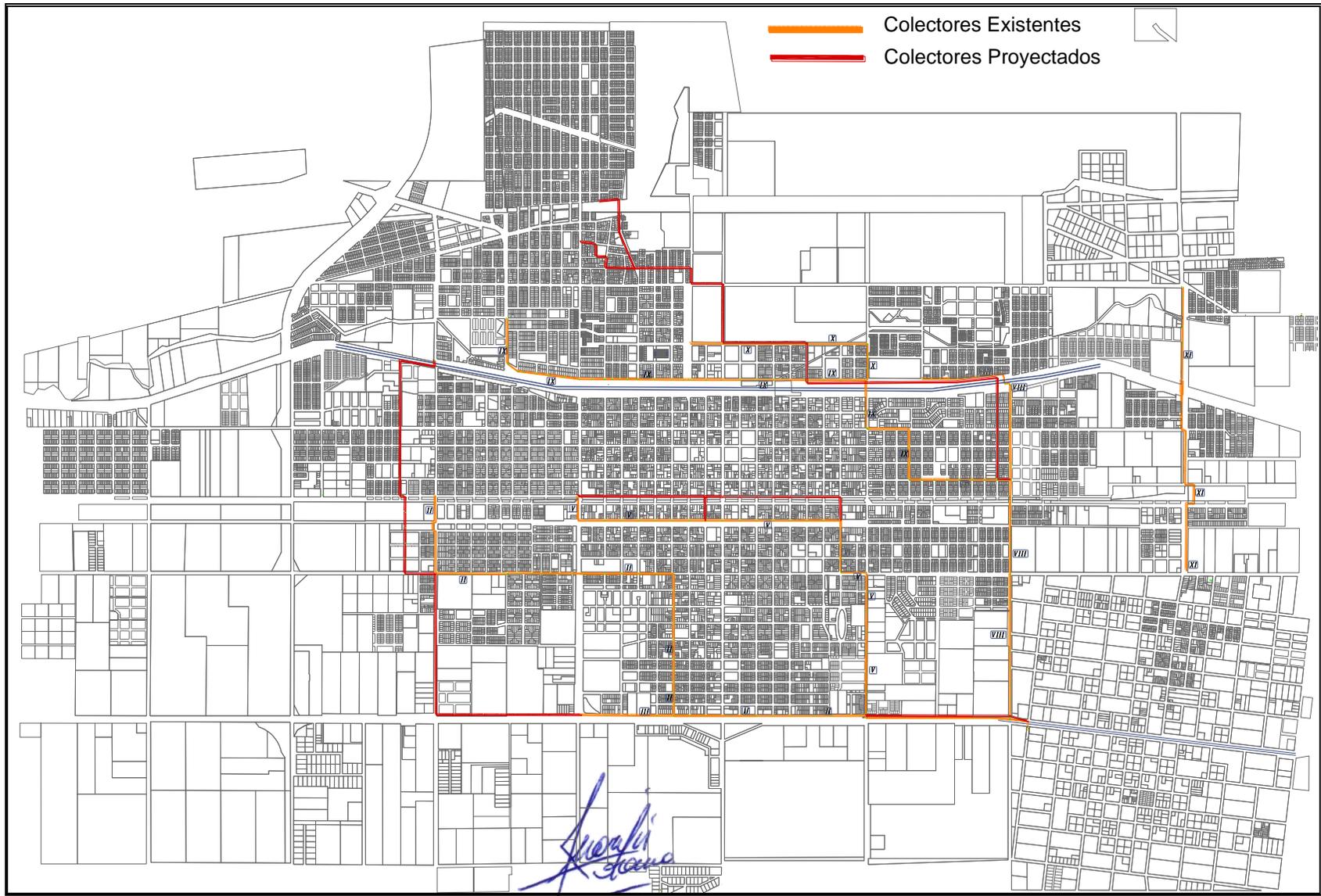
En la Figura N° 24 se pueden ver el Plano de las impulsiones existentes a conservar, las impulsiones existentes a anular y a reemplazar y las nuevas proyectadas, a su vez se muestran las

  
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

imágenes del Google Earth de los terrenos de implantación de los nuevos pozos de bombeo y las zonas que se atravesará con las obras de las redes de impulsión a construir, a fin de identificar el posible impacto especialmente en la etapa de construcción.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 23. Colectores Existentes y proyectados – Fuente Elaboración Propia**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



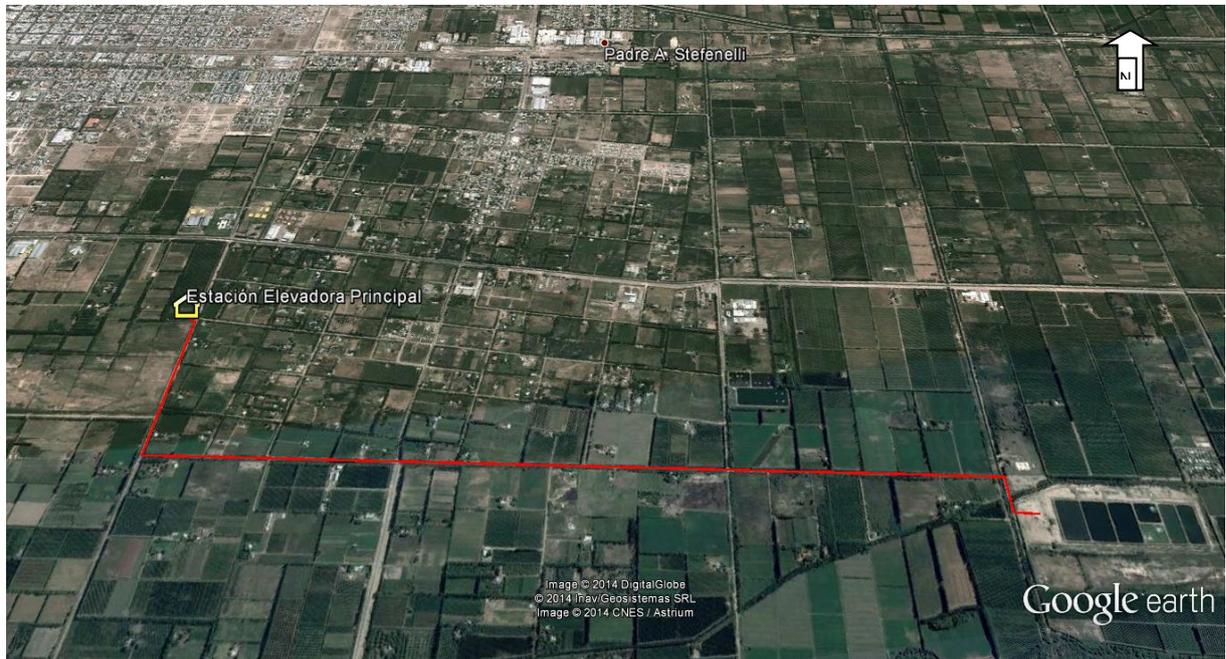
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 24. – Planta general Impulsiones y Plantas Depuradoras – Fuente Elaboración Propia**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Los sitios donde se construirán las nuevas Estaciones elevadoras y el trazado de las impulsiones correspondientes, se muestran en las figuras siguientes:



**Figura N° 25. Zona de implantación Estación Elevadora e impulsión principal a construir – obra prioritaria**

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 26. Zona de implantación EE B° Mosconi e impulsión a construir – obra prioritaria**

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 27. Zona de implantación EE B° La Ribera e impulsión a construir – obra prioritaria**



*Marilyn Colonna*

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 28. Zona de implantación Estación Elevadora B° Stefenelli sur e impulsión a construir – obra prioritaria**

Como se puede ver en las imágenes para la implantación de Estaciones elevadoras se eligieron predios donde se genere el menor impacto. Cabe aclarar que, excepto la E.E. Principal que ocupará un predio de 20 m. x 40 m., que reemplazará a la existente y que fue reubicada en un lugar que genere menor impacto. El resto de las E. Elevadoras, si bien en las imágenes del Google Earth, se dibujaron más grandes para su mejor visualización, el tamaño de los pozos de bombeo más grandes, que son los de B° Chacra Monte y La Rivera, es de 3,7 x 3,0 mts, o sea que el predio que ocupará será de aproximadamente de 5 x 7 mts. Por otra parte las impulsiones, se construirán en todos los casos por calles existentes de tierra o por banquetas y se trataron de minimizar los cruces de rutas y/o de canales.

### V.1.3. Plantas Depuradoras

Para el diseño de las Plantas Depuradoras, se consideró el grado de tratamiento requerido para que los efluentes vertidos al sistema hídrico cumplan con los requerimientos establecidos por la Ley Q 2952 – Código de Aguas- sus normas complementarias y reglamentarias. Así mismo como las recomendaciones guías de la Organización Mundial para la Salud (OMS) para el riego restringidos con aguas residuales.

**Cuadro N° 8. Límites de vuelco**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Sólidos Sedimentables en 2 horas	1	ml/l
Sulfuros	1	mg/l
DBO	50	mg/l
DQO	250	mg/l
Remoción bacteriológica de indicadores de contaminación fecal	90%	NMP/100 mL

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Cuadro N° 9. - Directrices de la OMS para el uso del agua residual tratada en agricultura**

<b>Cate-goría</b>	<b>Condiciones de Uso</b>	<b>Grupos Expuestos</b>	<b>Nematodos intestinales<sup>3</sup> (N° de huevos por litro)<sup>4</sup></b>	<b>Coliformes fecales (NMP/100 ml)<sup>5</sup></b>	<b>Tratamiento previsto para alcanzar los requerimientos de las directrices</b>
<b>A</b>	Irrigación de cultivos de consumo crudo, campos deportivos y áreas públicas <sup>5</sup>	Trabajadores, consumidores y público	=1	=1000	Lagunas de estabilización diseñadas para alcanzar la calidad microbiológica indicada, o un tratamiento equivalente
<b>B</b>	Irrigación de cereales, cultivos industriales, forrajes, pastos y árboles <sup>6</sup>	Trabajadores	=1	Ningún estándar recomendado	Retención por 8 a 10 días en lagunas de estabilización, o su equivalente en remoción de helmintos
<b>C</b>	Riego localizado de cultivos de la categoría B, si no hay exposición de trabajadores o público	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Pre-tratamiento según lo requiera la técnica de riego, no menos de sedimentación primaria

Fuente: Directrices sanitarias para el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Reporte de un Grupo Científico de la OMS, 1989 (Series de Reportes Técnicos OMS-Número 778)

<sup>2</sup> En casos específicos, se deben considerar los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales locales para adecuar las directrices.

<sup>3</sup> Ascaris, Trichuris y anquilostomas.

<sup>4</sup> Durante el período de riego.

<sup>5</sup> Un límite más estricto (=200 coliformes fecales/100 ml) es apropiado para áreas públicas, campos de césped en hoteles, donde el público tiene contacto directo con el cultivo.

<sup>6</sup> En el caso de árboles frutales y pasturas, el riego debe cesar dos semanas antes de la cosecha y ningún fruto debe ser recogido del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

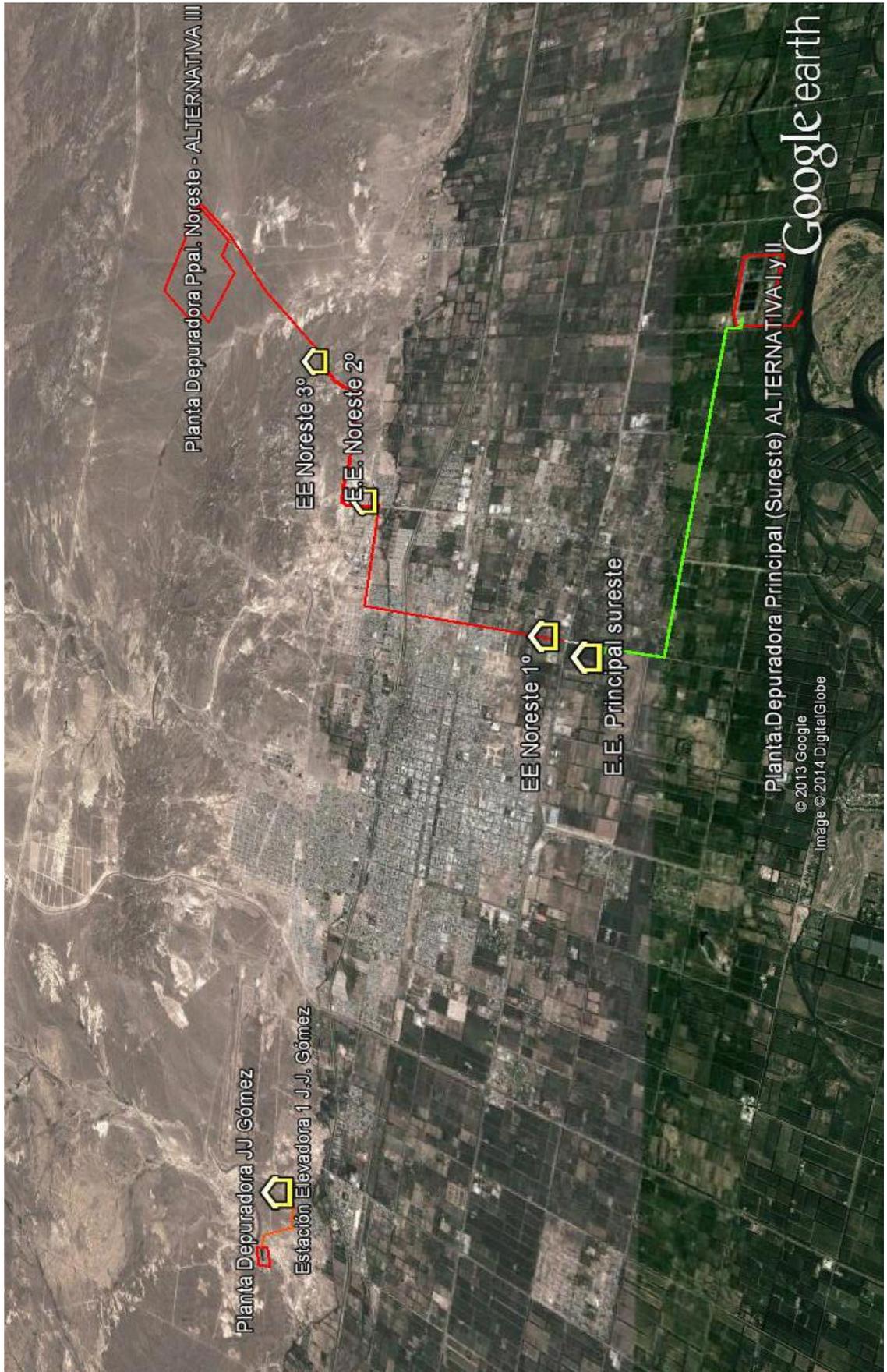
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

En consecuencia, se plantearon 3 (tres) alternativas de ubicación y sistema de tratamiento de la Planta Depuradora de líquidos cloacales.

La figura siguiente (29) muestra la ubicación de las mismas:



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



Google earth

© 2013 Google  
Image © 2014 DigitalGlobe

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 29. Ubicación Impulsiones y Plantas Depuradoras – Alternativas I- II y III**

En todos los casos se proyectó derivar el 11 % de los líquidos cloacales de General Roca, a la Planta Depuradora existente en J. J. Gómez, que actualmente tiene una laguna aireada, seguida de otra de sedimentación.



**Figura N° 30. Zona de implantación Planta Depuradora J.J. Gómez (existente)**

Para la Planta Depuradora Principal se plantearon 3 (tres) alternativas, que se describen a continuación:

*V.1.3.1. Planteo de Alternativas Planta Depuradora Principal*

*Alternativa I*

En esta Alternativa el caudal restante que representa el 89% del caudal total, será tratado en la Planta Depuradora Principal existente en la zona sureste de la localidad, acompañando el sentido de escurrimiento del terreno.

Para esta alternativa, en primer lugar se evaluó la capacidad de la estación elevadora existente, y se determinó que verifica en el límite, al horizonte de Proyecto, 20 años, además si bien es una construcción robusta está deteriorada, por lo que requiere importantes trabajos de

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

reparación, aparte de la incorporación de nuevas bombas. Por otra parte como se encuentra muy cerca de la ruta Nacional 22 y como la cámara húmeda es abierta, genera importantes problemas ambientales debido a los olores que emana. Así mismo la cañería de impulsión tampoco verifica. Por todos estos motivos se propone la realización de una nueva Estación elevadora aproximadamente 500 mts. al sur de la existente.

En consecuencia la secuencia del Sistema de Tratamiento Principal, estará compuesto por:

- Cámara de rejas – pozo de bombeo. Con 4 bombas de 75 Kw cada una, de las cuales 3 estarán en funcionamiento al horizonte de proyecto y 1 será de repuesto.
- Impulsión al predio de la Planta Depuradora

Se reemplazará los 5.061 m de cañería de impulsión de asbesto cemento de  $\phi$  600 mm de más de 30 años de antigüedad, con un resto de vida útil de 5 a 10 años, por 4.235 m de cañería nueva de PRFV de  $\phi$  700 mm, que además permitirá el transporte del caudal máximo al año 2037, con una velocidad y pérdida de carga menores.



**Figura N° 31. Zona de implantación Planta Depuradora principal (existente) - Alternativas I y II**

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Respecto al sistema de tratamiento existente, que responde a un proyecto anterior, ejecutado parcialmente, se verificó que se puede mantener el esquema propuesto en el mismo, haciendo algunas modificaciones.

### Sistema Actual

→ Actualmente el sistema está formado por 3 lagunas anaeróbicas en serie, 2 lagunas aireadas de mezcla completa en serie y 2 lagunas facultativas aireadas también en serie y finalmente una cámara de cloración, con todas las falencias descriptas a continuación:

Primera etapa de tratamiento anaeróbico con 3 lagunas iguales en serie de las siguientes características:

Volumen (m3)	44.800,00
Profundidad (m)	3,50
Área (m2)	12.800,00 = 1,28 ha
Lado (m)	160,00
Ancho (m)	80,00

En consecuencia la primera laguna tiene:

Carga volumétrica (kgDBO/m3*d)	0,115
Permanencia (d)	2,40
Carga org. Super.adop.(kgDBO/ha.*d)	4.022,45

Según el ENHOSa los Parámetros de diseño son:

Profundidad (m)	$\geq 3$
Carga volumétrica (kgDBO/m3.*d)	0,05 - 0,08
Carga org. Super.(kgDBO/ha.*d)	1000 - 2000

Como se puede ver la carga orgánica aplicada a la primera laguna, supera los valores recomendados por el ENHOSa. Esto hace que esta laguna trabaje sobrecargada lo que limita la actividad bacteriana de la etapa metanogénica. A su vez las lagunas siguientes reciben un efluente con menor carga orgánica, lo cual también disminuye su eficiencia.

Esto se pudo verificar en los análisis realizados durante la etapa de estudio



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

DQO (mg/l)	1° laguna 319	2° laguna 299	3° laguna 293	Salida 261
Eficiencia (%)	1° laguna 6,270	2° laguna 2,007	3° laguna 10,922	TOTAL 18,18

Si bien es época de invierno con temperaturas del agua de 12 °C la eficiencia de las 3 lagunas no llega al 20 %, cuando con este volumen de lagunas se debería lograr una eficiencia mínima del 30 %.

Corroborando esta tesis en un trabajo realizado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA (CIDTA) de la Universidad de Salamanca-España, entre las consideraciones sobre lagunas anaerobias expresa:

“Las lagunas anaerobias suelen operar en paralelo, es decir, dividiendo el influente en varias partes que alimentan a cada una de las lagunas, y reuniendo de nuevo el efluente de éstas para alimentar el resto de la instalación. Se ha experimentado con el uso de varias lagunas anaerobias en serie, pero los resultados desaconsejan el uso de esta modalidad, ya que las lagunas que reciben el efluente ya tratado presentan problemas de operación debidos a la escasez de carga orgánica aplicada (Gloyna, 1973).

Por otra parte, la disposición en paralelo con varias lagunas permite paralizar una o varias de ellas para efectuar labores de limpieza sin que ello afecte la marcha global de la depuradora.”

Así mismo esta secuencia impide la extracción de barros de las lagunas. Actualmente la Planta Depuradora lleva 10 años funcionando y nunca se ha hecho una extracción de lodos, por esto la primer laguna tiene reducido su volumen en un.14%.

*i.* En el caso de las lagunas aireadas mezcla completa, el mayor problema que presenta es que la potencia de aireación requerida es de 96 HP por laguna, que estaría cubierta con 4 aireadores de 24 HP cada uno, y la potencia en funcionamiento actualmente, según las problemáticas presentadas, varían entre 20 y 60 HP por laguna.

*ii.* Las dos lagunas siguientes están calculadas como facultativas “aireadas”, y están funcionando como facultativas de sedimentación, dado que hace mucho que no tienen aireadores.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Conclusiones:

En esta situación, como se puede observar en el gráfico siguiente, la eficiencia en remoción de DBO5es muy variable, dando un promedio del 63,9 %, cuando con esta planta funcionando correctamente se deberían obtener rendimientos de más del 90 %.

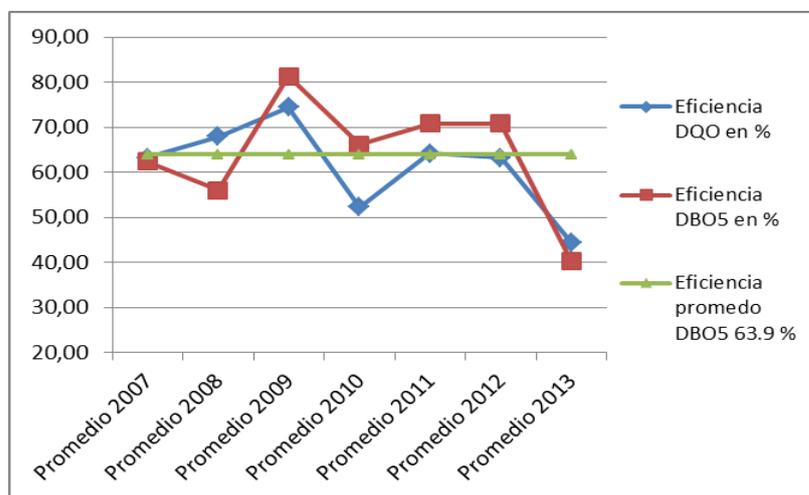


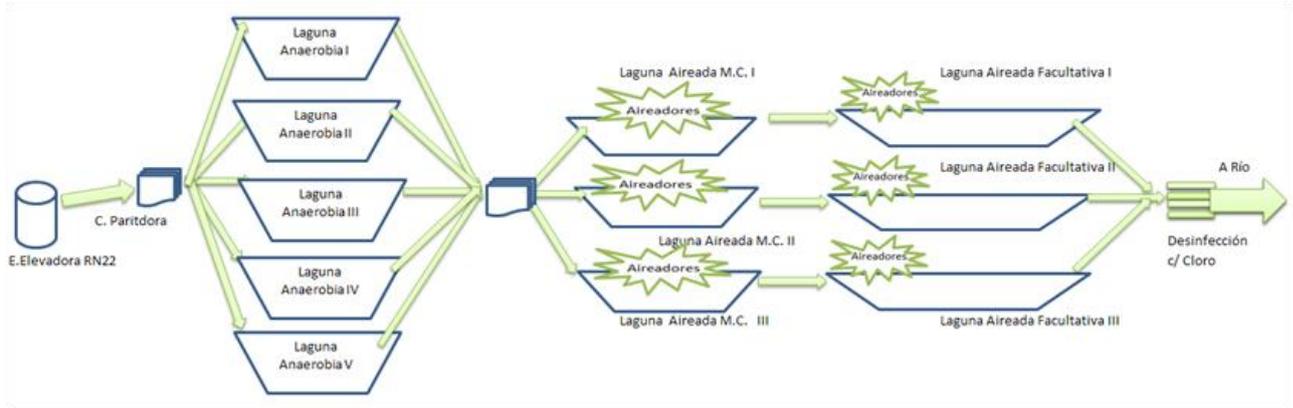
Figura N° 32. – Eficiencia de la Planta depuradora Principal - General Roca – Fuente Elaboración propia

Alternativa I

Estas falencias, además de limitar la degradación del líquido cloacal, producen otros problemas, como la generación de olores desagradables, que se ve agravada por la existencia de un barrio cercano, cuya comunidad se ve afectada.

En consecuencia se analizaron las distintas posibilidades para acondicionar esta Planta Depuradora:

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 33. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa I**

Manteniendo el sistema original planteado por el Ing. L. Lo Fiego, el primer desbaste se lo haran 5 (cinco) lagunas anaerobias, sumando 2 (dos) a las 3 (tres) lagunas anaerobias existentes conectadas en paralelo, consiguiendo en promedio una reducción de la DBO5 del 50% en el inicio, teniendo capacidad hasta el 2037 (horizonte de proyecto), en esta alternativa se propone su acondicionamiento y aprovechamiento de lo existente, dando continuidad al proyecto original. En el proceso anaeróbico, considerado en términos generales, la materia orgánica es licuada, gasificada, mineralizada y transformada en materia orgánica más estable.

La permanencia en estas lagunas será inicialmente de 10 días y al final del período de proyecto de 7 días. Estas lagunas funcionarán en paralelo, de manera que dos lagunas por año se le removerá el barro acumulado, de forma de generar un ciclo de extracción de barros de 3 años. Aprovechando la época del año de menor caudal, se pondrá una de ellas fuera de servicio, se bombeará el líquido sobrenadante a las otras lagunas anaerobias con una bomba de motor sumergido, y se extraerá el barro ya estabilizado también por bombeo a bolsas filtrantes, donde se reducirá significativamente su contenido de humedad y consecuentemente su volumen.

→ El tratamiento se continuará con 3 (tres) lagunas aireadas de mezcla completa en paralelo, que alcanzarán hasta el caudal final del período de Proyecto.

El líquido efluente de las primeras lagunas pasará por gravedad a las lagunas Aireadas Aeróbicas de Mezcla Completa, las que contarán con equipos aireadores mecánicos, que tendrán la doble función de mantener los sólidos biológicamente conformados en suspensión, e incorporar oxígeno a la masa líquida. Este tipo de Lagunas se encuadra dentro de lo que se

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

define como Medio suspendido, y la concentración de barro biológico en estas unidades, es relativamente baja, autorregulándose en función de la carga orgánica afluente o sustrato.

La energía de mezcla total en esta etapa será de 225 Kw.

→ Continuando con lagunas aireadas facultativas en paralelo.

El efluente pasará luego a las lagunas Aireadas Facultativas como tercera etapa, en este tipo de lagunas, los equipos de aireación deben permitir mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en la masa líquida predominante, pero la agitación no será intensa, permitiendo una sedimentación de los sólidos biológicamente conformados.

Los sólidos sedimentarán y se acumularán en el fondo, donde se irán estabilizando mediante un lento proceso de digestión biológica anaeróbica, resultando muy pequeño el depósito de lodo digerido, el cual se acumulará en la zona de salida, siendo necesaria su remoción. El volumen de barro generado en esta será mucho menor que generado en las anarobias, la extracción del mismo podrá realizarse mediante la instalación en una balsa, de una electrobomba de motor sumergido portátil, al cabo de varios años de funcionamiento de estas lagunas.

Para estas lagunas la energía requerida es de 90 Kw.

→ Desinfección

Como con los tratamientos propuestos, con una permanencia total de 12 días, la reducción de la carga bacteriológica será de 3 (tres) ordenes, o sea del 99,9%, y en vistas de alcanzar un límite de 1.103, es necesaria la desinfección del efluente tratado, la cual puede realizarse mediante la dosificación de hipoclorito de sodio en un Conducto de Cloración o en una cámara de contacto, en dosis menores a 5 ppm, para alcanzar 1mg/l de Cloro Libre residual y una remoción de 99% extra, totalizando una remoción bacteriológica de cinco ordenes ( $\log_{10} N/No = -5$ ), tratando de evitar la formación de posibles compuestos tóxicos.

→ Acueducto al río.

Finalmente se diseñó un acueducto de salida que permita verter el líquido en un sector caudaloso del río, para mejorar la disposición final actual que vuelca a un colector pluvial que descarga en un pequeño brazo del río.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

### Características Generales, Operación y Mantenimiento

El sistema de Lagunas proyectados, es de operación muy sencilla, aunque requieren un mínimo de personal de 2 (dos) turnos, para control y mantenimiento de compuertas, circulación, cloración, mantenimiento de parque y forestal, como la tarea anual remoción de barros de las lagunas anaerobias, y facultativas.

Deberá contarse con personal para realizar las tareas de: mantenimiento de equipos electromecánicos de aireación.

Con respecto al problema de olores, el mismo puede ser mínimo, mediante una cuidadosa operación previéndose la plantación de barreras verdes convenientemente dispuestas. De esta manera se evitarán los riesgos (probablemente más psicológicos que reales) de propagación de gases en determinadas condiciones de inversión atmosférica.

El área restante interior del predio será de libre exposición y vista, simplemente mejorada estéticamente por grupos arbóreos y arbustos ornamentales, seleccionando especies de fácil crecimiento en la zona.

### Alternativa II

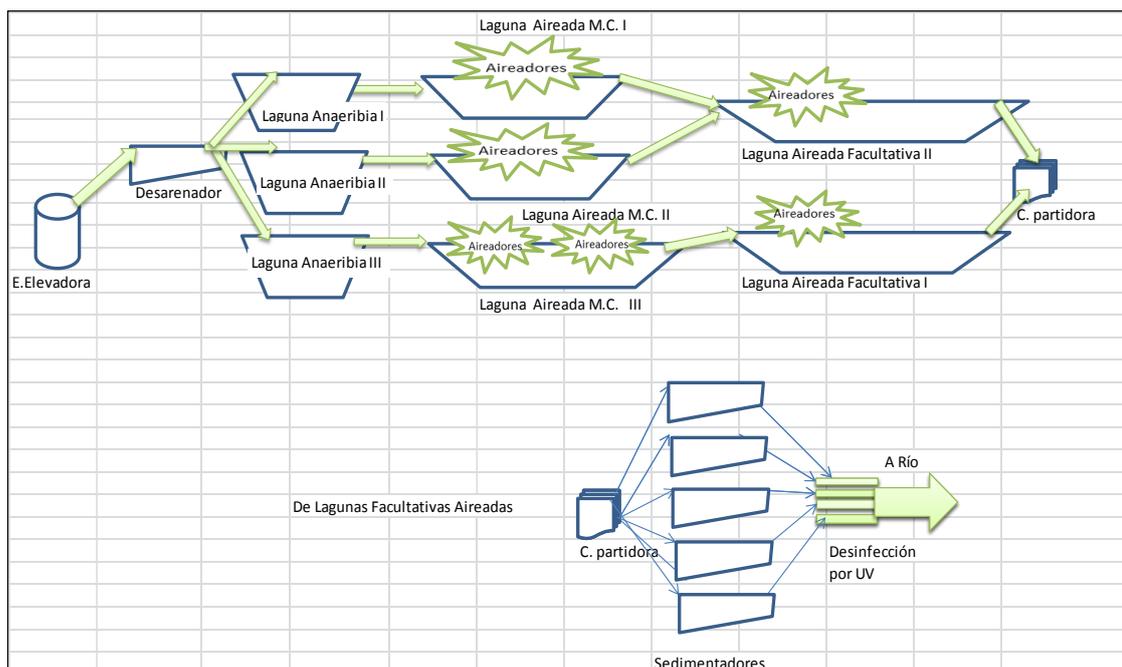
Esta alternativa se diferencia de la anterior, en la última etapa, donde se plantea finalizar el tratamiento con:

↪ Cinco sedimentadores de hormigón, en paralelo.

Estos permitirán retener las algas contenidas en el efluente de las lagunas, y así disminuir la concentración de Sólidos suspendidos y la turbiedad, para realizar la desinfección con Luz Ultravioleta (UV). Según Diagrama de Flujo a continuación y Figura N° 34.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 34. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa II**

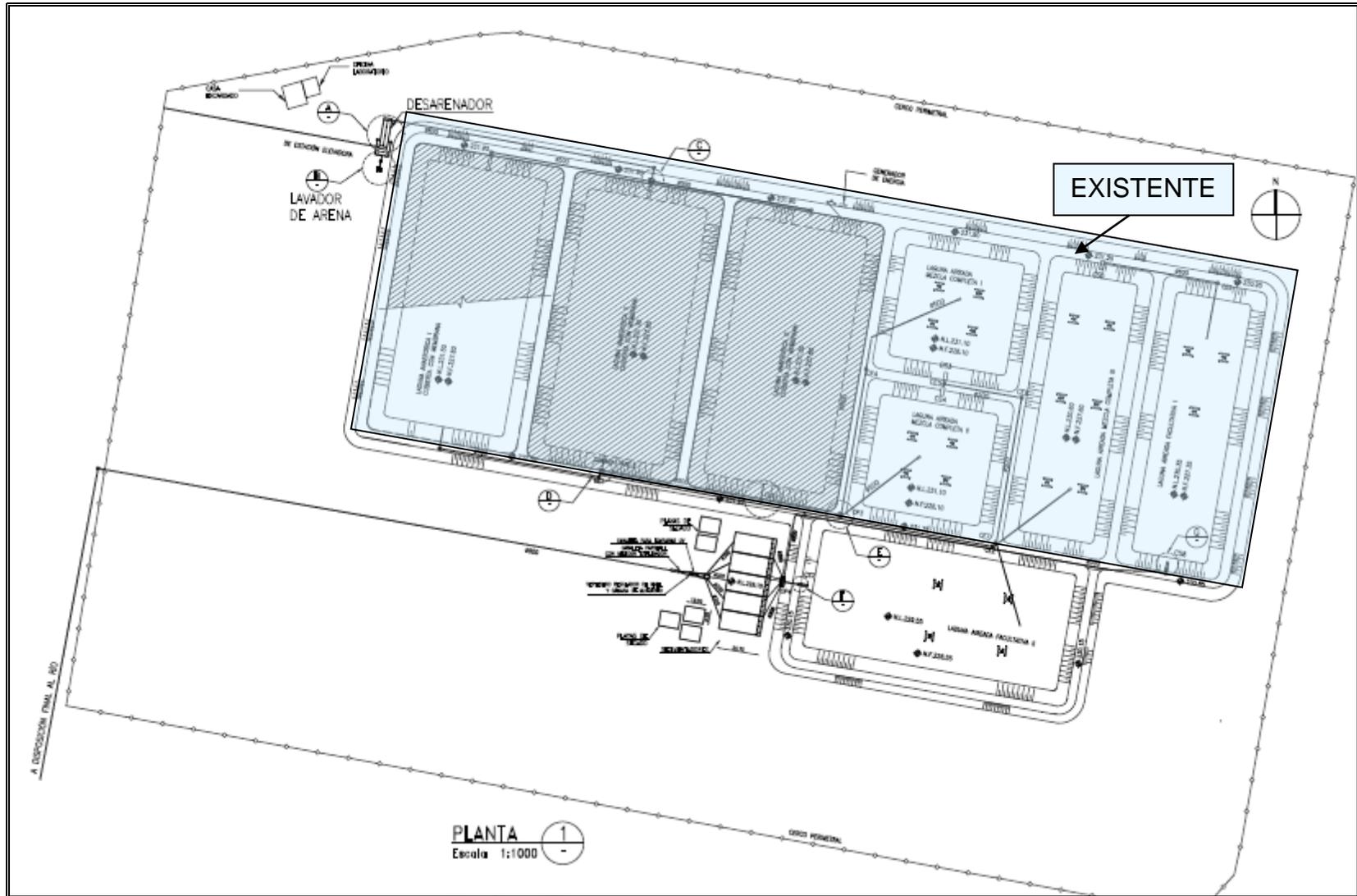
### Características Generales, Operación y Mantenimiento

Los sedimentadores permitirán retener las algas, reducir la turbiedad y disminuir carga bacteriana. Dado que el peso específico de las algas es bajo, este sistema requiere del agregado de coagulantes, que ayuden a formar el floc para que puedan sedimentar. Así mismo se deberán incorporar equipos barreadores de fondo para concentrar los barros en la tolva, desde donde serán bombeados a playas de secado. Este sistema al dosificar productos químicos e incluir componentes electromecánicos, su operación será más compleja y costosa, también será mayor el gasto de mantenimiento.

Con respecto al problema de olores, vale lo mismo que en la alternativa anterior.

El área restante interior del predio será de libre exposición y vista, simplemente mejorada estéticamente por grupos arbóreos y arbustos ornamentales, seleccionando especies de fácil crecimiento en la zona.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Figura N° 35. Planta Depuradora Principal Alternativa II**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

### Alternativa III

En esta Alternativa se analizó tratar el caudal restante que representa el 89 % del caudal total, en la zona de bardas al noreste de la ciudad con reuso para riego.

Dado que siguiendo la pendiente del terreno, la totalidad de estos líquidos cloacales confluyen en la Ruta 22 y Jamaica, donde está ubicada actualmente la Estación Elevadora principal, este deberá ser también el punto de inicio.

Este sistema de tratamiento incluye:

- ↪ La impulsión desde donde confluye actualmente todo el sistema de colección, mencionado anteriormente, hasta las lagunas facultativas a construir en zona de bardas, será de PRFV de  $\varnothing$  700 mm, de una longitud de 11.500 metros totales dividida en 3 tramos:

El primero hasta el pie de barda de 4.300 mts. con un desnivel de 7,75 m.

El segundo hasta un punto intermedio de 2.900 m, con un desnivel de 32 m

El tercero hasta las lagunas de 4.100 mts., con un desnivel de 39 m.

- ↪ Tres Estaciones Elevadoras.

La primera con 4 bombas de 75 Kw de las cuales 3 estarán en funcionamiento al horizonte de proyecto y 1 será de repuesto.

La segunda con 4 bombas de 204 Kw de las cuales habrá 3 en funcionamiento al horizonte de proyecto y una estará como repuesto.

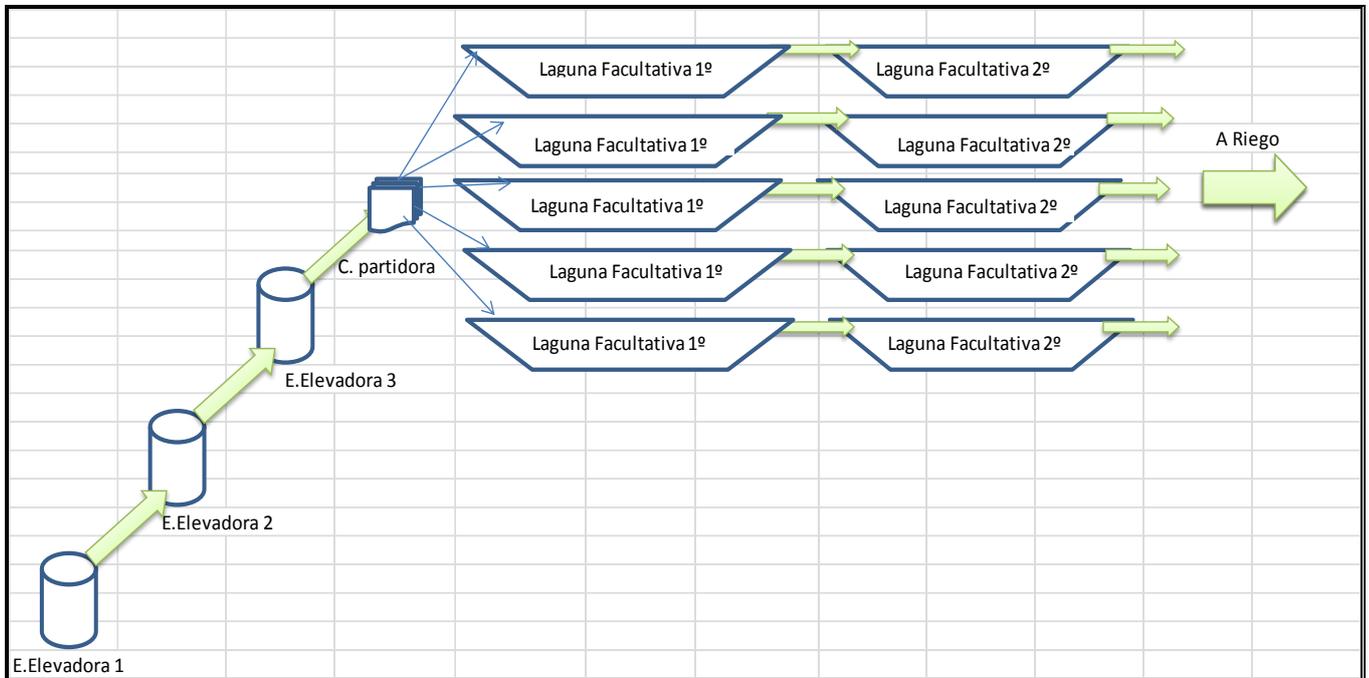
La tercera con 4 bombas de 305 Kw de las cuales 3 estarán en funcionamiento al horizonte de proyecto y una de repuesto. (Todas las bombas fueron calculadas con el programa de Flygt)

- ↪ Una Planta depuradora, integrada por 5 trenes de lagunas Facultativas primarias, en serie con otras 5 lagunas Facultativas secundarias, que ocuparían una superficie de 130 has, para lo cual se necesita disponer de una superficie total del orden de 160 has.

A su vez, la construcción de estas lagunas, implicaría un movimiento de suelos del orden de *360.637 m<sup>3</sup> de excavación y 295.960 m<sup>3</sup> de terraplenes.*

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Como se puede ver, si bien en esta alternativa no hay equipamiento electromecánico de aireación, la potencia de bombeo instalada supera ampliamente a la potencia de aireación de las Alternativas I y II.



**Figura N° 36. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa III**

### Características Generales, Operación y Mantenimiento

Las Lagunas de Estabilización en serie son sistemas eficientes, desde el punto de vista de lograr la remoción de materia orgánica, como así también de microorganismos patógenos, por sus largos períodos de retención. Se caracterizan por su simplicidad de construcción, operación y mantenimiento.

La obra principal consiste en la excavación del terreno y su terraplenado, compensando los volúmenes de suelo extraídos con los necesarios para la construcción de los terraplenes. La obra secundaria se reduce a la instalación de cañerías y cámaras de ingresos, interconexiones, salidas y la impermeabilización del fondo y los taludes interiores con materiales adecuados.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

La operación y mantenimiento es muy simple, consistiendo en tareas de rutina como desmalezado de los coronamientos y taludes, pero dado el tamaño de la Planta Depuradora se requerirá personal permanente para esas tareas.

**La principal desventaja de un sistema de Lagunas de Estabilización es el requerimiento de grandes extensiones de terreno,** donde pueda asegurarse la desconexión hidráulica. Por este motivo el costo de la obra deja de ser competitivo en ciudades más grandes, como es el caso de General Roca.

Respecto a los controles, en las tres alternativas se deberán realizar monitoreos periódicos del afluente y efluente, que incluye la medición de los caudales y la toma de muestras para realizar los controles de los parámetros físicos, químicos y biológicos que permiten evaluar la eficiencia del sistema. Para esto se incluirán en el proyecto las cámaras de muestreo y aforo correspondientes a la entrada y salida del efluente.

Si se comparan cuali-cuantitativamente las tres alternativas, se puede ver que:

**Cuadro N° 10. Comparación Técnica – Ambiental Alternativas Plantas Depuradoras**

<b>Opción / Características</b>	<b>Alternativa I</b>	<b>Alternativa II</b>	<b>Alternativa III</b>
<b>N° de Estaciones para elevar el efluente a la planta</b>	1	1	3
<b>Cañería de impulsión (m) PRFV <math>\phi</math> 700 mm</b>	4.235	4.235	11.300
<b>Potencia instalada:</b>			
<b>Elevación</b>	225 Kw	225 Kw	1.860 Kw
<b>Aireación</b>	303 Kw	429 Kw	0Kw
<b>Total</b>	<b>525 Kw</b>	<b>654 Kw</b>	<b>1.860 Kw</b>
<b>Posibilidad de generar potencia</b>	0 Kw	$\leq$ 198 Kw	0 Kw
<b>Disponibilidad de terreno necesario</b>	Predio actual Planta Depuradora	Predio actual Planta Depuradora	160 has.
<b>Movimiento de suelos</b>			
<b>Excavación (m<sup>3</sup>)</b>	18.751	10.954	360.637
<b>Terraplenes (m<sup>3</sup>)</b>	73.107	18.402	295.960
<b>Operación y mantenimiento Sistema elevación</b>	Media complejidad	Media complejidad	Alta complejidad
<b>Operación y mantenimiento Plantas</b>	Media complejidad	Complejidad media-alta	Baja complejidad

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

<b>Producción de barros</b>	Media	Media	Baja
<b>Aporte de Oxígeno</b>	Aireadores	Aireadores	Atmosférico
<b>Automatismo Sistema elevación</b>	Medio	Medio	Medio
<b>Automatismo</b>	Medio	Medio-alto	Bajo
<b>Personal necesario Mantenimiento del predio y funcionamiento</b>	2 operarios 1 técnico químico 1 técnico electromecánico	2 operarios 1 técnico químico 2 técnicos electromecánicos	3 operarios 1 técnico químico
<b>Personal necesario Mantenimiento electromecánico</b>	2 técnicos electromecánicos	2 técnicos electromecánicos	4 técnicos electromecánicos
<b>Olores</b>	Poco Probables	Poco Probables	Poco probables
<b>Cuerpo receptor Final</b>	Río Opción: reutilización para riego	Río Opción: reutilización para riego	reuso
<b>Costo de Inversión</b>	Medio	Medio	Alto
<b>Eficiencia Remoción bacteriológica</b>	Media	Media	Alta

Si se hace una comparación económica rápida, se puede ver que la inversión en la Alternativa III, es mucho mayor.

**Cuadro N° 11. Comparación Económica rápida – Alternativas Planta Depuradora**

<b>Componentes</b>	<b>Alternativa I</b>	<b>Alternativa II</b>	<b>Alternativa III</b>
<b>Colector I (\$)</b>	43.335.922	43.335.922	29.689.569
<b>Estaciones para elevar el efluente a la planta (\$)</b>	1* 12.218.619	1* 12.218.619	3*12.218.619 = 36.655.856
<b>Cañería de impulsión (\$) PRFV <math>\phi</math> 700 mm (Excavación- cañería y colocación)</b>	43.745.840	43.745.840	131.237.520

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

<b>Movimiento de suelos</b>			
<b>Excavación (\$)</b>	3.600.590	4.928.619	68.420.086
<b>Terraplenes (\$)</b>	10.438.104	21.989.168	144.492.261
<b>Instalaciones electromecánicas (\$)</b>	43.419.964	42.747.866	158.352.906
<b>TOTAL (\$)</b>	<b>156.759.039</b>	<b>168.966.034</b>	<b>568.848.198</b>

Como se puede apreciar, solo en estos ítems, la Alternativa III de planta depuradora implicaría una inversión muy importante ( $\cong$  3,63 veces), frente a las otras alternativas que requieren solo la renovación de algunos componentes del sistema y la ampliación y mejoramiento de la Planta Depuradora existente.

Además, la EE Noreste 1° será similar a la EE principal correspondiente a las Alternativas I y II, mientras que para las 2 Estaciones elevadoras siguientes, en la zona norte, se necesitaría:

Para la EE noreste 2°

-Una línea aérea de MT de 13.2KV de 3x50 mm<sup>2</sup> de aproximadamente 4300 mts, ejecutada con postación de Hormigón armado, crucetas de madera y elementos de aislación del tipo antivandálico.

-Acometida aérea subterránea desde LMT a ejecutar

-Cabina de medición en MT equipada con celdas de 13.2KV, una celda de entrada, una celda de medición y una celda de salida cliente con seccionador fusible.

-Una Estación transformadora a nivel, conteniendo una celda de entrada y dos celdas para protección de transformador. Montaje de dos transformadores de 500 KVA.

Para la EE noreste 3°

-Una línea aérea de MT de 13.2KV de 3x50 mm<sup>2</sup> de aproximadamente 2900 mts, ejecutada con postación de Hormigón armado, crucetas de madera y elementos de aislación del tipo antivandálico.

-Acometida aérea subterránea desde LMT a ejecutar

-Cabina de medición en MT equipada con celdas de 13.2KV, una celda de entrada, una celda de medición y una celda de salida cliente con seccionador fusible.

-Estación transformadora a nivel conteniendo una celda de entrada y dos celdas para protección de transformador. Montaje de dos transformadores de 630 KVA.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Así mismo la potencia necesaria para el bombeo en la Alternativa III es de casi 3 veces la potencia necesaria para bombeo y aireación en la Alternativa I y de más de 3 veces la potencia necesaria para bombeo y aireación en la Alternativa II.

Por todo lo expuesto, **esta alternativa queda descartada**, sin necesidad de desarrollar el Proyecto en forma completa, no obstante en el desarrollo del Valor Presente Neto, se incluyó el correspondiente a esta Alternativa, con el costo de los ítems más significativos. (Ver punto V.2.1)

En consecuencia se desarrollaron las Alternativas I y II

#### V.1.3.2. Memoria de cálculo - Alternativa I

**Cuadro N° 12. Datos de partida**

Parámetro	Unidad	Etapa Inicial	1° etapa-	2°etapa-
Volumen Medio diario (VCn)	m3/día	19.182,29	23.810,57	29.222,17
Caudal Medio diario (QCn)	m3/h	799,26	992,11	1.217,59
DBO5	mg/l	275,33	275,33	275,33
DQO	mg/l	472,37	472,37	472,37
Carga Orgánica Total	kg DBO/día	5.281,51	6.555,82	8.045,81
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	598	598	598
Sólidos Sedimentables 2hs	ml/l	3,18	3,18	3,18
Sulfuros	mg/l	4,85	4,85	4,85
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1,08E+07	1,08E+07	1,08E+07

Estos valores se obtuvieron de los promedios de los resultados mensuales de los análisis realizados por el DPA durante los años 2011, 2012 y los primeros meses de 2013. Además se incluyeron los resultados de una campaña realizada por la consultora.

Para el cálculo se partió de los datos de población y caudales definida en el punto: III.2 y de los valores de DBO<sub>5</sub> y coliformes fecales determinados como el promedio de los datos recopilados y analizados, resumidos en el cuadro y figuras siguientes. El diseño del Proyecto se volcó en los PLANOS N° 26 a 30 PARTE B).

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Cuadro N° 13. Datos de población y caudales de diseño

AÑO	Población Total Adoptada	Población Total Servida	Q <sub>C</sub> Caudal medio diario anual [m³/día]	Q <sub>D</sub> Caudal medio día máx. consumo [m³/h]	Q <sub>E</sub> Caudal máx. día máx. consumo [lts/seg]
0	100.530	78.038	20.289,99	1.099,04	457,93
10	116.531	100.100	26.025,96	1.409,74	587,39
20	132.931	126.284	32.833,90	1.778,50	741,04

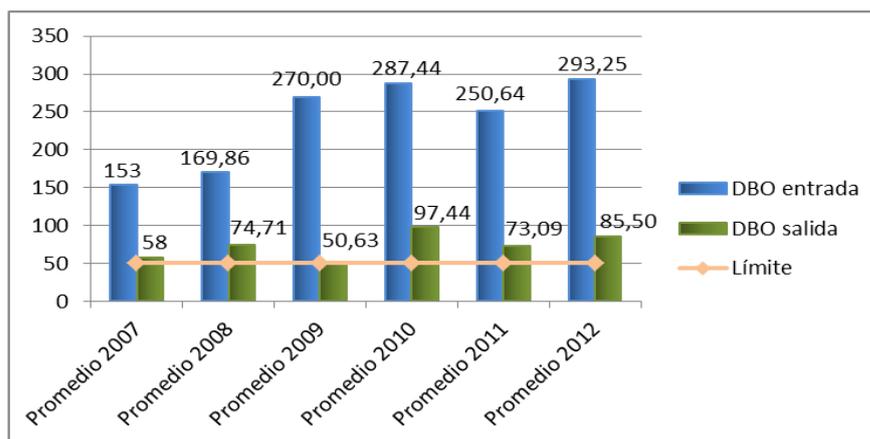
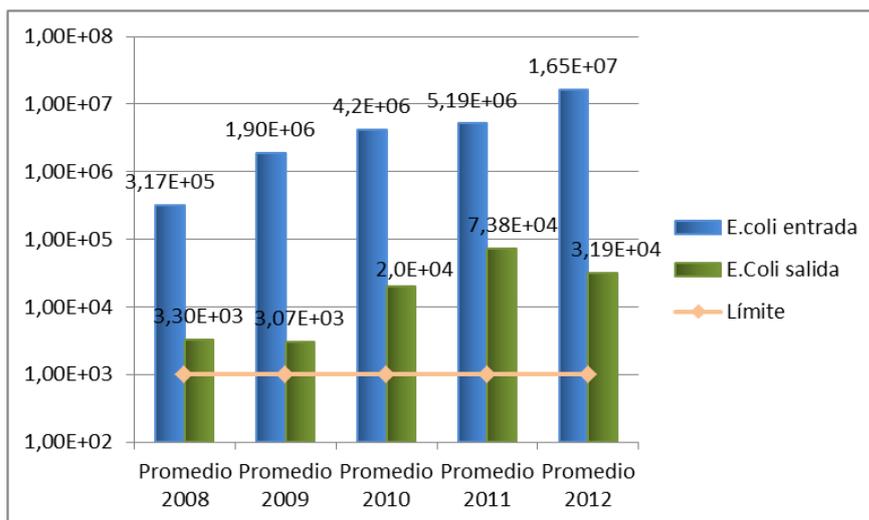


Figura N° 37. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa III

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 38. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa III**

### Lagunas anaeróbicas

Las primeras serán de tipo anaeróbicas, como es sabido, la materia orgánica es licuada, gasificada, mineralizada y transformada en materia orgánica más estable, destacándose en este complejo proceso dos etapas, la licuación y la gasificación.

Los sólidos orgánicos sedimentarán y sufrirán una digestión también anaeróbica a largo periodo de tiempo, concentrándose en el fondo estas lagunas.

Una vez por año se deberá poner fuera de servicio cada una de estas lagunas, para proceder a extraer el barro acumulado. Esta operación consistirá en bombear el líquido con bombas portátiles de motor sumergido, sustentadas desde una unidad flotante, a las otras lagunas. Luego se dejaría deshidratar el manto de barro contando con las condiciones climáticas favorables del lugar, hasta adquirir las características adecuadas para su extracción con palas frontales, cargándolos en camiones para su disposición final en áreas a forestar o para rellenos, dada su condición de mineralización resultante de los largos periodos de digestión. (Ver PLANO N° 26 PARTE B)

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Cuadro N° 14. Datos de partida lagunas anaeróbicas**

QC (preinicial)	18.700,06	m <sup>3</sup> /día
DBO 5 entrada	275,33	mg/lt
QC (final)	29.222,17	m <sup>3</sup> /día
Carga orgánica	8.045,81	Kg/día

- Parámetros de diseño**

Según Normas del ENOHSa:

Profundidad (m)	≥ 3
Carga volumétrica (kgDBO/m <sup>3</sup> .*d)	0,05 - 0,08
Carga orgánica superficial (kgDBO/ha.*d)	1000 - 2000

- Verificación lagunas actuales**

Actualmente hay 3 lagunas funcionando en serie, las dimensiones de cada laguna son:

Largo medio:	160 m
Ancho medio:	80 m
Área media:	12.800,0 m <sup>2</sup>
Profundidad útil:	3,5 m
Volumen:	44.800,0 m <sup>3</sup>

*En consecuencia actualmente para cada laguna:*

Permanencia = 2,4 días

*Para la primer laguna:*

Carga volumétrica	0,115 kgDBO/m <sup>3</sup> *d
Carga org. super.	4.022,45 kgDBO/ha.*d

Como se puede ver la carga sobre la 1° laguna supera ampliamente los parámetros de diseño propuestos por el ENOHSa. Esto hace que esta laguna trabaje sobrecargada lo que limita la actividad bacteriana de la etapa metanogénica.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Se hicieron 2 muestreos para verificar la eficiencia de estas lagunas y los promedios de los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Parámetro (mg/l)	Entrada planta	Salida 1° laguna	Salida 2° laguna
DQO	338,5	306	286,5
DBO <sub>5</sub>	225,67	204,38	180,22

Esto da una eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub> en la 1° laguna del 9,6 % y en la segunda del 6,4 %. Si bien fue en época de invierno y la temperatura del agua era de 12 °C la eficiencia de las 3 lagunas no llega al 20 %, cuando con este volumen de lagunas se debería lograr una eficiencia mínima del 30 %.

Según estos resultados las cargas orgánicas para la segunda y tercer laguna, serían las siguientes:

*Para la segunda laguna:*

Carga volumétrica                    0,104 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d  
 Carga org. super.                    3.636,29 kgDBO/ha.\*d

*Para la tercer laguna:*

Carga volumétrica                    0,097 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d  
 Carga org. super.                    3.403,57 kgDBO/ha.\*d

Esto demuestra que, de esta manera, las 3 (tres) lagunas están trabajando con una carga superior a la recomendada por el ENOHSa.

*Corroborando esta hipótesis en un trabajo realizado por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA (CIDTA) de la Universidad de Salamanca- España, entre las consideraciones sobre lagunas anaerobias expresa:*

*“Las lagunas anaerobias suelen operar en paralelo, es decir, dividiendo el influente en varias partes que alimentan a cada una de las lagunas, y reuniendo de nuevo el efluente de éstas para alimentar el resto de la instalación. Se ha experimentado con el uso de varias lagunas anaerobias en serie, pero los resultados desaconsejan el uso de esta modalidad, ya*

ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

que las lagunas que reciben el efluente ya tratado presentan problemas de operación debidos a la escasez de carga orgánica aplicada” (Gloyna, 1973).

#### Acumulación de barros de fondo

Por otra parte la primer laguna se encuentra reducida en su capacidad por la acumulación de sólidos depositados durante 9 años, que a pesar de la reducción de volumen por la degradación anaerobia, hoy reducen la profundidad en 0,52 m.

Esto significa, teniendo en cuenta que: Largo fondo: 153 m  $\Rightarrow$   $153 + 4 \cdot 0,52 = 155,08$  m

Ancho fondo: 73 m  $\Rightarrow$   $73 + 4 \cdot 0,52 = 75,08$  m

Área fondo:  $153 \text{ m} \cdot 73 \text{ m} = 11.169,0 \text{ m}^2$

Área a 0,52 m:  $155,08 \text{ m} \cdot 75,08 \text{ m} = 11.643,4 \text{ m}^2$

**Reducción de Volumen = 5.930,80 m<sup>3</sup>  $\cong$  14 %**

En el Anexo IV, se adjunta plan de trabajo para su extracción.

Como se planteo anteriormente, para el final del periodo diseño (20 años), el sistema estará constituido por 5 lagunas anaeróbicas iguales, 3 lagunas aireadas de mezcla completa, y 3 lagunas aireadas facultativas, quedando la reserva de superficie para una tercer etapa, compuesto por 6, 4, y 4 lagunas de cada tipo respectivamente.

En consecuencia se consideró a la variante de las tres lagunas Anaerobias funcionando en paralelo, se le adicionan dos mas, como lo proponía el proyecto original en esta etapa, y verifica incluso al año 20.

El volumen total será:  $5 \cdot \text{vol. Laguna} = 5 \cdot 44.800,0 \text{ m}^3 = 224.000,00 \text{ m}^3$

Área =  $5 \cdot 12.800,0 \text{ m}^2 = 64.000 \text{ m}^2 = 6,40 \text{ ha}$ .

Las cargas sobre las lagunas anaerobias, estarían dentro de los parámetros de diseño, quedando:

Permanencia  $t_{(final)}$  = 7,2 días

Carga volumétrica = 0,036 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d

Carga org. super. = 1.257 kgDBO/ha.\*d

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Por otra parte, la disposición en paralelo con varias lagunas permite paralizar una o varias de ellas para efectuar labores de limpieza sin que ello afecte la marcha global de la depuradora.

Según los resultados obtenidos en las lagunas de Cipolletti (actuando como biodigestores), la reducción de DBO en esta etapa llega al 50 %, y de acuerdo a las temperaturas:

T° media verano = 21 °C

T° media invierno = 14,7 °C

Pero para calcular la eficiencia de remoción utilizaremos la temperatura de la masa de líquido corregida (s/ Metcalf & Eddy 1992).

f = factor proporcionalidad transf calor      0,5 m<sup>3</sup>/d.m, Tw=AfTa+Qti/ Af+Q

	Invierno	Verano
Ta: media amb mes	5,4	22,9 °C
Ti : influente	15	20 °C
<b>Tw anaeróbica</b>	<b>10,02</b>	<b>21,50 °C</b>

Para el cálculo eficiencia utilizamos la fórmula de Vincent – Marais (1963), que permite evaluar esta eficiencia del sistema en condiciones de verano (temperaturas de líquido = 20 – 22°C).

$$t = \left( \frac{DBOaf}{DBOef} - 1 \right) \left( \frac{1}{6 * \left( \frac{DBOef}{DBOaf} \right)^{4,8}} \right)$$

donde:

t ( días) = permanencia

DBOaf = DBO líquido crudo

DBOef = DBO líquido tratado

Usando t<sub>final</sub> = 7,2 días resulta una eficiencia de remoción de DBO del 53%, al final del periodo de diseño. En condiciones de invierno se asume que el líquido contenido en la laguna

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

tendrá una temperatura  $T_{LAG} = 10^{\circ}\text{C}$ , y en estas condiciones, la remoción de DBO será similar a la de una sedimentación simple, o sea en el orden del 35%.

$$\text{DBO}_5 \text{ de salida verano} = 0,47 \cdot \text{DBO}_5 \text{ entrada} = 0,5 \cdot 275 \quad \text{mg/l} = 129 \text{ mg/l}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ de salida invierno} = 0,65^* \text{ DBO}_5 \text{ entrada} = 0,65^* 275 \quad \text{mg/l} = 179 \text{ mg/l}$$

Lagunas aireadas mezcla completa

Actualmente, el sistema de tratamiento se continúa con 2 (dos) lagunas aireadas de mezcla completa en serie, que tal como con las anaerobicas, se deberán colocar en paralelo para que respondan a los parámetros de diseño.

**Cuadro N° 15. - Datos de partida - Lagunas aireadas mezcla completa**

QC (final)	29.222,17	m <sup>3</sup> /día
DBO <sub>5</sub> entrada verano (final)	129	mg/l
DBO <sub>5</sub> entrada invierno (final)	179	mg/l
Carga orgánica verano (final)	3781,5	Kg/día
Carga orgánica invierno (final)	5.229,8	Kg/día
Temperatura ambiente verano	22,9	°C
Temperatura ambiente invierno	5,4	°C
Temp. afluyente Lagunas Anaeróbicas verano	21,5	°C
Temp. afluyente Lagunas Anaeróbicas invierno	10,5	°C



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

- **Parámetros de diseño**

Según Normas del ENOHSa:

Profundidad (m)  $> 2,5 < 5$

Permanencia (días)  $\geq 2 < 5$

Potencia de aireación ( $Kw/m^3$ )  $\geq 3$

Dimensiones de las lagunas existentes

Lado "F" en coronamiento = 86,6 m

Ancho "B" en coronamiento = 82,4 m

Pendiente = 1:2

Calculamos la altura del oleaje en el espejo de agua para definir la revancha, evitando erosión de los taludes

$$h_v (\text{viento}) = 0,6 * F^{1/4} = 0,32 \text{ m} \quad h_o > h_v + 0,20 \text{ m}$$

La Profundidad resultante de las cotas existentes, y la hidráulica calculada es de: 4,08 m

Con una Revancha  $h_o = 0,52$ , adoptando  $h_o = 0,55$  m

**Tirante de agua = 3,53 m**

Definiendo volumen, y superficie de las Lagunas Aireadas de Mezcla Completa:

**Volumen Reactor = 23.130 m<sup>3</sup>**

**Área espejo = 6.950 m<sup>2</sup> = 0,70 ha**

Como mínimo en estas lagunas el líquido debe permanecer 2 días, por lo tanto

$t = \text{TRH (Tiempo de Retención Hidráulica)} = 2,00$  días

Volumen necesario = 61.520 m<sup>3</sup>

Calculamos el Número de reactores necesarios, de acuerdo a las dimensiones de los existentes

Volumen necesario/Volumen Lag. Aireada =  $61.520 \text{ m}^3 / 23.130 \text{ m}^3 / \text{lag} = 2,66$  lag.

Lo que implica la incorporación de una tercer Laguna Aireada de Mezcla Completa.

⇒ **Adoptados Nro de Reactores = 3 Reactores**

Permanencia media<sub>2037</sub> =  $V_{\text{total}} / Q_{c2037} = 69.390 \text{ m}^3 / 29.222,17 \text{ m}^3 / \text{d} = 2,37$  días

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**t Resultante = 2,37 Días**

### CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA DEL LÍQUIDO

f : factor proporcionalidad transf. calor = 0,5 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup>

$T_w = AfT_a + Q_{ti} / Af + Q$	Invierno	Verano	
Ta: media amb. mes más frío	5,4	22,9	°C
Ti : in fluente Salida Ana	10,02	21,50	°C
<b>Tw aeróbica</b>	<b>8,95</b>	<b>21,83</b>	<b>°C</b>

Se utiliza la siguiente expresión de Eckenfelder, aplicable a sistemas biológicos de mezcla completa sin recirculación:

$$DBO_e = \frac{DBO_a}{(1 + K_t \cdot t)}$$

Donde:

DBO<sub>e</sub> = DBO del líquido tratado.

DBO<sub>a</sub> = DBO del líquido que ingresa a la unidad.

K<sub>t</sub> = Constante de remoción de DBO a una temperatura dada

t = Permanencia Hidráulica

Adoptando K<sub>t</sub> a 20 °C = 2,5 días<sup>-1</sup>, según recomendación EPA (EE UU), y considerando la fórmula de Arrhenius modificada para su corrección a diversas temperaturas, resulta:

$$K_t = K_{20} \cdot \theta^{T-20^\circ C}$$

Donde: θ es el coeficiente de Temperatura, que vale según:

Eckenfelder 1,06 a 1,08

Metcalf – Eddy 1,06

U.S. EPA 1,085

Adoptamos para el cálculo: θ = 1,035; K<sub>20</sub> = 2,5 día<sup>-1</sup>

	Invierno	Verano	
K <sub>T</sub> = K <sub>20</sub> · θ <sup>(T-20°)</sup> =	1,71	2,66	día <sup>-1</sup>
DBO <sub>e</sub> = DBO <sub>a</sub> (1 + K <sub>t</sub> · t) =	37	18	KgDBO/m <sup>3</sup>
Ef Aeróbica	79%	86%	

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

En resumen:

$$S = \text{DBO salida verano} = 18 \text{ KgDBO/m}^3$$

$$S = \text{DBO salida invierno} = 37 \text{ KgDBO/m}^3$$

$$\text{Eficiencia verano} = S_0 - S / S_0 = 86 \%$$

$$\text{Eficiencia invierno} = 79 \%$$

### Equipos Aireadores Lagunas de Mezcla Completa.

Se adoptan, para estas lagunas, **aireadores mecánicos superficiales del tipo eje vertical y baja velocidad**, por su mayor eficiencia en mezcla y mayor rendimiento en incorporación de oxígeno (aire) por kw consumido.

El oxígeno consumido es, de acuerdo a Eckenfelder:

$$\text{kg O}_2 = a' \text{ kg DBO removida}$$

$$a' = 0,9 - 1,4 \text{ ( Eckenfelder )}$$

Para ambas lagunas se adoptara un valor conservativo ( $a' = 1,2 \text{ kg O}_2/\text{kg DBO}$  removida) realizando el cálculo en las condiciones más desfavorables, es decir, el verano, donde las temperaturas en aquellas son mayores y, por lo tanto, menores las concentraciones de saturación de oxígeno disuelto en la masa líquida.

El  $\text{O}_2$  requerido para el proceso biológico es:

$$\text{kg O}_2/\text{d} = 1,2 \text{ kg O}_2/\text{d} \times \text{DBO removida} = 1,2 * 3781,5 \text{ KgDBO/d} = 4538 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Además:

$$N = N_0 \frac{(\beta x C_{sw} - C_o)}{C_s} \theta^{T-20} \cdot \alpha ; \text{ resulta:}$$

Donde:



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

No = 1,8 kg O<sub>2</sub>/HP.h (valor medio de acuerdo a certificaciones realizadas por el INTI sobre equipos de fabricación nacional, para condiciones estándar, agua limpia a 20°C).

C<sub>sw</sub> = concentraciones de saturación de O<sub>2</sub> en agua a la temperatura y presión del líquido = 8,99 mg/l a 22 °C y 1 atm.

C<sub>o</sub> = concentración de O<sub>2</sub> en condiciones de operación de la laguna = 1 ó 2 mg/l. se adopta 1,5 mg/l.

C<sub>s</sub> = concentración de O<sub>2</sub> a 20°C y nivel del mar = 9,17 mg/l.

T = Temperatura del líquido = 21,5 °C

θ = coeficiente de temperatura = 1,024

α = 0,90, para lagunas aireadas

β = 1, para lagunas aireadas

$$N = 1,8 \text{ kg O}_2/\text{HP.h} \times \frac{(8,99 - 1,5)}{(9,17)} \times 1,024^{(22-20)} \times 0,9 = 1,39 \text{ kg O}_2/\text{HP.h}$$

$$\text{Potencia total requerida para la transferencia de O}_2: P_{O_2} = \frac{4538 \text{ Kg O}_2/\text{d}}{(1,39 \text{ kg O}_2/\text{HP.h} \cdot 24 \text{ h/d})} = 136 \text{ HP}$$

Para mantener todos los sólidos en suspensión se requieren por lo menos: 3 w/ m<sup>3</sup> = 0,004 HP/m<sup>3</sup>, (s/ Enckenfelder) o sea:

$$\text{Potencia para la mezcla completa: } P_{MC} = 0,004 \text{ HP/m} \cdot 69.390 \text{ m}^3 = 277 \text{ HP}$$

$$P_{O_2} < P_{MC}$$

Por lo tanto, se adopta la Energía de Mezcla como potencia requerida, llevada a potencias nominales, cada una de las **3 lagunas tendrá, 5 (cinco) equipos de 20HP** cada uno,

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

y una potencia instalada de 100 HP ó su equivalente 75 kW por laguna, totalizando 300 HP ó 225 kW.

Lagunas aireadas facultativas

Siguiendo con el sistema planteado para esta segunda etapa del proyecto original, se completa el tratamiento con sendas Lagunas Aireadas Facultativas en serie con su respectiva Laguna Aireada de Mezcla Completa.

Si bien, por los valores de DBO de salida de estas ultimas calculados, solo se necesitarían lagunas de sedimentación, se optó por diseñar lagunas aireadas facultativas con tiempos de permanencia menores, que además de sedimentar el efluente, continuaran con el proceso de degradación biológica.

**Cuadro N° 16. Datos de partida lagunas aireadas facultativas**

Q <sub>C</sub> (final)	29.222,17	m <sup>3</sup> /día
DBO <sub>5</sub> verano	18	mg/l
DBO <sub>5</sub> invierno	37	mg/l
Carga orgánica verano	965	Kg/día
Carga orgánica invierno	1960	Kg/día

En esta laguna se completará el tratamiento hasta alcanzar una DBO de salida, sedimentando así mismo los solidos biológicos generados en la laguna aireada de mezcla completa.

Las dimensiones son las de las Lagunas facultativas existentes

Lado "F" en coronamiento = 170 m

Ancho "B" en coronamiento = 60 m

Pendiente de talud = 1 : 2

Profundidad = 3,50 m

Calculamos la altura del oleaje en el espejo de agua para definir la revancha, evitando erosión de los taludes:

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

$h_v$  (viento) =  $0,6 \cdot F^{1/4} = 0,32 \text{ m}$      $h_o > h_v + 0,20 \text{ m} \Rightarrow$  Revancha  **$h_o = 0,6 \text{ m}$**   
**Tirante de agua = 3,53 m**

Por lo tanto:

Volumen Reactor = 27.350 m<sup>3</sup>

Área espejo = 9.900 m<sup>2</sup> = 0,99      ha

Considerando 3 lagunas en paralelo resulta, para cada una de ellas:

$$t = \text{TRH} = 3 \cdot 27.350 \text{ m}^3 / 29.222,17 \text{ m}^3/\text{d} = \mathbf{2,7 \text{ días}}$$

Corrigiendo las temperaturas para invierno y verano

$$c/f = \text{factor proporcionalidad transf calor} = 0,5 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m}^2$$

$T_w = A_f T_a + Q_{ti} / A_f + Q$	Invierno	Verano
Ta: media amb mes mas frio	5,4	22,9 °C
Ti : in fluente Salida Aer	8,95	21,83 °C
<b>Tw facultativa</b>	<b>7,80</b>	<b>22,90 °C</b>

#### Resultado de los Cálculos

$$K_t = K_{20} \cdot \theta^{T-20^\circ\text{C}}$$

Adoptamos para el cálculo s/ EPA (1983):  $\theta = 1,085$ ;       $K_{20} = 0,35 \text{ día}^{-1}$

- En condiciones de invierno:

$$k_{7,8} = 0,35 \times 1,085^{(7,8-20)} = 0,13 \text{ día}^{-1}$$

$$\text{Resulta : DBOef} = \frac{37 \text{ mg/l}}{(1 + 0,13 \text{ d}^{-1} \cdot 2,7 \text{ d})} = 27,5 \text{ mg/l} < 50 \text{ mg/l}$$

Cumple con la condición impuesta ( DBOef  $\leq$  50mg/l).

- En condiciones de Verano:

$$T_{LAG} = 22,9^\circ\text{C}$$

ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

$$k_{22} = 0,35 \times 1,085^{(22,9-20)} = 0,44 \text{ día}^{-1}$$

$$\text{Resulta : DBO}_{ef} = \frac{18 \text{ mg/l}}{(1 + 0,44 \cdot 2,7)} = 8,22 \text{ mg/l}$$

Eficiencia global del sistema de lagunas invierno = 90 %

Eficiencia global del sistema de lagunas verano = 97 %

### **Equipos Aireadores Lagunas Aireadas Facultativas.**

Dados los bajos valores de DBO involucrados y el volumen de las lagunas resulta evidente, en este caso, que la energía a suministrar limitante es la requerida para mantener un nivel de oxígeno disuelto en toda la laguna, permitiendo solo una zona anaeróbica en el fondo para la descomposición de los sólidos biológicos que sedimenten. **Los aireadores en este caso serán del tipo rápidos, flotante, de eje vertical, y de flujo ascendente.**

Para obtener una Densidad de mezcla 0,9 W/m<sup>3</sup> (0,8-1,1 s/Aicevala, 1973), y considerando la aireación del primer tercio de la zona requieren:

$$\text{, o sea: } 0,95 \text{ W/m}^3 \cdot 82.050 \text{ m}^3 \cdot 1 \text{ kW} / 1000 \text{ W} = 78 \text{ kW} = 104 \text{ HP}$$

Considerando las 3 lagunas, con cuatro equipos cada laguna, se instalarán en de 10 HP nominal cada uno, totalizando 120 HP ó **90 kW**.

	26	
NA = nro. aeread.x lag.(fig.11.10.1)	6	
Peje /aeread	4,4	kW
Pabs = Peje/ηmec	4,9	kW
NA = nro. aeread.x lag. Adoptado	4	
Potencia Unitaria	7,5	Kw/Aireador
Densidad real en la zona de aireada	3,63	w/m <sup>3</sup>
Densidad real	1,09	w/m <sup>3</sup>

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Verificación condiciones de volumen liquido (máximo 6000 m3 por aereador) 2069 m3

Verificación condiciones de superficie liquido (máximo 1.600 m2 por aereador) 744,41 m2

Total Potencia Instalada 90 kW

(\* ) solo considero el 1/3 aireado

Se verificó la Eficiencia bacteriológica, por el modelo de flujo disperso (THIRIMURTHI):

Coliformes Termotolerantes  $N_0 = 1,08 \cdot 10^7$  UCF/100ml →Según Característica

Y asumimos una remoción de log 3 en por el tratamiento en lagunas Anaerobias, seguidas de lagunas Aireadas →  $N_1 = 1,08E+04$  UCF/100ml

Coefficiente de remoción de Coliformes

Adoptamos para el cálculo s/ THIRIMURTHI  $K_{20} = 0,841$  día<sup>-1</sup> ;  $\theta = 1,07$

$$N = N_0 (4 * a * e^{(1/(2d))} / (1+a)^2 + e^{(a/2d)} - (1-a)^2 * e^{-(a/2d)}) =$$

	Invierno	Verano	
$a = (1 + 4 * K_T * t * d)^{1/2} =$	1,519	2,151	
$K_T = K_{20} \Phi^{(T-20)}$	0,37	1,02 día-1	
<b>N Final =</b>	<b>4,71E+03</b>	<b>1,63E+03</b>	<b>CF/100ml</b>

### Desinfección

Dado que con estos tratamientos, no se va a llegar al grado de remoción bacteriana, que permita obtener un efluente con menos de 1.000 MNP/100 ml coliformes fecales, a la salida de las Lagunas Facultativa se relizara una desinfeccion con Hipoclorito de Sodio tal como se describio antes, con una dosis maxima de 5 ppm, incorporando este producto mediante una canaleta Parshall para asegurar la mezcla.



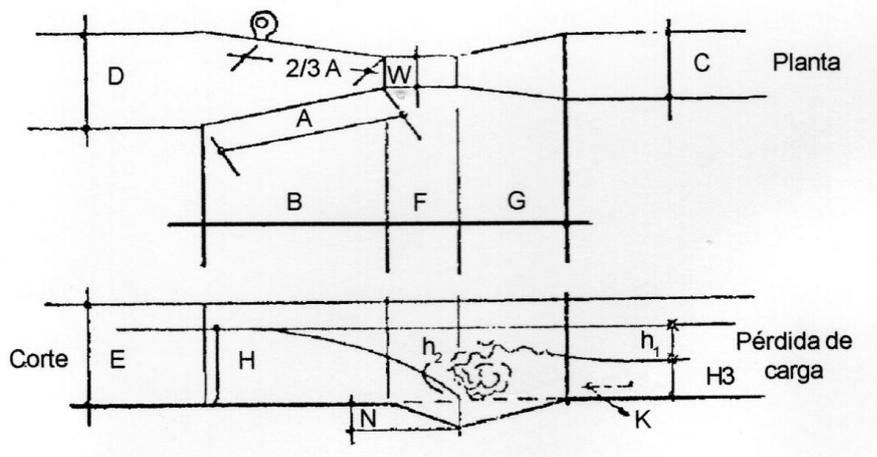
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Medición de caudal

En la canaleta de salida, se incorporará un aforador Parshall, que se seleccionó del cuadro siguiente, que se extrajo del: Capítulo 2 Mezcladores -MANUAL II: Diseño de Plantas de Tecnología Apropriada -Portal Ingeniería Sanitaria

**Cuadro N° 17. Dimensiones canaleta Parshall**

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N
Pulgadas	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1"	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
3"	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	45,7	15,2	30,5	2,5	5,7
6"	15,2	61,0	61,0	39,4	40,3	61,0	30,5	61,0	7,6	11,4
9"	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	76,3	30,5	45,7	7,6	11,4
1'	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
1 1/2'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
3'	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4'	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
5'	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
6'	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
7'	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
8'	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
10'	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3



**Aforador Parshall**

*Marilu Colonna*

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Cuadro N° 18. Dimensiones canaleta Parshall seleccionada**

W (cm)	A(cm)	B(cm)	C(cm)	D(cm)	E(cm)	F(cm)	G(cm)	K(cm)	N(cm)
60,1	152,5	149,6	61,0	91,5	120,7	61,0	91,5	7,6	22,9

Caudal máximo diario ( $Q_D$ ) = 494,03 lt/seg. = 0,494m<sup>3</sup>/seg

Para este caudal se calculó H, como:  $H = K Q^m$

Ancho de la garganta del Parshall (w)		K	m
pulgadas	metros		
3"	0,075	3,704	0,646
6"	0,150	1,842	0,636
9"	0,229	1,486	0,633
1'	0,305	1,276	0,657
1 1/2'	0,460	0,966	0,650
2'	0,610	0,795	0,645
3'	0,915	0,608	0,639
4'	1,220	0,505	0,634
5'	1,525	0,436	0,630
6'	1,830	0,389	0,627
8'	2,440	0,324	0,623

El Sistema de Medición se completará con la colocación de un medidor por ultrasonido, sin contacto de flujo que totalice y calcule el flujo en el Sistema de Tratamiento, indicación de caudal instantáneo y volumen totalizado del líquido medido. Alcance de medición de 200 a 1000 mm de altura (variación máxima de altura = 800 mm). Salida de señal a través de conector y cable.

Cámara de Contacto

Se fija una permanencia de 20 minutos para el caudal medio, siendo este  $Q_{c2037} = 1.217,59 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Volumen necesario =  $1217,59 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 20 \text{ min} / 60 \text{ min/h} = 406 \text{ m}^3$

Se adopta  $h = 2 \text{ m}$

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Area nec. A= 203 m<sup>2</sup>

Se adopta Ancho "W" = 10 m ; Largo "L" = 18,9 m

Consumo de Hipoclorito de Sodio:

Consumo diario = 29.222 m<sup>3</sup>/d . 0,005 kg/m<sup>3</sup> = 146 kg/día

**Volumen diario de [NaOCl] al 10% = 146 kg/d / 0,1 kg/l = 1460 l/día**

**Reserva de Hipoclorito p/ 20 días = 1460 l/d . 20 d = 29.200 l; Adoptado = 30.000 litros**

### Barros Acumulados

#### Laguna Anaeróbica.

Los sólidos aportados por el líquido afluente sedimentaran en el fondo de la laguna, donde sufrirán un doble proceso de concentración y digestión anaeróbica.

Los sólidos suspendidos característicos aportados por el afluente son:

Sólidos suspendidos volátiles: 308 mg/l

Sólidos suspendidos degradables: 200 mg/l

Sólidos suspendidos no degradables: 108 mg/l

Sólidos suspendidos fijos: 132 mg/l

En un mes, la carga de sólidos será:

Volátiles degradables ( $W_o$ ) = 0,200 kg/m<sup>3</sup> x 29.222 m<sup>3</sup>/d x 30 d/mes = 175.332 kg/mes

Volátiles no degradables: 0,108 x 29.222 x 30 d/mes = 94.680 kg/mes

Fijos: 0,132 x 29.222 x 30 d/mes = 115.720 kg/mes

Asumiendo un 60% de degradación anual resulta:

$W_t = W_o e^{-kdt}$ ;  $kd = 0,076/\text{mes}$

$W_t$  = volátiles no degradados al cabo de 1 mes; resulta:

$W_t = 175.332 e^{-0,076 \times 1} = 162.500 \text{ kg/mes}$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

El total de barro acumulado al cabo de un mes será:

$$162.500 + 94.680 + 115.720 = 372.900 \text{ kg/mes}$$

Suponiendo una compactación del 15% y una densidad de barro de 1060 kg/m<sup>3</sup>, resulta:

$$\text{Volumen barro acumulado} = \frac{372.900 \text{ kg/mes}}{(0,15 \cdot 1060 \text{ kg/m}^3)} = 2345 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Volumen lagunas Anaerobias} = 44.800 \text{ m}^3$$

$$\text{Nro de Lagunas año 20} = 5$$

$$\text{Volumen Total} = 224.000 \text{ m}^3$$

Representa el 1,04% del volumen de Lagunas Anaeróbicas

En primera etapa el volumen de barro acumulado será = 1177 m<sup>3</sup>/mes.

La extracción del barro acumulado en las Lagunas Anaeróbicas se efectuara aproximadamente una vez por año, y consistirá en bombear el líquido de la laguna a las otras lagunas hasta vaciar totalmente su contenido.

El barro almacenado se deshidratará por evaporación, lo cual es viable dadas las condiciones climáticas locales muy favorables, por lo menos durante 6 meses al año.

Una vez deshidratado el barro un tenor de humedad de aproximadamente 50%, se lo retirará con palas frontales y se lo cargará en camiones para su transporte a los lugares seleccionados para su disposición final, que puede ser abono de terrenos con especies forestales o a terrenos áridos cercanos.

El barro que se extraerá ha sufrido una digestión anaeróbica a largo periodo, que asegura una óptima calidad para su disposición sin problemas ambientales.

#### Laguna Aireada Facultativa.

Como la eficiencia en remoción de sólidos suspendidos sedimentables es del orden del 100% en las lagunas anaeróbicas, las aireadas facultativas recibirán sólo los sólidos biológicos generados en la mezcla completa.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Por lo tanto, la carga de sólidos será, asumiendo (Eckenfelder) una concentración de sólidos suspendidos totales en las lagunas de mezcla completa de 125mg/l, con 80% de volátiles (100mg/l) y 20% de fijos (25 mg/l):

Volátiles degradables:  $0,100 \text{ kg/m}^3 \times 29.222 \text{ m}^3/\text{d} = 2.922 \text{ kg/d}$

Fijos:  $0,025 \text{ kg/m}^3 \times 29.222 \text{ m}^3/\text{d} = 730 \text{ kg/d}$

Suponiendo que, con un adecuado diseño, se logra una concentración de sólidos suspendidos totales de 50mg/l en la salida de las lagunas Aireadas Facultativas (Eckenfelder) resulta la siguiente acumulación de sólidos en las mismas:

Volátiles:  $(0,100 \text{ kg/m}^3 - 0,040) \times 29.222 \text{ m}^3/\text{d} \times 30 \text{ d/mes} = 52.600 \text{ kg/mes}$

Fijos:  $(0,025 \text{ kg/m}^3 - 0,010) \times 30581 \text{ m}^3/\text{d} \times 30 \text{ d/mes} = 13.150 \text{ kg/mes}$

Con un 60% de degradación anual de sólidos orgánicos resulta:

$W_t = 52.600 \times e^{-0,076} = 48.750 \text{ kg/mes}$

Por lo tanto se acumularán en el fondo de la laguna:

$48.750 + 13.150 = 61.900 \text{ kg/mes}$

Con un 15% de compactación y para una densidad de 1060 kg/m<sup>3</sup> resulta:

Volumen barro acumulado: 58 m<sup>3</sup>/mes

Este valor representa el 0,42% del volumen total de Lagunas Aireadas Facultativas.

Este barro se extraerá aproximadamente cada tres meses con una electrobomba de motor sumergido, que se ubicará en una balsa móvil, y se lo bombeará a las Lagunas Anaeróbicas.

### Disposición final

Luego de pasar por todas las etapas de tratamiento, se espera obtener un efluente de buena calidad, que se dispondrá por gravedad, a través de un caño de 700 mm de diámetro en un brazo caudaloso del río Negro, según la traza que se muestra en la figura N° 20 y en el Plano N° 31 Parte B.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**Figura N° 39. Traza descarga Planta Depuradora principal**

*V.1.3.3. Memoria de cálculo - Alternativa II - (Sudeste con sedimentadores)*

Datos de partida

Idem Alternativa I

Lagunas anaeróbicas

El tratamiento biológico comenzará con lagunas anaerobias cubiertas, que funcionarán como biodigestores. (Ver Plano N° 18 PARTE A).

**Cuadro N° 19. Datos de partida lagunas anaeróbicas**

QC (preinicial)	18.700,06	m <sup>3</sup> /día
DBO 5 entrada	275,33	mg/l
Carga orgánica	5.148,73	Kg/día
QC (inicial)	19.182,29	m <sup>3</sup> /día

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Carga orgánica	5.281,51	Kg/día
Q <sub>C</sub> (intermedia)	23.810,57	m <sup>3</sup> /día
Carga orgánica	6.555,82	Kg/día
Q <sub>C</sub> (final)	29.222,17	m <sup>3</sup> /día
Carga orgánica	8.045,81	Kg/día

V<sub>C (final)</sub> : Volumen medio diario al final de periodo de diseño = Q<sub>C (final)</sub>

- **Parámetros de diseño**

Según Normas del ENOHSa:

Profundidad (m)	≥ 3
Carga volumétrica (kgDBO/m <sup>3</sup> .*d)	0,05 - 0,08
Carga orgánica superficial (kgDBO/ha.*d)	1000 - 2000

- **Verificación lagunas actuales**

Actualmente hay 3 lagunas funcionando en serie, las dimensiones de cada laguna son:

Largo medio:	160 m
Ancho medio:	80 m
Área media:	12.800,0 m <sup>2</sup>
Profundidad útil:	3,5 m
Volumen:	44.800,0 m <sup>3</sup>

*En consecuencia actualmente para cada laguna:*

Permanencia = 2,4 días

*Para la primer laguna:*

Carga volumétrica	0,115 kgDBO/m <sup>3</sup> *d
Carga org. super.	4.022,45 kgDBO/ha.*d

Como se puede ver la carga sobre la 1º laguna supera ampliamente los parámetros de diseño propuestos por el ENOHSa. Esto hace que esta laguna trabaje sobrecargada lo que limita la actividad bacteriana de la etapa metanogénica.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Se hicieron 2 muestreos para verificar la eficiencia de estas lagunas y los promedios de los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Parámetro (mg/l)	Entrada planta	Salida 1° laguna	Salida 2° laguna
DQO	338,5	306	286,5
DBO <sub>5</sub>	225,67	204,38	180,22

Esto da una eficiencia en remoción de DBO<sub>5</sub> en la 1° laguna del 9,6 % y en la segunda del 6,4 %. Si bien fue en época de invierno y la temperatura del agua era de 12 °C la eficiencia de las 3 lagunas no llega al 20 %, cuando con este volumen de lagunas se debería lograr una eficiencia mínima del 30 %.

Según estos resultados las cargas orgánicas para la segunda y tercer laguna, serían las siguientes:

*Para la segunda laguna:*

Carga volumétrica                      0,104 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d  
 Carga org. super.                        3.636,29 kgDBO/ha.\*d

*Para la tercer laguna:*

Carga volumétrica                      0,097 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d  
 Carga org. super.                        3.403,57 kgDBO/ha.\*d

Esto demuestra que, de esta manera, las 3 (tres) lagunas están trabajando con una carga superior a la recomendada por el ENOHSa.

Por la hipótesis Gloyna, 1973, en consecuencia se consideró la variante de las tres lagunas funcionando en paralelo como lo proponía el proyecto original, y de ese modo esta primer etapa de tratamiento, verifica incluso a la etapa final del proyecto.

El volumen total será: 3\* vol. Laguna = 3\* 44.800,0 m<sup>3</sup> = 134.400,00 m<sup>3</sup>

Área = 3\*12.800,0 m<sup>2</sup> = 38.400 m<sup>2</sup> = 3,84 has.

Con esta variante las cargas sobre las lagunas anaerobias, estarían dentro de los parámetros de diseño, quedando:

ING. MARILU COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
 DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

*Para preinicial:*

Permanencia =  $V/Q = 134.400,00 \text{ m}^3 / 18.700,06 \text{ m}^3/\text{día} = 7,19 \text{ días}$

Carga volumétrica =  $V/C. \text{ org.} = 134.400,00 \text{ m}^3 / 5.148,73 \text{ Kg/día} = 0,038 \text{ kgDBO/m}^3*\text{d}$

Carga org. super. =  $C. \text{ org.} / A = 5.148,73 \text{ Kg/día} / 3,84 \text{ ha} = 1.340,82 \text{ kgDBO/ha.*d}$

*Para etapa inicial:*

Permanencia = 7,01 días

Carga volumétrica = 0,039 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d

Carga org. super. = 1.375,39 kgDBO/ha.\*d

*Para etapa intermedia:*

Permanencia = 5,64 días

Carga volumétrica 0,049 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d

Carga org. super. 1.707,25 kgDBO/ha.\*d

*Para etapa final:*

Permanencia = 4,6 días

Carga volumétrica 0,06 kgDBO/m<sup>3</sup>\*d

Carga org. super. 2.095,26 kgDBO/ha.\*d

Como se puede ver trabajando en paralelo, al final del proyecto solo superaría el valor de carga orgánica de diseño en menos de un 5 %, que al incorporarle la cobertura de membrana y trabajar como biodigestores, la eficiencia será mayor, lo cual permitirá admitir esa carga orgánica, casi sin disminución de eficiencia.

Por otra parte, la disposición en paralelo con varias lagunas permite paralizar una o varias de ellas para efectuar labores de limpieza sin que ello afecte la marcha global de la depuradora.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Según los resultados obtenidos en las lagunas de Cipolletti (actuando como biodigestores), la reducción de DBO en esta etapa llega al 50 %, y de acuerdo a las temperaturas:

$$T^{\circ} \text{ media verano} = 20,992^{\circ}\text{C}$$

$$T^{\circ} \text{ media invierno} = 14,737^{\circ}\text{C}$$

Las eficiencias fijadas por el ENOHSa, son coincidentes

Las eficiencias máximas de remoción de  $\text{DBO}_5$ ,  $E_f$ , y los tiempos de detención hidráulica  $t$  (respecto a  $Q_C$ ), inicial y final, admitidos en el proyecto, son los siguientes, respecto a la temperatura  $T$  °C del líquido:

$14^{\circ} \leq T \leq 20^{\circ}$	$t = 4 \text{ a } 6 \text{ días}$	$E_f \leq 50\%$
$T \geq 20^{\circ}\text{C}$	$t = 3 \text{ a } 5 \text{ días}$	$E_f \leq 60\%$

En consecuencia, se consideró para los cálculos una reducción en verano del 50 % y en invierno del 40 %, por lo tanto:

$$\text{DBO}_5 \text{ de salida verano} = 0,5 * \text{DBO}_5 \text{ entrada} = 0,5 * 275,33 \text{ mg/l} = 137,67 \text{ mg/l}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ de salida invierno} = 0,6 * \text{DBO}_5 \text{ entrada} = 0,6 * 275,33 \text{ mg/l} = 165,20 \text{ mg/l}$$

Para el final del proyecto, se consideró una eficiencia algo menor: 45 % para verano y 35 % para invierno, quedando:

$$\text{DBO}_5 \text{ de salida verano} = 0,55 * \text{DBO}_5 \text{ entrada} = 0,55 * 275,33 \text{ mg/l} = 151,43 \text{ mg/l}$$

$$\text{DBO}_5 \text{ de salida invierno} = 0,65 * \text{DBO}_5 \text{ entrada} = 0,65 * 275,33 \text{ mg/l} = 178,97 \text{ mg/l}$$

#### *Acumulación de barros de fondo*

Por otra parte la primer laguna se encuentra reducida en su capacidad por la acumulación de sólidos depositados durante 9 años, que a pesar de la reducción de volumen por la degradación anaerobia, hoy reducen la profundidad en 0,52 m.

Esto significa, teniendo en cuenta que:

$$\text{Largo fondo: } 153 \text{ m} \quad 153 + 4 * 0,52 = 155,08 \text{ m}$$

$$\text{Ancho fondo: } 73 \text{ m} \quad 73 + 4 * 0,52 = 75,08 \text{ m}$$

$$\text{Área fondo: } 153 \text{ m} * 73 \text{ m} = 11.169,0 \text{ m}^2$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Área a 0,52 m:  $155,08 \text{ m} \times 75,08 \text{ m} = 11.643,4 \text{ m}^2$

Reducción de Volumen =  $5.930,80 \text{ m}^3 \cong 14 \%$

En el Anexo IV, se adjunta plan de trabajo para su extracción.

Lagunas aireadas mezcla completa

Actualmente, el sistema de tratamiento se continúa con 2 (dos) lagunas aireadas de mezcla completa en serie, que tal como con las anaerobicas, se deberán colocar en paralelo para que respondan a los parámetros de diseño.

**Cuadro N° 20. - Datos de partida - Lagunas aireadas mezcla completa**

QC (preinicial)	18.700,06	m <sup>3</sup> /día
QC (inicio)	19.182,29	m <sup>3</sup> /día
Carga orgánica verano	2.640,75	Kg/día
Carga orgánica invierno	3.168,91	Kg/día
QC (intermedia)	23.810,57	m <sup>3</sup> /día
DBO 5 entrada verano (intermedia)	137,67	mg/lt
DBO 5 entrada invierno (intermedia)	165,19	mg/lt
Carga orgánica verano (intermedio)	3.277,91	Kg/día
Carga orgánica invierno(intermedio)	3.933,49	Kg/día
QC (final)	29.222,17	m <sup>3</sup> /día
DBO 5 entrada verano (final)	151,43	mg/lt
DBO 5 entrada invierno (final)	178,97	mg/lt
Carga orgánica verano (final)	4.425,20	Kg/día
Carga orgánica invierno (final)	5.229,78	Kg/día
Temperatura ambiente verano	22,4	°C
Temperatura ambiente invierno	6,8	°C
Temp. efluente Lagunas Anaeróbicas verano	21,0	°C

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Temp. efluente Lagunas Anaeróbicas invierno	14,73	°C
---	-------	----

- **Parámetros de diseño**

Según Normas del ENOHSa:

Profundidad (m)	$> 2,5 < 5$
Permanencia (días)	$\geq 2 < 5$
Potencia de aireación (Kw/m <sup>3</sup> )	$\geq 3$

La profundidad de las lagunas actuales es de 3 m, están dentro de los parámetros de diseño.

*Dimensiones de las lagunas:*

Largo medio = 79,2 m

Ancho medio = 75,2 m

Profundidad útil = 3 m

Volumen =  $79,2 \text{ m} \times 75,2 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 17.867,5 \text{ m}^3$

La permanencia para el caudal actual, trabajando en paralelo es de:

Permanencia preinicial =  $V/Q_c = 2 \times 17.867,5 \text{ m}^3 / 18.700,06 \text{ m}^3/\text{d} = 1,91 \text{ días}$

Como se puede ver, la permanencia actual, ya es menor a la recomendada, por lo tanto se propone que la siguiente laguna proyectada anteriormente para trabajar como facultativa aireada, se incorpore como aireada mezcla completa.

*Dimensiones de la 3ª laguna:*

Largo medio = 162,20 m

Ancho medio = 54,20 m

Profundidad útil = 3 m

Volumen =  $162,20 \text{ m} \times 54,20 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 26.373,7 \text{ m}^3$

Si bien la forma no es la mejor, se distribuirán los aireadores de modo tal de lograr una buena mezcla.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

De esta manera llegaría a la etapa final con una permanencia dentro de los valores indicados por el ENOHSa:

$$\text{Permanencia media}_{\text{final}} = V_{\text{total}}/Q_c = 62108,76 \text{ m}^3 / 29.222,17 \text{ m}^3/\text{d} = 2,13 \text{ días}$$

Dado que el volumen de la tercera laguna es distinto se deberán distribuir los caudales en forma acorde.

Por lo tanto será:

Porcentaje lagunas iguales I y II =  $17.867,5 \text{ m}^3 / 62108,76 \text{ m}^3 = 0,29 = 29 \%$  cada laguna

$$\text{Porcentaje laguna III} = 26.373,7 \text{ m}^3 / 62108,76 \text{ m}^3 = 0,42 = 42 \%$$

Considerando que en la laguna se produce una reacción de primer orden, la DBO<sub>5</sub> de salida se puede calcular como:

$$S = S_0 / (1 + K_T * P)$$

Donde:

S = DBO<sub>5</sub> salida (mg/l)

S<sub>0</sub> = DBO<sub>5</sub> entrada (mg/l)

P = Permanencia (días)

$$K_T = K_{la} \square^{T-20}$$

K<sub>la</sub> = 2,5 día<sup>-1</sup> para lagunas aeróbica según ENOHSa

### Resultado de los Cálculos:

Para la etapa final con las tres lagunas en funcionamiento, quedará:

Para Lagunas I y II:

$$\text{Permanencia (días)} = 17.867,5 \text{ m}^3 / 29.222,17 * 0,29 \text{ m}^3/\text{día} = 2,11 \text{ días}$$

Se calculó la temperatura de la laguna para invierno y verano como:

$$T = (T_a + 2 * h * T_e / P) / (1 + 2 * h / P)$$

Donde:

T<sub>a</sub> = Temperatura del aire (°C)

T<sub>e</sub> = Temperatura del efluente (°C)

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

h = profundidad (m)

P = Permanencia (días)

T. de cálculo verano (°C) = 21,36

T. de cálculo invierno (°C) = 12,67

Luego se calculó la constante para las temperaturas de invierno y verano como:

$$K_T = K_{1a} \square^{T-20}$$

$$K_T (\text{día}^{-1}) \text{ verano} = 2,71$$

$$K_T (\text{día}^{-1}) \text{ invierno} = 1,63$$

En consecuencia:

$$S = \text{DBO salida verano (mg/l)} = 151,43 \text{ mg/l} / (1 + 2,71(1/\text{día}) * 2,11 \text{ días}) = 22,58$$

$$S = \text{DBO salida invierno (mg/l)} = 178,97 \text{ mg/l} / (1 + 1,63(1/\text{día}) * 2,11 \text{ días}) = 40,31$$

$$\text{Eficiencia verano} = S_0 - S / S_0 = (151,43 \text{ mg/l} - 22,58 \text{ mg/l}) / 151,43 \text{ mg/l} = 0,851 = 85,1 \%$$

$$\text{Eficiencia invierno} = (178,97 \text{ mg/l} - 34,11 \text{ mg/l}) / 178,97 \text{ mg/l} = 0,775 = 77,5 \%$$

Para Laguna III:

$$\text{Permanencia (días)} = 26.373,7 \text{ m}^3 / 29.222,17 * 0,42 \text{ m}^3/\text{día} = 2,15 \text{ días}$$

Se calculó la temperatura de la laguna para invierno y verano como:

$$T = (T_a + 2 * h * T_e / P) / (1 + 2 * h / P)$$

$$\text{Temperatura de cálculo verano (°C)} = 21,36$$

$$\text{Temperatura de cálculo invierno (°C)} = 12,66$$

Luego se calculó la constante para las temperaturas de invierno y verano como:

$$K_T = K_{1a} \square^{T-20}$$

$$K_T (\text{día}^{-1}) \text{ verano} = 2,71$$

$$K_T (\text{día}^{-1}) \text{ invierno} = 1,63$$

En consecuencia:

$$S = \text{DBO salida verano (mg/l)} = 151,43 \text{ mg/l} / (1 + 2,71(1/\text{día}) * 2,15 \text{ días}) = 22,22$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

$$S = \text{DBO salida invierno (mg/lit)} = 178,97 \text{ mg/lit} / (1 + 1,63(1/\text{día}) * 2,15 \text{ días}) = 39,78$$

$$\text{Eficiencia verano} = S_0 - S / S_0 = (151,43 \text{ mg/lit} - 22,22 \text{ mg/lit}) / 151,43 \text{ mg/lit} = 0,853 = 85,3 \%$$

$$\text{Eficiencia invierno} = (178,97 \text{ mg/lit} - 39,78 \text{ mg/lit}) / 178,97 \text{ mg/lit} = 0,778 = 77,8 \%$$

Requerimientos de aireación:

### Cálculos

Según Requerimiento de  $O_2$   $1,5 * \text{DBO}_5$  removida

Se eligió la época del año con mayor requerimiento de  $O_2$  en este caso el invierno:

Para Lagunas I y II:

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de } O_2 \text{ hasta etapa intermedia} &= 1,5 * 4.261,29 * 0,29 \text{ Kg/día} = \\ &= 1.853,66 \text{ kgO}_2/\text{d} = 77,24 \text{ kgO}_2/\text{h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de } O_2 \text{ hasta etapa final} &= 1,5 * 5.229,78 * 0,29 \text{ Kg/día} = \\ &= 2.274,95 \text{ kgO}_2/\text{d} = 94,79 \text{ kgO}_2/\text{h} \end{aligned}$$

Para Lagunas III:

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de } O_2 \text{ hasta etapa intermedia} &= 1,5 * 4.261,29 * 0,42 \text{ Kg/día} = \\ &= 2.684,61 \text{ kgO}_2/\text{d} = 111,86 \text{ kgO}_2/\text{h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de } O_2 \text{ hasta etapa final} &= 1,5 * 5.229,78 * 0,42 \text{ Kg/día} = \\ &= 3.294,76 \text{ kgO}_2/\text{d} = 137,28 \text{ kgO}_2/\text{h} \end{aligned}$$

Suponiendo que un aireador de 1 HP entrega 0,85  $\text{kgO}_2/\text{h}$

$$\text{Potencia hasta etapa intermedia /lagunas I y II:} = \text{Requerimiento de } O_2 / 0,85 = 73,46 \text{ kgO}_2/\text{h} / 0,85 \text{ kgO}_2/\text{h/HP} =$$

$$= 90,87 \text{ HP} = \mathbf{67,80 \text{ Kw}}$$

$$\text{Potencia hasta etapa intermedia /laguna III:} = \text{Requerimiento de } O_2 / 0,85 = 106,53 \text{ kgO}_2/\text{h} / 0,85 \text{ kgO}_2/\text{h/HP} =$$

$$= 131,6 \text{ HP} = \mathbf{98,2 \text{ Kw}}$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Potencia hasta etapa final /lagunas I y II: = Requerimiento de O<sub>2</sub> /0.85 = 73,46 kgO<sub>2</sub>/h/0,85 kgO<sub>2</sub>/h/HP =

$$= 111,52 \text{ HP} = \mathbf{83,22 \text{ Kw}}$$

Potencia hasta etapa final /laguna III: = Requerimiento de O<sub>2</sub> /0.85 = 106,53 kgO<sub>2</sub>/h/0,85 kgO<sub>2</sub>/h/HP =

$$= 161,51 \text{ HP} = \mathbf{120,53 \text{ Kw}}$$

Los valores mínimos según ENHOSa son:

Potencia mínima para mantener la MC (w/m<sup>3</sup>)  $\geq 3 = 0.0042\text{HP}/\text{m}^3$

Potencia/lagunas I y II =  $0,0042\text{HP}/\text{m}^3 * 17.867,5 \text{ m}^3 = 75,04 \text{ HP}/\text{lag}$ .

.  $= 0,003 \text{ Kw}/\text{m}^3 * 17.867,5 \text{ m}^3 = 53,60 \text{ Kw}/\text{lag}$ .

Potencia/laguna 3 =  $0.0042\text{HP}/\text{m}^3 * 26.373,7 \text{ m}^3 = 110,77 \text{ HP}/\text{lag}$ .

.  $= 0.003 \text{ Kw}/\text{m}^3 * 26.373,7 \text{ m}^3 = 79,12 \text{ Kw}/\text{lag}$ .

Como se puede ver es mayor la potencia demandada por la cantidad de oxígeno requerido, que la necesaria para mantener la mezcla completa. En consecuencia se tomará el valor mayor, más teniendo en cuenta que el líquido que entra es totalmente anaerobio y se necesita una fuerte incorporación de Oxígeno para revertir esas condiciones:

Hasta etapa intermedia:

**Se adoptan 3 aireadores/laguna de: 22 Kw c/u - Lagunas I y II = 66 Kw/lag.**

**Se adoptan 5 aireadores/laguna de: 22 Kw c/u - Laguna III =110 Kw/lag.**

Hasta etapa final:

**Se adoptan 4 aireadores/laguna de: 22 Kw c/u - Lagunas I y II = 88 Kw/lag.**

**Se adoptan 6 aireadores/laguna de: 22 Kw c/u - Laguna III = 132 Kw/lag.**

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Que hacen una potencia total = 308 Kw, equivalente a  $5 \text{ w/m}^3 > 3 \text{ w/m}^3$  = a la potencia recomendada por el Ing. Higa.

Se verificó la Eficiencia bacteriológica, por el modelo de flujo disperso:

$$N/N_0 = 4 a * e^{1/(2di)} / [(1+a)^2 * e^{a/(2di)} - (1-a)^2 * e^{-a/(2di)}]$$

$$a = (1 + 4 k_b * t * di)^{1/2} \quad \text{Cte adimensional}$$

t permanencia

di cte difusión

kb cte mortalidad bacteriana ( $\text{día}^{-1}$ )

$$kb = k_{b20} * \theta^{(T-20)} \quad k_{b20} = 0,934 \text{ día}^{-1}$$

$$\theta = 1,07$$

$$N_0 = 5,6E+06$$

$$kb = 0,751166$$

$$di = 0,5172$$

$$R1 = 1,4$$

$$a = 1,78448$$

$$N/N_0 = 0,432335$$

$$N = 2,42E+06$$

### Lagunas aireadas facultativas

Actualmente, el sistema de tratamiento se continúa con 2 (dos) lagunas aireadas facultativas en serie, de las cuales, la primera se proyectó incorporarla a la etapa anterior transformandola en mezcla completa.

Si bien, por los valores de DBO de salida de las lagunas aireadas de mezcla completa calculados, solo se necesitarían lagunas de sedimentación, se optó por diseñar lagunas aireadas facultativas con tiempos de permanencia menores, que además de sedimentar el efluente, continuaran con el proceso de degradación biológica.

**Cuadro N° 21. Datos de partida lagunas aireadas facultativas**

QC (intermedia)	18.700,06	$\text{m}^3/\text{día}$
-----------------	-----------	-------------------------



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

DBO 5 soluble entrada verano	17,78	mg/lt
DBO 5 soluble entrada invierno	30,77	mg/lt
QC (final)	29.222,17	m <sup>3</sup> /día
DBO 5 soluble entrada verano	23,45	mg/lt
DBO 5 soluble entrada invierno	37,25	mg/lt
DBO 5 total entrada verano	= 1.8* DBO <sub>5</sub> soluble = 46,91	mg/lt
DBO 5 total entrada invierno	= 1.8* DBO <sub>5</sub> soluble = 74,49	mg/lt
Carga orgánica verano	1.168,56	Kg/día
Carga orgánica invierno	2.092,17	Kg/día

### Parámetros de diseño

Carga orgánica volumétrica de diseño (kgDBO/m<sup>3</sup>\*d)

Boyko 0,035

Thimsen 0,016

Sawyer 0,08

### Dimensiones laguna existente:

Largo medio = 162,2 m

Ancho medio = 54,2 m

Profundidad útil = 3 m

Volumen = 26.373,7 m<sup>3</sup>

Largo N.L. = 167 m

Ancho N.L. = 59 m



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

$$\text{Área superficial} = 9.853,0 \text{ m}^2 = 0,985 \text{ ha}$$

*Dimensiones laguna proyectada:*

$$\text{Largo N.L.} = 162,6 \text{ m}$$

$$\text{Ancho N.L.} = 80,6 \text{ m}$$

$$\text{Área superficial} = 13.105,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Largo N.F.} = 150,6 \text{ m}$$

$$\text{Ancho N.F.} = 68,6 \text{ m}$$

$$\text{Área fondo} = 10.331,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidad útil} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = \frac{h}{3} * (A_s + A_f + \text{RCUAD}(A_s * A_f)) = 35.072,68 \text{ m}^3$$

Dado que el porcentaje de caudal que se derivará a la laguna existente es del 42 %, será:

$$\text{Permanencia (días)} = 26.373,7 \text{ m}^3 / 29.222,17 * 0,42 \text{ m}^3/\text{día} = 2,148 \text{ días}$$

$$\text{Carga volumétrica orgánica}_{\text{invierno}} = 2.324,63 \text{ Kg/día} * 0,42 / 26.373,7 \text{ m}^3 = 0,037 \text{ KgDBO/ m}^3\text{día}$$

$$\text{Carga volumétrica orgánica}_{\text{verano}} = 1.298,40 \text{ Kg/día} * 0,42 / 26.373,7 \text{ m}^3 = 0,0207 \text{ KgDBO/ m}^3\text{día}$$

Para la laguna proyectada será:

$$\text{Permanencia (días)} = 35.072,68 \text{ m}^3 / 29.222,17 * 0,58 \text{ m}^3/\text{día} = 2,07 \text{ días}$$

$$\text{Carga volumétrica orgánica}_{\text{invierno}} = 2.324,63 \text{ Kg/día} * 0,58 / 35.072,68 \text{ m}^3 = 0,0384 \text{ KgDBO/ m}^3\text{día}$$

$$\text{Carga volumétrica orgánica}_{\text{verano}} = 1.298,40 \text{ Kg/día} * 0,58 / 35.072,68 \text{ m}^3 = 0,0215 \text{ KgDBO/ m}^3\text{día}$$

Agregando una laguna, si bien las permanencias son menores a las recomendadas por ENOHSA, las cargas orgánicas resultantes, están cerca de los valores más bajos para verano y medios para invierno, propuestos por distintos autores como parámetros de diseño.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Asumiendo un modelo de primer orden, para la reducción de la DBO<sub>5</sub> en la laguna el valor de salida se puede calcular como en las lagunas aireadas de mezcla completa, solo que la fórmula se afecta por un factor F que corresponde al aporte de sustratos provenientes de la degradación anaerobia de los barros:

$$S = F * S_0 / (1 + K_T * P)$$

$$F_{\text{verano}} = 1,4$$

$$F_{\text{invierno}} = 1,05$$

### Resultado de los Cálculos

De acuerdo al modelo de primer orden, antes descripto los resultados de los cálculos fueron los siguientes:

$$T = (T_a + 2 * h * T_e / P) / (1 + 2 * h / P)$$

Donde:

T<sub>a</sub> = Temperatura del aire (°C)

T<sub>e</sub> = Temperatura del efluente (°C)

h = profundidad (m)

P = Permanencia (días)

*Laguna existente:*

T. de cálculo (°C) verano = 21,63 °C

T. de cálculo (°C) invierno = 11,17 °C

*Laguna proyectada:*

T. de cálculo (°C) verano = 21,63 °C

T. de cálculo (°C) invierno = 11,17 °C

$$K_T (\text{día}^{-1}) = k_{20} * \theta^{(T-20)}$$

$$k_{20} = 2,5$$

$$\theta = 1,06$$

*Laguna existente:*



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

$$K_T \text{ verano (día}^{-1}\text{)} = 2,75$$

$$K_T \text{ invierno (día}^{-1}\text{)} = 1,49$$

*Laguna proyectada:*

$$K_T \text{ verano (día}^{-1}\text{)} = 2,75$$

$$K_T \text{ invierno (día}^{-1}\text{)} = 1,49$$

En consecuencia la DBO<sub>5</sub> de salida será:

*Laguna existente:*

$$S = \text{DBOsalida verano} = 1,4 * 39,98 / (1 + 2,75 * 2,15) = \mathbf{8,11 \text{ mg/lt}}$$

$$S = \text{DBOsalida invierno} = 1,05 * 71,60 / (1 + 1,49 * 2,15) = \mathbf{17,85 \text{ mg/lt}}$$

$$\text{Eficiencia verano} = 88,7 \%$$

$$\text{Eficiencia invierno} = 75,1 \%$$

*Laguna proyectada:*

$$S = \text{DBOsalida verano} = 1,4 * 39,98 / (1 + 2,75 * 2,07) = \mathbf{8,37 \text{ mg/lt}}$$

$$S = \text{DBOsalida invierno} = 1,05 * 71,60 / (1 + 1,49 * 2,07) = \mathbf{18,37 \text{ mg/lt}}$$

$$\text{Eficiencia verano} = 88,3 \%$$

$$\text{Eficiencia invierno} = 74,3 \%$$

Requerimientos de aireación:

Los valores mínimos según ENHOSA son:

1) Potencia mínima (Kw/m<sup>3</sup>)      0,00075      a      0,001

2) Masa mín. De O<sub>2</sub>                      60% DBO

Dado que la opción 1) da mayor, se calculó por Kw/m<sup>3</sup>

### Cálculos

$$\text{Potencia mínima requerida laguna existente (Kw)} = 0,00075 \text{ Kw/m}^3 * 26.373,70 \text{ m}^3 = \mathbf{19,78}$$

$$\text{Potencia mínima requerida laguna existente (Kw)} = 0,001 \text{ Kw/m}^3 * 26.373,70 \text{ m}^3 = \mathbf{26,37}$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Potencia mínima requerida laguna proyectada (Kw) =  $0,00075 \text{ Kw/m}^3 * 35.072,68 \text{ m}^3 = 26,30$

Potencia mínima requerida laguna proyectada (Kw) =  $0,001 \text{ Kw/m}^3 * 35.072,68 \text{ m}^3 = 35,07$

**Potencia total requerida = 61,45 Kw = 82,34 HP**

**Se adoptan:**

**3 aireadores de 11 Kw, para la laguna existente**

**4 aireadores de 11 Kw para la laguna proyectada**

Que hacen una potencia total =  $77 \text{ Kw} = 103,18 \text{ HP}$

Que equivalente a una incorporación de  $\text{O}_2 = 0,85 * 103,18 \text{ HP} = 87,70 \text{ Kg O}_2/\text{h}$

Siendo la Carga orgánica (kgDBO/d) =  $2.092,17 = 87,17 \text{ Kg DBO}_5/\text{h}$

Equivale a una incorporación de  $\text{O}_2$  del 100% de la  $\text{DBO}_5$

Se verificó la Eficiencia bacteriológica, por el modelo de flujo disperso:

$$N/N_0 = 4 a * e^{1/(2di)} / [(1+a)^2 * e^{a/(2di)} - (1-a)^2 * e^{-a/(2di)}]$$

$$a = (1 + 4 k_b * t * di)^{1/2}$$

t Cte adimensional

di permanencia

kb cte mortalidad bacteriana ( $\text{día}^{-1}$ )

$$kb = k_{b20} * \theta^{(T-20)} \quad k_{b20} = 0,934 \text{ día}^{-1}$$

$$\theta = 1,07$$

$$N_0 = 2,42E+06$$

$$kb = 0,718745$$

$$di = 0,372627$$

$$1 = 1,4$$

$$a = 1,574137$$

$$N/N_0 = 0,440128$$

$$N = 1,07E+06$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

### Sedimentadores

En esta alternativa, se proyectó la eliminación de las algas de las lagunas con sedimentadores.

Las unidades de sedimentación se calcularon con los siguientes parámetros:

$$\text{Carga superficial} = 1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

$$\text{Permanencia} = 1,7 \text{ hs}$$

*Datos de partida:*

$$Q_{\text{etapa intermedia}} = 992,11 \text{ m}^3/\text{h} = 23.810,57 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{etapa final}} = 1.217,59 \text{ m}^3/\text{h} = 29.222,17 \text{ m}^3/\text{d}$$

*Resultado de los cálculos:*

$$\text{Superficie}_{\text{etapa intermedia}} = 992,11 \text{ m}^3/\text{h} / 1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} = 992,11 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie}_{\text{etapa final}} = 1217,59 \text{ m}^3/\text{h} / 1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} = 1217,59 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen}_{\text{etapa intermedia}} = 992,11 \text{ m}^3/\text{h} * 1,7 \text{ hs} = 1.686,58 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{etapa final}} = 1.217,59 \text{ m}^3/\text{h} * 1,7 \text{ hs} = 2.069,90 \text{ m}^3$$

$$\text{Profundidad} = 1.686,58 \text{ m}^3 / 992,11 \text{ m}^2 = 2.069,90 \text{ m}^3 / 1217,59 \text{ m}^2 = 1,70 \text{ m}$$

Se proyectarán 5 sedimentadores, de los cuales 4 se deberán construir en la primer etapa y el 5° en la segunda etapa. En consecuencia:

$$\text{Volumen sedimentador} = 2.069,90 \text{ m}^3/5 = 413,98 \text{ m}^3$$

$$\text{Área sedimentador} = 1217,59 \text{ m}^2/5 = 243,52 \text{ m}^2$$

Se adopta:

$$\text{Ancho} = 11,0 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = 22,0 \text{ m}$$

$$\text{Área sedimentador} = 242,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen sedimentación primer etapa} = 413,98 \text{ m}^3 * 4 = 1.655,9 \text{ m}^3$$

$$\text{Área sedimentación primer etapa} = 242,0 \text{ m}^2 * 4 = 968 \text{ m}^2$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Así mismo, para que sedimenten las algas será necesario la incorporación de un coagulante, que las aglutine, formando flocs más pesados que puedan sedimentar.

Se proyectó dosificar el coagulante en la cámara partidora para que se produzca la mezcla rápida en la cañería de ingreso y se diseñó una cámara con tabiques para que se produzca la floculación por mezcla hidráulica. A continuación se desarrolla el cálculo correspondiente:

Para el cálculo se utilizaron las Normas de Agua del ENOHSa.

### Mezcla rápida

- Tiempo de mezcla:  $< 7$  s
- Gradientes de velocidad: 300 a  $1200 \text{ s}^{-1}$ .

Longitud del caño de ingreso =  $3 \leq 11$  m

Diámetro del caño = 250 m

G = gradiente de velocidad

$$G = \sqrt{\frac{g \cdot \rho}{\mu} U \cdot J}$$

$$= 403,98 \text{ seg}^{-1} \quad (300 \leq 1200)$$

Para  $18^\circ\text{C}$ :  $\rho = 998,59 \text{ Kg m}^3$  -  $\mu = 1,057 \cdot 10^{-3} \text{ N s m}^2$

Para el cálculo de pérdida de carga unitaria se utilizó la ecuación de Hazen-Williams

$$J = 10,62 \cdot C^{-1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot Q^{1,85}$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

$$J = 0,011496 \quad \text{m/m}$$

$$\text{Veloc.} = Q/A = 1,533 \quad \text{m/s}$$

Tiempo = longitud/velocidad

$$t_{(3\text{m})} = 1,96 \quad \text{seg.}$$

$$t_{(11\text{m})} = 7,17 \quad \text{seg.}$$

### Floculador hidráulico

#### **Parámetros de diseño:**

- CGT entre 60 y 120
- $C = 0,05$  a  $0,20$ , más comúnmente  $C = 0,15$
- Tiempo de floculación (depende de la profundidad del manto)  $5 < T < 15$  min.
- Gradiente de velocidad (depende de la concentración y densidad de los flóculos)  
 $G < 5 \text{ s}^{-1}$
- Profundidad del manto  $1 < h < 3$  m (media 2 m)

$$Q = 0,067643919 \text{ m}^3/\text{s} = 67,64 \text{ l/s}$$

Se adopta una permanencia de 15 minutos  $\Rightarrow T = 15 \text{ min.} = 900 \quad \text{seg}$

$$\text{Volumen} = Q \cdot T = 60,88 \text{ m}^3$$

Se adopta: Largo = 11 m

$$\text{Profundidad} = 1,75 \quad \text{m}$$

$$\text{Ancho} = 3,16 \quad \text{m}$$

$$\text{Área transversal} = 19,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Área superficial} = 34,79 \text{ m}^2$$

Se adopta  $G = 1,75 \text{ seg}^{-1}$

$$\text{Veloc.} = Q/A_{\text{sup.}} = 0,002 \text{ m/s} = 7,00 \text{ m/h}$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Con estos datos se calcula el número de chicanas:

$$\text{Número de canales entre chicanas} \quad m = \sqrt[3]{\frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{18}{13+9f} \left( \frac{A}{Q} G \right)^2 T}$$

$$m = 7,03$$

$$\text{separación entre chicanas} = 11\text{m} / 7,03 = 1,57 \text{ m}$$

Se adopta separación = 1,50 m

Verifica:

$$G * T = 1575,59$$

$$CGT = 110,29$$

La selección del coagulante y la determinación de la dosis, se hizo en base a la “Evaluación De Coagulantes Como Alternativa Para Remocion De Algas En El Efluente Del Sistema Lagunar Salguero Del Municipio De Valledupar” Luis Francisco Ramírez Hernández (M.sc en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.), Lorena F. Sierra Cuello (M.sc en Ciencias Ambientales) – Universidad Popular de César – Colombia, que se adjunta. Ponencia presentada en:

**8 Nombre del evento** EVENTO INTERNACIONAL AGUA 2013: EL RIESGO EN LA GESTION DEL AGUA *Tipo de evento:* Encuentro *Ámbito:* Internacional *Realizado el:* 2013-10-15, 2013-10-18 *en Cali - CALI-CLUB CAMPESTRE*

#### **Productos asociados**

- *Nombre del producto:* EVALUACIÓN DE COAGULANTES COMO ALTERNATIVA PARA REMOCION DE ALGAS EN EL EFLUENTE DEL SISTEMA LAGUNAR SALGUERO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR *Tipo de producto:* Producción bibliográfica - Trabajos en eventos (Capítulos de memoria) - Completo
- *Nombre del producto:* EVALUACIÓN DE COAGULANTES COMO ALTERNATIVA PARA REMOCION DE ALGAS EN EL EFLUENTE DEL SISTEMA LAGUNAR SALGUERO DEL MUNICIPIO DE VALLEDUPAR *Tipo de producto:* Producción técnica - Presentación de trabajo -



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Ponencia

En dicho trabajo se comparan los coagulantes: Cloruro férrico – Policloruro de aluminio y Sulfato de aluminio.

Comportamiento del agua registradas después de la aplicación de los distintos coagulantes y determinación de la concentración residual de algas en  $\mu\text{g/ml}$ .

**Cuadro N° 22. Cloruro Férrico (FeCl<sub>3</sub>)**

Jarra	pH antes	Dosis (mg/L)	Turbidez (NTU)	pH después	Algas
1 (Testigo)	7,00	0	41,8	7,0	1,15632
2	7,01	225	0,71	5,6	0,07884
3	7,00	230	0,69	5,5	
4	6,99	235	0,537	5,5	0,07884
5	6,99	240	0,578	5,4	
6	6,99	245	0,661	5,3	

**Cuadro N° 23. Policloruro de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3Al<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>·12H<sub>2</sub>O)**

Jarra	pH antes	Dosis (mg/L)	Turbidez (NTU)	pH después	Algas
1 (Testigo)	7,03	0	43	6,9	1,15632
2	6,97	85	0,846	6,2	
3	6,96	90	0,744	6,2	0,11826
4	7,01	95	1,42	6,1	
5	7,02	100	2,54	6,0	
6	7,01	105	5,85	6,1	0,11826



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Cuadro N° 24. Sulfato de Aluminio (AlSO<sub>4</sub>)

Jarra	pH antes	Dosis (mg/L)	Turbidez (NTU)	pH después	Algas (µg/ml)
1 (Testigo)	7	0	44	7,4	1.15632
2	7,02	75	13,2	4,6	
3	6,99	80	11,1	4,8	
4	6,98	85	12,8	4,9	0,07884
5	7	90	9,36	4,9	0
6	7,01	95	12,2	4,9	

La conclusión que se puede sacar es que la reducción de la turbiedad es simliar para los 2 primeros y menor para el AlSO<sub>4</sub>, mientras que el porcentaje de reducción de algas es similar para los 3 coagulantes, aunque un poco menor para el policloruro.

Por otra parte, se sabe que estos coagulantes reaccionan con la alcalinidad, por esto disminuyen el pH, de acuerdo a los resultados del los ensayos mencionados, el que menor influencia tiene sobre el PH, bajandolo menos de 1 punto es el Policloruro de Al.

El pH promedio de salida de planta es de 7,2.

Por este motivo, se considera más conveniente el uso de este coagulante, dado que con los otros dos se necesitaría la dosificación cal u otro alcalinizante para salir con un pH ≥ 6.

La dosis óptima de Policloruro de Al es de 90 mg/l = 90 g/m<sup>3</sup>

En consecuencia:

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de policloruro Al (Q}_{\text{etapa intermedia}}) &= 90 \text{ g/m}^3 * 992,11 \text{ m}^3/\text{h} = 89.289,65 \text{ g/h} = \\ &= 89,29 \text{ Kg/h} = 2.142,95 \text{ Kg/d} = 2,14 \text{ tn/d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Requerimiento de policloruro Al (Q}_{\text{etapa final}}) &= 90 \text{ g/m}^3 * 1.217,59 \text{ m}^3/\text{h} = 109.583,15 \text{ g/h} = \\ &= 109,58 \text{ Kg/h} = 2.630,00 \text{ Kg/d} = 2,63 \text{ tn/d} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen de policloruro Al (Q}_{\text{etapa intermedia}}) = 2,14 \text{ tn/d} / 1,3 \text{ tn/m}^3 = 1,65 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Volumen de policloruro Al (Q}_{\text{etapa final}}) = 2,63 \text{ tn/d} / 1,3 \text{ tn/m}^3 = 2,02 \text{ m}^3/\text{d}$$



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Según datos obtenidos por filtración de algas en laboratorio, se estimó una concentración de algas de  $1 \text{ ml/l} = 1 \text{ l/m}^3$

Volumen de algas ( $Q_{\text{etapa intermedia}}$ ) =  $0,001 * 992,11 \text{ m}^3/\text{h} = 0,992 \text{ m}^3/\text{h} = 23,81 \text{ m}^3/\text{d}$

Volumen de algas ( $Q_{\text{etapa final}}$ ) =  $0,001 * 1.217,59 \text{ m}^3/\text{h} = 1,218 \text{ m}^3/\text{h} = 29,22 \text{ m}^3/\text{d}$

Volumen total de barros ( $Q_{\text{etapa intermedia}}$ ) =  $1,65 \text{ m}^3/\text{d} + 23,81 \text{ m}^3/\text{d} = 25,46 \text{ m}^3/\text{d}$

Volumen total de barros ( $Q_{\text{etapa final}}$ ) =  $2,02 \text{ m}^3/\text{d} + 29,22 \text{ m}^3/\text{d} = 31,25 \text{ m}^3/\text{d}$

#### Extracción de barros:

En primer lugar se deberá colocar un puente barredor para arrastrar los flocs sedimentados hacia la tolva, desde donde se extraerán con una bomba de barros y se enviarán hacia playas de secado, que ocuparan una superficie mínima de  $500 \text{ m}^2$ .

#### Medición de caudal

Idem Alternativa I

#### Desinfección

Idem Alternativa I

#### Disposición final

Idem Alternativa I



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

#### V.1.3.4. Alternativas I y II – Sistema de aireación por difusión

##### Lagunas aireadas mezcla completa

Requerimiento de  $O_2 = 1,5 * DBO_5$  removida

De IV.2.2.1:

Se eligió la época del año con mayor requerimiento de  $O_2$  en este caso el invierno:

Requerimiento de  $O_2 = 1,5 * 0,754 * 5.229,78 \text{ Kg/día} = 5.914,88 \text{ kgO}_2/\text{d} = 246,45 \text{ kgO}_2/\text{h}$

De los cuales:

71,47  $\text{kgO}_2/\text{h}$  corresponden cada una de las lagunas más chicas

103,51  $\text{kgO}_2/\text{h}$  corresponden a la tercera laguna

Considerando que los difusores entregan  $15 \text{ gr O}_2/\text{m}^3 = 0,015 \text{ KgO}_2/\text{m}^3$

El requerimiento de aire será:

Lagunas aireadas M.C. 1 y 2 =  $71,47 \text{ kgO}_2/\text{h} / 0,015 \text{ KgO}_2/\text{m}^3 = 4.764,76 \text{ m}^3$  de aire

Laguna aireada M.C. 3 =  $103,51 \text{ kgO}_2/\text{h} / 0,015 \text{ KgO}_2/\text{m}^3 = 6.900,69 \text{ m}^3$  de aire

Dado que, de acuerdo al fabricante, colocando cadenas de 6 “ con 18 mecanismos por cadena, el aire incorporado sería de aproximadamente 1.000  $\text{m}^3$  por cadena y considerando que el efluente llega totalmente anaeróbico, se proyectó colocar:

**Lagunas aireadas M.C. 1 y 2: 7 cadenas con 18 mecanismos en cada una.**

**Laguna aireada M.C. 3: 9 cadenas con 18 mecanismos.**

##### Lagunas aireadas facultativas

Requerimiento mínimo de  $O_2 = 0,6 * \text{Carga orgánica}$

De Cuadro N° 66: Carga orgánica = 2.176,78 Kg DBO/día

Carga orgánica = 90,7 Kg DBO/h

Requerimiento mínimo de  $O_2 = 0,6 * 90,7 \text{ Kg DBO/h} = 54,42 \text{ Kg DBO/h}$

De los cuales:



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

71,47 kgO<sub>2</sub>/h corresponden cada una de las lagunas más chicas

103,51 kgO<sub>2</sub>/h corresponden a la tercera laguna

Considerando que los difusores entregan  $15 \text{ gr O}_2/\text{m}^3 = 0,015 \text{ KgO}_2/\text{m}^3$

El requerimiento de aire será:

Laguna aireada facultativa 1 =  $23,16 \text{ kgO}_2/\text{h} / 0,015 \text{ KgO}_2/\text{m}^3 = 1.543,82 \text{ m}^3$  de aire

Laguna aireada facultativa 2 =  $31,26 \text{ kgO}_2/\text{h} / 0,015 \text{ KgO}_2/\text{m}^3 = 2.084,15 \text{ m}^3$  de aire

De acuerdo a los rendimientos descriptos anteriormente, se proyectó colocar:

**Laguna aireada facultativa 1 = 3 cadenas con 18 mecanismos.**

**Laguna aireada facultativa 2 = 4 cadenas con 18 mecanismos.**

Según cálculos del fabricante, irían 3 soplantes de 10.000 m<sup>3</sup> /hr., tipo Repicky modelo 6,5 con motores de 150 HP.

En este caso, si bien el sistema de aireación por difusión utiliza aproximadamente un 25 % menos energía, resulta más costoso y complejo su mantenimiento y reposición, en consecuencia se opta por la **Alternativa de Aireadores superficiales.**

Una vez definidas estas alternativas de equipamiento para el sistema de tratamiento, se evaluarán las Alternativas I y II, para definir la fase de afinamiento.

### **Reutilización de aguas residuales tratadas para riego**

Como posibilidad de disposición final de las Alternativas I y II, se deja la opción de la utilización de los efluentes tratados, con calidad compatible a las recomendaciones del OMS, para el riego de cultivos aprovechando los beneficios de los nutrientes disueltos. Esta posibilidad debe ser desarrollada con profundos análisis técnicos y económicos de factibilidad, acorde a la región y sus características de valle irrigado, la calidad de agua para riego, actividades de producción que posicionan al reuso de las aguas residuales tratadas como alternativa de sustentabilidad en el emprendimiento de nuevas actividades del desarrollo local.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Si bien el uso de aguas residuales en la agricultura puede aportar beneficios generando nuevos proyectos productivos con generación de empleo y réditos económicos, su uso no controlado generalmente está relacionado con impactos significativos sobre la salud humana. Estos impactos en la salud se pueden minimizar cuando se implementan buenas prácticas de manejo, que se adquieren con la capacitación del personal.

## **VI. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

### **VI.1. Identificación de potenciales impactos directos e indirectos**

En este punto se evaluaron los impactos generados por las acciones a realizar para materializar el Plan Director del Sistema de desagües cloacales de la ciudad de General Roca.

#### **VI.1.1. Colectores**

En el Ítem V.1.1 se muestran las trazas de los nuevos colectores, que fueron diseñadas respetando, tanto al ambiente natural, como al antrópico. Siempre se proyectaron sobre calles existentes o previstas y se trató de utilizar calles de tierra o banquetas, a fin de causar el menor impacto posible.

#### **VI.1.2. Estaciones elevadoras e impulsiones**

Al igual que con los colectores, en el Ítem V.1.2 se muestran las trazas de las nuevas impulsiones, que fueron diseñadas respetando, tanto al ambiente natural, como al antrópico. Siempre se proyectaron sobre calles existentes o previstas y se trató de utilizar calles de tierra o banquetas, a fin de causar el menor impacto posible. De la misma manera se trabajó en el proyecto de las Estaciones Elevadoras, que también se muestran en el ítem V.1.2.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

### **VI.1.3. Plantas Depuradoras**

En todos los casos se consideró el tratamiento del líquido cloacal en 2 plantas depuradoras.

Planta ubicada en zona norte de J.J. Gómez, esta Planta se construyó en un sector intermedio de bardas, aprovechando un predio de canteras abandonadas, por lo tanto su impacto es mínimo, además el efluente será reutilizado para riego. Se proyectó su ampliación dentro del terreno disponible, permitiendo tratar el 11 % del caudal de líquidos cloacales previsto para el período de diseño del proyecto.

Para el resto de los líquidos cloacales se propusieron 3 (tres) alternativas.

Debido a que en la Alternativa III, se propone tratar el efluente en una nueva Planta Depuradora y que esto implica una inversión importante, además como se ve en el cuadro comparativo, si bien desde el punto de vista ambiental el tratamiento más natural y con reuso para riego es mejor. La potencia eléctrica necesaria para elevar el líquido a la zona de tratamiento es muy alta, lo que hace que los costos de inversión y funcionamiento sean demasiado caros. Además el elevado consumo de energía, hace que las ventajas ambientales de este tipo de tratamiento se anulen. En consecuencia, se optó por descartar esta alternativa. Ver Cuadro N° 10.

En consecuencia se analizaron más en profundidad las 2 (dos) variantes de adecuación de la Planta Depuradora principal ubicada al sureste de la localidad.

- Alternativa I: Lagunas anaeróbicas + aereadas mezcla completa + aereadas facultativas.
- Alternativa II: Tratamiento de pulido con floculación-sedimentación.

### **VI.2. Acciones relevantes ambientalmente**

En este punto se describen someramente las acciones más relevantes de ejecución y operación del proyecto, evaluadas en el análisis de los impactos sobre el medio ambiente:

#### **Descripción de impactos:**

##### **VI.2.1. Impactos en la Etapa de Construcción de colectores e impulsiones**



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

En el caso de la construcción de redes de colectores, colectores troncales e impulsiones, se identificaron las siguientes acciones que podrán generar impactos, se mencionan sintéticamente a continuación:

1. Remoción de la capa vegetal y tala de arbustos
2. Movimiento de suelos
3. Interferencia en napas
4. Acopio transitorio de materiales
5. Acondicionamiento de caminos
6. Tránsito vehicular
7. Generación de residuos
8. Conflictos por expropiaciones (en caso de ser privada la propiedad)
9. Oferta de empleo local
10. Aumento en la demanda de servicios locales

#### **VI.2.2. Impactos en la Etapa de Construcción de Ampliación de Plantas Depuradoras**

En el caso de la construcción de la ampliación de los sistemas de lagunas de la Plantas Depuradoras del efluente cloacal de la ciudad de General Roca, se identificaron las siguientes acciones que podrán generar impactos, se mencionan sintéticamente a continuación:

1. Remoción de la capa vegetal y tala de arbustos
2. Movimiento de suelos
3. Acopio transitorio de materiales
4. Acondicionamiento de caminos
5. Tránsito vehicular
6. Generación de residuos
7. Migración temporal de aves y fauna
8. Oferta de empleo local
9. Aumento en la demanda de servicios locales

#### **VI.2.3. Impactos en la etapa de Operación**

Se identificaron los siguientes impactos en la etapa de operación de la Plantas Depuradoras:

1. · Mejoramiento en la calidad del efluente
2. · Disminución de la contaminación del río y napas subterráneas



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

3. . Mejoramiento en la conservación de la calidad de agua del río
4. . Eliminación de pozos sépticos de las viviendas
5. . Disminución de riesgos de enfermedades hídricas
6. . Aumentos en el valor de los predios
7. . Mejoras en la afluencia del turismo local
8. . Generación de puestos de trabajo
9. . Ruido y malos olores en estaciones de bombeo
10. . Generación de eventuales olores y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región.
11. . Afectación del suelo por infiltraciones de aguas residuales
12. . Afectación de receptores hídricos por descargas de aguas residuales mal tratadas
13. . Afectación de población de aves por la operación de la planta y por la forestación
14. . Impacto visual por la implantación de las lagunas

**Cuadro N° 25. · Resumen de Acciones Relevantes en las 2 etapas**

<b>Etapa</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Impacto</b>	<b>Recomendaciones</b>
Construcción	Aire	Aumento material particulado (PM10) Aumento de gases (maquinarias y vehículos) Incremento de ruido	Uso de vehículos y maquinarias en buen estado de mantención. Humidificar caminos y acopio de materiales. No realizar quemas. Coordinar trabajos con el Municipio. Transporte de materiales en camiones debidamente cubiertos. Circulación de vehículos a bajas velocidades al interior del recinto y accesos
	Suelo	Generación de procesos erosivos	No se eliminará suelo vegetal más de lo imprescindible. Y se repondrá en los lugares perímetro donde irá la Franja Arborizada.
	Agua	Posible contaminación de napas y acuíferos	En los sitios que sea necesario hacer depresión de napas, se deberá trabajar con el equipamiento y cuidados necesarios para evitar la contaminación de las mismas.
	Infra estructura vial	Aumento del tránsito vehicular, con posibilidad de aumento de accidentes de tránsito.	Se evaluarán y utilizarán las vías de acceso de menor impacto con coordinación con el municipio. Se realizarán mejoras en los caminos de acceso



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

			Acordar horarios de labores que no alteren las horas de descanso, ni las actividades de los centros educativos y de salud.
	Paisaje y estética	Cambios en el aspecto visual	Evitar acopio de residuos
Operación	Aire	Aumento de gases (dependiendo de funcionamiento) Posible generación de ruidos.	Se deberán utilizar equipos de bajo nivel de generación de ruidos en las E.Elevadoras y para los sistemas de aireación. Usar sistemas de filtros de aire para evitar olores en las E. E. Emplazamiento de la Planta Depuradora en el área rural. Plantación de una cortina vegetal perimetral de especies arbóreas y arbustivas adecuadas (ej. olmos, eucaliptos, álamos, ciprés, etc.). Trabajar coordinadamente con el plan de ordenamiento territorial del Municipio
	Agua	Posible contaminación de napas y acuíferos por filtraciones	Impermeabilización de la planta en áreas en las que el acuífero y la napa se encuentren a una profundidad considerable
		Posible contaminación del río por fallas de operación	Mantener un buen control del funcionamiento de la Planta para evitar fallas operacionales.
	Suelo		Por el posible uso como riego en cultivos, existe una potencial fuente de contaminación con los riesgos para la salud que esto implicaría
		Acumulación de lodos y material en rejillas y desarenadores	Tratamiento y disposición correspondiente con el tipo de material acumulado según normativa vigente y con empresas certificadas

## DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS RELEVANTES

### VI.2.4. Impactos en la Etapa de Construcción de colectores e impulsiones

1) Eliminación de la cobertura vegetal: comprende el conjunto de tareas tendientes a eliminar los diferentes estratos de vegetación (herbáceo, arbustivo y arbóreo), mediante el uso de equipamiento específico como por ejemplo motosierras, vehículos para transporte de residuos de porte diverso y herramientas de mano. Implica la denudación de superficies, producida por las tareas de limpieza del predio.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

La construcción de las redes se hará sobre terrenos modificados antrópicamente, por lo cual, no será un impacto a considerar.

2) Movimiento de suelo: Se refiere a los trabajos de excavación de zanjas para la colocación de caños colectores e impulsiones. Implica el empleo de maquinarias tipo palas cargadoras y retroexcavadoras y eventualmente vehículos para el transporte de excedentes de suelo y/o de arena o suelo especial para relleno.

Un impacto importante por su extensión, aunque reversible, se genera al realizarse las tareas de excavación que producen deterioro de la infraestructura vial, que será más relevante en el tendido de redes por calles pavimentadas, donde se sumará la rotura de pavimento. Éste, a su vez, será más significativo en las excavaciones necesarias para la colocación de colectores troncales de gran diámetro.

El movimiento de suelos necesario para la colocación de cañerías y la construcción de las Estaciones elevadoras, prevé un volumen de excavación relativamente importante, por cuanto la nivelación del lugar y la excavación afectarían las capas superficiales del suelo. Esta acción además, alteraría la geomorfología de forma negativa porque modificarían el tramado natural, alterando también la litología y tendiendo a favorecer procesos erosivos (eólicos e hídricos).

Así mismo, ocasionará una pérdida temporal en la calidad del aire en función del incremento de polvo y material particulado en suspensión, generando además una contaminación física y química por los gases de las máquinas trabajando. El efecto, evidentemente negativo, tendrá una duración acotada al tiempo de obra y no representa una modificación demasiado importante respecto de lo observado usualmente en una zona caracterizada por la ocurrencia de vientos.

Esta acción, afectará el drenaje natural y la calidad de aguas, en los sitios que cuentan con la presencia de líneas de escorrentías superficiales temporales, donde se podría producir un incremento temporal de la cantidad de sólidos suspendidos por arrastre, con la consecuente modificación en las características fisicoquímicas del recurso.

3) Interferencia en las napas: En la excavación para los colectores que puede llegar a 4 m de profundidad, dado que se pueden encontrar napas a 2 mts de profundidad, para esto trabajos se deberán realizar depresiones de napa.

Esta acción producirá acciones sobre los suelos circundantes generando procesos erosivos

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

La acción de interferir las napas con el movimiento de suelos, generará una alteración del acuífero freático, pudiendo producir un incremento temporal de la cantidad de sólidos suspendidos por arrastre, generando una modificación en las características fisicoquímicas del agua. Si bien será un impacto significativo, también será transitorio.

Esta tarea, al igual que el movimiento de suelos, producirá inconvenientes en el normal desarrollo de las actividades de las personas que circulan por la zona.

4) Acopio y manipulación transitoria de materiales: Esta acción está relacionada con la disposición transitoria de materiales de índole diversa tales como caños, áridos, materiales para la colocación de la cañería y de construcción. Esta acción producirá un impacto negativo sobre el paisaje poco significativo y transitorio, dado que se produce solo durante la etapa de construcción del emprendimiento. Esta operación incluye la colocación de cañerías, que implica desplazamiento de caños y equipamiento para su colocación la construcción de Estaciones Elevadoras, que si bien afecta un área pequeña, como se ubican en sitios más cercanos a zonas pobladas, producirá una alteración moderada, aunque transitoria.

5) Acondicionamiento de caminos: Las tareas de acondicionamiento de los caminos necesarios para la obra implicaría una afectación sobre las propiedades edáficas, la litología y produciría un incremento en los procesos erosivos (eólicos e hídricos) como se desarrolló en el ítem (2), aunque esta acción será de poca extensión, porque en casi todas las construcciones ya hay caminos abiertos.

A su vez los caminos representan una mayor accesibilidad, comunicación y un incremento en las oportunidades económicas y de progreso en el medio. Pero dichos usos del suelo en caminos, resta suelo útil a actividades como la agrícola o forestal o del disfrute de un espacio natural y del paisaje respectivo. El acondicionamiento de caminos implicaría generación de puestos de trabajo, y mejoraría las comunicaciones y transportes (de residuos por ejemplo), con lo que mejoraría también la calidad de vida de la sociedad.

6) Tránsito vehicular: Acción que define el uso de vehículos, implicado en el transporte de materiales y personal, involucrado en la materialización de las diferentes acciones del proyecto especialmente durante la etapa de construcción.

Esta acción, en particular de vehículos de gran porte, generará al mismo tiempo un aumento del nivel ambiental de ruido y de emanaciones de gases de combustión, lo cual impactará negativamente sobre la calidad del aire. En ambos casos se trata de un efecto negativo, de carácter temporal, pero que perturbaría al ecosistema local.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Así mismo podrá ocasionar un impacto negativo sobre el nivel de infraestructura vial existente, por ejemplo sobre el tránsito urbano, dependiendo de la ubicación del sitio evaluado.

7) Impermeabilización de superficies: Esta acción del proyecto se refiere a la implantación del conjunto de obras sobre el terreno natural y toda otra construcción que prevea la construcción de superficies impermeables, que modifiquen el área disponible para la libre infiltración de las escorrentías superficiales. Producirá una modificación del patrón de escurrimientos superficiales que se evalúa como muy poco significativa, ya que este impacto se producirá solo por la implantación de Estaciones Elevadoras, por lo tanto la extensión del área de impacto es pequeña.

8) Generación y vertido de residuos: En esta etapa se generarían residuos propios de las tareas a realizar y de la presencia humana que afectarían el suelo, las aguas superficiales y levemente a las subterráneas, que se serán tratados según normativa vigente. Dichos residuos podrían propiciar la proliferación de alimañas y/o insectos, como también impactarían negativamente en el paisaje como en la calidad de vida y bienestar de las personas, pero levemente y en forma transitoria, porque todos los residuos mencionados se tratarían correctamente. Las actividades que se mencionaron también implicarían la creación de puestos de trabajo.

9) Utilización de mano de obra: Se refiere fundamentalmente al empleo de personal transitorio, durante la etapa de construcción de la obra.

#### **VI.2.5. Impactos en la Etapa de Construcción de ampliaciones de Plantas Depuradoras**

1) Eliminación de la cobertura vegetal: Comprende el conjunto de tareas tendientes a eliminar los diferentes estratos de vegetación (herbáceo, arbustivo y arbóreo), mediante el uso de equipamiento específico como por ejemplo motosierras, vehículos para transporte de residuos de porte diverso y herramientas de mano. Implica la denudación de superficies, producida por las tareas de limpieza del predio.

Esto ocasionará un efecto negativo mínimo sobre la vegetación nativa, por la eliminación de la misma, tanto arbórea, como arbustiva y herbácea en sectores no muy amplios. Si bien se evaluó este impacto como negativo, en función del estado general de la flora nativa del sitio (prácticamente inexistente), según lo expresado en la descripción del ambiente, estos ambientes ya están muy intervenidos por el hombre del ecosistema, también afectaría a la fauna local y su hábitat, aunque en un grado mínimo.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Esta acción, además, generará un impacto negativo mínimo, vinculado con la eliminación de horizontes superficiales y con la potenciación de procesos erosivos del suelo, al perder estructura y humedad por la desaparición de la vegetación.

Los efectos si bien se consideran de baja reversibilidad, admiten la implementación de medidas de mitigación tendientes a minimizar sus consecuencias.

2) Movimiento de suelo: se refiere a los trabajos de perfilado del relieve y modificación de la topografía original. Implica el empleo de maquinarias tipo palas cargadoras y retroexcavadoras y eventualmente vehículos para el transporte de excedentes de suelo.

El movimiento de suelos necesario para la construcción de las lagunas y obras complementarias, prevé un volumen de excavación relativamente importante, por cuanto la nivelación del lugar y la excavación afectarían las capas superficiales del suelo. Esta acción además, alteraría la geomorfología de forma negativa porque modificarían el tramado natural, alterando también la litología y tendiendo a favorecer procesos erosivos (eólicos e hídricos).

Así mismo, ocasionará una pérdida temporal en la calidad del aire en función del incremento de polvo y material particulado en suspensión, generando una contaminación física y química por los gases de las máquinas trabajando. El efecto, evidentemente negativo, tendrá una duración acotada al tiempo de obra y no representa una modificación demasiado importante respecto de lo observado usualmente en una zona caracterizada por la ocurrencia de vientos. Asimismo la ubicación los sitios, alejados de la ciudad, reduce la importancia de este efecto.

Esta acción, afectará el drenaje natural y la calidad de aguas, en los sitios que cuentan con la presencia de líneas de escorrentías superficiales temporales, donde se podría producir un incremento temporal de la cantidad de sólidos suspendidos por arrastre, con la consecuente modificación en las características fisicoquímicas del recurso.

3) Acopio transitorio de materiales: Esta acción está relacionada con la disposición transitoria de materiales de índole diversa (áridos, materiales para la construcción y otros), durante la etapa de construcción del emprendimiento. Esta acción producirá un impacto negativo sobre el paisaje, aunque poco significativo y transitorio.

4) Tránsito vehicular: acción que define el uso de vehículos, implicado en el transporte de materiales y personal, involucrado en la materialización de las diferentes acciones del proyecto evaluadas en el presente documento.

El incremento del tránsito vehicular, provocaría un deterioro de la litología en los caminos y su periferia y un probable incremento en los procesos erosivos.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Esta acción, en particular de vehículos de gran porte, generará al mismo tiempo un aumento del *nivel ambiental de ruido* y de *emanaciones de gases de combustión*, lo cual impactará negativamente sobre la calidad del aire. En ambos casos se trata de un efecto negativo leve por ser un área alejada de la ciudad, de carácter temporal, pero que perturbaría al ecosistema local y afectaría a la fauna del medio.

Así mismo podrá ocasionar un impacto negativo sobre el nivel de infraestructura vial existente, por ejemplo sobre el tránsito urbano, dependiendo de la ubicación del sitio evaluado.

5) Impermeabilización de superficies: esta acción del proyecto se refiere a la implantación del conjunto de obras sobre el terreno natural y toda otra construcción que prevea la construcción de superficies impermeables, que modifiquen el área disponible para la libre infiltración de las escorrentías superficiales. Producirá una modificación del patrón de escurrimientos superficiales que se evalúa como poco significativa teniendo en cuenta la extensión del área de impacto.

Por su parte la impermeabilización de superficies vinculada con la implantación de la infraestructura asociada al proyecto, en los sitios cercanos al río, podrá modificar la tasa de recarga de los niveles freáticos alterando las condiciones de drenajes naturales, a causa de una disminución de la superficie disponible para el libre escurrimiento e infiltración del agua. En este caso, se trata de un impacto de características permanentes.

6) Generación y vertido de residuos: En esta etapa se generarían residuos propios de las tareas a realizar y de la presencia humana que afectarían el suelo, las aguas superficiales y levemente a las subterráneas, que se serán tratados según normativa vigente. Dichos residuos podrían propiciar la proliferación de alimañas y/o insectos, como también impactarían negativamente en el paisaje como en la calidad de vida y bienestar de las personas, pero levemente y en forma transitoria, porque todos los mencionados se tratarían correctamente. Las actividades que se mencionaron también implicarían la creación de puestos de trabajo.

7) Utilización de mano de obra: Se refiere fundamentalmente al empleo de personal transitorio, durante la etapa de construcción de la obra.

En lo concerniente al nivel de empleo, la construcción del sistema de tratamiento, en especial la obra civil, demandará la contratación de personal con diferentes grados de capacitación, lo que redundará en un impacto positivo sobre el componente socioeconómico evaluado, aunque limitado a la duración de los trabajos.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

## VI.2.6. Impactos en la Etapa de Operación

1) Colectores a gravedad e impulsiones: Funcionando normalmente en esta etapa no generarán ningún tipo de impacto.

2) Implantación de Estaciones Elevadoras: En la etapa de funcionamiento, el impacto que se puede producir en la zona, se deberá al ruido de los motores de las bombas y a la generación de olores desagradables. Este impacto en las plantas de bombeo intermedias será menor, dado que la potencia de las bombas es baja y la permanencia de los líquidos cloacales es escasa. En la Estación Elevadora principal el impacto puede ser mayor, por este motivo, el recinto donde se alojan las bombas estará lo suficientemente aislado para minimizar los ruidos. Y los sectores donde se generen vapores, estarán cerrados con circulación de aire forzada, con la instalación de filtros para los gases, que permitirán mantener controlada las emanaciones, para evitar la contaminación del aire por olores desagradables.

3) Implantación del conjunto de obras de planta de tratamiento: Acción vinculada con la materialización de cada una de las unidades a construir y sus correspondientes cañerías de enlace, sobre el medio existente en que se insertará el proyecto.

La existencia de las plantas depuradoras podría producir un impacto respecto de otros usos urbanos previstos para territorio linderos y una disminución en los valores inmobiliarios de las propiedades cercanas. Este efecto es poco relevante, dado que ambos sitios de ubicación, están suficientemente alejados de áreas urbanas y en los mismos ya existen plantas.

Por otra parte, el Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento (ENOHSA), sugiere mantener una distancia no menor a un kilómetro respecto del sector urbanizado más cercano.

En relación con la fauna, casi todas las acciones previstas producen un efecto negativo en el espacio natural y hábitat para especies naturales, aunque la magnitud será baja, por tratarse de ambientes con distintos grados de modificación previa debida a la presencia humana.

Todas las actividades asociadas al tratamiento de efluentes, implicarían creación de puestos de trabajo y un beneficio económico anticipado ya que evitaría futuros trabajos o inversiones en remediación o corrección de impactos producidos por la contaminación de agua residual no tratada.

4) Tratamiento de efluentes domiciliarios: Comprende el tratamiento y disposición final de los vertidos cloacales domiciliarios.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

El funcionamiento de la Planta Depuradora principal ubicada al Sureste de la ciudad, produce generación de gases, varios de ellos son de los principales contribuidores al efecto invernadero, y otros incluso nocivos para la salud humana aun en concentraciones menores ( $\text{SH}_2$ ). Especialmente en la Planta Depuradora principal, que tiene 3 lagunas anaerobias, para minimizar este impacto, se proyectó su cobertura, la cual además de evitar su liberación a la atmósfera, permitirá el aprovechamiento de los mismos mediante la combustión ( $\text{CH}_4$ ) para provocar el funcionamiento de generadores de energía eléctrica, que será utilizada para requerimientos de la planta.

Se ha previsto la incorporación en la Planta Depuradora de una etapa para acondicionamiento de líquidos provenientes de camiones atmosféricos.

Los camiones atmosféricos volcarán, previo aceptación de su carga, en una unidad diseñada para tal. El líquido deberá ser tratado de manera de poder incorporarlo a las lagunas aireadas sin provocar desequilibrios del proceso que se desarrolla en las mismas.

El sistema de acondicionamiento para los líquidos provenientes de camiones atmosféricos considerará al menos las siguientes etapas:

- Rejas gruesas
- Tamices
- Compactación de sólidos gruesos provenientes de rejas para disposición final.
- Desarenado
- Desengrasado
- Tanque compensador con agitación previo al ingreso a las lagunas.
- Sistema de bombeo e impulsión a cámaras de ingreso de lagunas
- Sistema para abatimiento de olores

Para la evaluación de los efectos producidos por el tratamiento y la disposición final del líquido depurado, el proyecto se realizó de manera tal de obtener un efluente final acorde a lo dispuesto por el Marco Regulatorio. Asumiendo este principio, la acción analizada permitirá asegurar la preservación de la calidad del agua del cuerpo receptor.

De hecho, la disposición en condiciones controladas, es decir un efluente con características fisicoquímicas y bacteriológicas acordes a la disposición final del mismo, constituye una de las principales razones que justifican la materialización de la obra propuesta, tanto por sus implicancias sanitarias como ecológicas.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

5) Utilización de mano de obra: Se refiere al empleo de personal permanente durante la etapa de operación del sistema.

La operación y el mantenimiento de las plantas, requerirá de la contratación de personal permanente para atención del manejo de las lagunas y sus correspondientes equipamientos. Asimismo será necesario contar con la participación de un profesional idóneo que realice el control del proceso de depuración del efluente cloacal. En consecuencia, la acción evaluada producirá un impacto positivo sobre el nivel de empleo, efecto este de características permanentes.

### VI.3. Valoración del Impacto

Metodología de evaluación de impacto por Análisis Matricial

La matriz de impacto ambiental, en un todo de acuerdo con la Autoridad Ambiental Provincial, tiene un carácter cuantitativo en donde cada impacto es calificado según su importancia (I). A tal efecto se ha seguido la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vítora (1997, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental), que utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la importancia:

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

Donde:

$\pm$  = Signo

I = Importancia del impacto

i = Intensidad o grado probable de destrucción

EX = Extensión o área de influencia del impacto

MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo

EF = Efecto

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

El desarrollo de la ecuación de I es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en el siguiente cuadro:

<i>Signo:</i>		Corto plazo:	1
Beneficioso (+)		Medio plazo:	2
Perjudicial (-)		Irreversible:	4
<i>Intensidad (i)</i>		<i>Sinergia (SI)</i>	
Baja:	1	Sin sinergismo:	1
Media:	2	Sinérgico:	2
Alta:	3	Muy sinérgico:	4
Muy alta:	8	<i>Acumulación (AC)</i>	
Total:	12	Simple:	1
<i>Extensión (EX)</i>		Acumulativo:	
Puntual:	1	<i>Efecto (EF)</i>	
Parcial:	2	Indirecto:	1
Extenso:	4	Directo:	4
Total:	8		
Crítica:	12	<i>Periodicidad (PR)</i>	
<i>Momento (MO)</i>		Irregular:	1
Largo plazo:	1	Periódico:	2
Medio plazo:	2	Continuo:	4
Inmediato:	4	<i>Recuperabilidad (MC)</i>	
Crítico:	8	Recup. inmediato:	1
<i>Persistencia (PE)</i>		Recuperable:	2
Fugaz:	1	Mitigable:	4
Temporal:	2	Irrecuperable:	8
Permanente:	4		
<i>Reversibilidad (RV)</i>			

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

*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.

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

*Intensidad (i)*: Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico que actúa. La escala de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

*Extensión (EX)*: Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto dividido el porcentaje de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

*Momento (MO)*: El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (to) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

*Persistencia (PE)*: Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retomaría a las condiciones iniciales correctoras

La persistencia es independiente de la reversibilidad.

*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 que aquella deja de actuar sobre el medio.

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

*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 efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

*Acumulación (AC)*: Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

*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.

*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).



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

*Importancia del Impacto (I):* La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

En función de este modelo, los valores extremos de la importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esa variación, se califica al impacto ambiental de acuerdo con la siguiente propuesta de escala: bajo (I menor de 25), moderado (I entre 25 y 50) y crítico (I mayor de 50).

**Cuadro N° 26. Valoración del Impacto**

Valores Negativos				Valores Positivos
I mayor 50	⇐	Elevado	⇒	I mayor 50
I entre 25 y 50	⇐	Moderado	⇒	I entre 25 y 50
I menor de 25	⇐	Bajo	⇒	I menor de 25
	⇐	Sin afectación	⇒	

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Cuadro N° 27. Matriz de Impacto Ambiental Sistema de desagües cloacales de General Roca con Alternativa I

Plan Director Sistema de Desagües Cloacales Localidad: General Roca Planta Depuradora Principal Alternativa Ia		Construcción							Operación					Abandono				Importancia Absoluta	Importancia Relativa	
		U.I Factor	Excavación	Instalación de cañerías	Equipos e instalaciones	Vías de acceso	Construcción E. Elevadoras	Ampliación Plantas Depuradoras	Forestación	Operación cañerías	Operación Estación Elevadoras	Operación Planta Depuradora	Evacuación de efluentes	Forestación	Desmantelamiento	Escarificado de accesos	Restauración topográfica			Forestación
N A T U R A L	A I R E	EMISIÓN DE GASES	30	-10		-20					-10			10	-11		-11		-52	-1,56
		OLORES	40							-10	-22			10					-22	-0,96
		EMISIÓN DE POLVO	20	-22			-17	-13	-18						-11	-11	-11		-103	-2,4
		RUIDOS	20		-14	-21		-10	-10			-15	-15		-11	-11	-11		-118	-2,36
	M E D I O FÍSICO	VIBRACIONES	10			-15													-15	-0,15
		TOPOGRAFÍA	50						-10						-10	-10	14		-16	-0,8
		PERMEABILIDAD	40	-17	-10			-10	-10				22						-25	-1,0
		ESTABILIDAD	20	-13				-13											-26	-0,52
	A G U A S U P E R F I C I A L	EDAFOLOGÍA	30	-17				-14	-14				22		-10			14	-19	-0,57
		ESCURRIMIENTO SUPER.	50	-22	-19			-19	-14			-10		10	-10	-10	14	14	-66	-3,3
		ESCURRIMIENTO FLUVIAL	50										29						29	1,45
	A G U A S U B T E R R A N E A	CALIDAD DEL AGUA	100								37	44							81	8,1
		HIDRIDINÁMICA	40	-19	-10			-10											-39	-1,56
		CALIDAD DEL AGUA	100	-20	-10			-10		52			44						56	5,6
	P A I S A J E	FONDO ESCENICO	20	-17		-15	-13	-13	-14		-14	-10		10	-13	13	20	30	-36	-0,72
	F L O R A	DENSIDAD	30						-13									30	17	0,51
		INTERES	30									14							14	0,42
	F A U N A	CALIDAD	15									-10			18				8	0,12
		ABUNDANCIA	15						-13									18	5	0,075
	A N T R O P I C O	P O B L A C I O N	AUMENTO POBLACIONAL	15						22		14							36	0,54
DENSIDAD POBLACIONAL			15						28									28	0,42	
SALUD			90	-10						59		44	43		-44				92	8,28
EDUCACIÓN			40								15								15	0,6
EMPLEO			20	25	25	25		25	21		26	27			17	13	13		217	4,34
CULTURA			10							29			28						57	0,57
E C O N Ó M I C O		ACEPTABILIDAD	20		10			10		38		38							96	1,92
		SALARIO	10	13	15	13		13	13		24	21			17	13	13		155	1,55
		VALOR DE LA TIERRA	10							32	-19	-13				13			-13	-0,13
		COSTO	15	-30	-29			-19	-30		-18	-18			-13	-13	-13		-183	-2,74
T E R R I T O R I O		CONSUMO	10		10			10	10										30	0,3
		CRECIMIENTO URBANO	15		20					28		28							76	1,14
		USOS SUELO Y COMUNIC.	10																0	0
		PATRIMONIO ARQ.-PAL.	10																0	0
Importancia relativa		1000	-149	-12	-33	-30	-83	-92	0	288	-36	157	232	40	-81	13	13	279	24,45	
Impacto neto del Proyecto					279															

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Cuadro N° 28. Matriz de Impacto Ambiental Sistema de desagües cloacales de General Roca con Alternativa II con Sedimentadores

Plan Director Sistema de Desagües Cloacales Localidad: General Roca Planta Depuradora Principal Alternativa Ia		Construcción							Operación					Abandono			Importancia Absoluta	Importancia Relativa			
		U.I Factor	Excavación	Instalación de cañerías	Equipos e instalaciones	Vías de acceso	Construcción E. Elevadoras	Ampliación Plantas Depuradoras	Forestación	Operación cañerías	Operación Estación. Elevadoras	Operación Planta Depuradora	Evacuación de efluentes	Forestación	Desmantelamiento	Escarificado de accesos			Restauración topográfica	Forestación	
N A T U R A L	A I R E	EMISIÓN DE GASES	30			-20								10	-11		-11		-42	-1,26	
		OLORES	40								-10	-10		10					-10	-0,4	
		EMISIÓN DE POLVO	20	-22			-17	-13	-18							-11	-11	-11		-103	-2,06
		RUIDOS	20		-14	-21		-10	-10			-15	-15			-11	-11	-11		-118	-2,36
	M E D I O FÍSICO	VIBRACIONES	10			-15														-15	-0,15
		TOPOGRAFÍA	50						-10						-10	-10	14			-16	-0,8
		PERMEABILIDAD	40	-17	-10			-10	-10				22							-25	-1,0
		ESTABILIDAD	20	-13				-13												-260	-0,52
	A G U A S U P E R F I C I A L	EDAFOLOGÍA	30	-17				-14	-14				22		-10			14		-19	-0,57
		ESCURRIMIENTO SUPER.	50	-22	-19			-19	-14			-10		10	-10	-10	14	14		-66	-3,3
		ESCURRIMIENTO FLUVIAL	50										29							29	1,45
	A G U A S U B T E R R A N E A	CALIDAD DEL AGUA	100									35	36							71	7,1
		HIDRIDINÁMICA	40	-19	-10			-10												-39	-1,56
		CALIDAD DEL AGUA	100	-20	-10			-10		52			38							50	5,0
	P A I S A J E	FONDO ESCENICO	20	-17		-15	-13	-13	-18			-14	-20		-13	13	20	30		-60	-1,2
		F L O R A	DENSIDAD	30						-13									30		17
	INTERES		30										14							14	0,42
F A U N A	CALIDAD	15									-10			18					8	0,12	
	ABUNDANCIA	15						-13									18		5	0,075	
A N T R O P I C O	P O B L A C I O N	AUMENTO POBLACIONAL	15							22		14								36	0,54
		DENSIDAD POBLACIONAL	15								28									28	0,42
		SALUD	90	-10							59		44	43	-44					92	8,28
		EDUCACIÓN	40										15							15	0,6
		EMPLEO	20	25	25	25		25	21			26	27		17	13	13			217	4,34
		CULTURA	10								29			28						57	0,57
	E C O N Ó M I C O	ACEPTABILIDAD	20		10				10		38		38							96	1,92
		SALARIO	10	13	15	13		13	13			24	21		17	13	13			155	1,55
		VALOR DE LA TIERRA	10								32	-19	-13			-13				-13	-0,13
	T E R R I T O R I O	COSTO	15	-30	-29			-19	-30			-18	-18		-13	-13	-13			-183	-2,74
		CONSUMO	10		10			10	10											30	0,3
		CRECIMIENTO URBANO	15		20						28		28							76	1,14
		USOS SUELO Y COMUNIC.	10																	0	0
	PATRIMONIO ARQ.-PAL.	10																	0	0	
Importancia relativa		1000	-149	-12	-33	-30	-83	-96	0	288	-36	140	218	40	-81	-29	28	106	271	16,28	
Impacto neto del Proyecto					271																

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANIAMENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

#### **VI.4. Conclusiones:**

A continuación se resume la valoración de los impactos, tanto en la etapa de construcción como en la de operación. Que como se puede ver en todos los casos el Impacto final es positivo.

El Sistema de desagües cloacales, consta de 2 (dos) sectores bien definidos, el correspondiente a colectar el líquido cloacal y enviarlo a la Planta Depuradora y el de tratamiento, para mejorar su calidad y conducirlo a su disposición final.

- *Colección del líquido cloacal:* La construcción de redes tanto colectoras, como de impulsión, como se puede ver, causarán un importante impacto negativo en el ambiente urbano, en la etapa de construcción, que será de carácter temporal, mientras dure la obra.

Pero el mismo, se revertirá totalmente en la etapa de operación, dando un balance altamente positivo y persistente, ya que la población servida, contará con un sistema de evacuación de excretas, que producirá un mejoramiento en su calidad de vida, su salud y su higiene. Además, en muchos casos, se disponen en pozos que descargan a la napa contaminándola, y evitar esta contaminación es un beneficio altísimo para toda la población actual y futura.

Como se puede observar, a pesar de los trastornos que provocarán las obras el balance final, nos da una valoración positiva del impacto en todos los casos.

- *Tratamiento del líquido cloacal:* De acuerdo a los antecedentes y cálculos desarrollados, al existir en la ciudad 2 (dos) Plantas Depuradoras sobrepasadas en su capacidad, pero con terreno disponible dentro del mismo predio, para su ampliación y con posibilidades de adecuación para aumentar su capacidad de depuración, esto permite obtener los beneficios de aumentar el caudal a tratar y mejorar la calidad de los efluentes tratados actualmente, con un mínimo impacto sobre el ambiente. Por este motivo, se descartó, en primera instancia la propuesta de construir una tercera planta de tratamiento.

Respecto a la Planta Depuradora Principal, en esta alternativa se propone su acondicionamiento y aprovechamiento de lo existente, dando continuidad al proyecto original. En el proceso anaeróbico, considerado en términos generales, la materia orgánica es licuada, gasificada, mineralizada y transformada en materia orgánica más estable.

La permanencia en estas lagunas será inicialmente de 10 días y al final del período de proyecto de 7 días. Estas lagunas funcionarán en paralelo, de manera que dos lagunas por año se le removerá el barro acumulado, de forma de generar un ciclo de extracción de barros de 3 años. Aprovechando la época del año de menor caudal, se pondrá una de ellas fuera de servicio, se bombeará el líquido sobrenadante a las otras lagunas anaerobias con una bomba de motor sumergido, y se extraerá el barro ya estabilizado también por bombeo a bolsas filtrantes, donde se reducirá significativamente su contenido de humedad y consecuentemente su volumen.

Con respecto al problema de olores, el mismo puede ser mínimo, mediante una cuidadosa operación previéndose la plantación de barreras verdes convenientemente dispuestas. De esta manera se evitarán los riesgos de propagación de gases en determinadas condiciones de inversión atmosférica.

El proyecto en su conjunto traerá importantes mejoras en la calidad, ya que, de acuerdo al proyecto, se logrará un efluente con una  $DBO_5 < 30$  mg/l, y junto con la desinfección con cloro se minimizará el impacto del vuelco al río.

En función de todo lo expuesto, se puede concluir que el sistema de tratamiento genera un Impacto Ambiental positivo.

#### **VI.4.1. Evaluación Alternativas I y II Planta Depuradora**

En relación a la Planta Depuradora Principal, tanto en la Alternativa I, como en la II, se incorporaron mejoras, no solo para optimizar la calidad del efluente, sino también minimizar el Impacto Ambiental, que se describen en el desarrollo de las mismas.

→ Otra mejora a incorporar es mejorar los sistemas de aireación, para lo cual se plantearon 2 alternativas:

1) Aireación mecánica superficial.

2) Aireación por difusión.

De estas alternativas, se optó por la instalación de aireadores mecánicos superficiales.

→ Respecto a la optimización de la calidad del efluente, se plantearon 2 alternativas:

1) 5 (cinco) lagunas anaerobias, sumando 2 (dos) a las 3 (tres) lagunas anaerobias existentes conectadas en paralelo, dando continuidad al proyecto original. La permanencia en estas lagunas será inicialmente de 10 días y al final del período de proyecto de 7 días.

El tratamiento se continuará con 3 (tres) lagunas aireadas de mezcla completa en paralelo, que contarán con equipos aireadores mecánicos y luego continua con lagunas aireadas facultativas en paralelo, también con equipos mecánicos de aereación.

2) Se proyectó un sistema de sedimentadores, que eliminará un alto porcentaje de sólidos suspendidos y turbiedad, permitirá aumentar la reducción de materia orgánica y reducir la carga bacteriológica.

Para estas 2 alternativas se plantearon las matrices correspondientes, donde se puede ver que en ambos casos el impacto será positivo.

Además si se considera que la Alternativa I, aunque tiene un costo inicial menor y también el VPN a 20 años es menor.

Por otra parte la alternativa de sedimentadores, requiere mucha mayor atención y automatismo, porque se necesita dosificar coagulante y se necesitan barredores mecánicos para extraer los barros. Esto complejiza y encarece la operación de esta alternativa de tratamiento de afinación, haciendo que el costo en el tiempo sea mayor.

En función de todo lo expuesto, se puede concluir la alternativa de tratamiento seleccionada como más conveniente para la ampliación de la planta actual, es la que corresponde a:

***- Planta Depuradora Principal, con lagunas anaerobias, lagunas aereadas de mezcla completa y lagunas aereadas facultativas.***



## VII. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL - PGAS

El objetivo de este ítem es lograr el mejor encuadre ambiental del proyecto; buscando anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos y potenciar los positivos dentro del marco legal correspondiente.

### Marco Legal

#### *Leyes nacionales*

- Ley N° 19587 / 72. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Decreto Reg. N°351/79.
- Ley N° 20284 / 73. Contaminación del Aire. Sin reglamentar
- Ley N° 22421 / 81 y Decreto Reg. 691/81. Conservación de la Fauna.
- Ley N° 22428 / 81. Conservación de los suelos.
- Ley N° 24051 / 92. Residuos Peligrosos. Dec. Reg. 831/93. Resolución Nac. N° 897/02 Y48.
- Ley N° 24449 / 94. Tránsito. Modificación Ley N° 25.965. Decretos Reg. N° 179/95 y N° 779/95.
- Ley N° 24557 / 95. Ley de Riesgo en el Trabajo. Decreto Reg. N° 170/96.
- Decreto Nacional N° 911 / 96. Higiene y Seguridad en la Construcción.
- Ley N° 25612 / 02. Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios. Decreto Reg. N° 1343/02
- Ley N° 25675 / 02. General del Ambiente. Decreto Reg. N° 481/03.
- Ley N° 25831 / 04. Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental.

#### *Leyes provinciales*

- Ley Nro. Q 2952 – Código de Aguas
- Ley Nro. M 3266 - Evaluación del impacto ambiental
- Ley N° J 3183 – Marco Regulatorio- y concordantes.

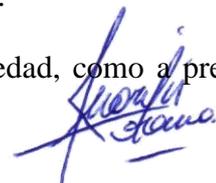
#### *Ordenanzas municipales*

Carta Orgánica Municipal

Plan Director de Gral. Roca y complementarias.

Los objetivos generales del presente Plan son:

- Asegurar el cumplimiento de los objetivos de la gestión empresarial, con una consideración ambiental.
- Minimizar los Impactos generados en la Etapa de construcción.
- Controlar y mantener el sistema de conducción tanto a gravedad, como a presión, para evitar rebalses, u otros inconvenientes que alteren el ambiente.



→ Controlar y mantener los Sistemas de Depuración de líquidos cloacales en óptimas condiciones, para que funcionen correctamente y la concentración de contaminantes a la salida, no supere los valores límites permitidos por la legislación vigente, al igual que las emisiones gaseosas.

→ Desarrollar una gestión ambiental que asegure una fluida y explícita difusión de la política ambiental de la empresa.

### **VII.1 Medidas previas a la construcción**

1) Revisar la totalidad de la información.

2) Hacer un replanteo total de las obras.

3) Asignar responsabilidades específicas al personal en relación a la implementación, operación, monitoreo y control de las medidas de mitigación.

4) Elaborar planes de contingencia, para situaciones de emergencia (accidentes, derrumbes, anegamientos, incendios, derrames, erosiones de gran magnitud por viento, lluvia o caudales excesivos, etc.) que puedan ocurrir y tener consecuencias ambientales significativas.

5) Verificar la existencia de vegetación y reubicar si es necesario alguna construcción para minimizar el daño a la flora, la fauna y el paisaje.

### **VII.2 Medidas durante la Etapa de construcción y finalización de las obras**

1) Todos los trabajadores deberán ser contratados bajo las normas del Ministerio del Trabajo existentes. La contratista debe promover la vacunación del personal, que la autoridad sanitaria determine, cuando se haga el examen de salud laboral, además de hacer campañas preventivas de seguridad en el trabajo y contra enfermedades. La contratista deberá elaborar un Código de Conducta destinado a preservar tanto la salud y las condiciones de higiene del trabajador, como las condiciones ambientales y sanitarias en el obrador y el entorno. Se recomienda la inclusión de los siguientes puntos:

- Todo trabajador deberá someterse al examen de salud inicial.
- Deberá ser respetada una conducta adecuada en el trabajo y en el camino para el mismo, garantizando la seguridad y tranquilidad de la comunidad vecina a la obra.
- Deberá ser utilizada solamente agua potable para consumo propio.
- Todos los residuos producidos en la obra y comedor deberán ser acondicionados adecuadamente.
- Las instalaciones sanitarias deben ser utilizadas adecuadamente y preservadas.
- Bajo ningún pretexto será permitida la supresión de vegetación en el obrador y en el entorno, sin autorización del Subejecutor.
- Los conductores de máquinas y equipamientos deberán respetar rigurosamente los itinerarios trazados.

2) Antes de iniciar obras que impliquen trabajos de cierre de rutas y calles, desvíos de tránsito y corte de servicios de infraestructura eléctrica, gas, agua y telefonía, el contratista está obligado a informar a la población de dichas calles y rutas a cerca de los trabajos y la duración de los mismos.

3) El sitio de emplazamiento del obrador y/o playa de maniobras deberá ser seleccionado teniendo en cuenta que no afecte el normal desenvolvimiento urbanístico funcional de la zona. Se evitará ubicarlos en las áreas identificadas como ecológicamente frágiles.

4) Las eventuales áreas de acopio y tratamiento de materiales se dispondrán de manera que no interfieran con el normal tránsito (incluso peatonal) ni con los escurrimientos superficiales. Debiéndose adoptar las medidas pertinentes para minimizar la emisión de partículas, gases y ruidos.

5) Las tareas a realizar en esta etapa, que impliquen generación de ruidos y vibraciones deberán ser ejecutadas durante el día, fuera de los horarios de descanso, a fin de minimizar los efectos negativos de los mismos.

6) Las tareas de construcción, deberán respetar las normativas vigentes, en especial lo relativo a horarios de trabajo.

7) El equipamiento y maquinarias a utilizar en la etapa de construcción deberá ser aprobado por la Inspección de obra, en función de permitir una menor emisión de partículas y gases al aire, así como de ruidos y vibraciones.

8) Los vehículos a utilizar deberán estar en buen estado mecánico y de carburación de acuerdo a lo exigido por la normativa municipal o por quien oportunamente determine la Municipalidad. Esta verificación se deberá realizar previo a la iniciación de las obras, a fin de minimizar las emisiones contaminantes a la atmósfera.

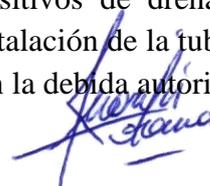
9) Movimientos de tierra: se deberá verificar el tipo de material a extraer, planificar la forma y el lugar al que será transportado y dispuesto. A fin de adoptar las medidas necesarias para minimizar la emisión de partículas y polvo.

10) El material extraído de las excavaciones, se mantendrá acopiado, humedecido y/o protegido con una cubierta superficial a fin de evitar su desparramo en forma transitoria; luego se debe implementar el retiro del mismo destinándolo a operaciones de relleno y nivelación en el predio o, a los lugares autorizados por la Municipalidad para su disposición final.

11) Fuera de los horarios de trabajo las zanjas permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.

12) Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra. En obras donde puede haber hallazgos arqueológicos y zonas periféricas de sitios y monumentos históricos y culturales, el contratista deberá contratar paleontólogo o profesional de arqueología o arquitectura especializado para acompañar las obras con ese perfil.

13) Abertura de la Zona de Obras – La abertura del camino para la instalación de las tuberías incluye: servicios de limpieza, terraplenado, construcción de dispositivos de drenaje y control de erosión; necesarios para la construcción de la calle de servicio y la instalación de la tubería. En ninguna hipótesis los individuos arbóreos y arbustivos deberá ser suprimidos sin la debida autorización ambiental competente.



En la limpieza del terreno que involucra la remoción de árboles, arbustos y vegetación baja; deben ser adoptados los siguientes procedimientos:

- Las laterales deben estar claramente delineados, certificándose que no habrá intervención fuera de sus límites.
- Los árboles preservados deben ser marcados antes de la limpieza de la Zona de Obras;
- De haber árboles localizados afuera de los límites de la Zona de Obras de obras, los mismos no deben ser cortados para obtener madera para la obra.

14) En la apertura de zanjas, el suelo fértil de superficie y el suelo mineral excavado deben ser almacenados separadamente. En ninguna circunstancia el suelo superficial, que será utilizado para la futura recuperación del área degradada por la abertura de la zanja, deberá ser utilizado como revestimiento de fondo de zanja.

15) Relleno de Zanjas - En áreas de preservación permanente o con cobertura natural no alterada anteriormente a las obras, los servicios de cobertura deben incluir el relleno compactado del suelo y la siembra de las especies vegetales retiradas durante la apertura de la Zona de Obras, siempre que no comprometan a la tubería.

16) Aunque el sector no cuente con especies vegetales protegidas o amenazadas de peligro de extinción, existen especies arbóreas nativas preexistentes a la iniciación de las obras, cuyos ejemplares deberán ser respetados rigurosamente de modo que en ningún momento sean afectados por las operaciones de movimiento de tierra, escombros u otras actividades a desarrollar durante la ejecución de las obras.

17) Se prohibirá el uso de herbicidas y la quema como método de extracción y/o control de vegetación, tanto arbórea como herbácea.

18) La reposición de suelo extraído o faltante debe ejecutarse de manera tal de restituir el terreno a sus cotas originales o, en el caso de modificaciones de nivel según planimetría aprobada del Proyecto, a las cotas finales indicadas por la Dirección de Obras Viales en el sector.

19) La eventual instalación de máquinas fijas (mezcladoras, etc.), deberá hacerse en lugares lo más alejado posible de las viviendas pertenecientes a las urbanizaciones cercanas, y tomando las precauciones necesarias, a fin de minimizar los efectos negativos producidos por ruidos y/o partículas y polvo. El polvo resultante de las actividades de las obras debe ser controlado, por medio de la aspersion de agua con camión. Los camiones y demás equipamientos solo deberán circular en vías públicas con neumáticos y ruedas limpios.

20) En referencia a las Plantas de producción de materiales (asfaltos y hormigón), deberán estar ubicadas fuera del área de influencia, tomando los recaudos necesarios para el traslado del material tanto fuera como dentro del predio objeto de las obras.

21) Los trabajos de excavación necesarios para ejecutar las estructuras correspondientes, deben realizarse con todos los elementos necesarios para este tipo de tareas, a fin de evitar desmoronamientos en la obra. Todos los puntos de desagüe de las zanjas y drenaje en el terreno, aunque provisorios, deberán recibir protección contra erosión mediante disposición de grava, o cajas de disipación de energía. En los casos donde pueda haber transporte de sedimentos, deberán estar previstas cajas de depósitos de sólidos, con manutención periódica. En el caso de declive acentuado, las zanjas deberán ser

construidas en forma escalonada, con cajas de disipación intermedia, si es necesario. Deberán adoptarse todas las previsiones necesarias a fin de asegurar el correcto drenaje de las aguas superficiales de la zona, con el objeto de permitir la ejecución de las obras y evitar ocasionales anegamientos y/o acciones erosivas al suelo.

22) En ninguna hipótesis deberán ser interligados los sistemas de drenaje de aguas pluviales y los sistemas de desagües cloacales, que deberán estar contemplados por sistemas propios. Por tratarse de instalaciones temporarias, el obrador podrá utilizar sistemas de drenaje simplificado.

23) El contratista deberá proponer las fuentes de procedencia de los áridos, las que deberán provenir de canteras autorizadas. No se permitirán zonas de préstamo en el área de influencia de la obra, a excepción que se trate de la reutilización del material a remover.

24) Para las pruebas hidráulicas se deberá usar agua de buena calidad, las mismas se deberán hacer a la presión determinada en el pliego de especificaciones técnicas particulares, para evitar pérdidas de agua en la etapa de operación.

25) En el caso de que haya que utilizarse áreas de préstamo de suelo nuevas, su recuperación se hará bajo los criterios siguientes:

- Delimitación del área: Delimitar el área elegida y en el caso de préstamo de material, segmentarlas en cuadrículas, disponiendo un proceso de exploración ordenado.

- Estiba de tierra superficial: Remover toda la tierra fértil, almacenándola en las proximidades, en un lugar protegido de la erosión; los volúmenes de material deberán ser suficientes para cubrir el área explotada, con 0,20 metros de espesor.

- Arreglo del terreno: al fin de la explotación del área, proceder al arreglo de los taludes, de modo que guarden, cuando sea posible, una relación 1(vertical): 4 (horizontal), volcándose el material resultante de los cortes, al fondo del hueco o del área.

- Devolución de la camada superficial del suelo: una vez terminados los trabajos de arreglo del terreno y de los taludes, retornar la camada fértil almacenada anteriormente por todo el terreno, de manera de garantizar un recubrimiento homogéneo en toda el área trabajada.

- Drenaje: Construir, en todo el área trabajada y en sus proximidades, terrazas o bermas, una red de drenaje adecuada a la nueva situación topográfica que posibilite una apropiada conservación del suelo y control de la erosión.

- Cercados: en caso sitios que no estén aislados o protegidos de la entrada de animales (ganado u otros), disponer el cercamiento para garantizar la integridad de la vegetación.

- Plantío y Replantío: Una vez finalizada su utilización realizar una plantación de las especies afectadas. Después de 30 (treinta) y 60 (sesenta) días del plantío, proceder a la sustitución de plantas muertas o que estén comprometidas, aplicándose los mismos cuidados observados en el plantío.

26) Para garantizar el abastecimiento de agua en el obrador, deben ser tomados cuidados especiales para evitar la contaminación. Cuando sea destinada al abastecimiento del personal, deberá ser utilizada agua de la red pública. Todo el sistema de abastecimiento deberá estar protegido contra contaminación, en especial la reserva de agua. En el obrador deberá estar prevista la disposición de

efluentes domésticos en la red pública de desagües cloacales o en fosas sépticas. No será permitido el uso de zanjias abiertas o de cajas sin tapas adecuadas.

27) La gestión de los residuos generados (tratamiento y disposición final) deberán hacerse acorde a lo establecido en la normativa vigente. El material sobrante producto de las excavaciones deberá trasladarse y disponerse en un lugar adecuado, donde establezca la autoridad de aplicación. Si por razones de fuerza mayor debe establecerse un depósito transitorio de residuos y/o su acumulación, deberá realizarse de modo tal que no modifiquen el drenaje natural ni el paisaje, y no deberá permanecer en área de obra por un período de tiempo mayor a 48 horas, previa autorización de Inspección de Obra, salvo que se utilicen en la propia obra en ejecución.

28) Todo eventual residuo vegetal resultante de la remoción o desmonte deberá ser trasladado al sitio de disposición final. En el caso de residuos asimilables a domiciliarios, se dispondrá su traslado de acuerdo a la normativa municipal vigente.

29) Durante el transporte de materiales se deberá asegurar que ningún material caiga de los vehículos, así como la minimización de la emisión de partículas (humedecer y/o tapar).

30) Para aquellos residuos clasificados como peligrosos por normativa vigente, se deberán seguir las pautas establecidas en la misma, en cada una de sus etapas: generación, almacenamiento, traslado, tratamiento y transporte.

31) Se deberá informar a la Inspección de Obra, en forma inmediata, de cualquier derrame o volcamiento de materiales peligrosos o no convencionales (combustibles, lubricantes y otros que pudieran producirse) y las medidas adoptadas. La Inspección de Obra verificará que las tareas de remediación hayan sido completadas.

32) Señalización de obras: Durante la realización de los trabajos, el contratista deberá señalizar debidamente la zona de trabajo.

33) Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas, en los lugares que indique la Inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

34) En los casos que por motivos de cualquier índole se suspenda la ejecución de la obra por un tiempo prolongado, se deberá asegurar que dicha situación no impida el normal escurrimiento del agua, ni provoque daños respecto a la seguridad de las personas y/o bienes, ni interfiera con el normal desenvolvimiento urbanístico funcional.

35) Los obradores contendrán asimismo los equipos necesarios para la extinción de incendios y de primeros auxilios.

36) En el Predio se deberá prever y proveer un servicio de vigilancia las 24 horas del día incluyendo feriados, con el correspondiente equipamiento de seguridad y comunicación. Con el mismo propósito, se procederá al cierre total de los diferentes sectores de obra que la Inspección considere necesarios con un vallado fijo de madera, paneles metálicos, con malla metálica y postes, etc., o en su defecto en la forma que establezca la Inspección de Obra en su momento, de acuerdo a las reglamentaciones municipales en vigencia, para evitar accidentes y substracciones, e impedir el libre acceso de personas extrañas a la obra.

37) Iluminación de obra: Se deberá proveer tanto al obrador como a la obra propiamente dicha de iluminación artificial. Este sistema será reutilizado en los diferentes frentes de trabajo tanto para el

desarrollo de las tareas programadas, como así también para la seguridad del predio, y reforzado si correspondiera, a criterio de la Inspección.

38) Previo a la emisión del Acta de Recepción de Obra, la empresa contratista deberá haber procedido al cierre y desmantelamiento del obrador y remediación de los eventuales daños ambientales producidos (contaminación por volcamientos de combustibles o lubricantes, daños a obras existentes, superficies perturbadas, etc.). Además se deberá realizar la recuperación paisajística, revegetación y reforestación, incluyendo la reconstrucción de taludes estables, etc.

39) Construcción de la ampliación del Sistema de Lagunas - Para evitar filtraciones a la napa, las lagunas deben ser revestidas en polietileno, esto evitará agrietamientos y también crecimiento de vegetación en el fondo y taludes.

40) Para la realización de los trabajos de adecuación de las lagunas existentes, se deberán vaciar de a una las lagunas, volcando el líquido a la laguna contigua de igual tipo, al igual que el escurrido del barro, luego de pasarlo por un sistema de filtrado. Este procedimiento deberá realizarse, con todas las lagunas, es importante que los trabajos coincidan con la primavera o verano para favorecer su arranque y entrada en régimen.

***La construcción de las obras civiles no deberá dejar Pasivos Ambientales, para lo cual se deberán implementar las medidas de mitigación correspondientes en cada caso. La inspección de Obra tendrá a cargo el control de la mencionada implementación.***

### **VII.3. Medidas durante la Etapa de operación del Sistema Cloacal**

#### **Conducción – Tratamiento - Control**

El sistema de Tratamiento de líquidos cloacales será operado por personal de ARSA y controlado por el Ente Regulador (DPA), organismo que ejerce la autoridad de aplicación del Código de Aguas.

Respecto a los posibles impactos que se puedan producir al ambiente el Organismo de control provincial es la Secretaría de Medio Ambiente y en todos los casos el Municipio será el organismo de intervención local.

Para minimizar los impactos en la etapa de funcionamiento se deberán implementar las siguientes medidas:

1) Limpieza de Rejas y Conductos - Para evitar la proliferación de organismos patógenos y plagas, los sólidos retenidos en la reja o acumulados en las estaciones elevadoras y/o en el sistema de conducción de la planta deben ser rápidamente dispuestos, enterrándolos en un área especialmente destinada para tal fin. El personal encargado de esta tarea deberá estar debidamente capacitados en normas mínimas de bioseguridad.

2) Las Estaciones Elevadoras de líquidos cloacales deberán contar con un sistema de filtrado de gases, para evitar la emanación de gases indeseables al ambiente.

3) Se deberán garantizar la calidad de los trabajos de mantenimiento a fin de asegurar el eficiente funcionamiento de los sistemas de saneamiento instalados.

4) Limpieza de Barros de Lagunas - La remoción de los barros originados se realizará por bombeo a un sistema de filtrado, que permita extraer la fase líquida. Esto permitirá una importante reducción del volumen y un manejo más seguro de los mismos. Posteriormente se procederá a mantener

los lodos en un lugar seguro y se analizará para verificar la ausencia de huevos de helmintos y de bacterias patógenas. Una vez verificadas las condiciones, puede ser utilizado como abono, preferentemente para forestación o cultivos no comestibles.

5) Prevención Médico Sanitaria del Personal - La planta debe contar con infraestructura suficiente que permita la higiene de los operarios y el lavado de equipos y herramientas con agua limpia, detergentes e hipoclorito de sodio. Debe tener, además, un botiquín de primeros auxilios y un área especial separada donde se puedan ingerir alimentos y bebidas. Los trabajadores deben contar con vestimenta de protección (casco, guantes, botas de goma y al menos dos mudas de ropa), que deben permanecer en la planta. Los operarios deben estar vacunados contra las enfermedades que la autoridad sanitaria determine. Deben estar, además, debidamente capacitados en las normas de manejo seguro de la planta así como de las medidas de bioseguridad que deban adoptar.

6) Equipamiento de emergencia: El lugar debe contar con un teléfono u otro tipo de medio de comunicación para dar aviso por una emergencia. Se considera necesario el botiquín de primeros auxilios, un sistema de ducha de emergencia con dispositivo de accionamiento automático y un lava ojos de emergencia.

7) Control de Vectores y Plagas - Para impedir la proliferación de insectos, roedores u otros organismos molestos y/o perjudiciales deben mantenerse las lagunas y taludes interiores libres de la vegetación o elementos que generen las condiciones para su establecimiento. Por lo tanto las lagunas deben mantenerse limpias de ramas, u otros elementos flotantes. Estos residuos deben ser dispuestos adecuadamente en un sector del terreno destinado a tal fin, con un encalado. Debe mantenerse controlada la vegetación de los taludes interiores así como el desarrollo del arbolado adyacente a la laguna. La vegetación de los Humedales deberá controlarse, retirando los restos de ramas u hojas secas y plantas no sembradas, y realizando las podas necesarias.

8) Se deberá implementar un eficiente sistema de mantenimiento forestal del cercamiento del perímetro de las instalaciones de los sistemas de saneamiento instalados (riego y cuidado fitosanitario de los ejemplares implantados) a los efectos de asegurar su normal desarrollo y conservación. Todo residuo vegetal resultante de las operaciones de Mantenimiento Fitosanitario o generadas por el simple funcionamiento de las instalaciones del predio deberá ser reutilizado o trasladado a sitio de disposición final habilitado, en forma inmediata a su generación.

9) Las aguas tratadas y vertidas, por medio de un drenaje superficial, deberán cumplir con las condiciones de calidad de agua compatible con uso agrario, de acuerdo a la normativa vigente al momento de puesta en funcionamiento de la obra.

10) Las aguas tratadas vertidas a un curso del río deberán cumplir con las previsiones establecidas en las normas aplicables y marco regulatorio de la concesión de los servicios de saneamiento.

11) Monitoreo del Efluente Final - Deberá muestrearse el efluente final, para determinar el conjunto de parámetros que permitan controlar la calidad del mismo, tanto para su reuso en riego, como para su vuelco al cuerpo receptor. Para determinar la contaminación fecal se tomará como indicador las bacterias *Escherichia coli* o coliformes fecales.

Con el tratamiento del sistema depurativo que se proyecta, se espera una baja concentración de bacterias de origen fecal, para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario. Para

determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego restringido, y de cinco huevos por litro para riego no restringido.

12) Plan de Monitoreo del Acuífero Freático - El monitoreo sistemático de la calidad del acuífero libre es fundamental para determinar el riesgo de contaminación de las fuentes de abastecimiento, actuales y potenciales, prevenir efectos directos a la salud y la protección del recurso hídrico subterráneo. Se propone la construcción de freatómetros, que permitan la medición y análisis de los niveles piezométricos, de los sentidos de escurrimiento subsuperficial, y de la calidad en términos de sales e iones, y de contaminación microbiológica en los alrededores de la planta de tratamiento de efluentes cloacales. Los principales parámetros a monitorear, son salinidad, sólidos en suspensión, nitratos, coliformes y huevos de helmintos. La frecuencia será de una muestra mensual.

13) La frecuencia de análisis de calidad de efluente de la Planta Depuradora para cada parámetro, se sugiere a continuación:

<b>Parámetro</b>	<b>Frecuencia</b>
Caudales de salida final	Registro continuo
Olor	Diario
Sólidos sedimentables	Quincenal
DBO <sub>5</sub> y/o DQO	Quincenal
Coliformes fecales	Quincenal

14) Instalaciones contra incendio: Deberían contar con una alarma conectada a un sistema centralizado que de aviso de un principio de incendio. Los Extintores ABC en todos los ambientes cerrados, de tamaño y en cantidad que determine la Ley 19587. Deberán estar suspendidos a una altura de 1,50 m e identificados con chapa baliza.

15) Iluminación de emergencia: Se incluirán artefactos autónomos de iluminación de emergencia en cantidad tal que posibiliten una intensidad 5 lux como mínimo en el ambiente. La instalación eléctrica contará con puesta a tierra verificada.

16) Señalización: Se instalarán de letreros de identificación de cada sector y de servicios, de PVC de alto impacto o acrílico, con colores y diseño acorde a normas. Las tuberías y/o accesorios de servicios de agua, energía eléctrica y gas deberán ser identificadas según normas vigentes.

17) La empresa operadora deberá incluir en sus Planes de contingencias a la Planta de Tratamiento de Efluentes los siguientes temas:

- Accidentes que involucre personal, bienes y/o vehículos
- Incendio en lugar de obra o en el campo
- Derrame de aceite o combustible en suelo o en un cuerpo de agua
- Rotura de conductos a gravedad y/o a presión.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

- Fenómenos hidrometeorológicos poco frecuentes, lluvias extraordinarias
- Salida de funcionamiento de la planta
- Salida de funcionamiento de las estaciones de bombeo (Deberá contar con bombas de repuesto)
- Cortes de energía eléctrica (Deberá contar con grupo electrógeno)

#### **VII.4. Medidas en caso de abandono**

A efectos de no generar impactos por obsolescencia de Sistema, se debe tener presente el período de diseño, para prever las modificaciones necesarias del sistema al acercarse el final del mismo.

En el caso de sacar de funcionamiento alguna parte del sistema, luego de desactivado, se deberá pensar en la demolición, ubicación de los residuos y remediación del sitio tendientes a dejar el terreno lo más cercano posible a la condición natural.

Para esto se deberá diseñar un programa destinado a:

-Escarificado y resiembra de nativas para recuperar la cobertura, siguiendo pautas básicas de manejo para zonas con alta susceptibilidad erosiva (siembra con labranza cero, aprovechar la vegetación natural, respetando las curvas de nivel, la dirección predominante de vientos tendiendo a la mínima degradación, tratar de crear barreras rompevientos, etc.).

-Estudio de vías de drenaje natural con acondicionamiento si fuera necesario.



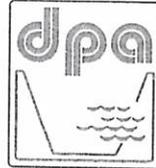
ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE  
DESAGÜES CLOACALES DE LA  
CIUDAD DE GENERAL ROCA, RÍO  
NEGRO**

**ANEXO I**

**DISPONIBILIDAD DE TERRENO**

---



**EXPEDIENTE N° 58595-ACATA-16**

//MA, 14 AGO 2017

VISTO el expediente de referencia, caratulado "Expropiación parcela 05-1-R-085-03A", y

CONSIDERANDO:

que en el inmueble identificado catastralmente como 05-1-R-085-03, cuya parcela origen es 05-1-R-085-03A, se proyectó la construcción de una Estación Elevadora del barrio Mosconi perteneciente al Plan Director de Desagües Cloacales de la localidad de General Roca;

que dicho Plan ya fue ejecutado y se encuentra presentado en el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) solicitando su financiamiento, estando dicho trámite en las instancias finales de aprobación;

que resulta indispensable para ese Plan Director contar con la Estación Elevadora mencionada, para poder garantizar el pleno funcionamiento de la prestación del servicio de desagües cloacales en esa localidad;

que a tales efectos se considera necesario la expropiación de la zona dónde se ejecutará la Estación Elevadora citada;

que se ha definido mediante la respectiva mensura en el terreno, a través del plano N° 379-17 obrante a fs. 12, el cual cuenta con la registración provisoria de la Gerencia de Catastro de la Agencia de Recaudación Tributaria de la Provincia de Río Negro de fecha 07-06-17, la superficie necesaria a los fines referidos precedentemente;

que a fs. 14 obra certificación del valor catastral de la tierra y del valor máximo de indemnización, conforme a lo previsto por la ley de expropiaciones y el artículo 11° del Decreto A N° 1325/75;

que a fs. 10/11 obra informe de dominio del inmueble que nos ocupa del que surge que el titular registral de la parcela origen es Héctor BUSTELO, LE. N° 3.434.262;

que habida cuenta la declaración de utilidad pública que con carácter genérico establece el artículo 190° del Código de Aguas, corresponde la individualización del predio afectado;

que han tomado debida intervención el servicio de asesoramiento jurídico permanente del Organismo y la Fiscalía de Estado;

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**EXPEDIENTE N° 58595-ACATA-16**

///

que la presente halla sustento legal el artículo 2°, 3° inciso c) y concordantes de la Ley General de Expropiaciones (A N° 1015), existiendo facultades suficientes para el dictado del acto en el artículo 16° inciso c), 190° y concordantes del Código de Aguas;

Por ello,

EL SUPERINTENDENTE GENERAL DE AGUAS  
RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar afectado a utilidad pública y sujeto a expropiación, el inmueble ----- que según plano de mensura N° 379-17, se designa como Departamento Catastral 05, Circunscripción 1, Sección R, Quinta 085, Parcela 03ª, con una superficie de 100 m<sup>2</sup>, ubicada en el Departamento General Roca y cuya parcela origen está inscripta en el Registro de la Propiedad Inmueble en la matrícula N° 05-16321 a nombre de Héctor BUSTELO - LE. N° 3.434.262.

Artículo 2°.- Notificar fehacientemente la presente al propietario afectado, procurando su ----- ejecución mediante concertación directa, comunicando para ello la oferta según valuación realizada por la Gerencia de Catastro (art. 11° Ley A N° 1015 y art. 11° Decreto A N° 1325/75).

Artículo 3°.- Para el caso de que no fuera factible lograr la propiedad por la vía del ----- avenimiento, encomendar a la Fiscalía de Estado tramite hasta su finalización el correspondiente juicio de expropiación, consignando a tal efecto el monto correspondiente según artículo 17° de la Ley General de Expropiaciones y normas concordantes.

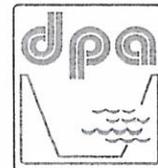
Artículo 4°.- Regístrese, comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial, cumplido, ----- ARCHÍVESE.

ML/geg

ING. Fernando Javier CURETTI  
SUPERINTENDENTE GENERAL  
Departamento Provincial de Aguas

RESOLUCION N° 1032

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



///MA, 14 AGO 2017

VISTO el expediente de referencia, caratulado "Expropiación parcela 05-1-R-006-05H", y

CONSIDERANDO:

que en el inmueble identificado catastralmente como 05-1-R-006-22, cuya parcela origen es 05-1-R-006-05H, se proyectó la construcción de una Estación Elevadora del barrio La Ribera perteneciente al Plan Director de Desagües Cloacales de la localidad de General Roca;

que dicho Plan ya fue ejecutado y se encuentra presentado en el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) solicitando su financiamiento, estando dicho trámite en las instancias finales de aprobación;

que resulta indispensable para ese Plan Director contar con la Estación Elevadora mencionada, para poder garantizar el pleno funcionamiento de la prestación del servicio de desagües cloacales en esa localidad;

que a tales efectos se considera necesario la expropiación de la zona dónde se ejecutará la Estación Elevadora citada;

que se ha definido mediante la respectiva mensura en el terreno, a través del plano N° 377-17 obrante a fs. 11, el cual cuenta con la registración provisoria de la Gerencia de Catastro de la Agencia de Recaudación Tributaria de la Provincia de Río Negro de fecha 07-06-17, la superficie necesaria a los fines referidos precedentemente;

que a fs. 13 obra certificación del valor catastral de la tierra y del valor máximo de indemnización, conforme a lo previsto por la ley de expropiaciones y el artículo 11° del Decreto A N° 1325/75;

que a fs. 10 obra informe de dominio del inmueble que nos ocupa del que surge que el titular registral de la parcela origen es Enrique Ramón MASOLIVER, LE. N° 3.430.263;

que habida cuenta la declaración de utilidad pública que con carácter genérico establece el artículo 190° del Código de Aguas, corresponde la individualización del predio afectado;

que han tomado debida intervención el servicio de asesoramiento jurídico permanente del Organismo y la Fiscalía de Estado;



**EXPEDIENTE N° 58600-ACATA-16**

///

que la presente halla sustento legal el artículo 2°, 3° inciso c) y concordantes de la Ley General de Expropiaciones (A N° 1015), existiendo facultades suficientes para el dictado del acto en el artículo 16° inciso c), 190° y concordantes del Código de Aguas;

Por ello,

EL SUPERINTENDENTE GENERAL DE AGUAS  
RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar afectado a utilidad pública y sujeto a expropiación, el inmueble ----- que según plano de mensura N° 377-17, se designa como Departamento Catastral 05, Circunscripción 1, Sección R, Chacra 006, Parcela 22, con una superficie de 100 m<sup>2</sup>, ubicada en el Departamento General Roca y cuya parcela origen 05-1-R-006-05H está inscripta en el Registro de la Propiedad Inmueble al Tomo 840, Folio 142, Finca 156411, a nombre de Enrique Ramón MASOLIVER - LE. N° 3.430.263.

Artículo 2°.- Notificar fehacientemente la presente al propietario afectado, procurando su ----- ejecución mediante concertación directa, comunicando para ello la oferta según valuación realizada por la Gerencia de Catastro (art. 11° Ley A N° 1015 y art. 11° Decreto A N° 1325/75).

Artículo 3°.- Para el caso de que no fuera factible lograr la propiedad por la vía del ----- avenimiento, encomendar a la Fiscalía de Estado tramite hasta su finalización el correspondiente juicio de expropiación, consignando a tal efecto el monto correspondiente según artículo 17° de la Ley General de Expropiaciones y normas concordantes.

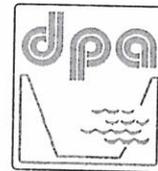
Artículo 4°.- Regístrese, comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial, cumplido, ----- ARCHÍVESE.

ML/geg

Ing. Fernando Javier CURETTI  
SUPERINTENDENTE GENERAL  
Departamento Provincial de Aguas

RESOLUCION N° 1030

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**EXPEDIENTE N° 58597-ACATA-16**

//MA, 14 AGO 2017

VISTO el expediente de referencia, caratulado "Expropiación parcela 05-1-L-004-02F", y

CONSIDERANDO:

que en el inmueble identificado catastralmente como 05-1-L-004-10, cuya parcela origen es 05-1-L-004-02F, se proyectó la construcción de la Estación Elevadora Principal perteneciente al Plan Director de Desagües Cloacales de la localidad de General Roca;

que dicho Plan ya fue ejecutado y se encuentra presentado en el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) solicitando su financiamiento, estando dicho trámite en las instancias finales de aprobación;

que resulta indispensable para ese Plan Director contar con la Estación Elevadora mencionada, para poder garantizar el pleno funcionamiento de la prestación del servicio de desagües cloacales en esa localidad;

que a tales efectos se considera necesario la expropiación de la zona dónde se ejecutará la Estación Elevadora citada;

que se ha definido mediante la respectiva mensura en el terreno, a través del plano N° 380-17 obrante a fs. 11, el cual cuenta con la registración provisoria de la Gerencia de Catastro de la Agencia de Recaudación Tributaria de la Provincia de Río Negro de fecha 07-06-17, la superficie necesaria a los fines referidos precedentemente;

que a fs. 13 obra certificación del valor catastral de la tierra y del valor máximo de indemnización, conforme a lo previsto por la ley de expropiaciones y el artículo 11° del Decreto A N° 1325/75;

que a fs. 10 obra informe de dominio del inmueble que nos ocupa del que surge que el titular registral de la parcela origen es María Cristina CAGGIANO, DNI. N° 13.483.615;

que habida cuenta la declaración de utilidad pública que con carácter genérico establece el artículo 190° del Código de Aguas, corresponde la individualización del predio afectado;

que han tomado debida intervención el servicio de asesoramiento jurídico permanente del Organismo y la Fiscalía de Estado;

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**EXPEDIENTE N° 58597-ACATA-16**

///

que la presente halla sustento legal el artículo 2º, 3º inciso c) y concordantes de la Ley General de Expropiaciones (A N° 1015), existiendo facultades suficientes para el dictado del acto en el artículo 16º inciso c), 19º y concordantes del Código de Aguas;

Por ello,

**EL SUPERINTENDENTE GENERAL DE AGUAS  
RESUELVE:**

Artículo 1º.- Declarar afectado a utilidad pública y sujeto a expropiación, el inmueble ----- que según plano de mensura N° 380-17, se designa como Departamento Catastral 05, Circunscripción 1, Sección L, Chacra 004, Parcela 10, con una superficie de 12 As. 00 Cas., ubicada en el Departamento General Roca y cuya parcela origen está inscripta en el Registro de la Propiedad Inmueble en la matrícula N° 05-26183 a nombre de María Cristina CAGGIANO - DNI. N° 13.483.615.

Artículo 2º.- Notificar fehacientemente la presente al propietario afectado, procurando su ----- ejecución mediante concertación directa, comunicando para ello la oferta según valuación realizada por la Gerencia de Catastro (art. 11º Ley A N° 1015 y art. 11º Decreto A N° 1325/75).

Artículo 3º.- Para el caso de que no fuera factible lograr la propiedad por la vía del ----- avenimiento, encomendar a la Fiscalía de Estado tramite hasta su finalización el correspondiente juicio de expropiación, consignando a tal efecto el monto correspondiente según artículo 17º de la Ley General de Expropiaciones y normas concordantes.

Artículo 4º.- Regístrese, comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial, cumplido, ----- ARCHÍVESE.

ML/geg

Ing. Fernando Javier CURETTI  
SUPERINTENDENTE GENERAL  
Departamento Provincial de Aguas

RESOLUCION N° 1031

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



**EXPEDIENTE N° 58599-ACATA-16**

///MA, 14 AGO 2017

VISTO el expediente de referencia, caratulado "Expropiación parcela 05-1-L-065A-02B", y

CONSIDERANDO:

que en el inmueble identificado catastralmente como 05-1-L-065A-03, cuya parcela origen es 05-1-L-065A-02B, se proyectó la construcción de una Estación Elevadora del barrio Stefenelli Sur perteneciente al Plan Director de Desagües Cloacales de la localidad de General Roca;

que dicho Plan ya fue ejecutado y se encuentra presentado en el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) solicitando su financiamiento, estando dicho trámite en las instancias finales de aprobación;

que resulta indispensable para ese Plan Director contar con la Estación Elevadora mencionada, para poder garantizar el pleno funcionamiento de la prestación del servicio de desagües cloacales en esa localidad;

que a tales efectos se considera necesario la expropiación de la zona dónde se ejecutará la Estación Elevadora citada;

que se ha definido mediante la respectiva mensura en el terreno, a través del plano N° 382-17 obrante a fs. 12, el cual cuenta con la registración provisoria de la Gerencia de Catastro de la Agencia de Recaudación Tributaria de la Provincia de Río Negro de fecha 07-06-17, la superficie necesaria a los fines referidos precedentemente;

que a fs. 14 obra certificación del valor catastral de la tierra y del valor máximo de indemnización, conforme a lo previsto por la ley de expropiaciones y el artículo 11° del Decreto A N° 1325/75;

que a fs. 10/11 obra informe de dominio del inmueble que nos ocupa del que surge que el titular registral de la parcela origen es Ana María MILCZAKOWSKYG, DNI. N° 6.138.694;

que habida cuenta la declaración de utilidad pública que con carácter genérico establece el artículo 190° del Código de Aguas, corresponde la individualización del predio afectado;

que han tomado debida intervención el servicio de asesoramiento jurídico permanente del Organismo y la Fiscalía de Estado;



**EXPEDIENTE N° 58599-ACATA-16**

///

que la presente halla sustento legal el artículo 2°, 3° inciso c) y concordantes de la Ley General de Expropiaciones (A N° 1015), existiendo facultades suficientes para el dictado del acto en el artículo 16° inciso c), 190° y concordantes del Código de Aguas;

Por ello,

EL SUPERINTENDENTE GENERAL DE AGUAS  
RESUELVE:

Artículo 1°.- Declarar afectado a utilidad pública y sujeto a expropiación, el inmueble ----- que según plano de mensura N° 382-17, se designa como Departamento Catastral 05, Circunscripción 1, Sección L, Quinta 065A, Parcela 03, con una superficie de 223,04 m<sup>2</sup>, ubicada en el Departamento General Roca y cuya parcela origen 05-1-L-065A-02B está inscripta en el Registro de la Propiedad Inmueble en la Matrícula 05-39479, a nombre de Ana María MILCZAKOWSKYG - DNI. N° 6.138.694.

Artículo 2°.- Notificar fehacientemente la presente al propietario afectado, procurando su ----- ejecución mediante concertación directa, comunicando para ello la oferta según valuación realizada por la Gerencia de Catastro (art. 11° Ley A N° 1015 y art. 11° Decreto A N° 1325/75).

Artículo 3°.- Para el caso de que no fuera factible lograr la propiedad por la vía del ----- avenimiento, encomendar a la Fiscalía de Estado tramite hasta su finalización el correspondiente juicio de expropiación, consignando a tal efecto el monto correspondiente según artículo 17° de la Ley General de Expropiaciones y normas concordantes.

Artículo 4°.- Regístrese, comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial, cumplido, ----- ARCHÍVESE.

ML/geg

Ing. Fernando Javier CURETTI  
SUPERINTENDENTE GENERAL  
Departamento Provincial de Aguas

RESOLUCION N° 1026

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE  
DESAGÜES CLOACALES DE LA  
CIUDAD DE GENERAL ROCA, RÍO  
NEGRO**

**ANEXO II**

**FACTIBILIDAD ELECTRICA**

---



EMPRESA DE ENERGÍA RÍO NEGRO S.A.  
SUCURSAL ROCA - VILLEGAS 635 - (8332) GRAL. ROCA - TE 0298 - 4422203/4423556

General Roca, 09 de Mayo de 2017

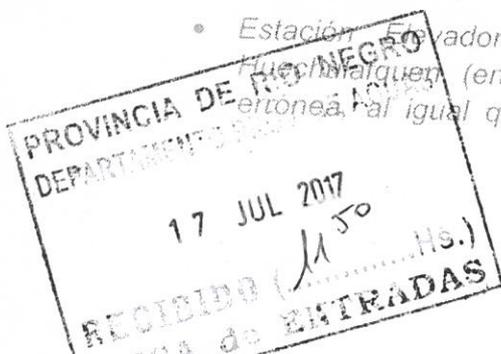
Nota SGR-LM/085-17.

Sra.  
Ing. Marilú Colonna  
Dir. Proyectos de Saneamiento  
DPA

Ref.: **Factibilidad de servicio Plan Director  
de Desagües Cloacales General Roca  
Nota N°18-DPS-17**

Nos dirigimos Ud. en respuesta a su solicitud de factibilidad de servicio en los puntos que se detallan según nota y planos recibidos en nuestras oficinas. Respondemos respetando el orden prefijado en aquella nota.

- *Estación Elevadora Principal de Yapeyú y Lugones.* Existe factibilidad eléctrica para la parcela 051L00402F0000 y el punto de conexión asignado es en MEDIA TENSION sobre nuestra línea existente en la intersección de las mencionadas calles. Proyectar la acometida al suministro desde la cabecera ubicada sobre vereda Oeste de Yapeyú en dicha intersección.
- *Estación Elevadora Bo. Stefenelli Sur de Gúiraldes y Lugones.* Existe factibilidad eléctrica para la parcela 051L065A02B0000 y el punto de conexión asignado es en BAJA TENSION sobre nuestra línea existente en esa intersección. Solicitamos montar el pilar de conexión sobre calle Lugones.
- *Estación Elevadora Bo. Stefenelli Noroeste de calle Los Tilos y Japón.* Existe factibilidad eléctrica para la parcela 051L028B020000 y el punto de conexión asignado es en BAJA TENSION sobre nuestra línea existente en esa intersección. Solicitamos montar el pilar de conexión sobre calle Los Tilos.
- *Estación Elevadora Bo. La Rivera de calle Lago Trafal y Primeros Pobladores.* Existe factibilidad eléctrica para la parcela 051R00605J0000 y el punto de conexión asignado es en BAJA TENSION sobre nuestra línea existente en calle Primeros Pobladores, por lo que solicitamos montar el pilar de conexión sobre esta calle, margen sur.
- *Estación Elevadora Bo. Mosconi de calle Viterbori y L. Huelmo Marquetti* (en vuestra nota la dirección mencionada es errónea, al igual que el catastral. Se tomó como referencia el



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

ING. LEONARDO MARILU COLONNA  
PROYECTOS Y TÉCNICAS PLANIFICADAS  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

plano y el catastral sería 051R08503...). Existe factibilidad eléctrica para esta parcela y el punto de conexión asignado es en BAJA TENSION sobre nuestra línea existente en esa intersección. Solicitamos montar el pilar de conexión sobre calle Viterbori.

- *Aumento de potencia Planta Depuradora de Líquido Cloacales Barrio El Petróleo*, solicitamos se comparezcan en nuestras oficinas comerciales para ampliar el contrato de potencia.

Sin otro particular, saludamos a Ud. muy atentamente.

ING. LEONARDO MAURITSH  
RESPONSABLE TÉCNICO OPERATIVO  
SUCURSAL GRAL. BOCA  
# 08503



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE  
DESAGÜES CLOACALES DE LA  
CIUDAD DE GENERAL ROCA, RÍO  
NEGRO**

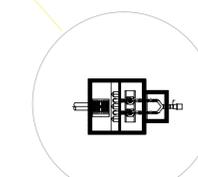
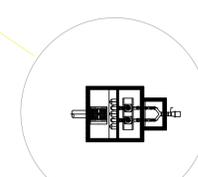
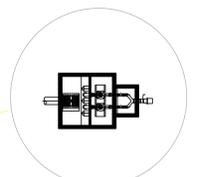
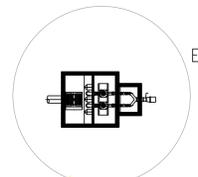
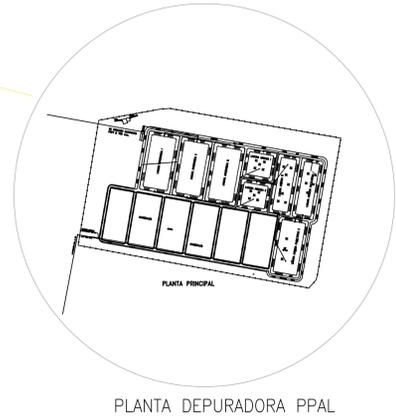
**ANEXO III**

**PLANO DE OBRA**

---



- IMPULSIONES A ANULAR
- IMPULSIONES A REALIZAR
- IMPULSION EXISTENTE
- COLECTOR A RENOVAR
- COLECTOR A REPARAR CON ENVAINADO
- ZONAS A CONSTRUIR REDES DOMICILIARIAS



ING. MARILÚ COLONNA  
 DIRECTORA DE PROYECTOS DE INVERSIONES  
 DEPARTAMENTO PROYECTOS DE INVERSIONES

REVISION N°	1	FECHA:	03/2017	Realizado por:	Ing. DANIEL PEÑA	Revisado por:	Ing. MARILÚ COLONNA
NOMBRE DEL EXPERTO	PROVINCIA DE RÍO NEGRO CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES						
DIRECCIÓN DE PROYECTO:	PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE DESAGÜES CLOACALES DE LA CIUDAD DE GRAL.ROCA PROYECTO LICITATORIO						
DIBUJO:	DISPOSICIÓN DE LAS OBRAS 1ra. ETAPA						
ANTECEDENTES:	FECHA:	AGOSTO 2014	ESCALA:	S/E	REFERENCIA:	PLANO N° 03 PARTE B	

**PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE  
DESAGÜES CLOACALES DE LA  
CIUDAD DE GENERAL ROCA, RÍO  
NEGRO**

**ANEXO IV**

**MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTOS**

---



**DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS**

# **PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE DESAGÜES CLOACALES DE LA CIUDAD DE GENERAL ROCA**



Mayo 2017

**ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS**

## 1. Objetivo

El principal objetivo es acondicionar el Sistema Cloacal actual, que por falta de inversiones está deteriorado y realizar ampliaciones de los Colectores troncales, Estaciones Elevadoras y Planta Depuradora superada en su capacidad, debido a que permanentemente se incorporan nuevas redes secundarias, sin ampliar el resto del sistema

## 2. Sistema de desagües cloacales existente

Como se mencionó en el punto anterior, el ente prestador de los servicios de desagües cloacales, es la empresa Aguas Rionegrinas S.A. (ARSA) bajo la regulación del Departamento Provincial de Aguas (DPA).

La cobertura del servicio de desagües Cloacales alcanza aproximadamente el 70%. La red de desagües está compuesta principalmente por cañerías de PVC, existiendo zonas con caños de H<sup>on</sup> y de A°C°. Los diámetros van desde Ø160 a 700 mm con cámaras de inspección de H°A°. En distintos puntos de la localidad, se encuentran once Estaciones Elevadoras de Líquidos Cloacales que impulsan la descarga a la Planta de Tratamiento.

La planta de tratamiento principal está ubicada en la zona Sur de la ciudad, en cercanías al Río Negro. La misma se compone de tres lagunas Anaeróbicas, 2 lagunas Aireadas y 2 lagunas Aireadas Facultativas. Al cuerpo receptor lo conforma el Río Negro.

La Planta Depuradora de J.J. Gómez está ubicada en la zona Norte y se compone de una serie de dos lagunas, una aireada de mezcla completa y una de sedimentación, que están recubiertas con membrana PEAD de 1 mm de espesor, para evitar filtraciones y contaminación de las napas freáticas, la laguna de mezcla completa cuenta con seis equipos de aireadores flotantes de alta velocidad. La Planta de Tratamiento se completa con una casilla de coloración llevará una bomba de dosificación, tanque de reserva de cloro y sala de tablero.

## 3. Situación actual del sistema de desagües cloacales

En la ciudad de General Roca existe un 73,6 % de la población que habita la zona servida por la red de desagües cloacales. El resto de la población dispone sus efluentes cloacales en pozos absorbentes, en varios sectores de la ciudad, debido a la poca profundidad de la napa freática, existen problemas con este sistema de disposición.

En la actualidad el Sistema de Desagües cloacales, con que cuenta la ciudad, está ampliamente superado por el crecimiento poblacional y el paso del tiempo que excede los períodos de vida útil de los distintos componentes. Esto se refleja:

Dentro del área servida con colectores saturados y sectores con problemas de evacuación de los líquidos cloacales.

Con un efluente tratado, que luego de un deficiente tratamiento por lagunas, se descarga en forma precaria a un desagüe que fluye por una zona de chacras, para tener como destino final al río Negro. Generando un serio problema ambiental.

Además hay un sector de la población que dispone sus efluentes cloacales en pozos absorbentes, y debido a la poca profundidad de la napa freática, se generan importantes problemas de contaminación.

El presente proyecto tiene como objetivo dar solución a dichos problemas.

#### **4. Modificaciones realizadas respecto al proyecto presentado originalmente**

Originalmente se plantearon 3 (tres) alternativas de ubicación y sistema de tratamiento de la Planta Depuradora de líquidos cloacales.

Para las 3 alternativas se proyectó derivar el 11 % de los líquidos cloacales de General Roca, a la Planta Depuradora existente en J. J. Gómez.

La siguiente figura y el Plano N° 16 PARTE A muestran la ubicación de las mismas.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS



Figura N° 1. Ubicación Plantas Depuradoras

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Del estudio de Alternativas, la seleccionada para el desarrollo del Anteproyecto Definitivo había resultado la I.

Al ser presentado el Plan Director ante ENOHSA para pedido de financiamiento, la Alternativa I seleccionada para la Planta de Tratamiento no resultó viable desde el punto de vista técnico. Es por ello que se realizaron modificaciones ajustándola a los requerimientos del dicho Ente.

A modo informativo, se expone brevemente a continuación la alternativa original planteada por el consultor.

### **Alternativa I Original**

La secuencia del Sistema de Tratamiento Principal de la alternativa planteada estaba compuesta por:

→ Cámara de rejillas – pozo de bombeo. Con 4 bombas de 75 Kw cada una, de las cuales 3 en funcionamiento al horizonte de proyecto y 1 de repuesto.

→ Impulsión al predio de la Planta Depuradora

En esta Alternativa, se continuaba con el siguiente Sistema de Tratamiento Principal:

→ Dos desarenadores en paralelo (nuevos)

→ Tres (3) lagunas anaerobias existentes conectadas en paralelo, con cobertura de membrana impermeable de EDPM de 1,5 mm de espesor y colectando los gases generados

→ El tratamiento se continuaba con 2 lagunas aireadas de mezcla completa en paralelo, que se aumentaba a 3 (tres) Laguna aireadas aeróbicas, Energía total requerida 308 Kw.

Continuando con 2 (dos) lagunas aireadas facultativas en paralelo. Para estas lagunas la energía requerida era de 121 Kw.

→ Seis humedales sub-superficiales en paralelo:

El tratamiento del efluente se completaba con su paso por un humedal subsuperficial formado por un medio granular de piedra con la plantación de carrizos y totoras que actuarán como un filtro fitoterrestre, que permitiría reducir el sustrato remanente y un porcentaje de nutrientes y de carga bacteriológica, además de retener la turbiedad del efluente de las lagunas.

→ Desinfección con Luz Ultravioleta (UV).

→ Acueducto al río.



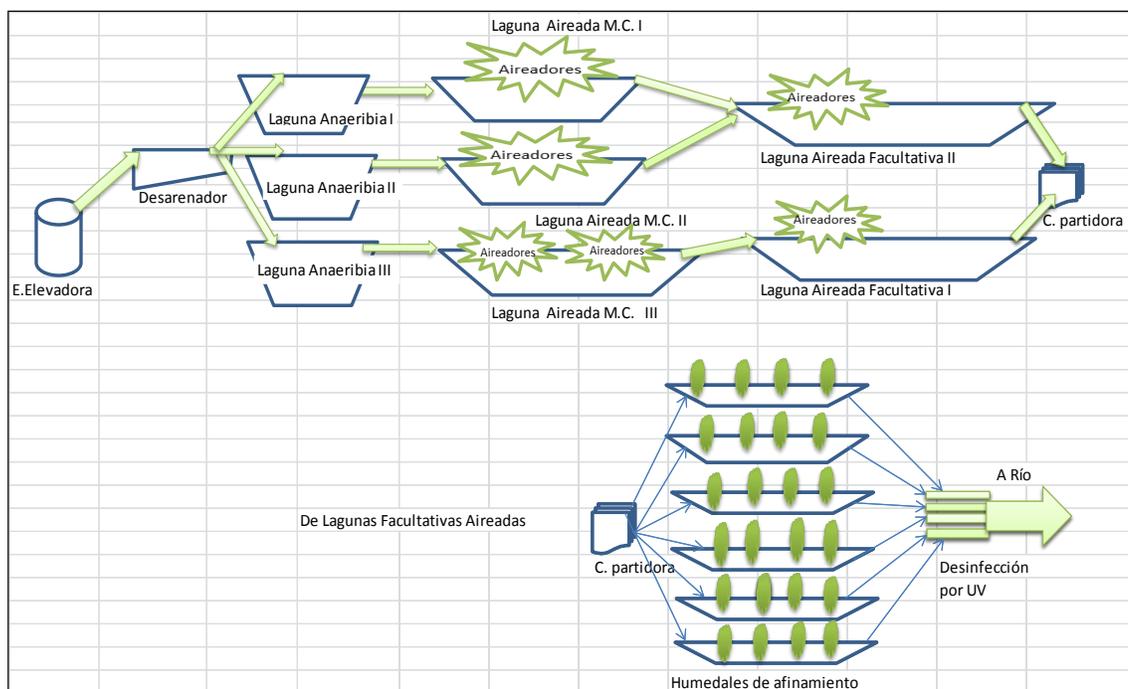


Figura N° 2. Diagrama de Flujo Planta Depuradora Principal Alternativa I

### Ajustes de la Alternativa I

En los ajustes al proyecto original se plantean dos grandes modificaciones:

- Se cambia parte del sistema de tratamiento de la Planta Depuradora Principal: se agregan dos lagunas anaeróbicas en paralelo y se elimina la cubierta planteada, se agrega una laguna facultativa y se le quitan los aireadores planteados, se eliminan los humedales y se reemplaza la desinfección mediante UV por cloro. Además se agrega una planta de tratamiento para los efluentes de camiones atmosféricos.

- Se posterga para una segunda etapa la ampliación de la Planta Depuradora J. J. Gómez, y las redes y colectores que volcarían en la misma. Se planteaba en este sistema como destino final el reúso de los efluentes cloacales tratados para forestación. Al no contar con el proyecto, el mismo resulta por el momento inviable para su financiamiento.

Es por ello que en esta presentación del Plan Director de Desagües Cloacales no se desarrolla el proyecto de la Planta Depuradora de J.J. Gómez y se quita la Alternativa I originalmente planteada reemplazándola por una nueva que cumplimenta los requerimientos técnicos de ENOHSa.

*Marilyn Colonna*

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

## 5. Descripción del proyecto

Este proyecto tiene por objeto en primer término, verificar el estado de situación del Sistema Cloacal actual, en función del cual se desarrollaron los proyectos de adecuación, renovación y/o dimensionamiento de los distintos componentes. A fin de solucionar los problemas existentes de desborde de colectores, mejorar la calidad del efluente final y permitir acceder al servicio a los distintos sectores de expansión de la ciudad.

El Plan Director se proyectará para entrar en funcionamiento en el año 2018, la Planta Depuradora se proyectará en forma modular, ampliándose su capacidad a los 10 años, fijándose el horizonte del proyecto en el año 2037. Los caudales de diseño incluirán los efluentes urbanos y de barrios rurales incluidos en el alcance del proyecto, generados a lo largo del período de diseño.

La población servida y caudales de diseño son los siguientes:

AÑO	Población Total Adoptada	Población Total Servida	Q <sub>C</sub> Caudal medio diario anual [m <sup>3</sup> /día]	Q <sub>D</sub> Caudal medio día máx. consumo [m <sup>3</sup> /h]	Q <sub>E</sub> Caudal máx. día máx. consumo [lts/seg]
2017	100.530	78.038	20.289,99	1.099,04	457,93
2027	116.531	100.100	26.025,96	1.409,74	587,39
2037	132.931	126.284	32.833,90	1.778,50	741,04

## 6. Etapas de la Obra

Para definir la obra prioritaria, se consideró la necesidad de reparar y/o ampliar el Sistema de Desagües Cloacales existente, a fin de poder incorporar al Plan Director todos los barrios sin cobertura cloacal en la actualidad. En consecuencia las obras que se plantearon como prioritarias son las siguientes:

### Primera Etapa

i. Renovación de los tramos de colectores principales deteriorados, que permitan en primer lugar resolver los problemas existentes:

- Reparación Colector II: 1.460,00 m Caño PVC Ø 400  
960,00 m Caño PVC Ø 500



- Restauración Colector V: 1.000 m Envainado en 500 mm

ii. Ejecución del proyecto de red de los barrios Mosconi, La Ribera, Stefanelli norte y sur:

- 29.280 m C° PVC - DN160
- 391 m C° PVC - DN200
- 697 conexiones domiciliarias

iii. Renovación, ampliación y/o construcción de los colectores que permitan desaguar, los nuevos barrios incorporados:

- 1768,00 m C° PVC - DN250:
- 7.455,00 m C° PVC - DN315
- 842,00 m C° PVC - DN355
- 835,00 m C° PVC - DN500
- 1.034,00 m C° PRFV - DN700
- 540,00 m C° PRFV - DN900

iv. Ejecución de las Estaciones Elevadoras:.

- Stefanelli Sur e Impulsión a B.R.
- B° La Ribera e Impulsión a EE Principal
- B° Mosconi e Impulsión a B.R. B° La Ribera
- Stefanelli Noreste

v. Ejecución de sus impulsiones correspondientes.

- 709 m Cañería de PVC - K6 - DN75mm
- 40 m Cañería de PVC - K6 - DN90mm
- 7.672 m Cañería de PVC - K6 - DN160mm
- 2.580 m Cañería de PVC - K6 - DN125mm
- 140 m Cañería de PVC - K6 - DN250mm

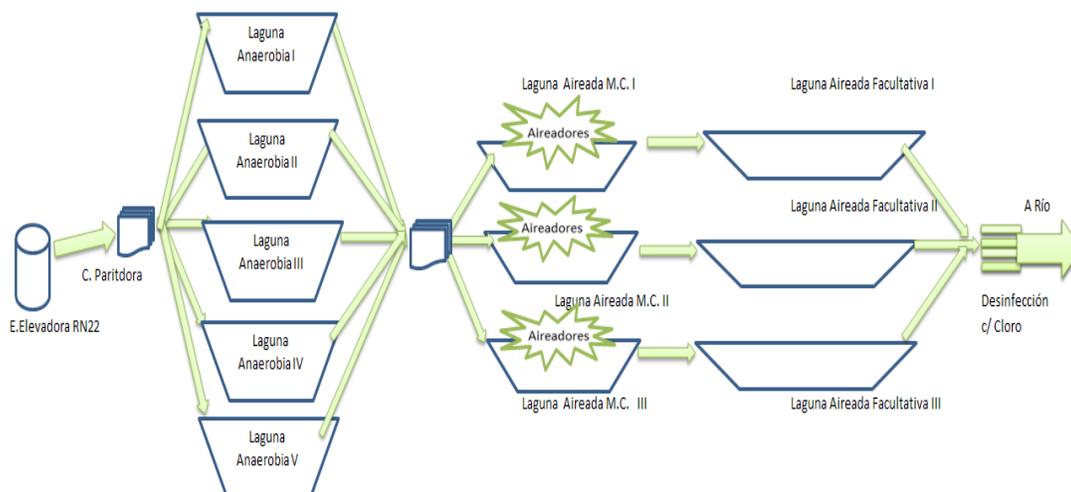
vi. Ejecución Estación Elevadora Principal

vii. Ejecución de su impulsión correspondiente.

- 4235 m C° PRFV - K10- DN700 mm



### viii. Ajustes en la Planta Depuradora Principal.



Manteniendo el sistema original planteado por el Ing. L. Lo Fiego, el primer desbaste se lo haran 5 lagunas anaerobias, conectadas en paralelo.

El tratamiento se continuará con 3 (tres) lagunas aireadas de mezcla completa en paralelo.

Continuando con tres lagunas aireadas facultativas en paralelo.

Luego se procede a la desinfección mediante cloración

Disposición final: Finalmente se diseñó un acueducto de salida consistente en 1.245 m de Cañería de PRFV DN800mm, que permita verter el líquido en un sector caudaloso del río, para mejorar la disposición final actual que vuelca a un colector pluvial que descarga en un pequeño brazo del río.

Se agrega también una Planta modular para descarga de camiones atmosféricos

#### **Segunda Etapa**

i. Ejecución del proyecto de red de los barrios Belgrano y El Porvenir, que permitirá derivar la totalidad de los líquidos cloacales a la Planta Depuradora de JJ Gómez.

ii. Ejecución del proyecto de red de los barrios Chacra Monte y restantes zona suroeste.

iii. Renovación, ampliación y/o construcción de los colectores que permitan desaguar, los nuevos barrios incorporados.

iv. Ejecución de las Estaciones Elevadoras y sus impulsiones correspondientes:

- B° El Porvenir e Impulsión a B° Belgrano
- B° Belgrano e Impulsión a EE J.J. Gómez
- B° Chacara Monte e Impulsión a EE J.J. Gómez

v. Ampliación en la Planta Depuradora J.J. Gomez.



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**Cuadro Resumen Etapas de Obra**

COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	OBSERVACIONES	1º ETAPA	2º ETAPA
Redes domiciliarias	Bº El Porvenir	<i>Obra futura</i>		<i>x</i>
	Bº Belgrano	<i>Obra futura</i>		<i>x</i>
	Bº La Ribera	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Bº Mosconi	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Bº Chacara Monte	<i>Obra futura</i>		<i>x</i>
	Bº Stefenelli	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
Colectores Principales	Colector I	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Colector IV	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Colector VI	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Colector VII	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Colector VIII	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Colector XII	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
Estaciones Elevadoras e Impulsiones	Principal e Impulsión a Lagunas	<i>A reemplazar y reubicar</i>	<i>x</i>	Recambio de bombas
	Bº El Porvenir e Impulsión a Bº Belgrano	<i>A reemplazar</i>		<i>x</i>
	Bº Belgrano e Impulsión a EE J.J. Gómez	<i>Obra nueva</i>		<i>x</i>
	Bº La Ribera e Impulsión a EE Principal	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	Recambio de bombas
	Bº Mosconi e Impulsión a B.R. Bº La Ribera	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	Recambio de bombas
	Bº Chacara Monte e Impulsión a EE J.J. Gómez	<i>Obra nueva</i>		<i>x</i>
	Stefenelli Sur e Impulsión a B.R.	<i>Obra nueva</i>	<i>x</i>	Recambio de bombas
Plantas de Tratamiento	Planta de Tratamiento Principal	<i>Obra existente a ampliar</i>	<i>x</i>	<i>-/-</i>
	Planta de Tratamiento J. J. Gómez	<i>Obra existente a ampliar</i>		<i>x</i>



## 7. Cómputo y Presupuesto

El presupuesto fue actualizado a enero 2016, con un valor de dólar = a \$16.15

<b>PRESUPUESTO TOTAL 1ª Etapa</b>	
Total O.C.:	\$ 359.814.365,25
Total I.E.:	\$ 14.229.077,04
Total I.M.:	\$ 34.209.419,70
<b>Total Presupuesto O.</b>	<b>\$ 408.252.861,99</b>



ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

**PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE  
DESAGÜES CLOACALES DE LA  
CIUDAD DE GENERAL ROCA, RÍO  
NEGRO**

**ANEXO V**

**AUDIENCIA PUBLICA**

---

**ACTA AUDIENCIA PÚBLICA - 2 de agosto 2017**

Audiencia Pública en el marco del procedimiento de Estudio de Impacto Ambiental relativo a la Actualización del Plan Director del Sistema de Desagües Cloacales de la ciudad de General Roca, presentado por el Departamento Provincial de Aguas, a ejecutarse en el Municipio de General Roca en el marco del Expediente N° 085476/SAyDS/2.017, caratulado "PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE DESAGUES CLOACALES DE LA CIUDAD DE GENERAL ROCA". -----

La Sra. Ayelén Cáceres da la bienvenida a los presentes siendo las 9:37 y le cede la palabra al Ministro de Obras y Servicios Públicos, Arq. Carlos Valeri, quien da la bienvenida y contextualiza la obra en un marco de planes de saneamiento que viene gestionando la provincia junto con el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento. A continuación, se le cede la palabra al Superintendente General del Departamento Provincial de Aguas, Ing. Fernando Curetti, quien enmarca el proyecto sometido al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental en la política que lleva adelante la provincia en hidráulica y saneamiento. -----

A continuación, la Ing. Dina Migani, expresa que siendo las 9:54 hs horas del día 2 de Agosto de 2017 y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Funcionamiento, se da apertura a la Audiencia Pública convocada por Resolución N° 572/2017 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, respecto del Estudio de Impacto Ambiental relativo a la Actualización del Plan Director del Sistema de Desagües Cloacales de la ciudad de General Roca, presentado por el Departamento Provincial de Aguas, a ejecutarse en el Municipio de General Roca en el marco del Expediente N° 085467/SAyDS/2.017, caratulado "PLAN DIRECTOR DEL SISTEMA DE DESAGUES CLOACALES DE LA CIUDAD DE GENERAL ROCA".-----

Posteriormente, da lectura al reglamento de funcionamiento de la audiencia, designando como Secretarixs de la Audiencia, al Subsecretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dr. Guillermo Ceballos y/o las asesoras legales del



organismo, Nancy Peilman y/o María José Luna Pertica. Asimismo, se designa como Moderadora y Coordinadora de la Audiencia Pública a la Sra. Ayelén Cáceres. -----

Se deja constancia que la audiencia se encuentra presente el cuerpo de taquígrafos de la legislatura de la provincia de Río Negro, en consonancia con lo establecido en el Art. 31 inc. h) de la Ley J N° 3.284. -----

La moderadora da lectura al orden del día y expresa las reglas de convivencia de la audiencia pública y coordina las distintas intervenciones de los expositores y oradores. -----

En primer lugar, tiene la palabra el Ing. Mario Álvarez quien realiza una breve descripción del Plan Director de Agua Potable y el diagnóstico del estado actual de las instalaciones. -----

En segundo término, el Ing. Fernando Curetti realiza la presentación técnica de la obra, específicamente en lo que refiere a las redes y las estaciones elevadoras. A continuación, retoma la exposición el Ing. Horacio Lizasoain quien presenta técnicamente la obra en lo que refiere a la ampliación de la planta de tratamiento de líquidos cloacales. -----

Posteriormente, se invita a la Lic. Roxana Rodríguez quien realiza la presentación del Estudio de Impacto Ambiental. Introduce el concepto Desarrollo Sostenible en el marco de la obra de saneamiento objeto de evaluación de impacto ambiental. Asimismo, realiza una descripción general del entorno y de la matriz de impacto. Esboza los lineamientos de un Plan de Gestión Ambiental que deberá tenerse presente por parte de la empresa constructora, el mismo deberá tener en cuenta toda la normativa local, provincial y nacional. -----

La moderadora da por finalizada la etapa de la presentación del proyecto y sugiere hacer una pausa para el refrigerio. -----

Siendo las 11:40 se retoma las exposiciones dándole la palabra a los expositores invitados que se encuentran presentes. Han sido invitados a participar y manifestaron su intención, los representantes del Consorcio de Riego y Drenaje de General Roca: Vanesa Funes como Gerente del Consorcio

y Hernán Zuñiga como asesor técnico. Manifiestan los inconvenientes de los residuos sólidos urbanos y cloacales que se reciben en los canales de riego y desagües. Sugieren recomendaciones a tener en cuenta en las obras que se ejecuten. -----

Asimismo, en virtud de lo manifestado en la Resolución 182/17 por la Defensora del Pueblo de la provincia, se autoriza al Sr. Defensor Adjunto, César Domínguez a tomar la palabra. Remarcan la importancia de la audiencia pública en obras que, como estas, generan un gran impacto en el ambiente. Ratifica la necesidad de que esta obra se haga efectiva para procurar la mejora de la calidad del agua. -----

La moderadora, da por finalizada la etapa de las exposiciones y se da inicio a las exposiciones de los oradores. -----

En primer lugar, tiene la palabra Diego Rodil. Manifiesta que la alternativa tres (3) sería la mejor alternativa, para reutilizar los residuos cloacales tratados. -----

Se deja constancia que Marisabel Hilda Aun, Juan Carlos Fosque y Pedro Luciano Grande Aun fueron llamados a participar en dos oportunidades y no se hicieron presentes. -----

Retoma la palabra, Miguel Ángel Zeballos Díaz en representación de los vecinos del barrio Fiske Menuco. Manifiesta que este plan director no es sustentable ni justo y a continuación Héctor David Morales critica que no fueron incorporados en el plan director, y presentan por escrito una propuesta de anteproyecto para ser incorporados. -----

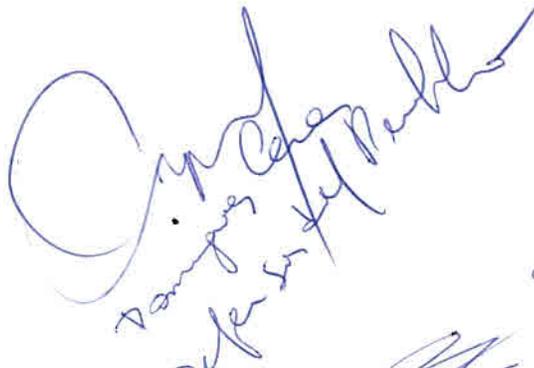
Finalmente, tiene la palabra el Lic. Héctor Labollita, en representación de la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas. Reafirma la necesidad de que se lleve adelante la ejecución de la obra, para tratar los residuos cloacales, permitiendo un beneficio sobre el curso de agua y en ese sentido, el impacto socio ambiental es altamente positivo. -----

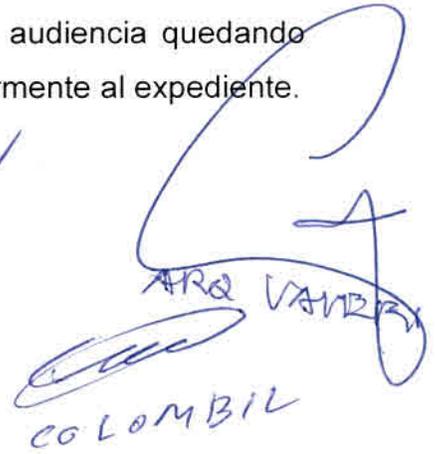
Luego de un espacio para formular y ordenar el espacio de preguntas, toma la palabra la moderadora siendo las 12:40 hs., quien luego de ser autorizada por la presidente de la audiencia lee los aportes efectuados por el público presente los cuáles serán agregados al expediente, como así también se leen las

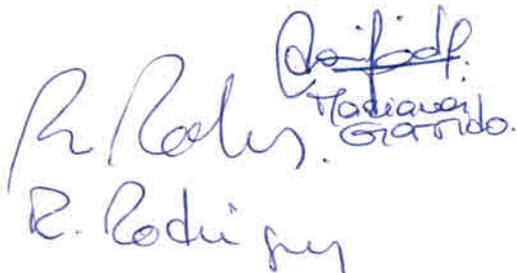


preguntas efectuadas, las que son debidamente contestadas por los requeridos. Siendo las 13:01 hs, se da por finalizada la audiencia quedando pendiente la versión taquigráfica, que se anexará posteriormente al expediente.

  
Curetti, Fernando

  
Profesora del Pueblo

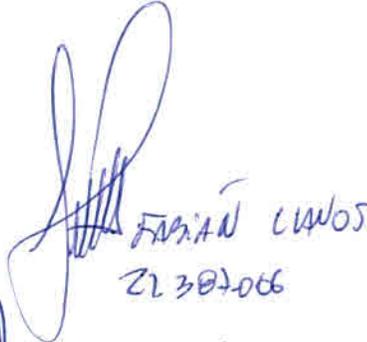
  
COLOMBIL

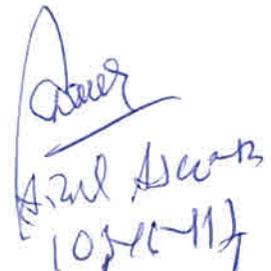
  
R. Rodin

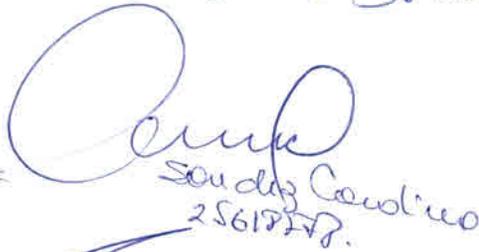
  
Garroja

  
Pablo Urrut  
31.358.556

  
T. Urrut

  
F. Urrut  
21.387.066

  
A. Urrut  
10.11.11

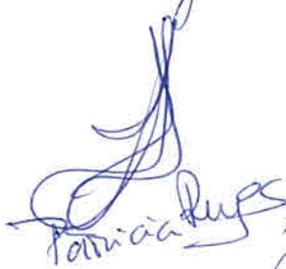
  
S. Urrut  
2561277

  
D. Urrut

  
P. Urrut

  
C. Urrut

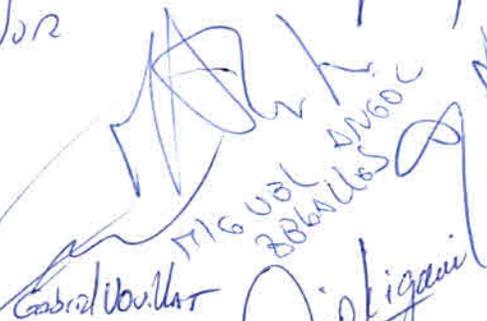
  
J. Urrut  
27.378.148

  
P. Urrut

  
J. Urrut

  
TOFFANI

  
ALEJANDRO ABISAI

  
F. Urrut  
20611500

~~Francisco...~~  
Francisco R. A.  
22653002

~~Resolución...~~  
Resolución...

Lenia VASTA  
Legisladora  
Provincial SRN

N. Beltracchia / DPA  
Juan Sandoz

Reimán, Nancy  
Angel  
Mestre Jimena  
33507643

MARIO H.  
Alvarado  
PROA SRN

Miguel S.  
Demoling Jimena

ERICA Fernando  
DNI 2998325

Rodrigo Ledesma  
32.235.867

DINA LINA MIGANI  
SECRETARIA  
Secretaria de Ambiente y  
Desarrollo Sustentable  
PROVINCIA DE RIO NEGRO

Mariona Garrido

ING. MARILU COLONNA  
DIRECTORA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO  
DEPARTAMENTO PROVINCIAL DE AGUAS

Bulgorelli  
Voluntario

Ariel  
Ariel Caceres

LEANDRO BOTASSO  
de abril

Abraham...

Romero GUSTAVO  
AIC

HECTOR A. LABOLITA  
AIC

Proyecto P.  
SAyDS  
P. F. ZTC  
AICSA

Lizasoain Karina  
Aguas Rionegras SA

Guillermo M. CEBALLOS  
SUBSECRETARIO  
Secretaria de Ambiente y  
Desarrollo Sustentable  
PROVINCIA DE RIO NEGRO