

REPÚBLICA ARGENTINA

REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO SUR DE SALTA

INFORME FINAL

EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

FEBRERO 2015

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	20
2. RESUMEN EJECUTIVO	21
2.1. Optimización de Las Instalaciones Existentes.....	21
2.2. Ampliación de Tratamiento.....	22
2.3. Presupuesto.....	27
3. FICHA AMBIENTAL	28
3.1. Datos generales del proyecto.....	28
3.2. Características y componentes del proyecto	28
3.3. SITUACIÓN DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO	29
4. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	32
4.1. Proyectos no Elegibles	32
4.2. Categorización del Proyecto	32
4.3. Alcances de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental y Social. Situación de Elaboración del Proyecto	33
4.3.1. Etapa de Identificación y Clasificación.....	33
4.3.2. Etapa de Análisis y Evaluación	33
4.3.3. Etapa de Ejecución y Seguimiento	34
4.3.4. Operación y abandono	34
4.4. Contenido de la Evaluación de Impacto Ambiental	34
4.4.1. Identificación del Proyecto.	34
4.4.2. Justificación del Proyecto.....	37
4.4.3. Caracterización del Proyecto	37
4.4.4. Diagnóstico Ambiental.....	37
4.4.5. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales.....	37
4.4.6. Proposición de Medidas Mitigadoras y Compensatorias.....	38

4.4.7. Plan de Gestión Ambiental y Social	38
4.4.8. Consulta y Divulgación Pública	38
4.5. Síntesis de la metodología aplicada	38
5. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	40
6. MARCO LEGAL	41
6.1. Nivel Nacional	41
6.1.1. Constitución Nacional	41
6.1.2. Ley Nacional N° 19587 Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.	43
6.1.3. Ley Nacional N° 25675 General del Ambiente (Promulgada parcialmente 27 de Noviembre de 2002).....	43
6.1.4. Ley Nacional N° 24051 “Residuos Peligrosos” (B.O. 17/01/1992) reglamentada por el 4.1.4 Decreto 831/93 (B.O. 03/05/1993)	44
6.1.5. Ley Nacional N° 25675 Ley General del Ambiente.	45
6.1.6. Ley Nacional N° 25688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.....	45
6.1.7. Ley Nacional N° 25831 Régimen de libre acceso a la información pública ambiental (B.O. 07/04/04)	46
6.2. Nivel Provincial	47
6.2.1. Constitución Provincial de Salta.....	47
6.2.2. Ley Provincial N° 7070Protección del Medio Ambiente	48
6.2.3. Código de Aguas de la Provincia de Salta.....	49
6.2.4. Resolución Provincial N° 011/01 de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.	49
6.2.5. Resolución Provincial N° 224/06 de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.	50
6.2.6. Decreto Provincial N° 3652/10 del Ministerio de Desarrollo Económico.....	50
6.2.7. Decreto Provincial N° 3249/11Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta	50
6.3. Nivel Municipal.....	50

6.3.1. Ordenanza Municipal N° 13.779Código de Planeamiento Urbano Ambiental.....	50
6.3.2. Ordenanza Municipal N° 10438/00	55
6.3.3. Ordenanza Municipal N° 12745/06	55
6.3.4. Resolución N° 091/12Subsecretaría de Servicios Públicos y Control Ambiental de la Ciudad de Salta.....	55
7. MARCO INSTITUCIONAL	56
7.1. Personas físicas y jurídicas intervinientes	56
7.2. Proceso de aprobación.....	57
8. DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DEL PROYECTO	58
8.1. Situación Actual Respecto de la Gestión de Efluentes en las Ciudades de Salta, Cerillos y San Lorenzo.	58
8.1.1. Ubicación	58
8.1.2. Red de Colectoras.....	63
8.1.3. Plantas Depuradoras de Líquidos Cloacales.....	64
8.1.3.1. Planta Depuradora Norte	65
8.1.3.2. Planta Depuradora Sur.....	65
8.1.3.3. Línea Líquida.....	66
8.1.3.4. Línea de Barros.....	73
8.2. Objetivos, Metas y Justificación del Proyecto.....	76
8.3. Alternativas de Solución Analizadas	76
8.3.1. Resultados del análisis de alternativas.....	77
8.3.2. Consideraciones ambientales en la evaluación de alternativas.....	77
8.3.3. Evaluación Ambiental de las Alternativas Técnicas de Plantas Depuradoras.....	77
8.3.4. Conclusiones finales del proceso de selección de alternativas	79
8.4. Alcance de las Obras	79
8.4.1. Optimización de las Instalaciones Existentes.....	80

8.4.2. Ampliación de Tratamiento.....	83
8.4.3. Proceso Constructivo	89
8.4.4. Consideraciones Especiales	91
8.4.4.1. Línea de Ribera.....	91
8.4.4.2. Residuos de rejillas y arenas.....	93
8.4.4.3. Barros existentes acumulados y a generar	94
8.5. Áreas de Influencia del Proyecto.....	95
8.5.1. Área de Influencia Directa	95
8.5.2. Área de Influencia Indirecta.....	96
9. LINEA DE BASE AMBIENTAL	98
9.1. Introducción	98
9.2. Objetivo General.....	98
9.3. Objetivos Específicos	98
9.4. Metodología Empleada.....	98
9.5. Marco Legal	98
9.6. Antecedentes	99
9.7. Línea de Base Ambiental	99
9.7.1. Ubicación y vías de acceso a la Planta Depuradora Sur	99
9.7.2. Aspectos Físicos	101
9.7.2.1. Clima.....	101
9.7.2.2. Hidrología regional	102
9.7.2.3. Usos del recurso hídrico	103
9.7.2.4. Problemáticas detectadas.....	104
9.7.2.5. Avances en el saneamiento del río Arenales	105
9.7.2.6. Calidad del agua	106
9.7.2.7. Suelo.....	107

9.7.2.8. Geología, Geomorfología.....	110
9.7.3. Aspectos biológicos.....	111
9.7.3.1. Flora.....	111
9.7.3.2. Fauna.....	112
9.7.4. Relevamiento en zona PDS actual y ampliación.....	113
10. ESTUDIO DE CUERPO RECEPTOR.....	121
10.1. Modelo de Dilución de Efluentes.....	121
10.1.1. Objetivos.....	121
10.1.2. Metodología de modelación	121
10.1.3. Determinación de caudales del río Arenales	125
10.1.4. Secciones de muestreo.....	129
10.1.5. Datos de entrada al modelo matemático	131
10.1.5.1. Valores representativos de las características físicas del cuerpo receptor.....	131
10.1.5.2. Parámetros de calidad del agua del cuerpo receptor.....	132
10.1.5.3. Calidad del vertido de la planta de tratamiento	132
10.1.5.4. Caudales de modelación.....	133
10.1.6. Escenarios de modelación	133
10.1.6.1. Modelación de la situación presente sin proyecto.....	133
10.1.6.2. Modelación de la situación futura sin proyecto.....	133
10.1.6.3. Modelación de la situación futura con proyecto	133
10.1.7. Calibración del modelo matemático	134
10.1.7.1. Ajuste de parámetros	134
10.1.7.2. Verificación analítica	137
10.1.8. Modelación de escenarios.....	138
10.1.8.1. Características Físicas del Cuerpo Receptor	138

10.1.8.2. Resultados de la modelación de los escenarios	139
10.2. Conclusiones y Recomendaciones	146
11. DEFINICIÓN DE MANCHA DE INUNDACIÓN y DEFENSAS	148
11.1. Introducción	148
11.2. Antecedentes	149
11.3. Metodología	150
11.4. Desarrollo	150
11.4.1. Estudio Hidrológico	150
11.4.1.1. Delimitación de Cuencas	152
11.4.1.2. Parámetros Físicos de las Subcuencas	154
11.4.1.3. Parámetros Físicos de los Tránsitos:	158
11.4.1.4. Tormenta de Diseño para Tr 50años	160
11.4.1.5. Determinación del hidrograma de la “Cuenca Alta”.	162
11.4.1.6. Modelo de Transformación Lluvia-Caudal	163
11.4.1.7. Resultados	164
11.4.2. Estudio Hidráulico	165
11.4.2.1. Modelo de Escurrimiento Superficial	166
11.4.2.2. Escenarios de Modelación	167
11.4.2.3. Resultados	167
11.4.2.4. Análisis de Resultados y Conclusiones	171
12. ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL MEDIO	174
12.1. Introducción	174
12.2. Aspectos Urbanos	174
12.2.1. Demografía	175
12.2.1.1. Censo 2010.	177
12.2.1.2. Crecimiento Poblacional	178

12.2.2. Aspectos Socioeconómicos	180
12.2.3. Actividades económicas.....	192
12.2.3.1. Radicaciones industriales	193
12.2.3.2. Talleres	193
12.2.4. Transporte	194
12.2.4.1. Terrestre	194
12.2.4.2. Aéreo	194
12.2.5. Turismo	194
12.3. Relevamiento Socio - Económico	194
12.3.1. Identificación de las áreas afectadas.....	195
12.3.2. Metodología.....	195
12.3.3. Grupos Focales	195
12.3.3.1. Resultados de los Grupos Focales.....	196
12.3.4. Encuestas	196
12.3.4.1. Definición de los lugares a encuestar.....	196
12.3.4.2. Ajuste del formulario de encuesta.....	199
12.3.4.3. Selección y capacitación de encuestadores.....	199
12.3.4.4. Resultados de Encuestas	199
12.3.5. Conclusiones	211
13. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL PROYECTO.....	212
13.1. Metodología para Identificar Efectos.....	212
13.2. Identificación de Acciones.....	212
13.2.1. Identificación de acciones, etapa de construcción	212
13.2.2. Identificación de acciones, etapa de operación.....	213
13.2.3. Identificación de acciones, etapa de abandono.....	215
13.3. Identificación de Factores.....	215

13.4. Metodología de Análisis y Valoración de Impactos	215
13.5. Identificación de Potenciales Impactos	218
13.5.1. Impactos durante la construcción	218
13.5.2. Impactos durante la operación	221
13.5.3. Impactos durante el abandono.....	223
14. ANÁLISIS DE MATRICES.....	225
14.1. Fase Constructiva.....	225
14.2. Fase operativa	228
14.3. Fase de Abandono	230
14.4. Resumen de Calificación de Impactos.....	232
14.5. Conclusiones	233
14.5.1. Análisis del carácter de los impactos.....	233
14.5.2. Análisis de la calificación ambiental de los impactos	234
15. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL (PGAS).....	236
15.1. Medidas de Mitigación de impactos.....	236
15.1.1. Consideraciones ambientales para pliegos de especificaciones	237
15.1.2. Acciones -Medidas de Mitigación. Etapa de construcción de la obra.....	238
15.1.3. Acciones - Medidas de Mitigación. Etapa de operación de la planta	240
15.1.4. Acciones - Medidas de Mitigación. Etapa de abandono de las instalaciones.....	240
15.1.5. Implementación de las Medidas de mitigación	241
15.2. Programa de Control Ambiental - pca.....	255
15.3. Manual de operación y mantenimiento	265
15.3.1. Plan de seguimiento y monitoreo ambiental.....	265
15.3.1.1. Generalidades	265

15.3.1.2. Programa de monitoreo	265
15.3.1.3. Control de procesos de la planta de Tratamiento.....	266
15.4. Plan de Contingencias.....	271
16. BIBLIOGRAFIA.....	278

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1: Presupuesto proyecto Remodelación y Ampliación de Planta de Tratamiento Sur de Salta (Fecha: Julio de 2014).	27
Tabla 2. Matriz de Evaluación Socio Ambiental – Alternativa Plantas Depuradoras.....	78
Tabla 3. Resumen capacidad de las distintas unidades de la planta depuradora Actual ...	80
Tabla 4. Registros de la estación meteorológica Salta F.C.G.B. durante 1.934 y 1.990 (Bianchi A Yáñez, 1992; Bianchi, 1996).	101
Tabla 5. Prueba de independencia para serie de caudales mínimos	125
Tabla 6. Prueba de independencia para caudales máximos	126
Tabla 7. Pruebas de homogeneidad para caudales mínimos	126
Tabla 8. Pruebas de homogeneidad para caudales máximos	127
Tabla 9. Estimación de caudal mínimo medio anual	128
Tabla 10. Estimación de caudal máximo medio anual.	129
Tabla 10. Parámetros de calidad de secciones de interés.....	131
Tabla 12. Muestras de calidad del efluente antes de ser vertido al río Arenales (Sección 4).	132
Tabla 13. Escenarios de modelación.....	134
Tabla 14. Parámetros físicos del río Arenales para $Q = 17,29 \text{ m}^3/\text{s}$	135
Tabla 15. Comparación y análisis de parámetros de calidad estimados y relevados	136
Tabla 16. Ubicación de sección crítica y Déficit máximo de oxígeno	138
Tabla 17. Parámetros físicos del río Arenales para $Q = 461,33 \text{ m}^3/\text{s}$	139
Tabla 18. Parámetros físicos del río Arenales para $Q = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$	139
Tabla 19. Datos de la modelación del escenario 1.....	140
Tabla 20. Datos de la modelación del escenario 2.....	140
Tabla 21. Datos de la modelación del escenario 3.....	141

Tabla 22. Datos de la modelación del escenario 4.....	143
Tabla 23. Datos de la modelación del escenario 5.....	143
Tabla 24. Datos de la modelación del escenario 6.....	144
Tabla 25. Datos de la modelación del escenario 7.....	144
Tabla 26. Fórmulas utilizadas para el cálculo del Tiempo de Concentración (Xing Fang et. al 2008).....	154
Tabla 27. Número de curva del SCS USDA.	155
Tabla 28. Parámetros físicos de las subcuencas.	157
Tabla 28. Parámetros físicos de los tránsitos.....	160
Tabla 30. Hietograma resultante Tr=50 años y d=7,5hs.	161
Tabla 31. Resultados de la modelación de la situación actual.....	168
Tabla 32. Resultados de la modelación de la situación futura.....	170
Tabla 33. Comparación de niveles de agua y velocidades para los escenarios modelados.	172
Tabla 34. Provincia de Salta según departamento. Población censada en 1991y 2001 y variación intercensal absoluta y relativa 1991-2001.....	175
Tabla 35. Población Total y Viviendas – Municipio de San Lorenzo - Censo2010	178
Tabla 36. Población Total y Viviendas – Municipio de Cerrillos y Villa Los Álamos (Dpto. Cerrillos) - Censo 2010.	178
Tabla 37. Crecimiento Poblacional de las Localidades Involucradas.	178
Tabla 38. Cantidad de hogares conectados a la red de agua.....	185
Tabla 39. Cantidad de hogares conectados a la red cloacal	187
Tabla 40. Cantidad de hogares con instalación sanitaria con descarga de agua.	190
Tabla 41. Datos relevados y estadísticos.	200
Tabla 42. Datos relevados y estadísticos.	200
Tabla 43. Datos relevados y estadísticos.	201
Tabla 44. Datos relevados y estadísticos.	202
Tabla 45. Datos relevados y estadísticos.	202

Tabla 46. Resumen de problemas y porcentajes.....	204
Tabla 47. Frecuencias según la cantidad de problemas mencionados por cada encuestado.....	204
Tabla 48. Datos relevados y estadísticos.....	205
Tabla 49. Resumen de frecuencias de encuestados que conocen los problemas que ocasiona el tratamiento de líquidos, y los que no los conocen.....	206
Tabla 50. Datos relevados y estadísticos.....	207
Tabla 51. Resumen de frecuencias de personas que sufrieron enfermedades y quienes no las sufrieron.....	208
Tabla 52. Datos relevados y estadísticos.....	208
Tabla 53. Resumen de frecuencias de prioridades de inversión del gobierno.....	210
Tabla 53. Factores considerados para el análisis de impactos ambientales.....	215
Tabla 55. Parámetros de calificación de impactos.....	217
Tabla 56. Valoración Ambiental.....	218
Tabla 57. Cantidad de impactos negativos y calificación ambiental en la fase constructiva.....	225
Tabla 58. Cantidad de impactos positivos y calificación ambiental en la fase constructiva.....	226
Tabla 59. Cantidad de impactos negativos y calificación ambiental en la fase operativa.....	228
Tabla 60. Cantidad de impactos positivos y calificación ambiental en la fase operativa.....	229
Tabla 61. Cantidad de impactos negativos y calificación ambiental en la fase de abandono.....	231
Tabla 62. Cantidad de impactos positivos y calificación ambiental en la fase de abandono.....	231
Tabla 63. Acciones, efectos y medidas de la acción: Movilización de obra e instalación de obrador.....	242
Tabla 64. Acciones, efectos y medidas de la acción: Limpieza de terreno.....	244
Tabla 65. Acciones, efectos y medidas de la acción: Extracción y disposición de barros existentes en el predio.....	245
Tabla 66. Acciones, efectos y medidas de la acción: Movimiento de suelo.....	247

Tabla 67. Acciones, efectos y medidas de la acción: Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales	249
Tabla 68. Acciones, efectos y medidas de la acción: Construcción de obras civiles	251
Tabla 69. Acciones, efectos y medidas de la acción: Tratamiento y disposición final de lodos.	252
Tabla 70. Acciones, efectos y medidas de la acción: Parquización y Forestación.....	254
Tabla 71. Programa de ordenamiento de la circulación.	256
Tabla 72. Programa de manejo del subsistema natural.	257
Tabla 73. Programa de manejo y disposición de residuos, desechos y efluentes líquidos.	258
Tabla 74. Programa de comunicación a la comunidad.	259
Tabla 75. Programa de seguimiento del plan de seguridad e higiene.	260
Tabla 76. Programa de seguimiento de las medidas de mitigación.....	261
Tabla 77. Programa de control ambiental de la obra.	263
Tabla 78. Programa de muestreos y análisis a cumplir como exigencia mínima	271

FIGURAS

Figura 1. Esquema elementos componentes del sistema de tratamiento de efluente	36
Figura 2. Mapa de zonificación de la ciudad de Salta.	52
Figura 3. Detalle Mapa de zonificación de la ciudad de Salta en proximidades de la planta.	53
Figura 4. Esquema del proceso de aprobación de la E.I.AyS.....	57
Figura 5. Mapa Provincia de Salta (Fuente: IGN -Instituto Geográfico Nacional)-.	58
Figura 6. Ubicación de los Departamentos de Interés.	59
Figura 7. Ubicación predio Planta Depuradora.....	60
Figura 8. Predio Planta Depuradora.	61
Figura 9. Radios servidos.....	62
Figura 10. Ubicación de la Ciudad de Salta.	62
Figura 11. Sistema de Colectoras Máximas – Ciudad de Salta.....	63
Figura 12. Área de cobertura con servicio de cloaca en la ciudad de Salta al año 2011...	64
Figura 13. Esquema de Planta Depuradora Sur existente, elementos componentes.	66
Figura 14. Cámara de Ingreso.	67
Figura 15. Cámaras de Rejas. (Izq. Rejas gruesa de limpieza manual; Der. Rejas finas de limpieza mecanizada).....	68
Figura 16. Desarenadores. Tornillo sinfín para extracción de arenas.	68
Figura 17. Cámara de bombeo de Líquidos.	69
Figura 18. Cámara de Carga y Sedimentadores.....	70
Figura 19. Lechos Percoladores.	70
Figura 20. Cámara de Distribución y Sedimentadores Secundarios.	71
Figura 21. Estación de Bombeo de Recirculación.....	72
Figura 22. Cámara de Cloración y Contacto	72

Figura 23.Digestores Primarios y Secundarios	73
Figura 24.Digestor Secundario y Bombas de Tornillos	74
Figura 25.Playas de Secado de Barros	75
Figura 26.Descarga al Río Arenales	75
Figura 27.Esquema de ubicación de elementos para derivación de caudal a planta nueva.	91
Figura 28. Implantación de la nueva planta depuradora, demarcación de zona de avance sobre margen izquierda del Río Arenales.....	93
Figura 29. Área de Influencia Directa	96
Figura 30. Área de Influencia Indirecta	97
Figura 29.Acceso principal a la PDS.	100
Figura 30.Radio de 500 metros alrededor del sistema de tratamiento.	101
Figura 31. Climograma de Salta Capital según datos de Bianchi A. Yáñez (1992 y 1996).	102
Figura 32. Se resalta la ubicación relativa de la PDS en la subcuenca Arias-Arenales (mapa base del INTA).	103
Figura 33. Vista general del tramo urbano (ciudad de Salta) del río Arenales.	105
Figura 34. Ubicación pozos de sondeo en la Planta Depuradora.....	108
Figura 35. Extracto de la cartografía de suelos (SIG INTA) donde se resalta el área de estudio.	110
Figura 36.Se resalta la ubicación del área de estudio en las regiones fitogeográficas de la Provincia.	111
Figura 37. Mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos	112
Figura 40. Esquema zona relevada	114
Figura 41. Esquema zona relevada - Sector sur de las playas de secado de barro	114
Figura 42. Caminería principal al sur de la playa de secado de barro. A la derecha de la imagen se evidencian montículos de barro seco que deberían removerse según el proyecto.	115
Figura 43. Acopio de cañerías en el sector medio de las playas de secado.....	116
Figura 44. Vista de ejemplares de algarrobo que serían removidos según el proyecto..	116

Figura 45. Esquema zona relevada - Extremo Este del predio.....	117
Figura 46. Vista de la vegetación nativa al este de la playa de secado (fuera del cerco perimetral de la PDS).	117
Figura 47. Esquema zona relevada - Margen Oeste de los digestores.....	118
Figura 48. Vistas del estado actual del predio al oeste de los cuatro digestores de barro.	118
Figura 49. Esquema zona relevada - Terreno a rellenar.....	119
Figura 50. Vistas desde el extremo SE de la zona de interés de la terraza actual del sistema fluvial donde se rellenaría el terreno.	120
Figura 51. Serie de caudales mínimos medios anuales.....	128
Figura 52. Serie de caudales máximos medios anuales.....	128
Figura 53. Hidrograma en la sección de descarga de la Planta de Tratamiento Sur – Salta -	129
Figura 54. Secciones de toma de muestras para determinación de parámetros de calidad	130
Figura 55. Gráfico de valores medidos y modelados de DBO [mg/l] vs. Distancia [Km].	135
Figura 56. Gráfico de valores medidos y modelados de Oxígeno disuelto [mg/l] vs distancia [Km]	136
Figura 57. Volumen de control y parámetros para cálculo de sección crítica.....	138
Figura 58. Gráfico de DBO-Distancia para los escenarios (1,2 y 3) de funcionamiento actual.	141
Figura 59: Gráfico oxígeno disuelto – distancia para los escenarios (1; 2 y 3) de funcionamiento actual.....	142
Figura 60. Gráfico DBO – Distancia para los escenarios (4; 5; 6 y 7) de funcionamiento futuro.....	145
Figura 61. Gráfico Oxígeno Disuelto – Distancia para los escenarios (4; 5; 6 y 7) de funcionamiento futuro.....	146
Figura 62. Imagen del proyecto de ampliación.....	148
Figura 63. Imagen del proyecto de ampliación.....	148
Figura 64. Esquema de Protección.....	149

Figura 65. Imagen con el punto de aforo.....	151
Figura 66. Curva IDT de la ciudad de Salta.....	151
Figura 67. Red de drenaje.....	153
Figura 68. Esquema para la representación del concepto de almacenamiento.....	158
Figura 69. Gráfico de coeficiente de atenuación real.....	161
Figura 70. Hietograma resultante $Tr=50$ años y $d=7,5hs$	162
Figura 71. Hidrograma resultante para $Tr=50$ años en el punto de aforo.....	163
Figura 72. Esquema de la red hidrológica en estudio.	164
Figura 73. Hidrograma resultante para $Tr=50$ años en la Planta de Tratamiento.	165
Figura 74. Modelo digital del terreno y ubicación en planta de las secciones del río.....	166
Figura 75. Interface de información geométrica, imagen de inundación 3D y perfil longitudinal para la situación actual.	168
Figura 76. Comparación de la mancha de inundación observada en el evento de 2011 y la obtenida de la modelación numérica.	169
Figura 77. Interface de información geométrica, imagen de inundación 3D y perfil longitudinal para la situación.....	170
Figura 78. Variación de la línea de inundación por la construcción de la defensa.....	171
Figura 79. Ubicación del perfil longitudinal y secciones transversales.	172
Figura 80.División política provincia de Salta.	174
Figura 81.Población de localidades afectadas y tasas de crecimiento interanual.....	179
Figura 82. Producto Bruto Geográfico de la provincia de Salta a precio de 1993.....	180
Figura 83. Participación Sectorial sobre el total del PBG – Año 2007, apreciaciones internas	181
Figura 84. Evolución del PBG por sectores (en millones de pesos, a precios de 1993).181	
Figura 85. Empleo Privado Registrado (en miles).....	182
Figura 86. Composición del Empleo Privado Registrado (año 2011)	183
Figura 87. Población de Salta por Departamento (Año 2010)	184
Figura 88. Grado de conectividad a la red de agua potable	187

Figura 89. Grado de conectividad a la red cloacal	189
Figura 90. Grado de hogares con instalación sanitaria con descarga de agua.....	192
Figura 91. Ubicación de los sectores encuestados.....	198
Figura 92. Gráfico de barras para el desagüe de lavadero y cocina.	201
Figura 93. Distribución de cantidad de impactos negativos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.	226
Figura 94. Distribución de cantidad de impactos positivos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.....	227
Figura 95. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de construcción de las obras.....	227
Figura 96. Distribución de cantidad de impactos negativos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.....	229
Figura 97. Distribución de cantidad de impactos positivos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.....	230
Figura 98. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de operación de las obras.	230
Figura 99. Distribución de cantidad de impactos negativos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.....	231
Figura 100. Distribución de cantidad de impactos positivos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.	232
Figura 101. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de abandono de las obras.	232
Figura 102. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de construcción, operación de la planta de tratamiento de efluente y finalmente abandono de las instalaciones.....	233
Figura 103. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos de la planta de tratamiento de efluente.....	233
Figura 105. Planilla tipo de datos complementarios correspondiente al muestreo del líquido cloacal	268
Figura 106. Dispositivo para muestreo de barros.....	270
Figura 106. Esquema Operativo e Institucional del Plan de Contingencias	274

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a la Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAyS) del proyecto de obras destinadas a Optimización y Ampliación de la Planta Depuradora Cloacal Sur de la ciudad de Salta, Capital de la provincia de Salta, Argentina.

El Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS) es una guía que consiste en un conjunto de metodologías, procedimientos y medidas para facilitar una adecuada gestión ambiental y social, incluyendo el manejo de los riesgos y eventuales impactos ambientales y sociales asociados a las obras.

El MGAS define las responsabilidades, y presenta los instrumentos y procedimientos a aplicar en la evaluación socio-ambiental y planes de manejo de los mismos.

Este marco respalda tres objetivos primordiales: (a) incrementar la sostenibilidad social y ambiental de los proyectos; (b) cumplir con la normativa nacional en materia ambiental y (c) cumplir con las Políticas de Salvaguardas Ambientales y Sociales.

El análisis ambiental y social del proyecto posee un alcance y desarrollo acorde a su naturaleza, complejidad, riesgos y potenciales impactos, siguiendo una clasificación propuesta. Para ello, el Marco de Gestión Ambiental y Social presenta los lineamientos para la elaboración de dichos análisis, desde Evaluación de Impacto Ambiental y Social (EIAS), y los contenidos básicos del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS) de acuerdo a sus especificidades.

La elaboración del presente documento contempla primeramente una presentación de los lineamientos o ejes de trabajo, los cuales serán desarrollados en aparatos posteriores de forma de alcanzar una total interpretación y comprensión de los fenómenos y acciones presentes y/o futuras.

El proyecto de referencia contempla incrementar la capacidad de tratamiento de la Planta de Tratamiento de Efluente Sur, mediante la construcción de nuevos módulos en un terreno colindante, más la optimización de las estructuras y procesos existentes.

La repotenciación comprende la "optimización" de la Planta Depuradora Sur existente de manera de elevar la máxima capacidad actual de 3.600 m³/h a 5000 m³/h, más la "ampliación" de tratamiento a través de una nueva planta con una capacidad máxima de 5.000 m³/h. De esta manera se alcanzará a una capacidad máxima de 10.000 m³/h o su equivalente de 800 mil habitantes.

El objetivo de la presente EIAyS es diagnosticar los impactos ambientales y sociales de la obra tanto en su fase de construcción como de operación, positivos y/o negativos, y a partir de éstos proponer todas las medidas estructurales y no estructurales, necesarias para eliminar, mitigar o compensar los impactos negativos resultantes, así como proponer mecanismos de monitoreo, seguimiento y control.

2. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de “REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO SUR DE SALTA” contempla la optimización de las instalaciones existentes, permitiendo repotenciar la capacidad máxima de tratamiento actual de 3.600 m³/h a 5.000 m³/h, conjuntamente con la ejecución de obras de ampliación de la planta, con una capacidad máxima de tratamiento de 5.000 m³/h. De esta manera el proyecto permite alcanzar a una capacidad máxima de tratamiento de 10.000 m³/h, o su equivalente de 800.000 habitantes.

La ampliación del sistema de tratamiento se construirá en una primera etapa, mediante la ejecución de cuatro módulos iguales con una capacidad máxima diaria de 30.000 m³/d cada uno (120.000 m³/d total), y a continuación en una segunda etapa, se realizará la optimización de la actual planta depuradora. Esto permitirá cubrir la demanda futura del servicio al año 2037 hasta alcanzar una cobertura del servicio del 95 %. Ese año representa el último del periodo de diseño de las instalaciones (20 años), considerando como inicial al año 2017, momento a partir del cual comenzará a funcionar a pleno el sistema de tratamiento. Los años 2014, 2015 y 2016, estarán destinados a culminar el proyecto ejecutivo y las obras.

La selección del sistema de tratamiento a realizar resultó de la evaluación económica, financiera y ambiental de alternativas técnicas, resultando como más conveniente la construcción de una planta depuradora provista con los siguientes tratamientos: preliminar (rejillas y desarenadores), primario (sedimentadores primarios) y secundario o biológico (lechos percoladores con manto de piedras y sedimentación secundaria). Completa el tratamiento una desinfección final del efluente tratado mediante la aplicación de gas cloro. Además, se ha previsto la estabilización del barro a través de una digestión anaeróbica, siguiendo la tecnología actualmente en uso en la planta depuradora existente.

2.1. OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Para optimizar el funcionamiento de la planta existente, se ha proyectado la ejecución de las siguientes obras, las cuales se sumarán a las ya existentes:

Línea Líquida

- (1) Desarenadores: Ejecución de dos (2) nuevas unidades;
- (2) Sedimentador Secundario: Ejecución de una (1) nueva unidad;

Línea de Barros

- (1) Espesadores de Barro: Ejecución de dos (2) nuevas unidades;
- (2) Digestores Primarios: Interconexión con nuevas unidades y reemplazo de calderas e intercambiadores de calor y cañerías interiores deterioradas.
- (3) Digestores secundarios: Reparación de cubiertas gasómetro y cañerías interiores deterioradas.
- (4) Playas de Secado de Barros: Interconexión con filtro banda de la nueva planta.

Obras Accesorias

- (1) Estación de bombeo de barro primario: Instalación de maceradores. Reemplazo de cañería hacia digestores primarios. Instalación de caudalímetro electromagnético. Vinculación al sistema SCADA.
- (2) Estación de bombeo de recirculación: Instalación de válvulas, cañerías y accesorios.
- (3) Estación de bombeo de barro secundario

2.2. AMPLIACIÓN DE TRATAMIENTO

La nueva planta depuradora contará con las siguientes unidades de tratamiento:

- (1) *Recepción de Camiones Atmosféricos*: Se ha previsto la construcción de un sector para la recepción y descarga de los camiones atmosféricos que requiere el sistema, para atender aquellos sectores que no cuentan con servicio cloacal;
- (2) *Cámara Partidora de Ingreso*: Se construirá sobre la cloaca máxima existente y de ésta se abastecerá a la nueva planta y a la planta existente. Además se instalará una cañería de espera para la futura conexión del refuerzo de la cloaca máxima existente;
- (3) *Cámara de Enlace y By Pass* (Cámara de Distribución 1 y 2): De la cámara partidora de ingreso, se deriva una cañería hacia una cámara lateral de enlace (cámara de distribución 1). Ésta recibe la tubería mencionada y un canal de bypass que la interconecta con la última boca de registro de la cloaca máxima, utilizado únicamente cuando se construyan las obras sobre la misma y sobre las unidades de tratamiento de la actual planta depuradora.
De la cámara de enlace se derivará hacia la cámara de bypass (Cámara de distribución 2), la cual tendrá una compuerta vertedero que permitirá la apertura de la misma en caso de exceso de caudales por lluvia. En caso de no abrir la compuerta oportunamente, el líquido verterá por la parte superior de la misma, evitando la inundación de las instalaciones. Desde la cámara de bypass, se derivará una cañería hacia la nueva cámara de contacto y una cañería hacia la cámara de rejillas;
- (4) *Canales de rejillas*: Se construirán cuatro canales donde se instalarán cuatro rejillas gruesas de limpieza manual. Aguas abajo de estas, se instalarán otras cuatro rejillas de limpieza mecanizada y el accionamiento del rastrillo a través de cables. En la parte superior donde descarga la basura, se instalarán tornillos compactadores que la volcarán a contenedores laterales que la recolecten para su posterior traslado a destino final;
- (5) *Desarenadores*: Aguas abajo de la cámara de rejillas, se construirán cuatro desarenadores (3 de operación y 1 de reserva), cuadrados del tipo caudal variable, velocidad no regulada, de flujo horizontal y de corta permanencia, que trabajarán en paralelo. Los mismos cuentan con canales de ingreso de sección variable, con orificios para el ingreso equirpartido del líquido, un barredor mecánico de fondo, arrastrando lo sedimentado y depositándolo en una tolva existente en la parte lateral, donde se acumula el sedimento que arrastra el

barredor, desde donde serán extraídas mediante bombas sumergibles aptas para extraer agua con arenas, que la impulsaran a los clasificadores de arena ubicados a nivel de calle. La salida del líquido se realiza por desborde sobre un vertedero rectangular, hacia un canal colector, el cual desemboca en la cámara de aspiración de la Estación Elevadora;

- (6) *Clasificadores de Arena:* Se instalarán un total de tres clasificadores (2 operativos y 1 de reserva). Los clasificadores separarán el líquido de la arena, transportándola a través de tornillos hacia contenedores móviles que la almacenen y permitan su posterior traslado. El líquido sobrenadante, será descargado a la salida del efluente de los desarenadores;
- (7) *Estación de Bombeo de Ingreso:* Estará compuesta por tres bombas sumergibles de cámara seca. Esta recibirá el afluente de la cámara de distribución de ingreso y la impulsará hacia la cámara distribuidora de sedimentadores primarios. Las bombas estarán equipadas con variador de frecuencia, de manera de permitir alcanzar todos los rangos de bombeos necesarios para elevar el caudal afluente a la planta;
- (8) *Cámara de Aforo:* Sobre la cañería de impulsión a la Cámara de Distribución de Sedimentadores Primarios se instalará un caudalímetro electromagnético para medir los caudales de ingreso a la planta, el cual estará conectado al SCADA del sistema;
- (9) *Cámara de Distribución de Sedimentadores Primarios:* El líquido derivado de estación de bombeo de ingreso, será transportado hacia la cámara de distribución 1, la cual tendrá cuatro vertederos iguales que permitirán la repartición igualitaria entre los cuatro sedimentadores de la nueva planta. Cada vertedero tendrá una compuerta que permita aislar a cada sedimentador en caso de limpiezas o reparación de equipos;
- (10) *Sedimentadores Primarios:* En estas unidades, se decantarán los sólidos sedimentables reduciendo paralelamente la DBO5 de ingreso. El líquido sedimentado será recolectado a través de vertederos triangulares periféricos (cuatro por metro) colocados a lo largo de todo el perímetro, de manera de minimizar el arrastre hidráulico de las partículas decantadas. El efluente líquido de los sedimentadores primarios, será recolectado a través de un canal periférico, que descargará en una cañería colectora que lo conducirá hasta la cámara distribuidora de lechos percoladores. Las unidades estarán equipadas con un puente radial de accionamiento mecánico que arrastrará un barredor de fondo de los barros sedimentados. El barro depositado en el fondo, será arrastrado a la tolva central de la unidad a través de un barredor que tendrá un raspador de fondo. El barro será extraído a través de la estación de bombeo de barros primarios.

En la parte superior el puente barredor, dispondrá de una pala que permitirá barrer las espumas y flotantes que se encuentren en la superficie líquida, las cuales serán arrastradas y recolectadas en una tolva lateral desde donde se

enviarán a una unidad desengrasadora para separar los sobrenadantes del líquido.

- (11) *Estación de Bombeo de Barro Primario:* En esta se instalará el sistema de bombeo que extraerá los barros de los sedimentadores primarios y lo impulsará a los espesadores de barro. De la tolva de cada sedimentador primario, se transportará el barro hasta el manifold de aspiración del sistema de bombeo.

Todas las válvulas de las cañerías de admisión e impulsión del sistema de bombeo tendrán actuadores eléctricos conectados al sistema SCADA para automatizar la extracción y bombeo de barros de los sedimentadores. Sobre la cañería de impulsión a los espesadores de barro se instalará un caudalímetro electromagnético para medir los caudales de barro enviados al proceso el cual estará conectado al SCADA del sistema.

- (12) *Cámara de Distribución de Lechos Percoladores:* Ésta recibirá el efluente de los sedimentadores primarios y del líquido recirculado de los sedimentares secundarios. Tendrá cuatro orificios sumergidos regulados con compuertas para repartir igualitariamente el efluente hacia los Lechos Percoladores. Las compuertas tendrán accionamiento manual que permitirá aislar cualquiera de los lechos percoladores caso de ser necesario para realizar tareas de reparación o mantenimiento.

- (13) *Lechos percoladores con mantos de Piedra:* Se construirán cuatro lechos percoladores con un manto de piedras. El distribuidor rotativo consistirá en cuatro (4) brazos dispuestos en forma radial, montados sobre un apoyo central que girarán en un plano horizontal. Los brazos huecos estarán provistos de boquillas por las que descargará el líquido cloacal sobre el lecho de piedra. El líquido percolado será captado se conducirá a una cámara colectora, para posteriormente trasladarlo junto con el efluente de todos los percoladores hacia la cámara de distribución de los sedimentadores secundarios.

- (14) *Cámara de Distribución de Sedimentadores Secundarios:* El líquido efluente de los Lechos Percoladores llegará a la Cámara de Distribución de Sedimentadores Secundarios, la cual tendrá las mismas características constructivas que la Cámara Distribuidora de los Sedimentadores Primarios, ingresando posteriormente el líquido a través de los vertederos hacia cada uno de los cuatro sedimentadores secundarios del sistema. Sobre éstos se colocarán dos compuertas que permitan aislar a los sedimentadores en caso de reparaciones o limpiezas.

- (15) *Sedimentares secundarios:* Se ha previsto construir cuatro unidades iguales características que los primarios, pero sin barredores de espuma adosados al barredor radial. El barro extraído del fondo será enviado a los espesadores para su posterior digestión. El efluente líquido del sedimentador secundario, será captado en parte superior para recircularlo hacia la cámara de distribución de lechos percoladores. El excedente líquido no recirculado, será conducido hacia la cámara de contacto, para desinfección el efluente tratado previo a su descarga al Río Arenales.

- (16) *Estación de Recirculación de Lechos Percoladores:* En esta se instalarán los equipos de bombeos que recircularan hacia los lechos percoladores, una parte del líquido clarificado en los sedimentadores secundarios. Las bombas a colocar serán del tipo centrífugas sumergibles. Se colocarán tres bombas de recirculación, dos funcionando y otra de reserva.
- (17) *Estación de Bombeo de Barro Secundario:* En esta se instalará el sistema de bombeo que extraerá los barros de los sedimentadores secundarios y lo impulsará a los espesadores de barro. Todas las válvulas de las cañerías de admisión e impulsión del sistema de bombeo tendrán actuadores eléctricos conectados al sistema SCADA para automatizar la extracción y bombeo de barros de los sedimentadores. Sobre la cañería de impulsión a los espesadores de barro se instalará un caudalímetro electromagnético para medir los caudales de barro enviados al proceso el cual estará conectado al SCADA del sistema.
- (18) *Cámara de Cloración:* En esta se aplicará la dosis de cloro necesaria para la desinfección de los efluentes tratados y de los caudales excedentes por lluvia que se desvíen por el conducto by-pass de la planta. Esta cámara estará ubicada al ingreso de las cámaras de contacto.
- (19) *Cámara de Contacto:* En esta se realizará el proceso de desinfección de los efluentes tratados con la solución de agua cloro previamente dosificados a través de un circuito de laberinto de flujo horizontal. La cámara presenta dos cámaras espejadas con capacidad para tratar el 50% del caudal de diseño cada una. Esta cámara de contacto trabajará de manera independiente a la existente. Para esto será necesario establecer dos puntos de cloración independientes entre sí; uno para la actual planta y otro para la futura.
- (20) *Sala de Cloración:* Se ha previsto ejecutar una sala de cloración, la cual dispondrá de dos sectores perfectamente identificados. El sector de carga los contenedores de una tonelada y el sector de dosificación aislado del anterior. Además contará con sectores para albergar el equipamiento de seguridad (máscaras, equipos autónomos, Kits de seguridad, etc.) e instalaciones adicionales como lavajojos, duchas, etc.

Se colocará un sistema de protección al medio ambiente y a los operadores a través de una torre de neutralización de gases, que aspiren de la sala de contenedores y que permitan amortiguar el impacto negativo de grandes fugas de gas. La torre neutralizadora de gas lo hace pasar por una lluvia de hidróxido de sodio precipitando el gas como Cloruro de sodio.

El manifold de carga estará alimentado por ocho contenedores, cuatro en operación y cuatro en reserva, que serán comandados por una válvula automática.

La sala de dosificación tendrá cuatro cloradores, dos funcionando y dos de reserva. Un circuito enviará la solución clorada hacia la cámara de contacto de la planta existente, y otro, hacia la nueva.

- (21) *Descarga en el Río Arenales:* Se ha previsto un conducto independiente a los actuales y que permita descargar el efluente de la nueva planta, más el excedente de lluvias transportado por el nuevo bypass general de la ampliación de planta.
- (22) *Espesadores de Barros:* Éstos recibirán el barro sedimentado en el fondo de los sedimentadores primarios y secundarios de ambas plantas, para adensarlos antes de impulsarlos con bombas de cavidad progresiva hacia los digestores primarios. El líquido será extraído por un vertedero perimetral que lo retornará al ingreso, y el barro espesado en el fondo de las unidades, será conducido hacia los digestores primarios con bombas a tornillo.
- (23) *Estación de Bombeo de Barros Espesados:* En esta se instalará el sistema de bombeo que aspirará los barros del fondo de los espesadores y lo impulsará hacia los digestores primarios nuevos y existentes. El sistema estará compuesto por el manifold de aspiración e impulsión que estará conectado a tres bombas de cavidad progresiva, una de las cuales operará en reserva. Las válvulas que comandan la extracción de barros, estarán ubicadas dentro de esta sala y tendrán actuadores eléctricos conectados al sistema SCADA para automatizar la extracción y bombeo de los barros espesados.
- (24) *Digestores Primarios de Barros:* En estos se realizará el proceso de digestión anaeróbica de tipo mesofílica que permitirá estabilizar y mineralizar los barros primarios y secundarios generados en los procesos de sedimentación de la línea líquida: Se ha previsto la construcción de cuatro digestores primarios o primera etapa, que estabilizarán la totalidad del barro generado en la nueva planta más el excedente de barros que no se pueden tratar en los digestores existentes por falta de capacidad hidráulica de los mismos. Los digestores serán de alta carga y cubierta fija. Se ha previsto agitar la masa en digestión con un mezclador mecánico de grandes aspas una ubicada en la parte media inferior del digestor de manera que homogenice la masa en digestión, y otra en la parte superior, que rompa la costra en formación. En la parte superior del digestor se almacenará el gas del sistema. El gas generado en el proceso se irá acumulando dentro de la cubierta del digestor, el cual será trasvasado a los digestores secundarios para su posterior incinerado en quemadores (antorchas).
- (25) *Digestores Secundarios:* No será necesario construir nuevas unidades de este tipo, debido a que la capacidad de los digestores secundarios existentes, permitirá tratar la totalidad del barro digerido en los digestores primarios nuevos y existentes. Para ello dicho barro se extraerá del fondo de los mismos y se conducirá hacia los digestores secundarios existentes, en donde se realizará la separación estática de las tres fases del proceso: espumas en la parte superior, licor sobrenadante en la parte central del digestor y barro espesado y digerido en el fondo. Los barros digeridos espesados en la tolva central del digestor, serán purgados hacia las playas de secado y los excedentes, enviados a una sala de filtros banda para su deshidratación mecánica.

- (26) *Deshidratación de Barros:* El barro purgado del fondo de los digestores secundarios, será conducido por acción de la gravedad hacia las actuales playas de secado, o derivado o con bombas de cavidad progresiva que lo elevarán hacia una nueva sala deshidratadora. Ésta contendrá tres filtros banda para la deshidratación del barro excedente que no pueda ser enviado a las playas de secado.
- (27) *Obras Accesorias:* Completan las instalaciones, un sistema de alumbrado exterior mediante de torres de iluminación, sistema pararrayos, sistema de cámaras de seguridad y sistema de telecomando y telecontrol a través de un sistema SCADA.

2.3. PRESUPUESTO

En la tabla siguiente se resume el presupuesto de las obras y tareas comprometidas en el proyecto de "REMODELACIÓN Y AMPLIACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO SUR DE SALTA".

Tabla 1: Presupuesto proyecto Remodelación y Ampliación de Planta de Tratamiento Sur de Salta (Fecha: Julio de 2014).

Ampliación de Planta Depuradora Sur	\$ 575.332.719,63
Optimización de Planta Depuradora Sur	\$ 60.937.878,28
Proyecto Ejecutivo Ampliación y Optimización de Planta Depuradora Sur	\$ 12.725.412,00
Total	\$ 648.996.009,90

3. FICHA AMBIENTAL

A continuación se presentan las características fundamentales del proyecto, conjuntamente con un resumen de los aspectos ambientales y sociales relevantes.

3.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

- EJECUTOR:

Compañía Salteña de Agua y Saneamiento S.A. - Aguas del Norte

- COMPONENTE:

Optimización y Ampliación de la Planta Depuradora Cloacal Sur de la ciudad de Salta, Capital de la provincia de Salta, Argentina.

3.2. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DEL PROYECTO

- SITUACIÓN ACTUAL

El sistema Sur brinda el servicio a gran parte de la ciudad y a un sector del Departamento Cerrillos. Se considera una cobertura del servicio aproximado del 87%. El tratamiento de los efluentes cloacales se realiza en la Planta Depuradora Sur.

La Planta Depuradora Sur recibe la descarga a través de 2 conductos: un conducto principal de Ø 1.700 mm y otro de Ø 600 mm.

La Planta Depuradora presenta una tipología convencional, equipada con sistema de desbaste grueso y fino, sedimentación, tratamiento biológico mediante lechos percoladores, sedimentación secundaria, clarificación, desinfección del efluente tratado y descarga al curso natural. Los sólidos separados en el tratamiento del líquido se tratan mediante un sistema de digestión anaeróbica de alta carga, con calefacción de los barros mediante el uso del biogás generado en el proceso.

- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es el de repotenciar la Planta Depuradora Sur de la Ciudad de Salta, alcanzando una capacidad de tratamiento que permita tratar el 95% de los caudales generados al año 2037 en la ciudad de Salta, Villa San Lorenzo y Cerrillos.

La repotenciación comprende la "optimización" de la Planta Depuradora Sur existente de manera de elevar la máxima capacidad actual de 3.600 m³/h a 5000 m³/h. Además la "ampliación" de tratamiento a través de una nueva planta con una capacidad máxima de 5.000 m³/h. De esta manera se alcanzará a una capacidad máxima de 10.000 m³/h o su equivalente de 800 mil habitantes.

3.3. SITUACIÓN DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

- IMPACTOS AMBIENTALES/SOCIALES ASOCIADOS AL PROYECTO

Dentro de los impactos que se analizarán en el informe, pueden dividirse en tres grandes grupos, los generados durante la etapa de construcción, aquellos que se producen durante la etapa de operación y los ocasionados en la etapa de abandono.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En forma sintética se expresan los impactos en la primera etapa:

- Riesgos potenciales de contaminación de suelo y agua.
- Alteraciones temporarias en la calidad del aire.
- Contaminación del suelo y el aire por movimientos de barros existentes en el predio.
- Ruidos temporarios por el movimiento de equipos y máquinas.
- Riesgos de accidentes a trabajadores o pobladores del área a ser intervenida.
- Afectación temporal y permanente del paisaje urbano y rural.
- Afectación temporal del interés social por el desarrollo de las obras.
- Modificaciones en el drenaje superficial.

En el predio de la planta de tratamiento durante la etapa de construcción, los impactos temporarios están dados por la generación de polvo y ruidos. También lo que refiere a la estructura del suelo; respecto al transporte dentro y fuera de la obra, los impactos son:

- Transitorios por ruidos.
- Aumento de partículas en suspensión y combustión que afectan el aire, la fauna y la flora.
- En menor medida, interés social; los permanentes se producen por compactación de los caminos, afectando la estructura del suelo y por potenciales derrames de combustibles, afectando el aire, la fauna y la flora; y en menor medida el interés social; la modificación de la llanura de inundación derecha generará movimientos de suelos, la presencia de maquinarias, esto provocará la generación de ruidos, partículas en suspensión, la pérdida de flora y fauna, y la alteración de la llanura de inundación del río Arenales, lo que inducirá además de cambio en el flujo del río.

ETAPA DE OPERACIÓN

Durante la etapa de operación, se han considerado los siguientes impactos:

- Reducción de olores en sectores de descargas clandestinas
- Mejora en la calidad de aguas superficiales al eliminar descargas de efluente crudo a cursos de agua
- El tratamiento de efluentes será favorable a la calidad de aguas subterráneas al poder aumentar el área servida
- Emisión de compuestos volátiles provenientes de procesos de tratamiento (cloro) en situación de reparación y/o mantenimiento.

La disponibilidad de una estructura acorde para el vertido de los líquidos transportados por los camiones atmosféricos, asegurará la adecuada operación de la planta, eliminando así el riesgo de afectación de alguno de las etapas del proceso de tratamiento.

Las nuevas obras resultan en un impacto directo tanto a la calidad de vida de la población afectada, como la flora y fauna, afectada directa e indirectamente. Mejora las condiciones ambientales en proximidades el río Arenales, potenciando su aprovechamiento y explotación urbana y turística, entre otros.

ETAPA DE ABANDONO

En esta etapa se puede destacar que la mayoría de los impactos son de carácter positivo lo referente a las acciones de levantamiento de instalaciones, acondicionamiento de suelo y recuperación paisajística; mientras que la acción de disposición final del material en desuso trae aparejado impactos negativos. Dentro de los impactos considerados se pueden enunciar los siguientes:

- Afectación negativa de la calidad del aire debido al aumento de las partículas en suspensión gracias al levantamiento de las instalaciones, y al acondicionamiento de suelos.
- La generación de ruidos que producirá la maquinaria utilizada para remover instalaciones y acondicionar el suelo.
- Los efectos positivos en cuanto al escurrimiento, debido a la restitución de las formas naturales de escurrimiento.
- Se reconstituirá la estructura, permeabilidad, calidad y erosión en el suelo a sus condiciones originales.
- Lo referido al medio perceptual, se mejorará en cuanto al paisaje urbano rural será beneficioso dado que se reconstruirá el mismo.
- La generación de empleo, si bien será puntual y no tendrá una gran extensión en el tiempo, será de carácter positivo.
- Se producirá una mejora en la calidad de vida a los habitantes de la zona.
- La disposición final del material en desuso y residuos generan impactos negativos sobre la calidad del agua subterránea, sobre la permeabilidad y calidad del suelo.

- ESTUDIOS ADICIONALES

Dadas las particularidades del proyecto, se llevaron a cabo estudios sobre la difusión de contaminante en el cuerpo receptor para analizar su evolución ante diversas situaciones del río y del proyecto. También, se realizó un estudio de afectación de las condiciones de escurrimiento del río Arenales, ante la ocurrencia de eventos de caudales extremos, por efecto de la modificación de la llanura de inundación generada por la ampliación de la Planta de Tratamiento.

- CLASSIFICACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

El proyecto se clasifica dentro de la categoría B.

Categoría B: Son proyectos cuyas posibles repercusiones ambientales y sociales en las poblaciones humanas o en zonas de importancia ecológica entre las que se

incluyen humedales, bosques, pastizales, y otros hábitats naturales- son menos adversas que aquellas de los proyectos de Categoría A. Estos impactos son específicos en función del lugar, normalmente reversibles a corto plazo, y en la mayoría de los casos pueden adoptarse medidas de mitigación con mayor facilidad que en los proyectos de Categoría A.

- PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL – PGAS

Las medidas mitigatorias para evitar o disminución los impactos negativos se basan principalmente en la programación de actividades para la ejecución de la obra en forma sistemática y secuencial; la capacitación del personal, el cumplimiento de las normativas existentes; la información permanente de las actividades, medios y modos de acción; la demarcación y zonificación; entre otras. Además se definen consideraciones ambientales para pliegos de especificaciones (etapa construcción) y medidas relativas a la operación de la planta.

También se presenta un manual de operación y mantenimiento, en el que se explican los ensayos a llevar a cabo, cantidad, el tipo de muestra, la frecuencia y el lugar a muestrear; tanto del efluente como de los barros producidos.

Y por último se desarrolla un plan de contingencia en el que se esgrimen las consideraciones de carácter general que se deben acatar ante una eventual falla.

4. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

4.1. PROYECTOS NO ELEGIBLES

Siguiendo la metodología prevista, se considera como Proyectos No Elegibles aquellos que presentan, al menos, una de las siguientes características:

- Obras nuevas que generen impactos ambientales y/o sociales negativos sin precedentes, que resulten en transformaciones masivas del contexto social, de los recursos naturales y su capacidad de provisión de servicios y/o del medio ambiente natural y que no puedan ser mitigados con prácticas y obras adecuadas.
- Proyectos que contravengan las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos, tratados o convenios ambientales internacionales firmados por el país y relacionado a las actividades del Proyecto o sus impactos.
- Proyectos que interfieren con pautas específicas de planificación territorial, áreas previstas para urbanización y/o expansión urbana.
- Proyectos con impactos negativos no mitigables que afecten en forma significativa a hábitats naturales o al patrimonio cultural, incluyendo sitios arqueológicos e históricos.
- Proyectos que generen riesgos de colapso sobre la infraestructura y servicios existentes en un área determinada.

Según lo anterior puede establecerse claramente que el proyecto en estudio **No se encuadra dentro de los *Proyectos No Elegibles***.

4.2. CATEGORIZACIÓN DEL PROYECTO

En primer término se clasifica el proyecto según su tipo, debido a que existen diferentes niveles de riesgo ambiental y social, y de acuerdo con esta categorización, complejidad e impactos, se define el alcance de los distintos estudios y planes de gestión requeridos.

La Metodología de Categorización del proyecto describe los tipos de análisis, estudios y medidas de gestión requeridos en función de las diferentes categorías y establece los procedimientos y responsabilidades de gestión socio-ambiental a lo largo del ciclo del proyecto.

Una vez analizado el proyecto (según tipo y nivel de sensibilidad del medio), el mismo es categorizado ambiental y socialmente, encuadrándolo según un nivel decreciente de riesgo ambiental y social, en una de los tres grupos: Grupos A, B o C.

Grupo A: emisarios subacuáticos para disposición de aguas residuales con tratamiento previo a nivel preliminar o primario; proyectos de impacto ambiental significativo sobre el cuerpo receptor o con existencia de usos importantes aguas abajo del punto de vuelco, que puedan ser afectados por las descargas tratadas o no tratadas del sistema cloacal; proyectos ubicados en áreas de protección ambiental y/o de reservas indígenas. Para todos los proyectos del grupo A es necesario elaborar e

implementar un Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Gestión Ambiental y Social correspondiente – EIA y PGAS.

Grupo B: sistemas de agua potable, sin solución adecuada para el tratamiento y/o disposición de aguas residuales; sistemas de desagües cloacales con plantas de tratamiento y disposición de aguas residuales y de barros generados en dichas plantas. Para los proyectos del Grupo B se deberá desarrollar un análisis ambiental de los impactos específicos asociada al PGAS, se propondrán las medidas mitigadoras, compensatorias y de control ambiental, y seguimiento adecuadas.

Grupo C: sistemas de agua potable con solución adecuada para el tratamiento y/o disposición de aguas residuales, no ubicados en área de interés ambiental; componentes aislados de sistemas, que no impliquen un incremento de la cantidad de agua captada, tratada o distribuida; reparación y/o reemplazo de componentes y optimización de las instalaciones existentes. Para las actividades clasificadas en el Grupo C, se considera que es posible evitar o mitigar los impactos adversos mediante una adecuada aplicación de criterios de proyecto, de construcción y de mantenimiento.

El proyecto se encuadra dentro del denominado Grupo B, en función de las características indicadas precedentemente.

Se indican a continuación las etapas y tareas relacionadas a la gestión ambiental de proyectos pertenecientes al Grupo B.

4.3. ALCANCES DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL. SITUACIÓN DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Las actividades por etapa de ciclo del proyecto son las siguientes:

4.3.1. Etapa de Identificación y Clasificación

En esta etapa se evalúa e identifica socio-ambientalmente el proyecto, clasificándolo dentro de los Grupos A, B o C, de acuerdo al grado de complejidad y localización, aspecto que fue realizado en el apartado anterior.

En esta etapa se confrontan de aspectos y/o características del medio afectado por el proyecto, en base a lo cual se analiza el grado de afectación del medio.

Con este objeto se describe analíticamente la situación actual del tratamiento de efluentes (red y plantas existentes) que dispone en la ciudad de Salta, también se describen los alcances y proceso constructivo del proyecto.

4.3.2. Etapa de Análisis y Evaluación

Al categorizarse el proyecto como tipo B, se requiere una Evaluación de Impacto Ambiental y Social (o EIAyS).

En cuanto a lo relativo al medio afectado, se realizó una línea de base ambiental, en la cual se describen y exponen datos relevados de clima, hidrología regional, usos del

recurso hídrico, suelo (edafología, geología, geomorfología), flora y fauna. Un análisis de difusión del efluente en el medio físico (cauce del río Arenales) para diferentes situaciones potenciales de funcionamiento. Un estudio de mancha de inundación, dado que se debe hacer una modificación de la actual línea, porque el proyecto se circunscribe dentro del área inundable.

Además de los aspectos físicos antes mencionados, se analizó también aspectos biofísicos y socioeconómicos del medio, tales como la demografía y crecimiento poblacional; actividades económicas, transporte, turismo y un relevamiento a través de encuestas, de la situación de los afectados.

Con esta información se confeccionó las matrices para las fases de construcción, operación y abandono del proyecto, a partir de las cuales permitió se dieron magnitud a los impactos positivos y negativos que el proyecto produce.

4.3.3. *Etapas de Ejecución y Seguimiento*

Esta etapa contempla el desarrollo de todas las tareas inherentes a las obras, debiendo verificarse el adecuado cumplimiento de todas las medidas mitigadoras y plan de monitoreo.

Este informe, en la sección de Plan de Gestión Ambiental y Social, muestra medidas mitigatorias para cada una de las acciones que pueden afectar negativamente a los factores de análisis a lo largo de todo el proyecto. Además contiene un manual de operación y mantenimiento en el que se brindan una serie de acciones a llevar a cabo en el transcurso de su vida útil; un plan de contingencias donde se resumen las acciones a realizar ante hechos determinados; y finalmente un programa de control ambiental en el que se brindan recomendaciones a cumplir para la correcta construcción y funcionamiento del sistema.

4.3.4. *Operación y abandono*

Estas etapas se contempla la operación de las obras ejecutadas y las tareas necesarias a llevar a cabo luego del cumplimiento de su vida útil, para restaurar el lugar de emplazamiento a sus condiciones naturales originales, y al igual que en las etapas anteriores se deberá verificar el cumplimiento de las medidas mitigadoras, el manual de operación y mantenimiento, plan de contingencias frente a una eventualidad y el programa de control ambiental.

4.4. CONTENIDO DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

A continuación se especifican los aspectos fundamentales que tiene el informe en su extensión.

4.4.1. *Identificación del Proyecto.*

El proyecto consta de dos etapas una de construcción de una planta de tratamiento nueva, la cual se la ha diseñado para tratar 5.000 m³/h; y la otra de optimización de la

Planta Depuradora Sur la cual se la refaccionará para pasar de tratar de 3.600 m³/h a 5.000 m³/h.

El proyecto final se muestra esquemáticamente en *Figura 1*. Los principales elementos componentes del proyecto final son: rejas y desarenador, clasificador de arenas, sedimentadores primarios, lechos percoladores, sedimentadores secundarios, cámara de contacto, espesadores de barros, digestores primarios y secundarios, filtros banda, además de una serie de cámaras de distribución y partidores, estaciones de bombeo, salas diversas y conducciones que permiten que el sistema funcione de acuerdo a lo proyectado.

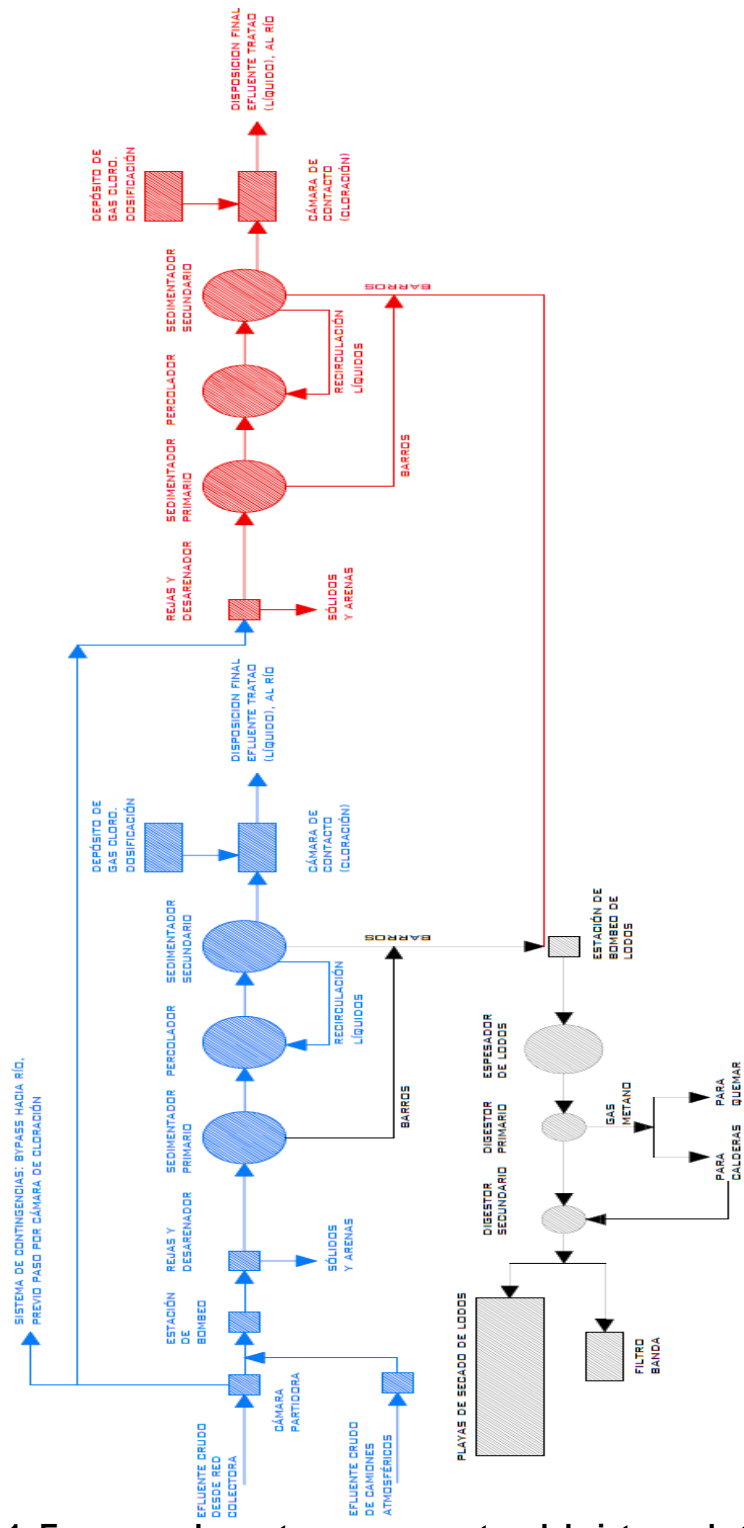


Figura 1. Esquema elementos componentes del sistema de tratamiento de efluente

**** EN EL PROYECTO SE AMPLIAN LAS CAPACIDADES DE LOS ELEMENTOS Y SE INCORPORA UN ESPESADOR DE BARROS**

4.4.2. Justificación del Proyecto

El proceso de selección del proyecto definitivo se realizó comparándolo técnica, económica, social y ambientalmente con otras dos alternativas. Resultando como la mejor opción la de *Lecho Percolador de Piedra*. Esta alternativa resultó ser la que presenta la mejor opción en cuanto a los aspectos técnicos-económicos y socio-ambientales, en este último caso con un nivel de prevalescencia inferior.

4.4.3. Caracterización del Proyecto

Contemplando la complejidad del proyecto, conjuntamente con la restricción de no verter efluente sin tratamiento adecuado al río, la caracterización del proyecto, ha sido dividida en cuatro títulos. En primera instancia se describe en forma detallada en sistema de tratamiento actual y se hace mención de las ampliaciones que esta va a sufrir para poder ser optimizada; posteriormente se describe la nueva planta de tratamiento. Seguido a esto se enuncia la metodología de construcción y bypass para la puesta en funcionamiento de ambas plantas en cada una de las etapas del proyecto.

4.4.4. Diagnóstico Ambiental

Se relevó información que permita realizar un diagnóstico del área afectada por el proyecto, de una manera rápida y eficaz, así registrarla línea de base ambiental, que sirve como comparación para el futuro cuando la planta esté en funcionamiento.

En esta sección se busca establecer un punto de partida a través de una caracterización integral de base y condiciones ambientales del área de influencia de la Planta Depuradora Sur en la ciudad de Salta. Para ello se diagnosticó el estado en que el sistema actual de saneamiento influye sobre el curso de agua receptor (río Arenales), se realiza el relevamiento a nivel de subcuenca hidrográfica, identificando los diferentes usos del recurso agua, se identifican factores ambientales potencialmente impactados por la obra de ampliación, se genera cartografía descriptiva de los aspectos relevados en la línea de base ambiental.

4.4.5. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

En esta sección del informe se realiza un análisis de los impactos esperados, considerando: interferencias con infraestructura existente, expropiaciones y uso normativo del suelo, conflictos de uso del suelo y del agua, alteración en el régimen hídrico, deforestación, erosión, inundación, etc.

Una vez identificados los impactos, se busca las acciones que los producen y posteriormente los factores que afectan. Con dichos elementos se construyen las matrices de impacto ambiental para la etapa de construcción y operación del proyecto. La estrategia metodológica seguida ha tomado como base los lineamientos especificados por el Banco Mundial (1991), Banco Interamericano de Desarrollo (2000); los utilizados en países de habla hispana (Weitzenfeld, 1990; MOPT, 1992; Gomez Orea, 1999; Buroz, 1995; ConesaFernandez, 1997); las estrategias y técnicas disponibles en la bibliografía internacional (Munn, 1975; Wathern, 1990; Morris & Therivel, 1995, Canter 1997).

4.4.6. *Proposición de Medidas Mitigadoras y Compensatorias.*

Aquí se proponen medidas factibles para evitar y en caso de no ser posible, reducir los impactos negativos a niveles aceptables. Para cada impacto negativo se propone una acción mitigadora, responsable de implantación, articulación institucional necesaria y cronograma con previsión de implantación. También serán consideradas las medidas de compensación de las partes afectadas por los impactos que no puedan ser atenuados.

4.4.7. *Plan de Gestión Ambiental y Social*

El PGAS reúne todos los procedimientos de control y seguimiento de construcción, operación y abandono de la planta de tratamiento de efluentes. Para ello, en el informe se confeccionó una sección con un manual de operación y mantenimiento, un plan de contingencias y un programa de control ambiental.

4.4.8. *Consulta y Divulgación Pública*

El proyecto y el estudio ambiental y social realizados, serán objeto de consulta pública junto a la comunidad y dichos documentos podrán ser modificados para incorporar las sugerencias y acuerdos surgidos en ese proceso.

4.5. SÍNTESIS DE LA METODOLOGÍA APLICADA

A modo de resumen se puede decir que, el proceso de evaluación de impactos ambientales requiere de la confrontación de aspectos y/o características del medio afectado, con las propias del proyecto, para posteriormente poder establecer los impactos y el Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAyS.)

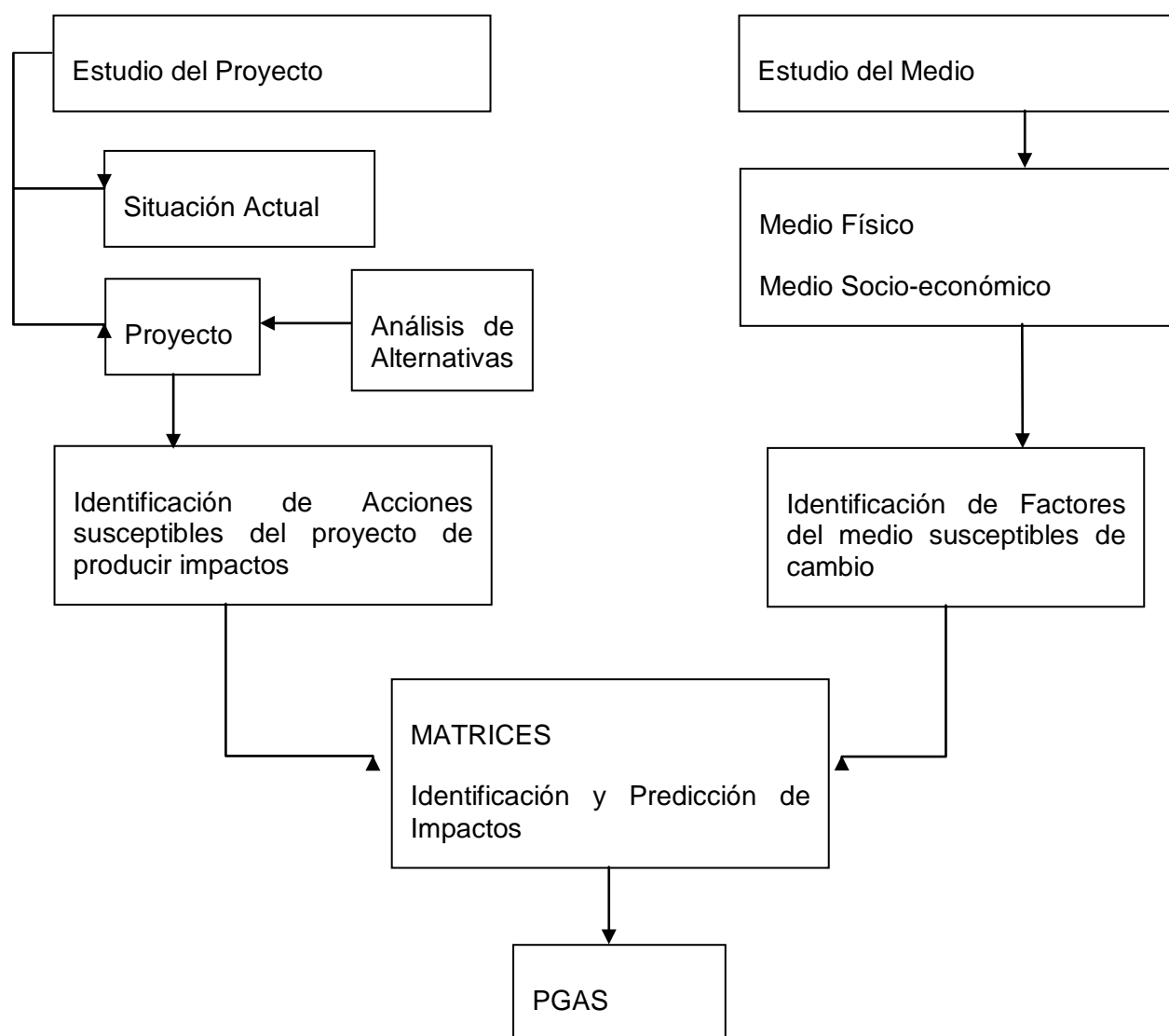
En primera instancia se realiza un marco legal donde se exponen la normativa vigente en los diferentes niveles (nacional, provincial y municipal.) Además se identifican en un marco institucional las personas físicas y/o jurídicas intervinientes.

A modo introductorio se realiza un relevamiento y una descripción de las obras existentes, se plantean los objetivos y justificación del proyecto, se analizan y seleccionan las alternativas, se detallan los alcances de las obras proyectadas.

Una vez enmarcados en el proyecto, se desarrollan los aspectos ambientales relacionados con el medio natural y los socioeconómicos, con el fin de visualizar un diagnóstico integral que describa la situación actual del área de influencia próxima y regional del proyecto.

Sobre la base de dicho diagnóstico se procede a la evaluación de impactos ambientales asociados a la construcción y operación de la obra.

En el cuadro a continuación se muestra un esquema de los contenidos del estudio.



5. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

La Evaluación de Impacto Ambiental es el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que tiene la ejecución y operación de la planta depuradora de líquidos cloacales sobre el medioambiente.

Lo que se pretende es fundamentalmente, establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el Medio Ambiente, sin buscar ser una figura negativa u obstructiva, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones al medio natural. El proyecto, si bien busca realizar un saneamiento de las aguas servidas de la ciudad de Salta y sus alrededores, lo que sin dudas tendrá un impacto positivo, ocasionará sobre el entorno una serie de perturbación, las cuales deberán ser minimizadas.

Entre sus objetivos básicos pueden mencionarse los siguientes:

- Identificar y caracterizar los impactos ambientales-sociales positivos y negativos en la etapa de construcción, operación y abandono de la planta depuradora Sur de Salta en su zona de influencia.
- Elaborar y proponer medidas para evitar, atenuar y controlar los impactos negativos identificados.
- Elaborar un manual de operación y mantenimiento.
- Proponer planes de contingencias; programas de control ambiental del proyecto durante su ejecución y vida útil.
- Identificar y caracterizar el procedimiento de autorización ambiental específica según el proyecto en evaluación, y la legislación de la Provincia que lo presenta, incluyendo todas sus etapas y los organismos públicos y privados que deberían participar para producir la certificación ambiental del proyecto.

6. MARCO LEGAL

En esta sección se recopila, evalúa y analiza de la normativa y/o reglamentación ambiental vigente a nivel nacional, provincial y municipal, aplicable al proyecto.

6.1. NIVEL NACIONAL

6.1.1. *Constitución Nacional*

A partir de la reforma de 1994, los artículos 41, 43 y 124 de la Constitución Nacional establecen los *derechos, deberes y garantías en materia ambiental*.

En este sentido al **artículo 41** menciona:

“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales.

Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.”

El artículo introduce el concepto de **desarrollo sustentable** indicando que se defiende al ambiente sin contaminación, apto para la vida del hombre y de todas las especies de flora y fauna que lo componen reconociendo también el derecho a un desarrollo colectivo. Se refiere al daño ambiental obligando a recomponer el daño persiguiendo de esta forma el cese y la minimización del mismo, restableciendo el estado de las cosas, en la manera de lo posible, a la situación anterior con la menor afectación.

A partir del segundo párrafo establece las obligaciones de las autoridades en materia ambiental.

El tercer párrafo del artículo 41 de la Constitución Nacional establece que corresponderá al Congreso de la Nación dictar las disposiciones de carácter general relativa a la protección del ambiente y que deben ser exigidas obligatoriamente en toda la Nación. Además establece que los estados provinciales y aún los municipales deben dictar normas tendientes a la preservación del ambiente de acuerdo a las necesidades locales. Es decir que las leyes de presupuestos mínimos indicarán el nivel más básico de protección del ambiente. Luego sobre estas reglas, las provincias podrán imponer procedimientos más condicionados, estándares con mejores indicadores del ambiente,

y menor presencia de contaminantes, y luego los municipios en sus ámbitos autónomos.

Por último, el cuarto párrafo del artículo 41 se refiere a la prohibición expresa referida a los residuos que en forma actual o que en el futuro puedan transformarse en peligrosos, así como también respecto de los radiactivos.

El **Artículo 43** hace referencia al amparo ambiental y dice:

“Toda persona puede interponer acción expedita y rápida de amparo, siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley. En el caso el juez podrá declarar la inconstitucionalidad de la norma en que se funde el acto u omisión lesiva.

Podrán interponer esta acción contra cualquier forma de discriminación y en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, a la competencia, al usuario y al consumidor, así como a los derechos de incidencia colectiva en general, el afectado, el defensor del pueblo y las asociaciones que propendan a esos fines, registradas conforme a la ley, la que determinará los requisitos y formas de su organización.”

Estos párrafos contiene pautas de procedimiento suficientes y operativas para tornar efectivo el acceso al órgano jurisdiccional, y la pretensión tiende a revocar un decisorio que proviene de un acto de la administración o de un particular que en forma actual o inminente impide el ejercicio de un derecho y/o no cumplen con la actividad a su cargo. Se trata de una acción de protección inmediata del derecho reglado en el artículo 41 de la CN, es un proceso que tiene por objeto la protección expedita de un derecho humano fundamental particularizado, se habla entonces de proceso constitucional ambiental o amparo ambiental.

El Artículo 124 dice:

“Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio.”

En este caso el dominio originario que se reconoce por la Constitución a las provincias implica, como no puede ser de otro modo, la atribución del dominio patrimonial sobre los mismos.

El presente proyecto contempla dentro de sus objetivos, asegurar el adecuado tratamiento y disposición de los efluentes, tendiendo a asegurar las condiciones de sanidad y salubridad tanto de los habitantes como del entorno circundante.

Así mismo el presente documento contempla además establecer todas las medidas y/o acciones de control y mitigación que por un lado aseguren el correcto desempeño de la infraestructura diseñada en su operación habitual, o bien ante la ocurrencia de eventos excepcionales o fortuitos,

6.1.2. Ley Nacional Nº 19587 Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Establece que las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.

Tanto durante el desarrollo del proyecto, como las medidas de control y mitigación planteadas en el presente documento, contemplan el cumplimiento de todas las normativas y reglamentaciones existentes en materia de higiene y seguridad laboral.

6.1.3. Ley Nacional Nº 25675 General del Ambiente (Promulgada parcialmente 27 de Noviembre de 2002)

Esta ley de entrada en vigencia en el año 2002 señala en su artículo primero que busca establecer “los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable”. La norma establece que la protección del ambiente es una cuestión federal.

Se trata de una ley de presupuestos mínimos que fija una posición del Congreso de la Nación y que deja abierta la posibilidad a todas las legislaturas del resto del país para que dicten normas específicas de acuerdo a sus propias necesidades locales.

Asimismo en su artículo 2º establece los objetivos de la política nacional en materia ambiental, la que conforme a su contenido, se trata de una política transversal, profundamente solidaria y que abarque el resto de las políticas de Estado.

Dispone, asimismo, en su artículo 4º los principios de la política ambiental, los que son concretos referidos a la interpretación, aplicación y supremacía de la ley sobre toda otra legislación existente en la materia.

La norma soluciona cuestiones de competencia jurisdiccionales cuando dispone en el artículo 7 que corresponde a los tribunales ordinarios locales intervenir en las cuestiones ambientales, atendiendo al territorio, la materia o las personas.

Entre otros aspectos relevantes y a modo de resumen en los artículos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se establecen los instrumentos de la política y gestión ambiental nacional. En el artículo 16 y siguientes reconocen el derecho de acceso a la información ambiental como obligación del Estado y de los particulares en función de la actividad o explotación que desarrollan.

La norma también hace referencia a la participación ciudadana reconociendo en forma amplia el derecho de todas las personas a realizar consultas, acceder a la información y a opinar en procedimientos administrativos que se relacionen con la preservación y protección del ambiente, que sean de incidencia general o particular, pero de alcance general.

Se destaca los acuerdos federales ratificados a partir de esta ley. Se introduce el concepto de daño ambiental en el artículo 27 definiéndolo como “toda alteración

relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes y valores colectivos”.

Finalmente el artículo 34 dispone la creación de un Fondo de Compensación Ambiental que “...será administrado por la Autoridad Competente de cada jurisdicción y estará destinado a garantizar la calidad ambiental, la prevención y mitigación de efectos nocivos o peligrosos sobre el ambiente, la atención de emergencias ambientales; asimismo, a la protección, preservación, conservación o compensación de los sistemas ecológicos y el ambiente”. Este fondo será administrado por la autoridad competente de cada jurisdicción, debiendo esa misma autoridad disponer las políticas necesarias para garantizar la calidad ambiental.

En este sentido el proyecto de optimización y ampliación de la planta de tratamiento Sur, permitirá alcanzar el cumplimiento de la presente normativa, dado que dentro de sus objetivos fundamentales se establece que la infraestructura proyectada contempla el tratamiento y disposición de los efluentes domiciliarios, asegurando la sustentabilidad de los sistemas ambientales y sociales presentes en su entorno inmediato y mediano, contemplando su comportamiento con un horizonte de diseño a mediano y largo plazo.

6.1.4. Ley Nacional Nº 24051 “Residuos Peligrosos” (B.O. 17/01/1992) reglamentada por el 4.1.4 Decreto 831/93 (B.O. 03/05/1993)

Esta normativa regula la Gestión de Residuos Peligrosos, es decir generación, manipulación, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o disposición final. No es una Ley de Presupuestos Mínimos ya que fue sancionada antes de la reforma constitucional de 1994.

El alcance de esta Ley está dado por el artículo 1 de la misma cuando indica que quedan sujetos a la misma:

- Los residuos generados o ubicados en lugares sometidos a jurisdicción nacional.
- Aunque ubicados en territorio de una provincia estuvieren destinados al transporte fuera de ella.
- A criterio de la autoridad de aplicación, dichos residuos pudieren afectar a las personas o el ambiente más allá de la frontera de la provincia en que se hubiesen generado.
- Las medidas higiénicas o de seguridad que a su respecto fuere conveniente disponer, tuvieren una repercusión económica sensible tal, que tornare aconsejable uniformarlas en todo el territorio de la Nación, a fin de garantizar la efectiva competencia de las empresas que debieran soportar la carga de dichas medidas.

La ley define en su artículo 2 a los residuos peligrosos remitiéndose a tal efecto a sus Anexo I y II donde presenta un listado de categorías y características de peligrosidad para identificar los residuos peligrosos. Expresamente excluye a los residuos domiciliarios, los radiactivos, y los derivados de las operaciones normales de los buques los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

Los sujetos alcanzados por esta normativa son los generadores, transportistas y operadores de residuos peligrosos.

En su artículo 4º crea el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos que debe ser llevado y actualizado por la Autoridad de la Aplicación, en el que deberán inscribirse las personas físicas o jurídicas responsables de la generación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

Dentro de sus disposiciones establece el otorgamiento del Certificado Ambiental Anual (CAA) como el instrumento que acredita en forma exclusiva, la aprobación del sistema de manipulación, transporte, tratamiento o disposición final que los inscriptos aplicarán a los residuos peligrosos. Dispone también la utilización de Manifiestos de Transporte como el instrumento que documenta la naturaleza y cantidad de los residuos peligrosos generados, el origen de los mismos, la transferencia, el proceso de tratamiento y disposición final y cualquier otra operación que se realice. También el pago de una tasa a abonar por los generadores, en función de la peligrosidad y cantidad de residuos que produjeran.

En su capítulo VII, la ley establece asimismo, la responsabilidad para cada uno de los sujetos que intervienen en el circuito de los residuos peligrosos desde que son generados hasta que reciben tratamiento o disposición adecuada. *El Generador es responsable por toda gestión del residuo peligroso generado en calidad de dueño* (artículo 45) (Principio de la cuna a la tumba)

Finalmente la ley en su artículo 67 invita a las provincias y los respectivos municipios, en el área de su competencia, a dictar normas de igual naturaleza que la presente para el tratamiento de los residuos peligrosos.

Bajo esta concepción la infraestructura contemplada, particulariza detalladamente los procesos e insumos requeridos para su correcto desempeño, identificando y estableciendo el conjunto de medidas requeridas para su control y manejo, tendiendo en todos los casos a eliminar y/o minimizar los efectos que pudieran generarse sobre el entorno ambiental y social.

Si bien para este proyecto, los residuos generados por la infraestructura proyectada, y tal como indica en la presente Ley quedan bajo la jurisdicción de la provincia de Salta. Se toma como referencia la presente normativa para la gestión y administración de los recursos generados en el proceso, tanto durante las etapas de construcción y operación de la planta.

6.1.5. Ley Nacional Nº 25675 Ley General del Ambiente.

Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente. Buenos Aires, Noviembre 6 de 2002. Promulgada parcialmente: Noviembre 27 de 2002

6.1.6. Ley Nacional Nº 25688 Régimen de Gestión Ambiental de Aguas

Establece, los presupuestos mínimos para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. El artículo 2 define “agua” y “cuenca hídrica

superficial". El Art. 3 se refiere a la gestión estableciendo que: *"Las cuencas hídricas como unidad ambiental de gestión del recurso se consideran indivisibles"*.

El Art. 4 crea los comités de cuenca hídricas para asesorar en la gestión del agua y colaborar en la gestión ambientalmente sustentable de las cuencas. El Art. 5 lista qué se entiende por utilización del agua y el Art.6 fija las reglas para el uso del recurso. El artículo 7 establece los deberes de la autoridad de aplicación nacional.

En relación a esto, se destaca que el Art. 122 de la CN establece que las Provincias se dan sus propias instituciones y se rigen por ellas, sin intervención del Gob. Federal, por lo que, la administración de las aguas de dominio provincial compete exclusivamente a las Provincias. Esta ley no establece cuestiones mínimas, básicas, que resulten el piso a partir de las cuales las provincias dicten sus normas complementarias sino que ha avanzado en la regulación de aspectos de gestión (Méndez Macías, 2008).

En este sentido la provincia de Salta dispone de una importante y avanzada legislación en la materia, fundamentalmente la Ley 7070 cuyo objetivo es tender al uso y aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos, como así también a establecer las acciones y mecanismos tendientes a revertir y mejorar las situaciones y/o contextos que atentan con el ambiente físico y social.

6.1.7. Ley Nacional Nº 25831 Régimen de libre acceso a la información pública ambiental (B.O. 07/04/04)

Esta ley cumple con el mandato constitucional y reconoce en su cuerpo el derecho de libre acceso a la información ambiental.

Esta ley de presupuestos mínimos reconoce expresamente el derecho a los distintos poderes legislativos locales de dictar la normativa necesaria, respetando los objetivos básicos formulados en la norma general, a los efectos de una mayor eficacia y el cumplimiento de los objetivos fijados, de conformidad a las necesidades propias. Por ello deberán disponer normas específicas que reconozcan el derecho de acceso a la información ambiental y permitan por medio de procedimientos accesibles su verdadero ejercicio.

El derecho de acceso a la información ambiental se refiere a los contenidos archivos, datos, etc. que se encontraren "en poder del Estado tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal...como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas."

El artículo 3 define el concepto de "información ambiental". El artículo 3 consagra los principios de libertad y gratuidad. Asimismo, dicho artículo en su primer párrafo autoriza el acceso a la información sin necesidad de acreditar interés, necesidad o relación, bastando para ello la mera solicitud.

El artículo 7 señala que la denegación de la información solo podrá disponerse por razones fundadas y en los casos expresamente prescriptos en la norma. Se indica que "La denegación total o parcial de acceso a la información deberá ser fundada y, en caso de autoridad administrativa, cumplimentar los requisitos de razonabilidad del acto administrativo previstos por la norma de las respectivas jurisdicciones"

El artículo 9 reconoce como infracciones a la ley en estudio una serie de actividades que de alguna forma obstan el derecho reconocido en ella, señalando la vía jurisdiccional sumarísima como el remedio más rápido y eficaz para obtener la información ambiental no suministrada por los procesos normales.

En suma, la norma contiene una serie de cláusulas de carácter declarativo y otras que tienden a tornar plenamente operativo esos derechos.

En este sentido el presente documento, así como todas las medidas y acciones previstas en el presente Estudio de Impacto Ambiental, tiene por objetivo brindar en forma clara y concisa, a todos los entes y organismos responsables en la materia, toda aquella información que permita comprender acabadamente las características de la infraestructura proyectada, como así mismo las acciones y efectos que generan en el medio, las pautas de manejo, control y mitigación necesarias que aseguren el adecuado desempeño de la misma en situaciones normales y excepcionales.

6.2. NIVEL PROVINCIAL

6.2.1. Constitución Provincial de Salta

Artículo 30: Protección del Medio Ambiente. Defensa de la Calidad de Vida.

Todos tienen el deber de conservar el medio ambiente equilibrado y armonioso, así como el derecho a disfrutarlo.

Los poderes públicos defienden y resguardan el medio ambiente en procura de mejorar la calidad de vida, previenen la contaminación ambiental y sancionan las conductas contrarias.

Artículo 80: Procesos Ecológicos Esenciales.

Es obligación del Estado y de toda persona, proteger los procesos ecológicos esenciales y los sistemas de vida, de los que dependen el desarrollo y la supervivencia humana.

Los poderes públicos sancionan una ley general de recursos naturales que prevé los medios y estímulos para alcanzar los objetivos señalados y sanciona los actos u omisiones que los contraríen.

Artículo 83: De las Aguas

Las aguas de dominio público de la Provincia están destinadas a satisfacer las necesidades de consumo y producción.

Los poderes públicos preservan la calidad y reglan el uso y aprovechamiento de las aguas superficiales o subterráneas que integran el dominio de la Provincia.

El uso de las aguas del dominio público destinadas a las necesidades de consumo de la población es un derecho de ésta y no puede ser objeto de concesiones a favor de personas privadas.

El uso de las aguas del dominio público destinadas al riego es un derecho inherente a los predios, en beneficio de los cuales se concede en la medida y condiciones determinadas por la ley y en atención a su función social y económica.

Los poderes públicos estimulan la expansión de las zonas bajo riego y la constitución de consorcios de regantes.

Los usuarios del agua pública tienen participación en todo lo concerniente al aprovechamiento de aquélla.

La Provincia regula el aprovechamiento de los ríos interprovinciales que nacen o atraviesan su territorio, mediante leyes o tratados con las otras provincias ribereñas.

Artículo 84: De los Bosques

Los poderes públicos promueven el aprovechamiento racional de los bosques, resguardan la supervivencia, conservación, mejoramiento de las especies y reposición de aquéllas de mayor interés, a través de la forestación y reforestación.

Para alcanzar tales fines, los poderes públicos ejercen las facultades inherentes al poder de policía.

Esta tiene injerencia en el proyecto, debido a que su implantación requerirá áreas en las que actualmente se encuentran especies arbóreas, que deberán ser repuestas o replantadas. Además que el mismo requiere de una forestación y parqueización, cuyas especies seleccionadas deberán estar acorde a lo exigido por ley.

6.2.2. Ley Provincial Nº 7070 Protección del Medio Ambiente

La ley declara de orden público provincial todas las acciones, actividades, programas y proyectos destinados a preservar, proteger, defender, mejorar y restaurar el medio ambiente, la biodiversidad, el patrimonio genético, los recursos naturales, el patrimonio cultural y los monumentos naturales en el marco del desarrollo sustentable en la provincia de Salta.

Tiene por objeto establecer las normas que deberán regir las relaciones entre los habitantes de la provincia de Salta y el medio ambiente en general, los ecosistemas, los recursos naturales, la biodiversidad, en particular la diversidad de ecosistemas, especies y genes, el patrimonio genético y los monumentos naturales, incluyendo los paisajes; a fin de asegurar y garantizar el desarrollo sustentable, la equidad intra e ínter generacional y la conservación de la naturaleza; sin perjuicio de las materias que se rigen por leyes especiales.

El Poder Ejecutivo designará un órgano de autoridad de la Presente Ley y de las Leyes Nº 5.242 y 5.513 también autorizará la creación de Entes Interjurisdiccionales, que

tengan por objeto la protección y el desarrollo del ambiente en especial en el ámbito de la región. Se crea el Consejo Provincial del Medio Ambiente.

Contiene disposiciones acerca: del procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental y Social. Profesionales acreditados para preparar y certificar Estudios de Impacto Ambiental y Social. El contenido mínimo de información que debe contener, metodología, de la Certificación de Aptitud Ambiental, de las Sanciones, de los Permisos, Concesiones y Autorizaciones, de las Solicitudes de Conservación y Protección. De la Protección de los Recursos Naturales, de la Atmósfera y su Contaminación, de los Suelos, sus Usos y Conservación, de los Residuos y Residuos Peligroso. De los Recursos Energéticos, etc.

En este sentido el presente documento, contempla en su desarrollo los requerimientos presentes en la presente normativa, desde aquellos que pudieran contemplarse como administrativos y/o de elaboración y diagramación de la presente documentación, como aquellos que afectan al diseño de la infraestructura de saneamiento proyectada, fundamentalmente los relacionados a la calidad de tratamiento, la operación, generación y disposición de subproductos requeridos en el proceso, tanto durante la fase constructiva como operativa.

6.2.3. Código de Aguas de la Provincia de Salta

Se establece que “en el territorio de la provincia de Salta todo lo atinente a la tutela, gobierno, poder de policía, captación, aducción, administración, distribución, conservación, defensa contra los efectos nocivos de las aguas públicas superficiales y subterráneas, sus fuentes, álveos, riberas, obras hidráulicas y las limitaciones al dominio en interés a su uso se regirán por este Código.”

En él se hace referencia a la defensa contra efectos dañosos de las aguas, particularmente condicionante al proyecto en sí, lo que refiere a contaminación (artículos 160 al 165), lo referido a las inundaciones y erosiones hídricas (artículos 166 al 175). También, a lo referido a las obras hidráulicas, particularmente a las obras de defensa, que son relevantes en el actual proyecto, se desarrollan en los artículos 225 al 234, en los que se definen autoridades de aplicación metodologías y consideraciones a tener en cuenta.

6.2.4. Resolución Provincial Nº 011/01 de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Adopta como norma técnica de naturaleza ambiental para volcamiento de efluentes líquidos residuales y/o industriales a conducto pluvial o cuerpo de agua superficial y absorción por el suelo, a la Resolución Nº 389/98 emitida por AGOSBA.

En esta resolución se establecen en su Anexo I los valores límites para el volcamiento de efluentes, para el caso de la planta de tratamiento al curso fluvial del río Arenales. En virtud de estos valores límites se evalúa la operación de la planta.

6.2.5. Resolución Provincial N° 224/06 de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Habilita el Registro de Generadores, Transportistas y Operadores de Residuos Peligrosos de la Provincia de Salta en el ámbito de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, el cual consta de tres secciones: 1) Generadores de Residuos Peligrosos; 2) Transportistas de Residuos Peligrosos y 3) Operadores de Residuos Peligrosos.

6.2.6. Decreto Provincial N° 3652/10 del Ministerio de Desarrollo Económico

Aprueba el Nuevo Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Sanitarios de la Provincia de Salta.

6.2.7. Decreto Provincial N° 3249/11 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta

Creación de la Unidad Ejecutora del Plan Integral de Recuperación y Saneamiento del río Arenales, con el objetivo de lograr el saneamiento del mencionado curso legal, tendiendo además al desarrollo de un aprovechamiento sustentable.

La Unidad Ejecutora ejerce su competencia en el ámbito del Río Arenales, sus áreas de influencia y su cuenca con las siguientes funciones (art. 3°):

- 1) Realizar un diagnóstico de la situación ambiental y socio – económica de la sub-cuenca, proponiendo acciones planificadas y elaborando proyectos pilotos cuando fuera necesario;
- 2) Elaborar el plan maestro de acción;
- 3) Implementar un programa de operaciones y mantenimiento de las obras e Infraestructura que se construyan;
- 4) Asesorar y proponer al Poder Ejecutivo todo tipo de acción vinculada con el fin de su creación;
- 5) Elaborar un informe anual sobre el estado ambiental del Río Arenales y su Cuenca, sugiriendo las estrategias de intervención diseñadas para mitigar y/o eliminar el daño ambiental y las actividades desarrolladas.

6.3. NIVEL MUNICIPAL

6.3.1. Ordenanza Municipal N° 13.779 Código de Planeamiento Urbano Ambiental

El Concejo Deliberante de la ciudad de Salta establece por Ordenanza N° 13779 el “*Plan Integral de Desarrollo Urbano Ambiental de la Ciudad de Salta*”, el cual fija las normativas y lineamientos tendientes a alcanzar un crecimiento sustentable y ordenado de la ciudad. A continuación se presenta un breve resumen de los objetivos perseguidos por la misma:

Art. 1: El presente Código de Planeamiento Urbano Ambiental rige la función pública local de la ordenación territorial y la gestión urbana, definiendo el contenido de las

facultades urbanísticas autorizadas en el Ejido Municipal de la Ciudad de Salta sobre los bienes inmuebles y el ejercicio de la propiedad del suelo, con sujeción al interés general y a los principios del desarrollo sustentable. Constituye la expresión normativa de las directrices generales de ordenamiento territorial, urbanístico y ambiental, establecidas con carácter de instrumento regulatorio.

Art. 2: La promoción del desarrollo urbano - ambiental del Municipio de Salta tiene como premisa el cumplimiento de las funciones sociales de la propiedad, del medio urbano y el territorio, garantizando:

I. La incorporación del enfoque ambiental y los principios del Desarrollo Sustentable en el modelo de planeamiento y gestión municipal, concibiendo como meta la gestación de un Área Metropolitana Sustentable con efectos modélicos sobre la región y la provincia.

II. La asunción plena de los roles de la ciudad de Salta como parte del corredor internacional bioceánico, centro urbano de primer orden de la macro – región NOA, y capital de una de las provincias de mayor diversidad y complejidad geográfica y cultural de la Argentina.

III. La concepción del Valle de Lerma como área territorial de influencia directa de la Ciudad de Salta, asumiendo el rol de liderazgo para la articulación de políticas y acciones de alcance regional.

IV. La recuperación del rol del Estado Municipal como principal actor del Desarrollo Urbano, asumiendo el liderazgo en la promoción y coordinación de proyectos transformadores que privilegien el interés público y favorezcan la iniciativa y la inversión privada.

V. El fortalecimiento del papel del poder público municipal en la promoción de estrategias de financiamiento que posibiliten el cumplimiento de planes, programas y proyectos en condiciones de máxima eficiencia.

VI. El fortalecimiento de la regulación pública sobre el suelo urbano mediante la utilización de elementos que aseguren un aprovechamiento equitativo de la renta urbana.

VII. La integración de los distintos componentes del estado municipal, con una fuerte articulación con el resto de los actores urbanos, promoviendo una acción coordinada para el desarrollo y aplicación de las estrategias y metas del plan, sus programas y proyectos.

VIII. La gestión democrática y participativa del planeamiento y gestión municipal.

IX. La gestación de un municipio culturalmente rico y diversificado, atractivo y competitivo; con un manejo sustentable y armónico de los componentes urbanos, naturales y productivos del territorio.

X. La mejora de la calidad de vida y del ambiente, reduciendo la segregación social y física.

Art. 3: El Código de Planeamiento Urbano Ambiental incorpora el enfoque ambiental del planeamiento al modelo de desarrollo del municipio, y a las directrices y estrategias para la ejecución de planes, programas y proyectos; enfatizando la participación de los distintos actores sociales y la búsqueda de la sustentabilidad económica, social y ecológica del territorio. En tal sentido esta normativa regula el uso del suelo en proximidades de la actual planta de tratamiento de efluentes domiciliarios (contigua) a la actual Predio de Enterramiento Sanitario. A continuación se presenta el mapa de zonificación vigente.

Para mayor detalle respecto a la zonificación de la ciudad de Salta, se puede consultar 15.2EIA - Salta - Zonificación.

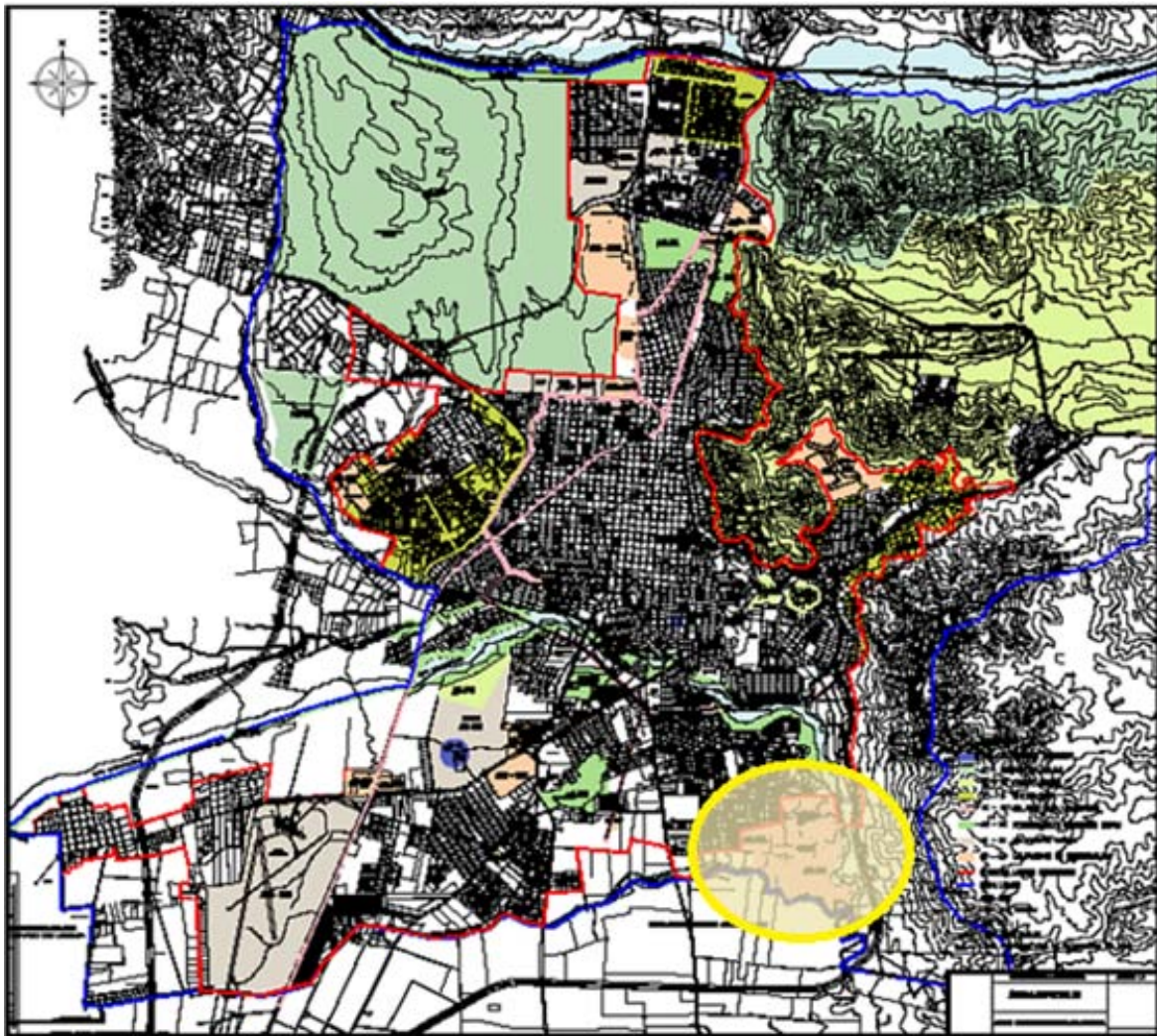


Figura 2. Mapa de zonificación de la ciudad de Salta.

En el "Plano N°2: Zonificación" se muestra con mayor claridad la zonificación de la ciudad de Salta de interés para el proyecto.

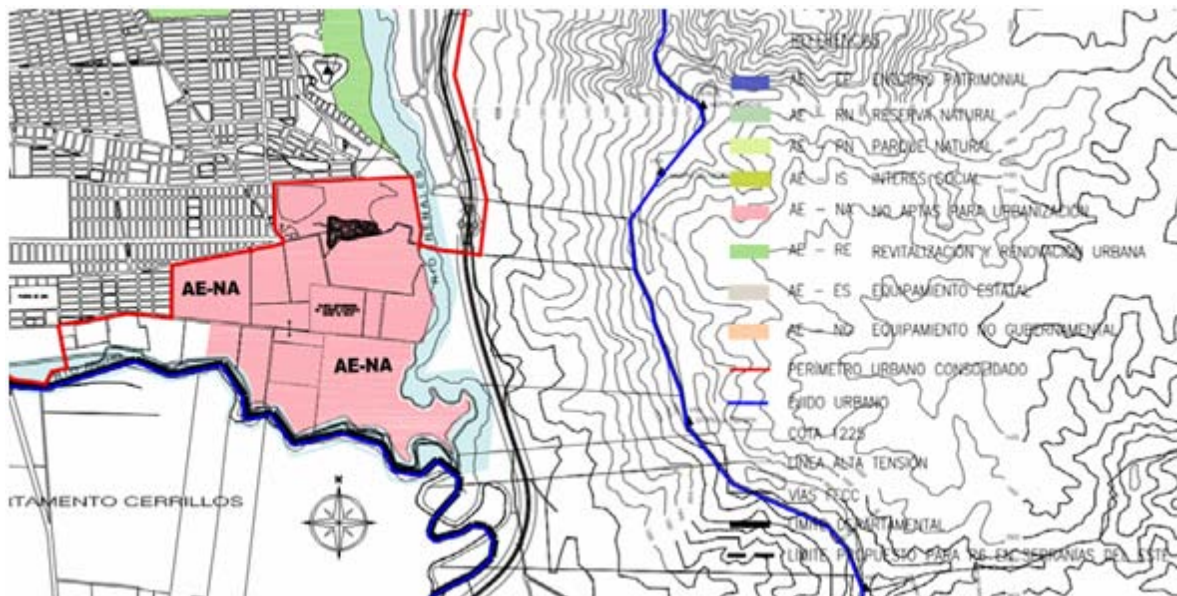


Figura 3. Detalle Mapa de zonificación de la ciudad de Salta en proximidades de la planta.

Sobre esta área la normativa específica claramente en la “Parte I: Del Desarrollo Urbano Ambiental, Título III: Del Modelo Espacial, Capítulo III: De la Zonificación de Usos del Suelo ,en su Art. 45: Áreas Especiales” lo siguiente:

...

Art. 45: Áreas Especiales: Se definen en los términos de la Parte II, Título IV, Capítulo VI del presente Código, pudiendo estar ubicadas dentro o fuera del Perímetro Urbano Consolidado.

...

III. AE-NA: Distritos correspondientes a Áreas de Interés Urbanístico – No Aptas, en las cuales se prohíben o limitan usos y actividades en razón de condiciones particulares de índole ambiental, topográficas u otras, requiriéndose de estudios y proyectos especiales para la determinación de su régimen urbanístico.

...

A continuación se presenta la definición adoptada por esta normativa para la definición de las denominadas “Áreas Especiales”. Tal como se indicó en el Art. 45 indicado previamente, la normativa expresa en su “Parte II: Título IV: Capítulo IV: De las Áreas Especiales” del presente código lo siguiente:

...

Art. 123: Áreas Especiales son aquellas áreas contempladas en la zonificación urbanística incluida en el Anexo I del presente código, y/u otras áreas que pudieren determinarse en las revisiones futuras de la planificación y normativa urbanística, que exigen un régimen urbanístico especial, condicionado a sus peculiaridades en lo que

se refiere a características, localización, modalidad de ocupación del suelo y valores ambientales, clasificándose en:

- I. Interés Institucional - Equipamiento Estatal AE-ES
- II. Interés Institucional - Equipamiento No Gubernamental AE-NG
- III. Interés Urbanístico - Áreas de Interés Social AE-IS
- IV. Interés Urbanístico - Áreas No Aptas AE-NA
- V. Interés Urbanístico - Áreas de Revitalización o Renovación AE-RE
- VI. Interés Ambiental - Reserva Natural AE-RN
- VII. Interés Ambiental - Parque Natural AE-PN
- VIII. Interés Ambiental - Patrimonio Cultural AE-PC

En las Áreas Especiales, hasta tanto una Ordenanza específica defina su Régimen urbanístico propio, podrá concederse licencia para parcelaciones de suelo, uso y edificación, a través de Proyectos Especiales, resguardadas las condiciones ambientales deseables, y no pudiendo acarrear perjuicios a los valores ambientales intrínsecos que motivaran la calificación de Área Especial de que se trata.

...

Posteriormente la normativa establece en el mismo Capítulo, en su "Sección II: De las Áreas Especiales de Interés Urbanístico", lo siguiente:

...

Art. 133: Son Áreas Especiales de Interés Urbanístico No Aptas (AE-NA) aquellas que por sus características de ubicación, topografía, contaminación ambiental, u otras, se consideran a priori como no apropiadas o incompatibles con los usos urbanos, y requieren ser preservadas en su situación actual hasta tanto se realicen los estudios técnicos complementarios necesarios. Se incluyen en esta categoría los siguientes casos:

- I. Áreas inundables.
- II. Áreas de riesgo geológico (suelos y laderas inestables, y otras).
- III. Áreas cercanas a estaciones o sub - estaciones eléctricas consideradas riesgosas, o a tendidos de redes de Alta o Media Tensión.
- IV. Áreas con suelos contaminados o áreas cercanas a estos.
- V. Áreas cercanas a Plantas de Tratamiento y/o Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos.

VI. Áreas de antiguos vertederos de Residuos Sólidos Urbanos actualmente cerrados o desafectados.

VII. Áreas cercanas a Plantas de Tratamiento de Efluentes Cloacales.

...

En virtud de la presente normativa se ha analizado la ubicación de la planta como los sectores aledaños, los cuales claramente en la presente norma en su artículo 133 punto VII expresa claramente esta área como Áreas Especiales de Interés Urbanístico No Aptas (AE-NA), para las cuales *“...se consideran a priori como no apropiadas o incompatibles con los usos urbanos, y requieren ser preservadas en su situación actual...”*, donde además el Art. 45 punto III indica *“...se prohíben o limitan usos y actividades en razón de condiciones particulares de índole ambiental...”*

6.3.2. Ordenanza Municipal N° 10438/00

Art. 1°. Aprueba las Normas de Emisión y Volcamiento de Líquidos Residuales que figuran como Anexo I. El art. 2° indica que los líquidos residuales cloacales e industriales deberán cumplir con las Normas de Emisión que se indican en el Anexo I para su volcamiento a colectoras cloacales, cuerpos o cursos de agua tales como ríos, arroyos, lagunas, lagos, diques, conductos pluviales, etc., y pozos absorbentes de cualquier naturaleza.

6.3.3. Ordenanza Municipal N° 12745/06

El Concejo Deliberante de la ciudad de Salta establece el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y Social -EIAS- en su jurisdicción.

6.3.4. Resolución N° 091/12 Subsecretaría de Servicios Públicos y Control Ambiental de la Ciudad de Salta

Reglamenta el procedimiento de presentación de Estudios de Impacto Ambiental y Social e Informes de Auditoría Ambiental y Social, en su jurisdicción.

7. MARCO INSTITUCIONAL

A Nivel Nacional La Subsecretaría de Recursos Hídricos, dependiente de la Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, es el organismo encargado de fijar y ejecutar la política hídrica nacional. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación, fija la política sobre la conservación de los recursos hídricos.

En la provincia de Salta la empresa prestadora de los servicios de agua potable y desagües cloacales es la Compañía Salteña de Aguas y Saneamiento S.A (Co.S.AyS.a) – Aguas del Norte, quien presta el servicio desde mayo de 2009. La anterior concesión le correspondía a la Empresa Aguas de Salta, que operaba desde el año 1998. La empresa Co.S.AyS.a fue creada como una sociedad anónima del estado provincial, quien es el socio mayoritario con el 90% del paquete accionario, correspondiendo el 10% restante al personal de la empresa.

La Compañía Salteña de Agua y Saneamiento S.A. - AGUAS DEL NORTE nace el 26 de Mayo de 2009, quedando establecida como la empresa prestadora de los servicios de agua potable y desagües cloacales en la Provincia de Salta.

El Decreto Nº 2190/09 del día 22/05/2009 rescinde el contrato de concesión integral para la explotación de los servicios de agua potable y desagües cloacales entre el estado provincial y Aguas de Salta SA, aprobado por decreto Nº2934/99, encomendando a Co.S.A.yS.A la prestación de este servicio Público básico.

El Decreto Nº 2195 establece la creación de la Compañía Salteña de Agua y Saneamiento SA con fecha 22 de Mayo del 2009.

Es servicio de agua potable y desagües cloacales está regulado por “El Marco Regulatorio para la Prestación de los servicios sanitarios”. Quién debe controlar el servicio, es el Ente Regulador de los Servicios Públicos de la Provincia de Salta. Éste fue creado por la Ley Nº 6835, promulgada por Decreto Nº 563 del 20/03/96 – que convierte en Ley al Decreto Nº 55/95 de Necesidad y Urgencia “Ente Regulador de los Servicios Públicos”. B.O. Nº 14.890.

7.1. PERSONAS FÍSICAS Y JURÍDICAS INTERVINIENTES

El presente informe, Evaluación de Impacto Ambiental (EIAyS) junto con el Programa de Gestión Ambiental y Social (PGAyS), será evaluado por:

AUTORIDAD PROPONENTE: Compañía Salteña de Aguas y Saneamiento S.A (Co.S.AyS.a) – Aguas del Norte.

AUTORIDAD COMPETENTE: Municipalidad de Salta (la cual posee una Comisión Evaluadora de EIAyS.)

AUTORIDAD DE APLICACIÓN: Secretaría de Ambiente de la Provincia de Salta.

Junto con una intervención técnica de la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Salta.

7.2. PROCESO DE APROBACIÓN

El proceso de aprobación del este documento, que será presentado por el Compañía Salteña de Aguas y Saneamiento S.A (Co.S.AyS.a) – Aguas del Norte, ante la Municipalidad de Salta, la que dispone de una Comisión Evaluadora de EIAyS quien realizará la evaluación técnica del documento. Una vez finalizada este paso, se enviará a Secretaría de Ambiente de la Provincia de Salta, quien junto a la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Salta, realizarán las observaciones necesarias, las que serán notificadas a Compañía Salteña de Aguas y Saneamiento S.A. Cuando se logre la aprobación del informe, se realizará una Audiencia Pública, de la cual se harán las modificaciones pertinentes en el informe, para lograr finalmente la obtención del Certificado de Aptitud Ambiental.

En el siguiente esquema se muestra en forma gráfica el proceso antes mencionado:

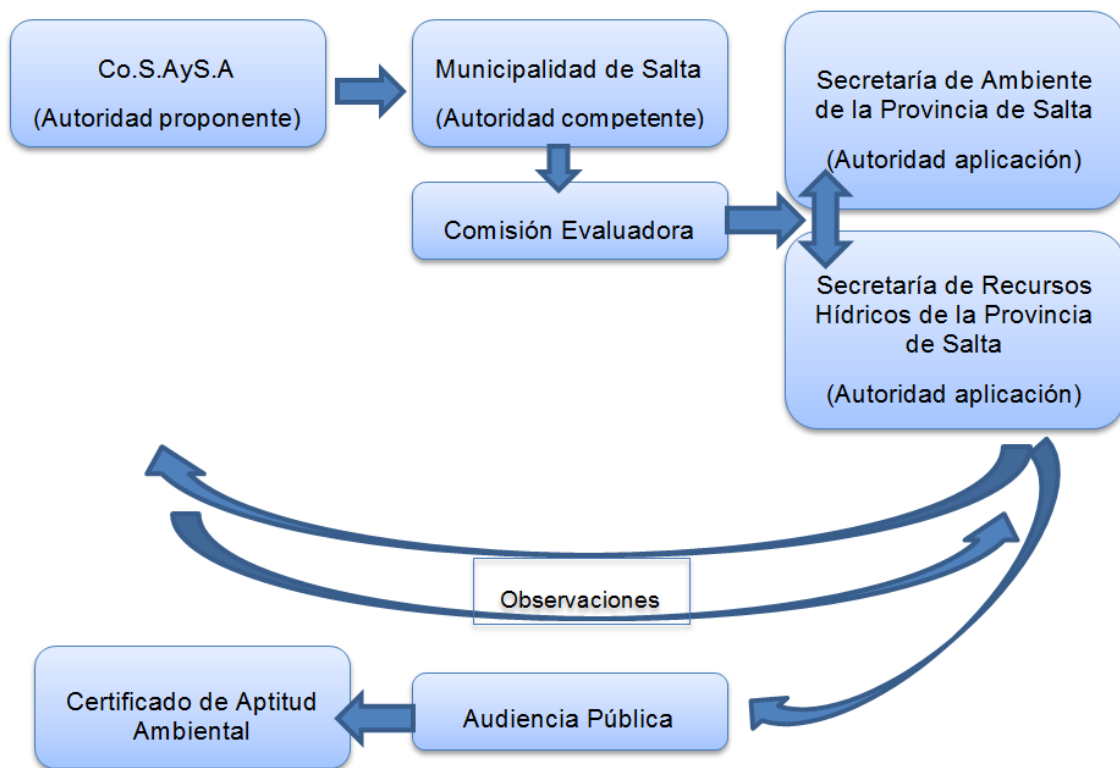


Figura 4. Esquema del proceso de aprobación de la E.I.AyS

8. DESCRIPCIÓN ANALÍTICA DEL PROYECTO

En esta sección se describe la situación actual en relación a la gestión del líquido residual en la Ciudad de Salta, en la localidad de Cerrillos y en el Municipio de San Lorenzo, la solución propuesta, y las alternativas estudiadas. Se indican objetivos y justificación de la necesidad del proyecto.

8.1. SITUACIÓN ACTUAL RESPECTO DE LA GESTIÓN DE EFLUENTES EN LAS CIUDADES DE SALTA, CERILLOS Y SAN LORENZO.

8.1.1. Ubicación

La provincia de Salta está ubicada al norte de la República Argentina, entre los 22°00' y los 26°23' de latitud sur, y entre los 62°2' y los 68°33' de longitud oeste, en la Región del Norte Grande Argentino, al noroeste del país. Está dividida en 23 departamentos que albergan un total de 59 Municipios. Limita al norte con Jujuy y Bolivia, al este con Paraguay, Formosa y Chaco, al sur con Santiago del Estero, Tucumán y Catamarca y al oeste con Jujuy y la República de Chile. Por su posición geográfica es el nudo de comunicaciones entre el norte chileno, el noroeste argentino y las zonas limítrofes de Bolivia y Paraguay.

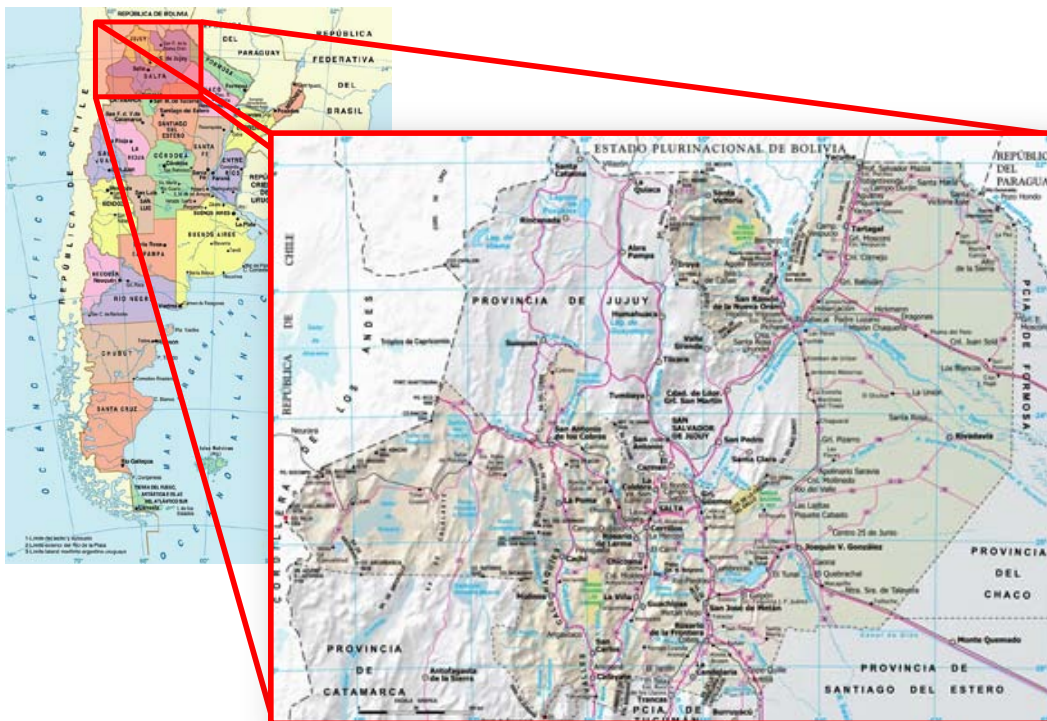


Figura 5. Mapa Provincia de Salta (Fuente: IGN -Instituto Geográfico Nacional-).

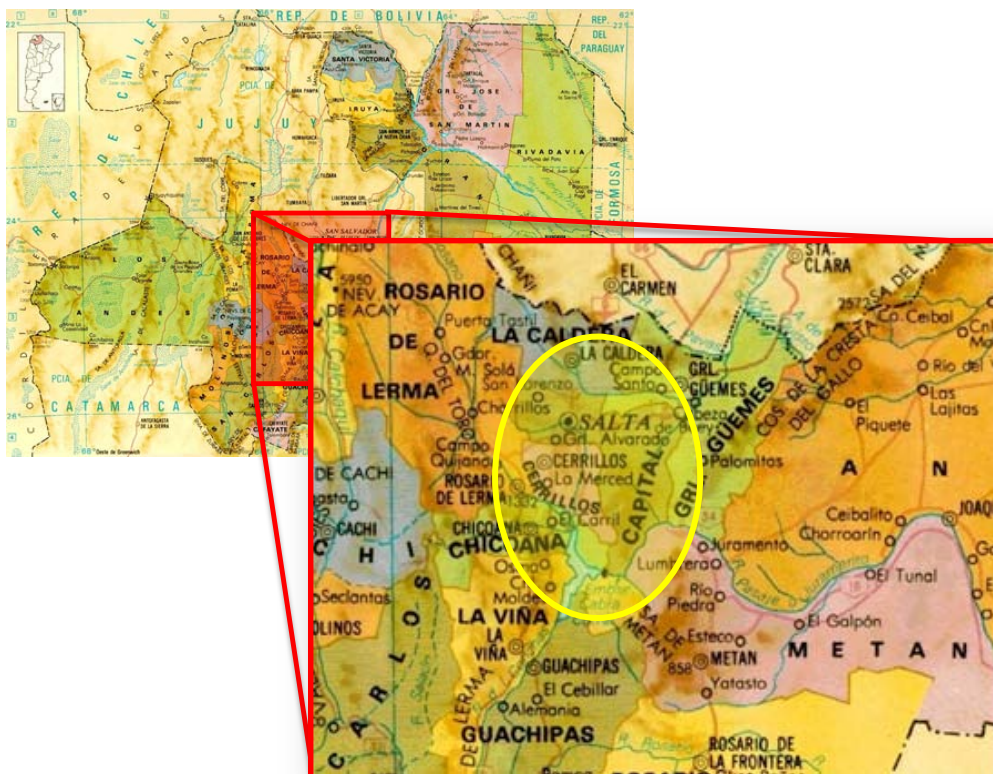


Figura 6. Ubicación de los Departamentos de Interés.

La ciudad de Salta, se desarrolla a ambas orillas del Río Arenales, el cual divide a la ciudad en centro y norte y, sur. En las últimas décadas el área urbana se ha extendido hasta alcanzar localidades vecinas, conformando lo que se denomina el Gran Salta. El Departamento Capital (Salta) también incluye otros pueblos y villas veraniegas como Villa San Lorenzo, Castellanos, San Luis, Atocha, Las Costas, La Ciénaga, El Durazno, General Alvarado, La Candelaria, La Lagunilla, La Isla y La Quesera

Por su ubicación geográfica, domina las comunicaciones con Bolivia y el norte de Chile, principalmente Antofagasta e Iquique. Centro de una importante región agro-ganadera: maíz, tabaco, cereales, caña de azúcar, soja, etc., que se exportan a Europa vía Buenos Aires o a California y los mercados del Pacífico como China por el puerto chileno de Antofagasta, por medio del ramal C-14 del Ferrocarril General Manuel Belgrano. El aeropuerto Gral. Güemes, situado al sudoeste de la ciudad, ofrece vuelos regulares a otras ciudades argentinas además de vuelos estacionales a ciudades de otros países de la región como Iquique, Santiago de Chile y Florianópolis entre otros.

El Gran Salta es el aglomerado urbano resultante de la conurbación de la ciudad de Salta con un puñado de localidades vecinas de los departamentos Capital, La Caldera y Cerrillos. El peso poblacional de la ciudad de Salta sobre el total del aglomerado es de casi el 99%, por lo que es frecuente que muchas veces se utilice simplemente el término Salta cuando se quiere hacer referencia al aglomerado en su conjunto.

El INDEC reconoce como tal al aglomerado desde 1980, con las siguientes localidades como componentes del mismo: Vaqueros del Departamento La Caldera; Villa Los Álamos del Departamento Cerrillos y las localidades de la Ciénaga y San Rafael del Departamento Capital

El Área Metropolitana de Saltase extiende por el valle de Lerma hasta localidades ubicadas a 50kilómetros a la redonda del núcleo principal, como Campo Quijano, Villa San Lorenzo, Coronel Moldes y otras ubicadas en el departamento Güemes como General Güemes, Campo Santo y El Bordo.

La Planta Depuradora Sur se encuentra ubicada en un predio de 18,64Ha al Sur de la ciudad de Salta, sobre la margen derecha del río Arenales (Ver Figura Siguiente).



Figura 7. Ubicación predio Planta Depuradora.



Figura 8. Predio Planta Depuradora.

Más específicamente, en la figura 8 se muestran 4 puntos del predio cuyas coordenadas son las siguientes:

Punto A:	24°50'57,18" S	65°22'58,86" O
Punto B:	24°50'45,19" S	65°22'59.02" O
Punto C:	24°50'51,95" S	65°22'23,91" O
Punto D:	24°50'59,33" S	65°22'28,66"

La ciudad de Salta es cabecera municipal del departamento Capital, al cual pertenece también el Municipio San Lorenzo. Según datos del INDEC (Censo 2010) el departamento cuenta con 535.303 habitantes.

La Figura 9 presenta los radios servidos por ambas plantas de tratamiento, en amarillo el radio servido por la planta depuradora sur, mientras que en azul se esquematiza el sector de la ciudad que deriva sus efluentes hacia la nueva planta depuradora norte.

En la Figura 10 se muestran las localidades que serán beneficiadas con el presente proyecto.



Figura 9. Radios servidos

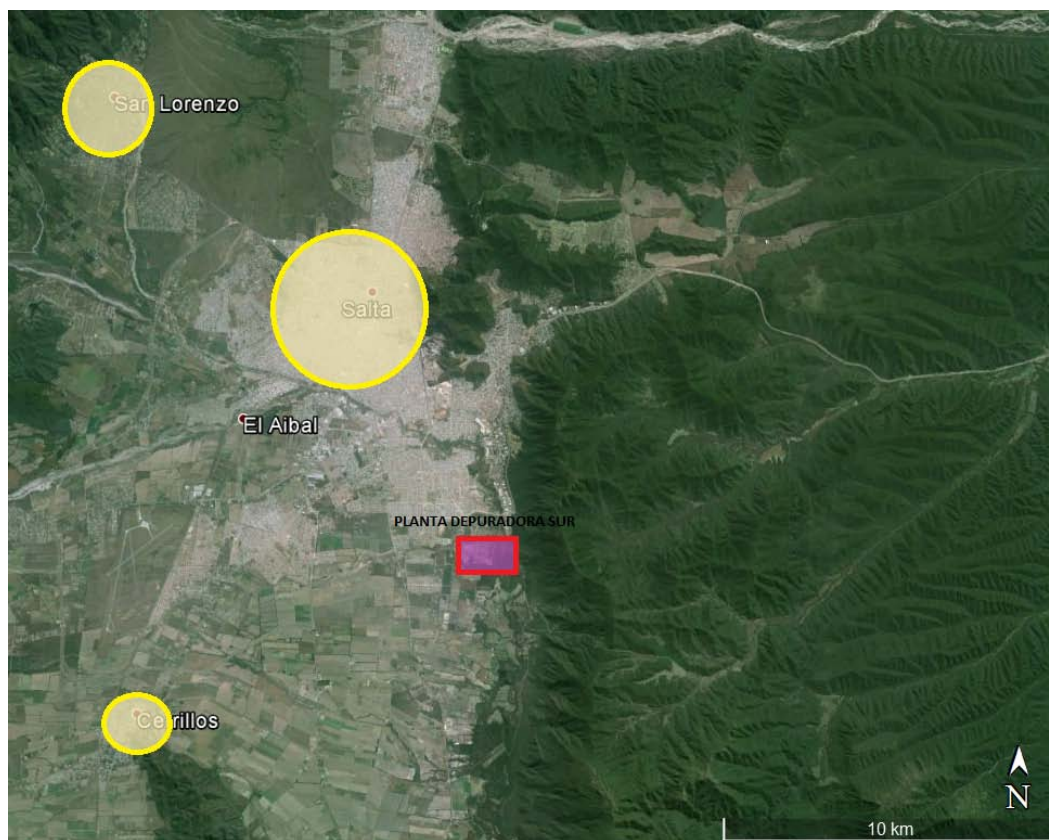


Figura 10. Ubicación de la Ciudad de Salta.

En la imagen anterior (Coordenadas 24°50' 57.26" S - 63°23' 27.07" O. Elev.: 1172m Altura de ojo: 34.06Km.) puede observarse las ciudades y localidades comprendidas dentro del área de influencia de la planta de tratamiento, su ubicación de la misma y del río Arenales, receptor final de los efluentes tratados.

Se puede ampliar la información gráfica consultando los planos 15.1EIA - Salta - Ubicación y 15.3EIA - Salta - Implantación.

8.1.2. Red de Colectoras

La red cloacal principal de la localidad de Salta está constituida por diez Cloacas Máximas (CM, de aquí en más) cuyos diámetros van desde los 200 mm hasta los 1.700 mm, a éstas hay que agregarles el Colector Este (recientemente habilitado) y la 11° CM (en etapa de proyecto) en la que desaguarían los efluentes de la localidad de San Lorenzo y gran parte de la zona sur de la ciudad de Salta. La localidad de Cerrillos, ubicada al SO de Salta Capital descarga su sistema cloacal a través de la 10° CM (que desemboca finalmente en la Planta Depuradora Sur).

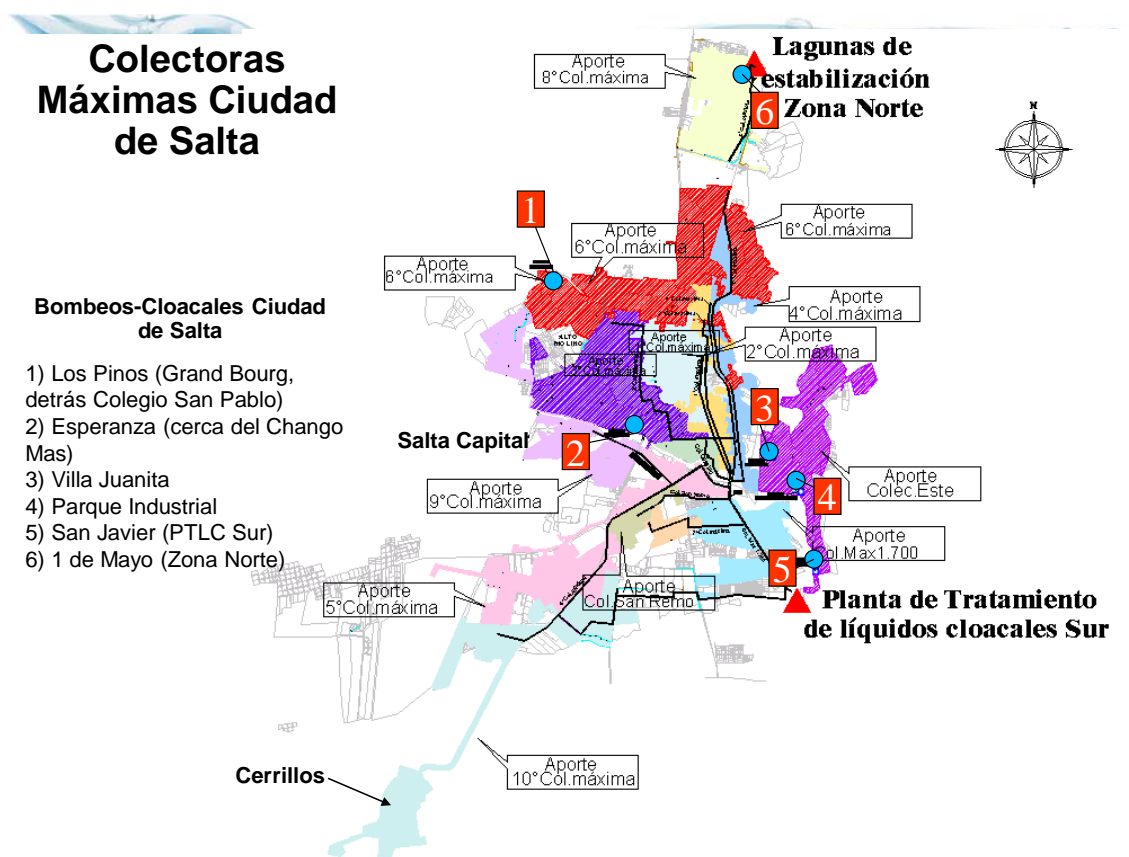


Figura 11. Sistema de Colectoras Máximas – Ciudad de Salta.

En la Figura 11 se puede observar la división en subcuencas de aporte a cada Cloaca Máxima.

En cuanto al catastro, según la información disponible, surge que el 93% de la red tiene diámetros menores o iguales a 300 mm, siendo el 67% de la red de 150 mm de diámetro.

Existe un alto porcentaje de cañerías de Hormigón Comprimido (H^oC^o), el 88% del total de la red, siendo obviamente las de mayor antigüedad. Debido a esto se puede inferir que la infiltración puede ser importante. Si además se adiciona el caudal proveniente de las lluvias debido a conexiones pluviales domiciliarias conectadas a las redes cloacales, los caudales transportados adquieren importancia.

8.1.3. Plantas Depuradoras de Líquidos Cloacales

El sistema de desagües cloacales de la ciudad de Salta, está dividido en los sectores Norte y Sur, los cuales tienen su correspondiente planta de tratamiento. El servicio tenía al mes de agosto de 2011 un total de 135.070 conexiones o usuarios, lo que representaba una cobertura del 87,3%.

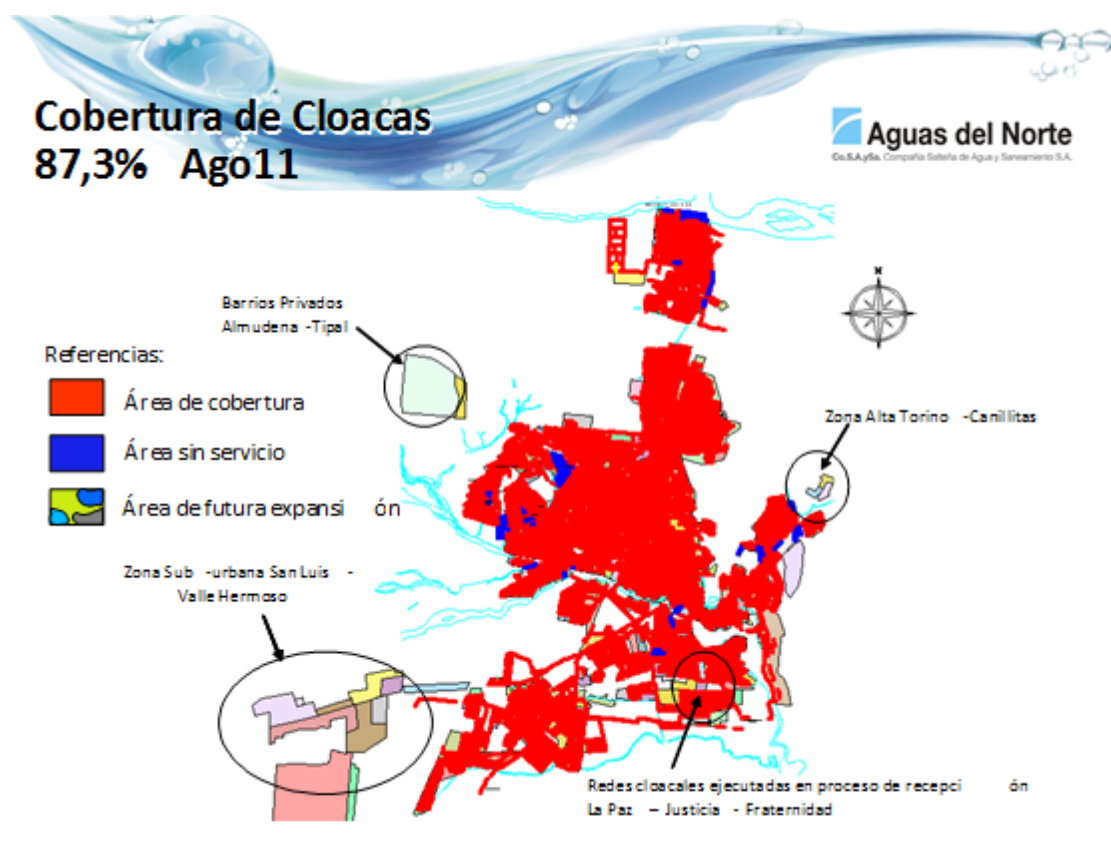


Figura 12. Área de cobertura con servicio de cloaca en la ciudad de Salta al año 2011.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto abarcaría parte de la Ciudad de Salta, Cerrillos y la Localidad de San Lorenzo.

En la actualidad parte de los desagües producidos en Cerrillos son tratados en la planta depuradora sur de Salta. En tanto que la localidad de San Lorenzo solo cuenta con instalaciones domiciliarias individuales de cámaras sépticas y pozos absorbentes.

8.1.3.1. Planta Depuradora Norte

El sistema Norte brinda cobertura a 40.000 habitantes, lo que implica un radio servido del 7 % del total. Todos los efluentes generados en este sector son depurados en la Planta Depuradora Norte.

8.1.3.2. Planta Depuradora Sur

El sistema Sur brinda el servicio al resto de la ciudad y a un sector del Departamento Cerrillos. Se considera una cobertura del servicio aproximado del 87%. El tratamiento de los efluentes cloacales se realiza en la Planta Depuradora Sur.

La Planta Depuradora Sur recibe la descarga a través de 2 conductos: el conducto principal de Ø 1.700 mm y la 10º Cloaca Máxima (Ø 600 mm).

Es una planta convencional equipada con sistema de desbaste, sedimentación primaria, tratamiento biológico mediante lechos percoladores, sedimentación secundaria o clarificación y desinfección final mediante la adición de gas cloro. Los sólidos separados en el tratamiento del líquido se tratan mediante un sistema de digestión anaeróbica de alta carga, con calefacción de los barros mediante el uso del biogás generado en el proceso.

A continuación se detallan en forma gráfica y posteriormente una descripción de las principales características de las unidades de tratamiento:

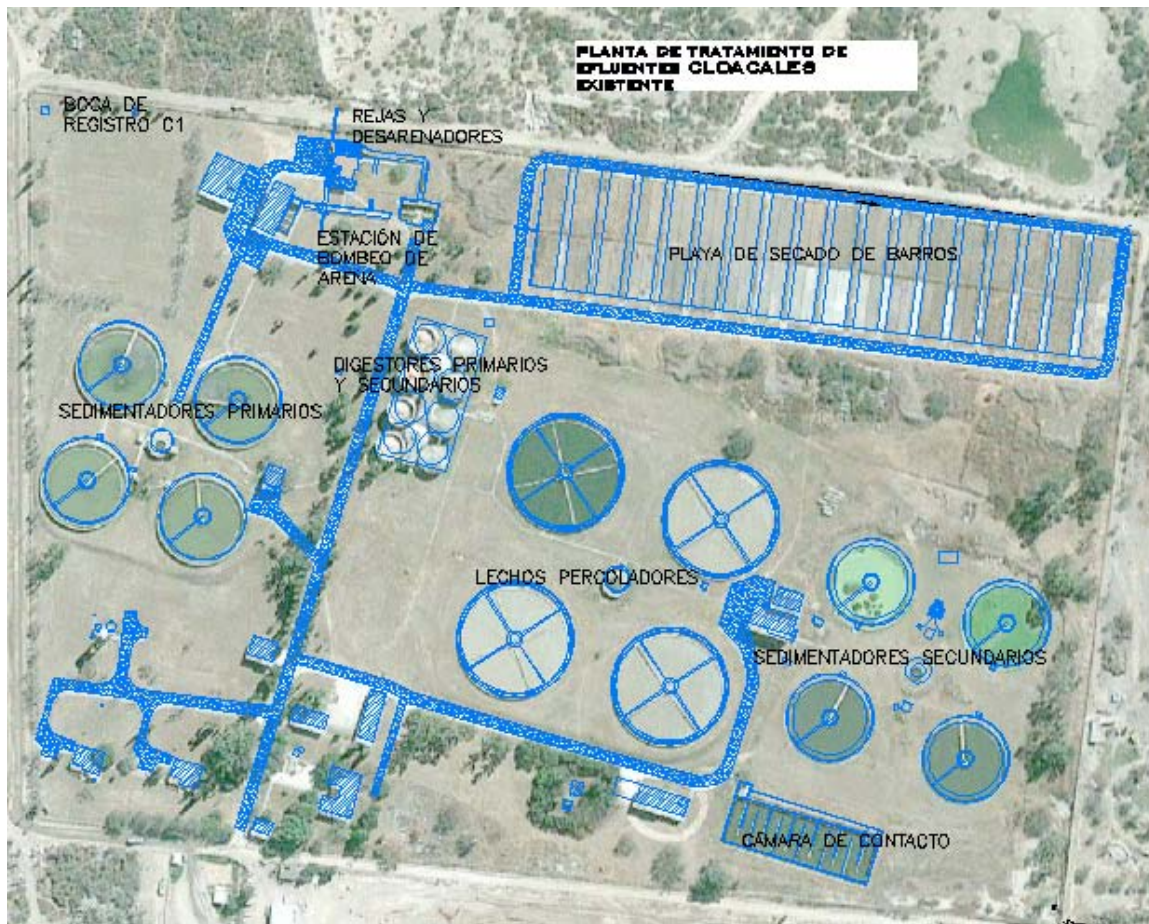


Figura 13. Esquema de Planta Depuradora Sur existente, elementos componentes.

En el "Plano N° 3: Implantación" puede verse la Planta Depuradora Sur con sus unidades de tratamiento en mayor detalle.

8.1.3.3. Línea Líquida

Cámara de Ingreso y By-Pass: En esta se produce el ingreso del Líquido Cloacal a la Planta a través de una Cañería de 1700 mm de diámetro, y desde aquí mediante compuertas se distribuye a la cámara de rejillas. También se puede realizar a través de una compuerta de accionamiento electromecánico, el By Pass total o parcial del caudal afluente a la Planta, en caso de ser necesario, hacia la cámara de cloración para su desinfección final antes de su vertido.



Figura 14. Cámara de Ingreso.

Desbaste: El tratamiento de desbaste consta de cuatro canales de 0,80 m de ancho, cada uno de ellos equipados con reja gruesa de limpieza manual con separación entre barrotes de 0,10 m. A continuación se disponen una reja fina de limpieza mecanizada con separación entre barrotes de 0,025 m.

Los cuatro canales descargan en un canal colector, donde está instalada una canaleta Parshall para la medición de los caudales de ingreso. A continuación los líquidos son conducidos a los Desarenadores.

El Sistema cuenta con dos Desarenadores del tipo caudal variable, velocidad no regulada, de flujo horizontal y de corta permanencia, de sección cuadrada de 7,30 x 7,30 m y 0,60 m de altura, que trabajan en paralelo. Los mismos cuentan con un barredor mecánico de fondo, que gira arrastrando lo sedimentado y depositándolo en una tolva existente en la parte lateral, donde se acumula el sedimento que arrastra el barredor. Desde esta, es extraído mediante un tornillo sin fin, volcándolo en recipientes colectores. El volumen de sólidos extraídos es de 1,5 m³ diarios, que son enviados junto al resto de la basura de la cámara de rejas. La salida del líquido se realiza por desborde sobre un vertedero rectangular, hacia un canal colector, el cual desemboca en la fosa de aspiración de la Estación Elevadora.



Figura 15. Cámaras de Rejas. (Izq. Rejas gruesa de limpieza manual; Der. Rejas finas de limpieza mecanizada).



Figura 16. Desarenadores. Tornillo sinfín para extracción de arenas.

Estación Elevadora: consta de una cámara húmeda o de aspiración y de un cámara seca donde están instalados las cañerías de aspiración e emulsión y los equipos de bombeo. Estos están compuestos por cuatro bombas centrífugas de eje vertical, dos tienen una capacidad de 3.250 m³/h cada una, y están impulsadas por motores eléctricos de 220 HP. Las dos restantes tienen una capacidad de 2.150 m³/h, con motores de 174 HP cada una. Las cañerías de impulsión de las bombas están dotadas de válvulas de retención automática y también válvulas eléctricas y mecánicas para control de emergencias. En la parte superior del edificio se encuentran los tableros

eléctricos, que además de controlar el manejo de los equipos correspondiente a este sector, también se controla el funcionamiento de todos los sistemas eléctricos de Rejas, Desarenadores y Sedimentadores Primarios.



Figura 17. Cámara de bombeo de Líquidos.

Tratamiento Primario: se realiza mediante cuatro Sedimentadores Primarios de 42m de diámetro interno, 5m de altura en su perímetro y el fondo con una pendiente 1:12. Cada unidad está equipada de un puente radial con barredores de fondo y superficial de espuma. Este es empujado mediante una unidad tractora con motoreductor que gira sobre la periferia del Sedimentador. La salida del líquido clarificado se realiza por rebalse a un vertedero perimetral superior de doble entrada. Los lodos precipitados son empujados a una tolva central, mediante el barredor de fondo, y desde esta se los extrae con bombas, que se encuentran en la Sala de Bombeo de Barros. En la parte lateral cerca del muro perimetral se encuentra una tolva donde se descarga la espuma que es arrastrada por el barredor de superficie y pasa a la cámara de espumas, desde donde son extraídas y enviadas al vertedero municipal.

Los barros sedimentados en los Sedimentadores Primarios, son extraídos mediante tres bombas a tornillo, con capacidad de 10 m³/h, que las impulsa a los Digestores Primarios para su tratamiento.



Figura 18. Cámara de Carga y Sedimentadores.

Tratamiento Secundario: está compuesto por un sistema de reactor biológico que realiza la depuración de la materia orgánica mediante percoladores, seguido de una clarificación final, a través de sedimentadores secundarios.

Reactor biológico: está constituido por cuatro percoladores de alta carga, de 54 m de diámetro y 2,50 m de altura, donde se contiene un lecho de piedra rocosa de tamaño regular de 0,10 m de diámetro, de 1,70 m de espesor. El líquido que proviene de la cámara distribuidora respectiva, ingresa por el centro de la unidad y es distribuido sobre el manto de piedra mediante un sprinklers que gira mediante impulso hidráulico, que está constituido por una torre central o mástil al cual están fijados cuatro brazos rotativos mediante tensores metálicos. El líquido percolado pasa a los sedimentadores secundarios para la clarificación final y sedimentación de los barros biológicos que se desprenden de los percoladores.



Figura 19. Lechos Percoladores.

Clarificación Final: Se realiza mediante cuatro Sedimentadores Secundarios, que tienen la misma forma y dimensiones que los Sedimentadores Primarios, con la diferencia que no poseen en su puente, barredor de superficie. La salida del flujo superficial se realiza por medio de un canal perimetral que recoge el líquido a través de un vertedero de doble entrada, conduciéndolo hasta una cámara colectora. Parte de este líquido es evacuado a la cámara de cloración, y parte ingresa a una cámara de

aspiración desde donde se recircula a los Percoladores. Los barros sedimentados son colectados en la tolva ubicada en el centro del Sedimentador, la que se comunica por una cañería de 600 mm de diámetro con la cámara de aspiración de barros de la Estación de Recirculación, para ser retornados al ingreso de los sedimentadores primarios.



Figura 20. Cámara de Distribución y Sedimentadores Secundarios.

Estación de Recirculación: Desde esta se realiza la recirculación de líquido y barro de los Sedimentadores Secundarios. Parte del líquido clarificado de los Sedimentadores Secundarios, ingresa a una cámara de aspiración, desde donde se recicla a los lechos percoladores, mediante tres bombas centrifugas verticales de 1250 m³/h cada una, impulsadas por motores eléctricos de 75 HP.

El barro decantado en los Sedimentadores Secundarios, es reciclado a la cámara Partidora de los Sedimentadores Primarios, mediante tres bombas centrifugas verticales de 1250 m³/h cada una, impulsadas por motores eléctricos de 100 HP



Figura 21. Estación de Bombeo de Recirculación

Desinfección: Existen deficiencias con la desinfección de los efluentes tratados y clarificados en los Sedimentadores Secundarios. En la actualidad no son desinfectados previo a su vuelco en el cuerpo receptor, según lo relevado en la visita de campo. El sistema original era desinfectar con gas cloro el efluente mediante dosificadores y evaporadores.

Cámara de Cloración y Contacto: En este sistema se encuentra la primera cámara, donde se le aplica el cloro dosificado al líquido que proviene de los Sedimentadores Secundarios. Luego pasa a la cámara de contacto, la que tiene un laberinto de chicanas para aumentar el tiempo de contacto. Una vez que atraviesa este sistema, el efluente tratado y desinfectado es conducido mediante una cañería de 600 mm, para ser vertido en el cuerpo receptor, el cauce del Arroyo Arenales.



Figura 22. Cámara de Cloración y Contacto

8.1.3.4. Línea de Barros

La estabilización de los barros, provenientes de los Sedimentadores Primarios, se realiza por un proceso anaeróbico de digestión mesofílica, en dos etapas que permiten mineralizar los barros reduciendo la cantidad de materia volátil de los mismos. Para ello se dispone de 4 Digestores Primarios y 4 Secundarios. Estos funcionan en tándem de a pares. El tratamiento se completa con la deshidratación de los barros digeridos en un sistema de Playas de Secado

Digestores Primarios: En ellos se realiza la primera etapa de la estabilización o digestión, que consiste en la degradación de la materia volátil de los barros. Los tanques son cilíndricos de 13m de diámetro y 11m de altura en su parte central. En la parte superior tiene una cubierta fija de hormigón, y en el fondo una tolva para la facilitar la extracción de los barros digeridos. En el interior tienen cañerías internas para la carga de barros crudos, recirculación de barros en proceso y descarga de barros digeridos.

Como subproducto del proceso de digestión o estabilización, se generan barros digeridos que se envían a deshidratación, y biogás (metano) que se trasvasa a los digestores secundarios. Este último se emplea para alimentar las calderas que calientan los barros a 32 – 35 °C que permiten alcanzar la digestión mesofílica.



Figura 23. *Digestores Primarios y Secundarios*

Digestores Secundarios: Tienen como función aumentar la concentración de los barros digeridos que se trasvasan de los digestores primarios, generando un líquido sobrenadante que se retorna a cabeza de planta. Tienen iguales dimensiones que los primarios, pero la cubierta de los mismo es móvil con campana metálica flotante que actúa como un gasómetro, permitiendo mantener en reserva parte del biogás generado contiene en su interior cañerías a diferentes alturas para los distintos trabajos operativos



Figura 24. Digestor Secundario y Bombas de Tornillos

Galería de Digestores: Esta se encuentra entre los dos grupos de Digestores, consta de dos alas unidas por una Galería central.

En cada ala se encuentra el sistema de cañerías y válvulas, que conectan a un grupo de - cuatro digestores en total (dos Primarios y dos Secundarios).- En la parte externa de las alas, está instalado el sistema de calentamiento de los barros del proceso. Esto consiste en una caldera humotubular, que funciona con el biogás producido en el sistema, que calienta agua que alimenta al intercambiador de calor donde se produce el calentamiento del barro durante su proceso de digestión.

En la parte central de la Galería, en su parte superior, se encuentran las bombas que se utilizan para los trabajos propios del tratamiento. Estas son seis bombas de desplazamiento positivo, tipo a tornillo de 50 m³/h de capacidad cada una, ubicadas para que trabajen tres por cada ala.

En la parte exterior entre el edificio y los digestores secundarios, se encuentran los cuadros de maniobra y controles de producción del biogás generado, y los dos antorchas utilizados en la quema del biogás excedente.

Playas de Secado: En estas se produce la deshidratación de los barros digeridos que se envían desde los Digestores Secundarios, generándose barros secos (biosólidos) y un lixiviado que se retorna a cabeza de planta. Son 72 playas con una superficie total de 12000 m². Cada una tiene 30 m de largo y 6 m de ancho. Su fondo es drenante, consistente en un manto filtrante, compuesto por capas de grava y arena que permite el paso del lixiviado durante el secado de los barros.

Los barros luego serán dispuestos en un sitio despejado en el sector nor-oeste de la planta, con una superficie de 5000 m² aproximadamente. Paralelamente la empresa Aguas del Norte S.A efectuará las gestiones ante los organismos correspondientes para disponer los biosólidos en: relleno sanitario (incorporación o cobertura final); Agrícola/Ganadero; Forestal; Recuperación de suelos degradados; otros usos.

La descarga de los camiones atmosféricos, que transportan los efluentes de pozos ciegos y cámaras sépticas de los sectores sin cobertura de servicio, se realiza en la cabecera de la Planta Sur, en el sector de desbaste, de manera de lograr un cierto grado de homogenización con el caudal afluente a la planta. El volumen diario aportado por este medio no es significativo debido a la alta cobertura de servicio que tiene hoy la Ciudad (87 %).



Figura 25. Playas de Secado de Barros

Descarga de Líquidos: Una vez que los líquidos han pasado a través de las distintas etapas del proceso de tratamiento, los mismos son vertidos mediante un conducto de Ø600mm al río Arenales. El punto de vertido de las imágenes a continuación, tiene las siguientes coordenadas: 24°51'04" S; 65°22'30" O.



Figura 26. Descarga al Río Arenales

8.2. OBJETIVOS, METAS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es el de repotenciar la Plata Depuradora Sur de la Ciudad de Salta, alcanzando una capacidad de tratamiento que permita tratar el 95% de los caudales generados al año 2037 en la ciudad de Salta, San Lorenzo y Cerrillos.

La repotenciación comprende la "optimización" de la Planta Depuradora Sur existente, de manera de elevar la máxima capacidad actual de 3.600 m³/h a 5000 m³/h. Además la "ampliación" de tratamiento a través de una nueva planta con una capacidad máxima de 5.000 m³/h. De esta manera se alcanzará a una capacidad máxima de 10.000 m³/h o su equivalente de 800 mil habitantes.

Constructivamente se ha previsto en una primera etapa realizar el nuevo módulo y una vez habilitado el mismo, recién comenzar con la optimización de planta existente. Es necesario ejecutar el proyecto de este modo dado que es imperioso detener el funcionamiento de algunas unidades de la planta existente durante su rehabilitación derivando el caudal a la nueva planta y evitando descargas directas (sin tratamiento) al río Arenales.

Se busca mejorar la calidad de vertidos al río Arenales, para proteger a la población aguas abajo ante enfermedades de origen hídrico por contacto directo a través del uso del río, dado que en la actualidad la planta de tratamiento Sur se encuentra en las etapas finales de remplazo, reparación y, puesta a punto, tanto de los equipamientos electromecánicos, obras civiles, etc. los cuales presentaban un importante grado de abandono, afectando al desempeño de la planta en su conjunto, y consecuentemente al tratamiento de los efluentes recibidos.

Existen deficiencias con la desinfección de los efluentes tratados y clarificados en los Sedimentadores Secundarios. En la actualidad no son desinfectados previo a su vuelco en el cuerpo receptor.

8.3. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN ANALIZADAS

Se estudiaron varias alternativas de tratamiento, resultando como la más conveniente técnica, económica y ambientalmente, construir un sistema de lechos percoladores con mantos de piedra.

Para analizar las distintas alternativas técnicas del sistema de tratamiento, se realizó una comparación de las mismas desde el punto de vista económico – financiero, y desde una perspectiva socio-ambiental, eligiendo aquella que satisfaga ambos análisis. La evaluación de alternativas se realizó comparando únicamente los costos que las diferencian, aplicando el método del valor presente neto para una tasa de descuento del capital del 12 %. También en el análisis se contempló el costo total económico (tasa = 0%).

Se evaluaron tres tipos distintos de sistemas de tratamiento

- Alternativa I: Sistema de Barros Activados Convencionales.
- Alternativa II: Lechos Percoladores de Piedras.

- Alternativa III: Lechos Percoladores Plásticos.

En el 16.1Anexos I se detallan los cálculos del análisis de alternativas de manera técnica, económica y financiera.

8.3.1. Resultados del análisis de alternativas

La alternativa que representa el menor valor presente neto para una tasa de descuento de capital del 12 % es la de los lechos percoladores de piedra. Los costos a lo largo de toda la vida útil, en base al consumo de energía eléctrica, es el mismo para las tres alternativas.

Por lo tanto para el siguiente proyecto, en cuanto a las consideraciones económicas financieras, se construirá una planta de Lechos Percoladores con Manto de Piedras.

8.3.2. Consideraciones ambientales en la evaluación de alternativas

Para la evaluación de las alternativas desde el punto de vista socio-ambiental, se ha previsto una matriz de valor que permita compararlas. Esta evaluará con un puntaje de 0 a 1 el grado de afectación a la sociedad y al ambiente. El valor "0" se refiere a la situación más desfavorable y el valor "1" a la más conveniente. La alternativa que sea más beneficiosa para el ambiente, será aquella que tenga un valor promedio mayor a las demás.

Se introducen aparte de temas estrictamente ambientales, aquellos operativos que al complicar los procesos, pueden también afectar al medio ambiente.

8.3.3. Evaluación Ambiental de las Alternativas Técnicas de Plantas Depuradoras

En la Tabla 1se presenta la evaluación socio-ambiental realizada para las distintas alternativas de plantas depuradoras. Se evaluaron las alternativas siguiendo el método devaluación establecido. Se han evaluado los siguientes componentes para la evaluación de alternativas:

Riesgo de Trabajo: El sistema de lechos percoladores obliga a los operadores a estar en mayor contacto con el líquido residual por tener que mantener limpios los orificios de descarga de los brazos regadores de manera permanente. Este contacto con el líquido puede provocarles enfermedades de origen hídrico. Esto incrementa además, la posibilidad de accidentes al tener que transportarse por sobre los brazos de los regadores para realizar las limpiezas. En el caso de los tanques de aireación del sistema de barros activados, los operadores tienen menor contacto directo en la zona de proceso con menores riesgos de accidentes.

Calidad del Efluente: Esto se refiere al sistema que tiene mayor confiabilidad en cuanto a la descarga orgánica y de sólidos sobre el río Arenales. Los sistemas de barros activados en general, tienen mejores rendimientos en remoción orgánica y de sólidos que los sistemas de lechos percoladores, siendo menos afectados por problemas operativos.

Puesta en funcionamiento después de las reparaciones: Este ítem se refiere a la velocidad que los sistemas entran en régimen una vez que comienzan a funcionar luego de estar parados por mantenimiento o reparaciones. Los sistemas de barros activados reaccionan con una mayor velocidad que los lechos percoladores.

Consumo de Energía Eléctrica: Se conoce que los sistemas que más consumen energía eléctrica son los más perjudiciales para el ambiente. En este caso el sistema de tanques de aireación del sistema de barros activados convencional, son los que consumen mayor cantidad de energía eléctrica, seguido por los lechos percoladores con manto plástico. Los filtros biológicos de mantos de piedra son los que menor cantidad de electricidad consumen.

Dificultades Tecnológicas Operativas de Mantenimiento: Los sistemas de barros activados, necesitan para su mantenimiento de un mayor conocimiento tecnológico por parte de los operadores que para el caso de los lechos percoladores. Además, presentan mayor dificultad para conseguir los repuestos necesarios de manera inmediata, situación que puede traer dificultades a la hora de tener que reparar las instalaciones, con mayores tiempos empleados para estas tareas. En cambio en los lechos percoladores los componentes mecánicos son más simples de reparar por parte de los operadores de planta.

Generación de Moscas e Insectos: El sistema de barros activados, evitan la proliferación de moscas típicas de los lechos percoladores, y por lo tanto representa la mejor opción para evitar la transmisión de enfermedades a través de este vector. De todos modos, los filtros percoladores plásticos presentan menor problema frente a los lechos de piedras en donde se necesita mayor atención para evitar la generación de moscas en el manto.

Generación de Olores: Los sistemas aireados evitan la generación de olores, siendo mejor frente a los percoladores.

Tabla 2. Matriz de Evaluación Socio Ambiental – Alternativa Plantas Depuradoras

Tipo	Alt. I	Alt. II	Alt. III
Ocupación del espacio	0,80	0,80	0,80
Riesgo de Trabajo (salud por contacto líquido y riesgos de accidentes)	0,90	0,70	0,65
Calidad del Efluente	1,00	0,80	0,90
Puesta en Funcionamiento después de reparaciones	1,00	0,80	0,80
Consumo de Energía Eléctrica	0,00	0,90	0,60
Dificultades operativas de mantenimiento	0,50	0,80	0,80
Generación de Moscas e Insectos	1,00	0,70	0,80
Desmante y movimiento de suelos	0,50	0,50	0,50
Generación de Olores	0,90	0,70	0,70
Índice Ambiental	0,73	0,74	0,71

De la Tabla anterior se desprende que la alternativa de lechos percoladores con manto de piedra es mejor ambientalmente que las otras, aunque la diferencia entre las distintas alternativas no sea significativa, afectando de igual manera a la sociedad y al ambiente.

8.3.4. Conclusiones finales del proceso de selección de alternativas

Del análisis de alternativas técnicas económica – financiera surge como más conveniente construir los lechos percoladores con mantos de piedras. De igual manera sucede cuando las variantes técnicas fueron analizadas desde un punto de vista socio-ambiental, aunque la diferencia con las demás no fue significativa.

Por lo tanto, la planta de tratamiento será del tipo “*Lechos Percoladores con Manto de Piedras*” utilizando el mismo tipo de tratamiento que la actual planta depuradora.

8.4. ALCANCE DE LAS OBRAS

El presente proyecto comprende:

- La optimización de la Planta Depuradora Sur de manera de elevar la máxima capacidad actual de 3.600 m³/h a 5.000 m³/h.
- La ampliación de tratamiento a través de una nueva planta con una capacidad máxima de 5.000 m³/h.

De esta manera se alcanzará a una capacidad máxima de 10.000 m³/h o su equivalente de 800 mil habitantes.

Se ha previsto que en una primera etapa se construya el nuevo módulo y una vez habilitado la misma, recién comenzar con la optimización de planta existente. Esto es porque es necesario parar algunas unidades de la planta existente durante su rehabilitación derivando el caudal a la nueva planta y evitando descargas directas sin tratamiento al río Arenales. La carga orgánica es de 200 mg/L de DBO₅, con una descarga sobre el río Arenales de 30.65 mg/L de DBO₅.

Del análisis de alternativas surgió que desde el punto de vista económico, financiero, técnico, ambiental y social resultó como más conveniente construir una nueva planta de lechos percoladores con manto de piedras conservando el sistema de digestión anaeróbico para la estabilización de los barros del proceso.

El proyecto prevé el funcionamiento de la planta en caso de lluvia, donde el caudal total ingresante a la planta se incrementa en un 25%, por el aporte de los pluviales conectados a la red, disminuyendo esto último la DBO₅ingresante a 140mg/L. De este caudal total, el 30% será enviado directamente a desinfección a la correspondiente cámara de cloración, mientras que el restante 70% del caudal total, será tratado de manera habitual. En el capítulo 10 ESTUDIO DE CUERPO RECEPTOR se ha evaluado esta situación, habiendo establecido que una reducida afectación en los niveles de contaminación del río, dado que conceptualmente en este escenario el curso transporta una cantidad mayor de caudal.

Por otro lado se dispondrá de una cortina forestal sobre el perímetro colindante con los caminos (Norte y Oeste) empleando especies de Casuarina en un diseño de dos hileras a distancias de 2 m x 2 m a tresbolillo.

Completan las instalaciones, un sistema de alumbrado exterior mediante de torres de iluminación, sistema pararrayos, sistema de cámaras de seguridad y sistema de telecomando y telecontrol a través de un sistema SCADA.

8.4.1. Optimización de las Instalaciones Existentes

La ciudad de Salta tiene una planta depuradora recientemente rehabilitada, cuya capacidad máxima de tratamiento es de 3.600 m³/h, según lo establecido en el primer informe de avance del presente proyecto (Tabla 3). Esta máxima capacidad fue determinada verificando el dimensionamiento de las diferentes unidades existentes y observando cuál de ellas no alcanzaban los valores de diseño. De ello resultó que en la línea líquida, los desarenadores y sedimentadores secundarios pueden funcionar eficazmente hasta alcanzar un caudal máximo diario de 3.600 m³/h, lo cual condiciona el resto de la planta depuradora. En la línea de barros también se verificó que los digestores primarios y playas de secado no tienen capacidad para depurar el caudal máximo de diseño.

Tabla 3. Resumen capacidad de las distintas unidades de la planta depuradora Actual

Unidad de Tratamiento	Capacidad máxima diaria (m ³ /h)
Desarenadores	3.600
Sedimentadores Primarios	5.000
Sedimentadores Secundarios	3.600
Lechos percoladores	5.000
Playas de Secado	4.200
Cámara de Contacto	5.000
Digestores Primarios (sin espesamiento)	3.250
Digestores Primarios (con espesamiento)	3.900

Para optimizar el funcionamiento de la planta existente y lograr incrementar la capacidad de tratamiento de 3.600 m³/h a 5.000 m³/h en la línea líquida será necesario realizar las siguientes obras:

Pozo de Desbaste de Arena: Antes del ingreso de la nueva planta y la existente se ha previsto construir un pozo de desbaste grueso que elimine las partículas superiores a 2mm de diámetro, que permitirá extraer las arenas gruesas y canto rodado que arrastre el líquido cloacal. El izaje del material grueso depositado en el fondo de la unidad, será realizado a través de una pala bivalva con accionamiento electro – hidráulico y el izaje se realizará a través de un carro de desplazamiento eléctrico de 5.000Kg de capacidad. Esta unidad aliviara el funcionamiento de los equipos de rejillas y desarenadores ubicados aguas debajo de ambas plantas.

Desarenadores: En la planta existente se construirán dos (2) nuevas unidades del mismo tipo, de sección cuadrada de 7,30 m de ancho, 7,30 m de largo y una profundidad de 0,90 m, que capturen el caudal del canal que actualmente deriva de la cámara de rejillas hacia los actuales desarenadores. Esta obra permitirá tratar el caudal máximo horario que se derive hacia la planta existente, de manera de alcanzar una capacidad máxima diaria de 5.000 m³/h para el resto de las unidades de tratamiento.

Sedimentadores Secundarios: Será necesario construir otro sedimentador secundario, además de los cuatro existentes, para poder alcanzar un caudal de tratamiento de $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$, considerando una recirculación máxima del 50 %. Esta unidad se construirá hacia el lado Este de los actuales sedimentadores, en dirección al río Arenales. El líquido que alimentará esta unidad será derivado desde la cámara distribuidora de caudales existente, a través de una cañería de 1,00m de diámetro, hacia una nueva cámara de carga a construir, la cual tendrá un vertedero regulado en altura que le permitirá repartir igual caudal que las otras cuatro unidades.

Para la línea de barros se proponen las siguientes modificaciones:

Espesadores de Barro: La gran deficiencia de la línea de barros de la actual planta es que el barro ingresa a los digestores primarios con una baja concentración de lodos, y eso hace disminuir la capacidad hidráulica de los digestores existentes. Para revertir esta situación se construirán dos espesadores que captará el caudal de barros de la sedimentación primaria y secundaria de las actuales instalaciones y de la nueva planta de tratamiento.

Esto permitirá que el barro derivado a los digestores existentes y futuros tendrá una concentración (5%) mayor con respecto a lo ocurre actualmente que se carece de espesamiento ($4\% \leq$). Con este proceso se logrará disminuir el volumen de digestión necesario y por lo tanto el tamaño de los digestores primarios a construir en la nueva planta.

Digestores Primarios: El déficit de las unidades existentes surge de que su tamaño y por lo tanto su volumen de digestión fue diseñado para una permanencia hidráulica de los barros procesados menor a la recomendada para alcanzar una correcta digestión anaeróbica del tipo mesofílica. Esto no permitirá tratar la totalidad de los barros generados cuando se optimice la actual planta y alcance un caudal máximo diario de tratamiento de $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo que los barros excedentes deberán ser tratados con las nuevas unidades a construir en la ampliación de planta.

Digestores secundarios: No se incrementará la capacidad de los mismos, debido a que los existentes tienen un volumen que satisface holgadamente las necesidades para las actuales instalaciones. La capacidad excedente de estos será utilizada para la nueva planta de $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Playas de Secado de Barros: La superficie de las unidades existentes será insuficiente para tratar la totalidad del barro generado cuando se optimice la actual planta y alcance un caudal máximo diario de tratamiento de $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$. El déficit de las playas de secado será absorbido por deshidratadoras a filtro banda a instalar en la nueva planta depuradora.

Además para mejorar las actuales instalaciones se proponen realizar los siguientes cambios:

Estación de bombeo de barro primario: En las bombas a tornillo existentes que impulsan el barro de los sedimentadores primarios hacia los digestores, se instalarán maceradores que permitirán proteger el funcionamiento de las bombas, desmenuzando

los sólidos y fibras que transporta el barro, que actualmente generan obstrucciones en los equipos de bombeo y cañerías de aspiración de los mismos.

Impulsión de Barro Primario: se anulará la actual tubería que impulsa los barros hacia los digestores primarios reemplazándola por una nueva tubería de impulsión de 200mm de diámetro que transportará el barro de los sedimentadores primarios hacia los nuevos espesadores, como se explicara más arriba.

Estación de bombeo de recirculación: En ella se realiza la recirculación de una parte del efluente clarificado del sedimentador secundario hacia los percoladores y por otra parte la recirculación de los barros decantados en el sedimentador secundario hacia los sedimentadores primarios.

Entre las mejoras operativas y de proceso se propone dejar de realizar la actual recirculación de barro arriba indicada, para lo cual se dispone tres bombas centrifugas verticales de $1.250\text{m}^3/\text{h}$ cada una, ya que este proceso provoca una sobre carga hidráulica en los decantadores primarios para la cual no fueron diseñados, ya que la superficie de los mismos verifican para una tasa hidráulica de $32\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$, incompatible para absorber el caudal de recirculación de barro secundario, en cuyo caso se debería verificar una carga superficial ó hidráulica de $24\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$, que implicaría disponer de mayor superficie de sedimentación que la existente.

Además esta recirculación de barros secundario tampoco es conveniente porque no favorece la sedimentación primaria afectando la eficiencia de esta, por ser barros de diferente composición orgánica.

También debe considerarse que al realizarse ambas recirculaciones, provoca que los brazos de los percoladores salgan de régimen girando a velocidades superiores a las máximas recomendadas.

En su lugar se propone realizar la extracción de los barros secundarios para su envío hacia los nuevos espesadores, de manera de mezclarlos y espesarlos en forma conjunta con los barros primarios previo a su digestión y estabilización. Para ello en las cañerías de purga de barros de 400 mm de diámetro existentes en cada uno de los sedimentadores secundarios, se instalará una válvula esclusa, con su respectiva cámara, que permitirá aislar dichas cañerías de la estación de bombeo de recirculación de barros. Aguas arriba de cada una de estas cámaras se instalará una cañería de 150mm que se conectará al manifold de aspiración de la nueva estación de bombeo de barros secundarios a construir.

Estación de bombeo de barro secundario Esta unidad se construirá en el sector de los sedimentadores secundarios y a ella llegará las cañerías de extracción de barros arriba citadas, que se conectarán al manifold de aspiración del sistema de bombeo a instalar. Este estará compuesto por dos bombas a tornillo de $20\text{ m}^3/\text{h}$ de capacidad que impulsarán los barros hacia los espesadores. Los caudales de barro a extraer con este sistema serán muy inferiores a los actuales ya que solamente se impulsará barro concentrado.

8.4.2. Ampliación de Tratamiento

La ampliación del sistema de tratamiento se construirá en una primera etapa, mediante la ejecución de cuatro módulos iguales con una capacidad máxima diaria de 30.000m³/d cada uno (120.000 m³/d total), y a continuación en una segunda etapa, se realizará la optimización de la actual planta depuradora. Esto permitirá cubrir la demanda futura del servicio al año 2037 hasta alcanzar una cobertura del servicio del 95 %. Ese año representa el último del periodo de diseño de las instalaciones (20 años), considerando como inicial al año 2017, momento a partir del cual comenzará a funcionar a pleno el sistema de tratamiento. Los años 2014, 2015 y 2016, estarán destinados a culminar el proyecto ejecutivo y las obras.

La selección del sistema de tratamiento a realizar resultó del análisis de tres alternativas técnicas que además evaluaron aspectos económicos, financieros y ambientales de las mismas, resultando como más conveniente la construcción de una planta depuradora provista con sistema de desbaste de sólidos y arenas; tratamiento primario; tratamiento biológico mediante lechos percoladores con manto de piedras; sedimentación secundaria y/o clarificación y desinfección final de los efluentes tratados mediante la aplicación de gas cloro. Considerando siempre la digestión anaeróbica como opción para el tratamiento de barro, siguiendo la tecnología actualmente en uso en la planta depuradora existente

La nueva planta depuradora contará con las siguientes unidades de tratamiento:

Cámara de Distribución 1: en este recinto se acumula todo el caudal que va a ser tratado en la nueva planta y también en caso de lluvia el caudal que será transportado directamente a la sala de cloración.

Pozo de desbaste de Arena: Como se mencionara anteriormente, se construirá una cámara de desbaste grueso que servirá para la nueva planta y la actual, ubicado sobre la cloaca máxima de 1700 mm, aguas arriba del ingreso de ambas, y tendrá capacidad de retener partículas mayores a 2 mm de diámetro. Esta unidad permitirá extraer arenas gruesas y gravas que pueda arrastrar el líquido cloacal

Cámara Partidora de Ingreso: Se construirá sobre la cloaca máxima existente y de ella se derivará la cañería DN 1600 mm que abastecerá a la nueva planta y la actual cañería DN 1700 mm que alimenta a la planta existente. Además se instalará una cañería de espera DN 1700 mm con recata, compuerta de hormigón removible y tapón para la futura conexión del refuerzo de la cloaca máxima existente.

Canales de rejas: Se construirán cuatro canales de 1,00 m de ancho donde se instalarán cuatro rejas gruesas de limpieza manual con separación entre barrotes de 100 mm. Aguas debajo de estas, se instalarán otras cuatro rejas de limpieza mecanizada, con separación de barrotes de 25 mm y el accionamiento del rastrillo a través de cables. En la parte superior donde descarga la basura, se instalarán tornillos compactadores que la volcarán a contenedores laterales que la recolecten para su posterior traslado a destino final.

Desarenadores: Aguas debajo de la cámara de rejas, se construirán cuatro desarenadores cuadrados del tipo caudal variable, velocidad no regulada, de flujo

horizontal y de corta permanencia (1 minuto), de sección cuadrada de 7,70 de lado y 0,90 m de altura, que trabajarán en paralelo. Para el diseño se ha contemplado que tres unidades estén en operación y la cuarta permanezca en reserva. Los mismos cuentan con canales de ingreso de sección variable, con orificios para el ingreso equirepartido del líquido, un barredor mecánico de fondo, que gira a una velocidad aproximada de 1(una) vuelta por minuto, arrastrando lo sedimentado y depositándolo en una tolva existente en la parte lateral, donde se acumula el sedimento que arrastra el barredor, desde donde serán extraídas mediante bombas sumergibles aptas para extraer agua con arenas, que la impulsaran a los clasificadores de arena ubicados a nivel de calle. La salida del líquido se realiza por desborde sobre un vertedero rectangular, hacia un canal colector, el cual desemboca en la fosa de aspiración de la Estación Elevadora

Clasificadores de Arena: Se instalarán un total de tres clasificadores de 80 m³/h de capacidad cada uno, dos funcionarán y el tercero quedará de reserva. Los clasificadores separarán el líquido de la arena, transportándola a través de tornillos hacia contenedores móviles que la almacenen y permitan su posterior traslado. El líquido sobrenadante, será retornado a la estación elevadora de ingreso de la nueva planta. El volumen de sólidos extraídos es de 7 m³ diarios, que son enviados junto al resto de la basura al enterramiento sanitario

Estación de Bombeo de Ingreso: Estará compuesta por dos bombas sumergibles de cámara seca de 4.500 m³/h cada una de manera de absorber los picos de caudal y tener una de reserva en caso de falla de alguna de éstas. Esta recibirá el afluente de la cámara de distribución de ingreso y la impulsará a través de una cañería de 1,40 m de diámetro hacia la cámara distribuidora de sedimentadores primarios.

Las bombas estarán equipadas con variador de frecuencia, de manera de permitir alcanzar todos los rangos de bombeos necesarios para elevar el caudal afluente a la planta.

Cámara de Distribución 2: en dicha cámara se realizará, en caso de lluvia, el transporte del caudal excedente directamente a la cámara de cloración. En caso contrario (no lluvia) el bypass se encontrará cerrado y la totalidad del caudal pasará hacia la nueva planta de tratamiento.

Cámara de Aforo: Sobre la cañería de impulsión a la Cámara Distribuidora Sedimentadores Primarios se instalará un caudalímetro electromagnético para medir los caudales de ingreso a la planta, el cual estará conectado al SCADA del sistema.

Cámara Distribuidora Sedimentadores Primarios: El líquido derivado de estación de bombeo de ingreso, será transportado hacia la cámara de distribución sedimentadores primarios, la cual tendrá cuatro vertederos iguales que permitirán la repartición igualitaria entre los cuatro sedimentadores de la nueva planta. Cada vertedero tendrá una compuerta que permita aislar a cada sedimentador en caso de limpiezas o reparación de equipos.

Sedimentadores Primarios: en estas unidades de 35,00 m de diámetro y 3,50 m de profundidad en su periferia, se decantarán los sólidos sedimentables reduciendo la DBO₅ de ingreso de 200 mg/L a 140 mg/L. El líquido sedimentado será recolectado a

través de vertederos triangulares periféricos (cuatro por metro) colocados a lo largo de todo el perímetro, de manera de minimizar el arrastre hidráulico de las partículas decantadas. El efluente líquido de los sedimentadores primarios, será recolectado a través de un canal periférico de 0,80 m de ancho, que descargará en una cañería colectora que lo conducirá hasta la cámara distribuidora de lechos percoladores.

Las unidades estarán equipadas con un puente radial de accionamiento mecánico que arrastrará un barredor de fondo de los barros sedimentados. La velocidad periférica de este equipo será de 1 m/min.

El barro depositado en el fondo, será arrastrado a la tolva central de la unidad a través de un barredor que tendrá un raspador de fondo. El barro será extraído a través de una tubería de 200 mm de diámetro que será extraído a través de la estación de bombeo de barros primarios.

En la parte superior del puente barredor, dispondrá de una pala que permitirá barrer las espumas y flotantes que se encuentren en la superficie líquida, las cuales serán arrastradas y recolectadas en una tolva lateral desde donde se enviarán a una unidad desengrasadora para separar los sobrenadantes del líquido.

Estación de bombeo de Barro Primario: En esta se instalará el sistema de bombeo que extraerá los barros de los sedimentadores primarios y lo impulsará a los espesadores de barro. De la tolva de cada sedimentador primario, saldrá una cañería de 200 mm de diámetro que transportará el barro hasta el manifold de aspiración del sistema de bombeo. Se colocarán dos bombas a tornillo de 30 m³/h de capacidad cada una.

Todas las válvulas de las cañerías de admisión e impulsión del sistema de bombeo tendrán actuadores eléctricos conectados al sistema SCADA para automatizar la extracción y bombeo de barros de los sedimentadores.

Sobre la cañería de impulsión a los espesadores de barro se instalará un caudalímetro electromagnético para medir los caudales de barro enviados al proceso el cual estará conectado al SCADA del sistema.

Cámara de distribución de Lechos Percoladores: ésta recibirá el efluente de los sedimentadores primarios y del líquido recirculado de los sedimentares secundarios. Tendrá cuatro vertederos rectangulares para repartir igualitariamente el efluente hacia los Lechos Percoladores.

Dichos vertederos estarán equipados con compuertas de accionamiento manual que permitirá aislar cualquiera de los lechos percoladores, en caso de ser necesario para realizar tareas de reparación o mantenimiento.

Lechos percoladores con mantos de Piedra: Se construirán cuatro lechos percoladores de 55,00 m de diámetro cada uno con un manto de piedras de 1,60 m de altura. Estos estarán sostenidos por un falso fondo constituido por viguetas rectangulares de 1,00 m de largo, y sección cuadrada de 0,10 m de lado y separadas entre sí 0,03 m. El tamaño de la piedra estará comprendido entre 5 y 10 cm, siendo estas aproximadamente cúbicas y uniformes.

Dichas piedras deberán estar limpias, libres de polvo, material fino, arena, barros, arcillas, tierra o restos de materia orgánica.

El distribuidor rotativo consistirá en cuatro (4) brazos dispuestos en forma radial, montados sobre un apoyo central que girarán en un plano horizontal. Los brazos huecos estarán provistos de boquillas por las que descargará el líquido cloacal sobre el lecho de piedra. El distribuidor será impulsado por la reacción dinámica del líquido cloacal que descarga por las boquillas. La velocidad de giro variará con el caudal y calculada para ser inferior a 6 vueltas por hora funcionando los cuatro brazos simultáneamente.

La parte inferior de los brazos estará separada del manto de piedra como mínimo 0.20 m, a los efectos de que el líquido cloacal salga de las boquillas y se extienda y cubra uniformemente todo el lecho.

El distribuidor tendrá internamente un sistema de vertederos que limitará el caudal a dos brazos cuando el mismo sea mínimo.

El líquido percolado será captado por una serie de canales transversales compuesto por tabiques longitudinales de 1,04 m de altura en la periferia en donde irán apoyadas las viguetas de falso fondo. Éstos descargarán en una canal central que conducirá el efluente a una cámara colectora para posteriormente trasladarlo junto con el efluente de todos los percoladores hacia la cámara de distribución de los sedimentadores secundarios.

Cámara Distribuidora Sedimentadores Secundarios: El líquido efluente de los Lechos Percoladores llegará a la Cámara Distribuidora Sedimentadores Secundarios, la cual tendrá las mismas características constructivas que la de los Sedimentadores Primarios, ingresando posteriormente el líquido a través de los vertederos hacia cada uno de los cuatro sedimentadores secundarios del sistema. Sobre éstos se colocarán dos compuertas que permitan aislar a los sedimentadores en caso de reparaciones o limpiezas.

Sedimentares secundarios: Se ha previsto construir cuatro unidades de 49,00 m de diámetro de iguales características que los primarios, pero sin barredores de espuma adosados al barredor radial. El barro extraído del fondo será enviado a los espesadores para su posterior digestión. El efluente líquido del sedimentador secundario, será captado en parte para recircularlo hacia la cámara distribuidora de lechos percoladores. Esto se realizará a través de una estación de bombeo de recirculación que permita impulsar hasta el 50 % del caudal de diseño de la nueva planta (2.500 m³/h). El excedente líquido no recirculado, será conducido hacia la cámara de contacto, para la desinfección del efluente tratado previo a su descarga al Río Arenales.

Estación de Bombeo de Recirculación: En esta se instalarán los equipos de bombeos que recircularan hacia los lechos percoladores, una parte del líquido clarificado en los sedimentadores secundarios. Las bombas a colocar serán del tipo centrífugas sumergibles.

Se colocarán tres bombas de recirculación (50 % para el caudal máximo diario), dos funcionando y otra de reserva. Cada bomba podrá impulsar un caudal de 1.250 m³/h c/u cuando lo hagan en conjunto al múltiple de impulsión.

Estación de bombeo de Barro Secundario: En esta se instalará el sistema de bombeo que extraerá los barros de los sedimentadores secundarios y lo impulsará a los espesadores de barro. De la tolva de cada sedimentador, saldrá una cañería de 200 mm de diámetro que transportará el barro hasta el manifold de aspiración del sistema de bombeo. Se colocarán dos bombas a tornillo de 20 m³/h de capacidad cada una.

Todas las válvulas de las cañerías de admisión e impulsión del sistema de bombeo tendrán actuadores eléctricos conectados al sistema SCADA para automatizar la extracción y bombeo de barros de los sedimentadores.

Sobre la cañería de impulsión, a los espesadores de barro, se instalará un caudalímetro electromagnético para medir los caudales de barro enviados al proceso, el cual estará conectado al SCADA del sistema.

Cámara de Cloración: En esta se aplicará la dosis de cloro necesaria para la desinfección de los efluentes tratados y de los caudales excedentes por lluvia que se desvíen por el conducto by-pass de la planta. Esta cámara estará ubicada al ingreso de las cámaras de contacto.

Cámara de Contacto: En esta se realizará el proceso de desinfección de los efluentes tratados con la solución de agua cloro, previamente dosificados a través de un circuito de laberinto de flujo horizontal. Esta cámara se diseñó para tratar con una permanencia hidráulica de 20 minutos el caudal máximo diario $Q_{D20} = 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ tratado en la planta, más el caudal de lluvia que se derive por el conducto bypass, el cual se estimó igual a un 30% de la sumatoria de los caudales máximos diarios que se traten en esta y en la planta existente optimizada

Esta se diseñará con dos sectores cámaras espejadas con capacidad para tratar el 50% del caudal de diseño cada una, a los fines de poder realizar el bypass de un sector en el caso de limpiezas.

Cada cámara tendrá una profundidad líquida máxima de 1,20 m, regulada por un vertedero rectangular de salida. El ancho de cada sector será de 15,00 m de ancho y una la longitud de 90,00 m. El laberinto de cada unidad estará separado por tabiques divisores de 0,15 m de espesor que conformarán 18 canales de 4,80 m de ancho cada uno.

Esta cámara de contacto trabajará de manera independiente a la existente. Para esto será necesario establecer dos puntos de cloración independientes entre sí; uno para la actual planta y otro para la futura.

Sala de Cloración: se ha previsto ejecutar una sala de cloración capaz de incorporar 3mg/L para una situación de servicio regular y 4mg/L para momentos con problemas en el sistema. Está tendrá dos sectores perfectamente identificados. El sector de carga (los contenedores de una tonelada) y el sector de dosificación aislado del anterior.

Además contará con sectores para albergar el equipamiento de seguridad (máscaras, equipos autónomos, Kits de seguridad, etc.) e instalaciones adicionales como lavajos, duchas, etc.

Se colocará un sistema de protección al medio ambiente y a los operadores a través de una torre de neutralización de gases, que aspiren de la sala de contenedores y que permitan amortiguar el impacto negativo de grandes fugas de gas. La torre neutralizadora de gas lo hace pasar por una lluvia de hidróxido de sodio precipitando el gas como Cloruro de sodio.

El manifold de carga estará alimentado por ocho contenedores, cuatro en operación y cuatro en reserva, que serán comandados por una válvula automática.

La sala de dosificación tendrá cuatro cloradores, dos funcionando y dos de reserva, ubicados sobre el múltiple de aspiración de los contenedores de 1 Tn. Un circuito enviará la solución clorada hacia la cámara de contacto de la planta existente., y otro, hacia la nueva.

Descarga sobre el Río Arenales: se ha previsto un conducto independiente a los actuales que permita descargar el efluente de la nueva planta, más el excedente de lluvias transportado por el nuevo bypass general de la planta. Se ha previsto la medición del caudal de descarga a través de un aforador Parshall ubicado aguas arriba de la descarga.

Espesadores de Barros: éstos recibirán el barro sedimentado en el fondo de los sedimentadores primarios y secundarios de ambas plantas, para adensarlos antes de impulsarlos con bombas de cavidad progresiva hacia los digestores primarios. Los espesadores serán dos, de 17,00 m de diámetro cada uno y 3,00 de profundidad en la periferia.

Previo al ingreso a la cámara de distribución se ejecutará una cámara previa de rejillas de desbaste fino de 10 mm de separación, liberándolo de basuras y estopas que hayan atravesado las rejillas finas del ingreso del sistema, antes de derivarlo hacia los espesadores de barro.

El líquido será extraído por un vertedero perimetral que lo retornará al ingreso, y el barro espesado en el fondo de las unidades, será conducido hacia los digestores primarios con bombas de cavidad

Estación de Bombeo de Barros Espesados: En esta se instalará el sistema de bombeo que aspirará los barros del fondo de los espesadores y lo impulsará hacia los digestores primarios nuevos y existentes.

El sistema estará compuesto por el manifold de aspiración e impulsión que estará conectado a tres bombas de cavidad progresiva de 50 m³/h de capacidad cada una, una de las cuales operará en reserva. Las válvulas que comandan la extracción de barros, estarán ubicadas dentro de esta sala y tendrán actuadores eléctricos conectados al sistema SCADA para automatizar la extracción y bombeo de los barros espesados.

Digestores Primarios de Barros: En estos se realizará el proceso de digestión anaeróbica de tipo mesofílica que permitirá estabilizar y mineralizar los barros primarios y secundarios generados en los procesos de sedimentación de la línea líquida. Se ha previsto la construcción de cuatro digestores primarios o primera etapa, que estabilizarán la totalidad del barro generado en la nueva planta, más el excedente de barros que no se pueden tratar en los digestores existentes por falta de capacidad hidráulica de los mismos. Se construirán cuatro digestores de alta carga y cubierta fija, que tendrán un diámetro de 15,50m y una altura del sector cilíndrico de 12,40m más la cúpula superior. Se ha dimensionado para que la masa líquida esté a 0,85m por debajo del nivel superior del cilindro. Se ha previsto agitar la masa en digestión ($5w/m^3$) con un mezclador mecánico de grandes aspas, una ubicada en la parte media inferior del digestor, de manera que homogenice la masa en digestión, y otra en la parte superior, que rompa la costra en formación. Este girará a bajas revoluciones para provocar el efecto de mezcla deseado. En la parte superior del digestor se almacenará el gas del sistema.

El gas generado en el proceso se irá acumulando dentro de la cubierta del digestor, el cual será trasvasado a los digestores secundarios para su posterior incinerado en quemadores (antorchas.)

Digestores Secundarios: No será necesario construir nuevas unidades de este tipo, debido a que la capacidad de los digestores secundarios existentes, permitirá tratar la totalidad del barro digerido en los digestores primarios nuevos y existentes. Para ello dicho barro se extraerá del fondo de los mismos y se conducirá hacia los digestores secundarios existentes, en donde se realizará la separación estática de las tres fases del proceso: espumas en la parte superior, licor sobrenadante en la parte central del digestor y barro espesado y digerido en el fondo. Los barros digeridos espesados en la tolva central del digestor, serán purgados hacia las playas de secado y los excedentes, enviados a una sala de filtros banda para su deshidratación mecánica.

Deshidratación del Barro: El barro purgado del fondo de los digestores secundarios, será conducido por acción de la gravedad hacia las actuales playas de secado, tal cual lo hacen actualmente, o derivado o con bombas de cavidad progresiva que lo elevarán hacia una nueva sala deshidratadora. Ésta contendrá tres filtros banda de $10 m^3/h$ de capacidad para la deshidratación del barro excedente que no pueda ser enviado a las playas de secado.

Toda la obra en cuestión afecta a 5,84 Ha en las que se deberá adecuar para instalar el proyecto; esta adecuación refiere principalmente al movimiento de suelo; por otro lado, en cuanto al desmonte se puede afirmar que no se verá afectado, dado que en el predio no se encuentra especies arbóreas significantes, tampoco se encuentra ubicado dentro de un área protegida.

8.4.3. Proceso Constructivo

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, el proyecto abarca la optimización de la planta depuradora sur existente, y la construcción de una nueva planta de tratamiento.

Antes de llevar a cabo la ampliación de la actual planta de tratamiento, se construirá la nueva planta de tratamiento, dado que tienen capacidad suficiente para tratar el caudal estimado para el período que dura la ampliación.

A continuación se describe el proceso constructivo a ejecutar:

1. Expropiación de terreno para la construcción de la nueva planta depuradora (colindante a la planta existente).
2. Movilización de obra e instalación de obrador.
3. Limpieza del terreno de la nueva planta depuradora
4. Modificación de la llanura de inundación derecha del río Arenales en la zona del terreno de la planta de tratamiento, incluyendo las defensas correspondientes.
5. Movimientos de suelos para poder construir las distintas unidades a las cotas de nivel necesarias y fundarlas en suelos estables.
6. Construcción de las distintas unidades de tratamiento de la *nueva planta depuradora*. Ellas son:
 - Cámara de distribución 2.
 - Sala de calderas y bombas de los digestores primarios.
 - Estación de bombeo de ingreso.
 - Rejas.
 - 2 unidades rejas y desarenadores.
 - 2 estaciones de bombeo de arena.
 - 2 clasificadores de arena.
 - Cámara de aforo de caudal.
 - Cámara de distribución de sedimentadores primarios.
 - 4 unidades de sedimentadores primarios.
 - Unidad desengrasadora.
 - Cámara de distribución de lechos percoladores.
 - 4 unidades de lechos percoladores.
 - Estación de recirculación de los lechos percoladores.
 - Cámara de distribución de los sedimentadores secundarios.
 - 4 unidades de sedimentadores secundarios.
 - Cámara de contacto.
 - Sala de cloración.
 - Estación de bombeo de barros.

Una vez que la planta nueva esté en condiciones para entrar en funcionamiento, se procederá a realizar la conexión a la red cloacal a través de un canal, y poder dejar fuera de uso momentáneamente la planta existente, así poder realizar la *potenciación de la planta existente* siguiendo el siguiente procedimiento:

- Construcción del canal que conecta la boca de registro existente registro C1 y la cámara de distribución 1. Luego se procederá a tapar la colectora máxima (que conecta la boca registro con cámara de ingreso a la planta existente) esto producirá un aumento en el tirante de líquido hasta su desborde por el canal construido. Entonces el canal permitirá aislar la planta actual, y así realizar las conexiones necesarias para la ampliación de la actual planta, y que el efluente sea tratado por la planta nueva antes de ser vertido al río.
Es importante destacar que este bypass que se le realiza a la actual planta tiene carácter provisorio, sólo hasta que las obras de ampliación estén finalizadas.

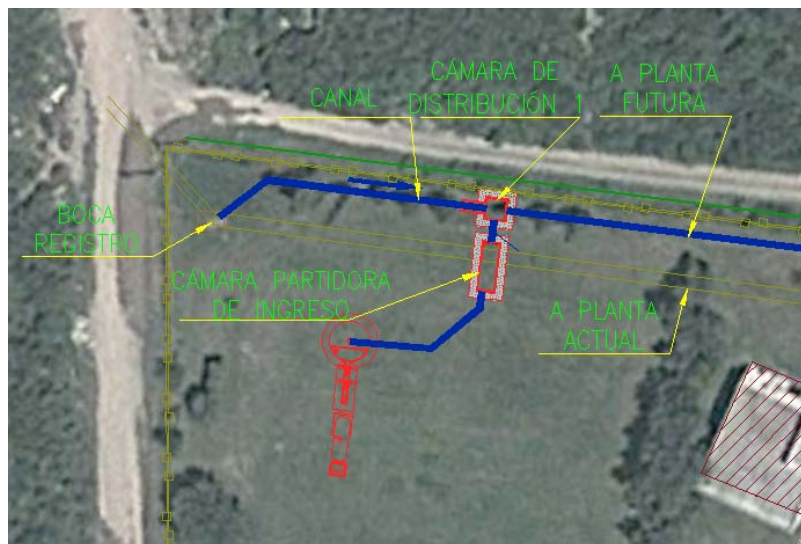


Figura 27. Esquema de ubicación de elementos para derivación de caudal a planta nueva.

- Construcción de las distintas unidades de tratamiento de la nueva planta depuradora. Ellas son:
 - Cámara partidora de ingreso (Nº1).
 - Tanque de compensación de camiones atmosféricos.
 - Adicionar una unidad de rejillas y desarenadores de iguales características a las existentes.
 - 2 estaciones de bombeo de arena.
 - Clasificador de arena.
 - Estación de bombeo de barros.
 - 1 Unidad de sedimentador secundario adicional a las 4 existentes de iguales características para la planta existente.
 - 2 espesadores de barros.
 - 4 digestores primarios.
 - Sala de filtros de banda.
 - Cámara partidora.

Las unidades de tratamiento de la planta actual que se pueden construir simultáneamente a la construcción de las unidades de la planta nueva, sin alterar su correcto funcionamiento, se construirán, dejando solo la conexión para el momento en que la planta esté fuera de funcionamiento.

8.4.4. Consideraciones Especiales

8.4.4.1. Línea de Ribera

En el proyecto se propone construir algunos de los elementos componentes de la nueva planta de tratamiento dentro de los límites inscriptos por la línea de ribera. Precisamente los elementos componentes son: parte de uno de los lechos percoladores, parte de la nueva cámara de contacto, y dos sedimentadores secundarios.

En la Figura 28 puede observarse lo antes descripto, donde se ha indicado la mancha de inundación actual del río del río Arenales (línea de color azul); el área de inundación ocupada por la obra (área de color amarillo); y finalmente la mancha de inundación del río modelada suponiendo la construcción del proyecto (línea de color rojo), pudiendo observarse la modificación de las áreas potencialmente inundables por efecto de la modificación de las márgenes de la llanura de inundación.

La definición de las áreas de modelación fue realizada a partir del modelo numérico computacional HEC-RAS, el cual establece el comportamiento hidráulico del tramo de interés en virtud de sus características topobatemétricas, el escenario de hidrológico de diseño y las particularidades e interferencias locales que pudieran existir.

La caracterización del terreno se estableció a partir del relevamiento topobatemétrico realizado en el área de interés, en forma específica para el presente estudio.

El escenario hidrológico se definió en virtud del caudal Q : $935 \text{ m}^3/\text{s}$, el cual representa el escenario hidrológico extremo requerido por la normativa provincial que regula al procedimiento técnico para la delimitación de la línea de ribera, donde se establece que el periodo de recurrencia deberá ser T_R : 50 años.

Así mismo el modelo computacional elaborado permitió establecer los parámetros hidráulicos de diseño (cota, velocidad, etc.) requeridos para verificar la altura del relleno y la protección de los mismo, que asegurara la integridad de las estructuras a las que sirve, tanto por inundación, como por generación de procesos erosivos locales intensos.

En este último sentido, todo el terraplén fue protegido longitudinalmente a partir de un muro de gaviones con colchonetas al pie, cuya configuración minimiza su interacción con las condiciones naturales de escurrimiento.

Todo lo que se refiere a este tema en particular se desarrollará detalladamente más adelante en la sección 9 ESTUDIO DE CUERPO RECEPTOR, en la que se expresan la forma de obtención de caudales, los resultados y conclusiones de la modelación de cada uno de los escenarios planteados.

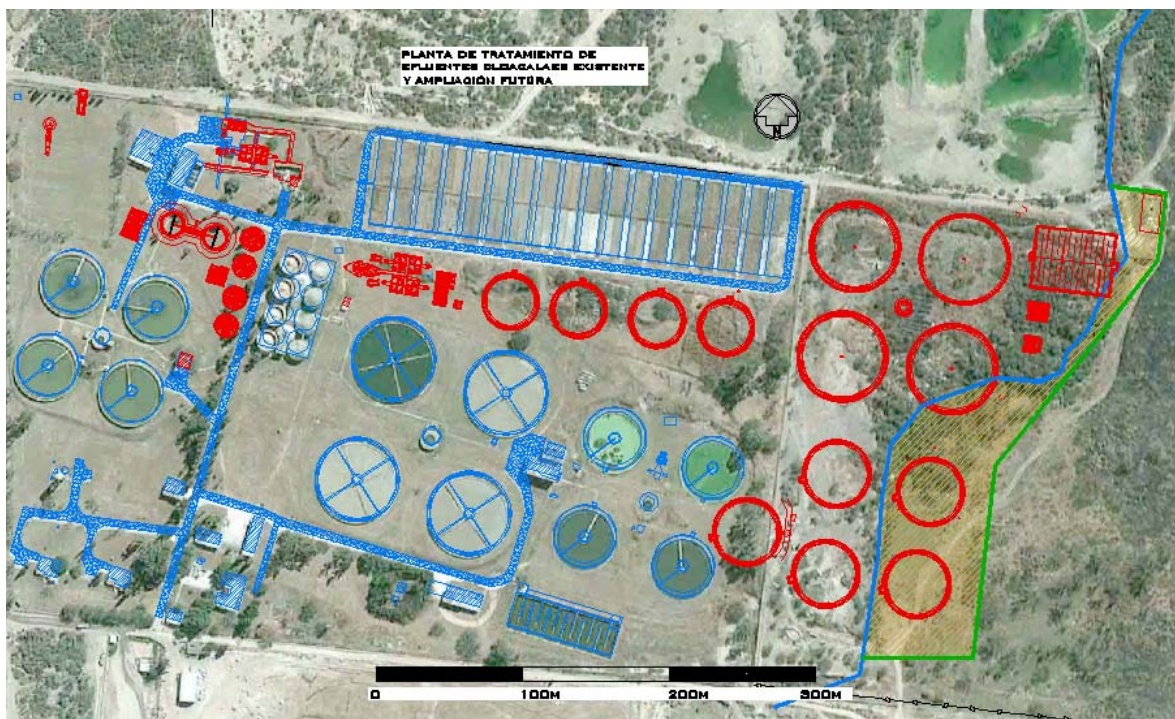


Figura 28. Implantación de la nueva planta depuradora, demarcación de zona de avance sobre margen izquierda del Río Arenales.

Las unidades de tratamiento de la nueva planta depuradora se muestran con más detalle en el Plano N° 3: Implantación".

8.4.4.2. Residuos de rejillas y arenas

Como se describiera en el apartado del funcionamiento de la planta de tratamiento, ésta recibe los líquidos cloacales a través de dos conductos: uno principal de 1700mm y otro secundario de 600mm. Estos conductos descargan los líquidos a la cámara de ingreso, donde por compuertas se distribuyen a las cámaras de rejillas. El tratamiento de desbaste consta de cuatro canales con rejillas gruesas de 0,10m de limpieza manual cada 1-2 horas por personal encargado del mantenimiento de la planta. (Este horario es flexible en función del caudal de ingreso). Posteriormente se presenta una rejilla fina, con separación de barrotes de 0,025m con limpieza mecanizada y frecuencia variable dependiendo de la cantidad de residuos retenidos por las mismas. Todo el residuo obtenido, tanto de las rejillas gruesas como finas, es trasladado manualmente hacia un container (depósito transitorio).

Luego los líquidos de las cámaras de rejillas y Parshall se dirigen a dos desarenadores, los cuales poseen un barredor mecánico de fondo que gira arrastrando los sedimentos para luego depositarlo en una tolva existente en la pared lateral, donde se acumula el sedimento. Éste es extraído mediante un tornillo sin fin y depositado en recipientes. El traslado de los recipientes al container es de forma manual.

Los residuos obtenidos de las cámaras de rejillas y desarenadores son depositados en un contenedor de 5 m³, el cual es retirado todos los días para su disposición final en el relleno sanitario San Javier, siendo el traslado a cargo de la empresa Agrotécnica Figueira.

Los volúmenes actuales de residuos/día en la Planta Depuradora Sur son:

- Rejas 500 lts
- Desarenador 1200 lts
- Cámara de espuma de sedimentadores Primarios 400 lts
- Otros 100 lts

Sin embargo, una vez puesto en marcha el proyecto se mejorará la capacidad de retención de las rejillas y desarenadores y sus efectividades, por lo que los volúmenes de residuos y de arenas estimados para las dos plantas son:

- Arenas: 2,8 m³/día
- Residuos retenidos en rejillas: 2,8 m³/día

No obstante, las cantidades de residuos y arenas depende de varios factores y varía ampliamente de una población a otra. A continuación se presentan los rangos de valores que indica la bibliografía específica en el tema:

- Arenas: 0,7 m³/día - 36,9 m³/día
- Residuos retenidos en rejillas: 0,6 m³/día - 6,9 m³/día

En la actualidad, los residuos no reciben ningún tratamiento preliminar, no obstante se encuentra en planificación el agregado de álcalis (cal) para regular el pH de los residuos y reducir de este modo la carga biológica.

En el Anexo VII: "Gestión de Residuos de Rejas y Arenas" se adjunta el documento elaborado por la Empresa Aguas del Norte donde se detalla el procedimiento, manipulación y disposición de los residuos de rejillas y desarenadores.

8.4.4.3. Barros existentes acumulados y a generar

Durante el día 25 de Noviembre de 2014, personal de la empresa Aguas del Norte, extrajo las muestras necesarias para caracterizar el barro acumulado en la planta depuradora.

En base a los análisis, las muestras con mas de tres meses de tiempo de secado, se clasifican dentro de la Categoría A (mas precisamente se clasifica como Biosólido Tipo A1), mientras que el barro de menos de 3 meses en etapa de secado se encuadra dentro de la Categoría B.

Cabe destacar que tanto las muestras de los barros de Categoría A como Categoría B cumplen con los valores límites establecidos de Metales y PCBs. y cumplen las condiciones básicas para rellenos sanitarios (a excepción de un desvío poco significativo de pH, corregido fácilmente con el agregado de álcali).

La disposición de barros se hará en función del tipo de barro:

- **Barros existentes mayores a 3 meses:** se plantea el transporte de Biosólidos Tipo A1 desde los sectores donde se encuentran actualmente, hacia el sector nor-oeste de la planta, con una superficie de 5000 m² aproximadamente. Esta área es de relieve plano, pendientes suaves y no erosivas. Es importante señalar que no se encuentran viviendas que limiten con el área de disposición transitoria de lodos. Paralelamente se efectuarán las gestiones ante los organismos correspondientes para disponer los biosólidos en: Relleno Sanitario Municipal de la ciudad de Salta (incorporación o cobertura final); Agrícola / Ganadero; Forestal; Recuperación de Suelos Degradados; Otros Usos.
- **Barros menores a 3 meses y generados:** la empresa Aguas del Norte S.A. presentó el proyecto "Aprovechamiento de Lodos y Reducción de Gases de Efecto Invernadero en la Planta Depuradora Sur, de la Ciudad de Salta" que consiste en optimizar el funcionamiento de los digestores instalados en la planta depuradora, teniendo como principal objetivo reducir la emisión de gases de efecto invernadero y adecuar los biosólidos generados según la Resolución 97/01 (Reglamento para el manejo sustentable de barros generados en plantas de tratamiento de efluentes), para su posterior uso y disposición final.

En el Anexo VIII: "Manejo y Disposición de Barros Acumulados en PDS", se adjunta el documento elaborado por la empresa Aguas del Norte, el cual desarrolla en forma más precisa la clasificación y descripción de los barros acumulados, y su disposición.

8.5. ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El Marco de Gestión Ambiental y Social del Proyecto se define como **ÁREA DE INFLUENCIA**, a la superficie geográfica que es afectada directa e indirectamente por las obras y tareas asociadas a la ejecución del proyecto. Se debe realizar la delimitación precisa de la misma, con el fin de identificar con claridad el área en que deben efectuarse mediciones y estudiarse los efectos de los impactos potenciales.

Dentro de esta área de influencia, se definen las áreas de influencia directa e indirecta. Los límites de estas áreas han sido definidos en función de la probabilidad de interacción operaciones-ambiente.

8.5.1. Área de Influencia Directa

A una escala local o área de influencia directa, se espera una probabilidad alta de interacción entre las obras y el ambiente, y la ocurrencia de impactos ambientales directos e inmediatos.

El área de influencia directa del proyecto comprende a la ciudad de Salta y las localidades de San Lorenzo y Los Cerrillos, ya que el sistema proyectado de saneamiento abarca dicha población.

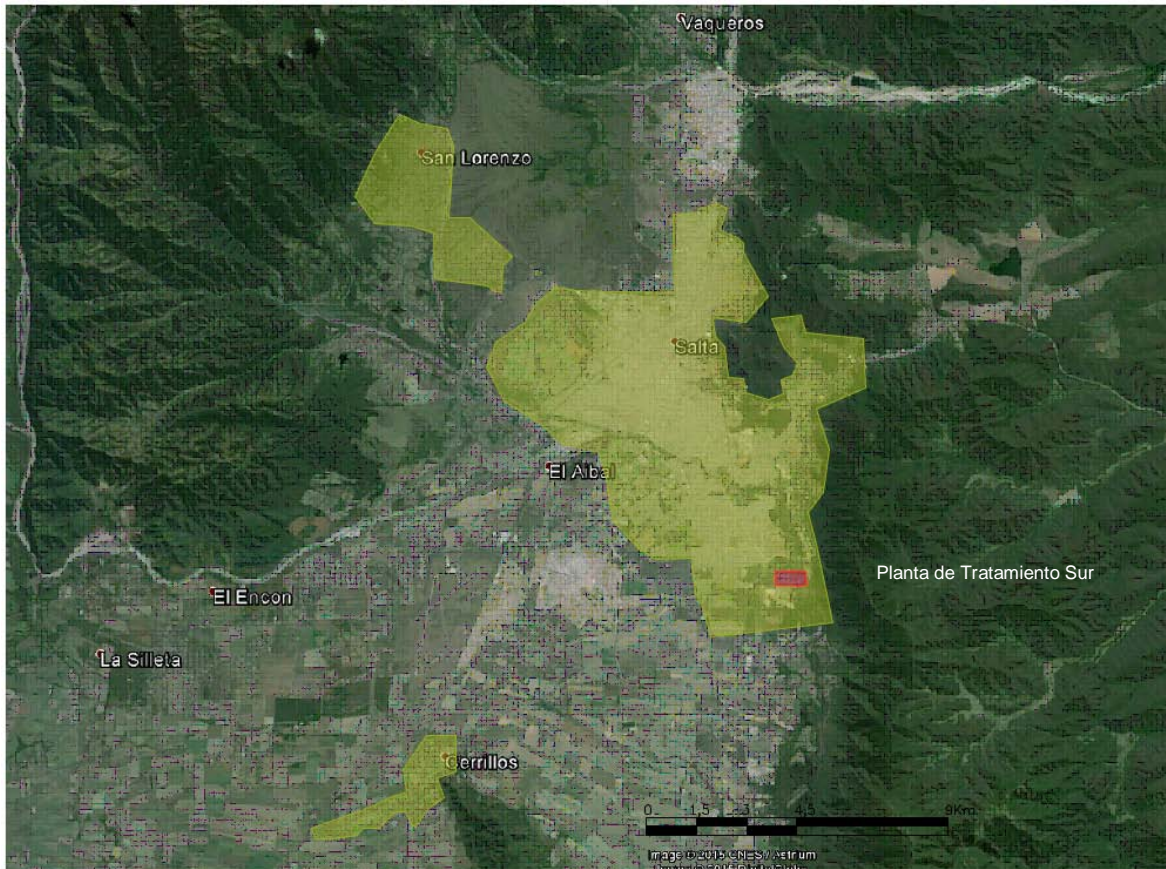


Figura 29. Área de Influencia Directa

Dentro del área de influencia directa se encuentra el área operativa del proyecto, que es el área directamente afectada por las actividades de construcción y operación del proyecto considerándose alteraciones físicas, biológicas y socioeconómicas llevadas a cabo por el proyecto. Esta, incluye los sitios de excavación de las zanjas y pozos de bombeo, los de acumulación y manejo de materiales para las obras, los caminos de servicio, los sitios para la instalación de los obradores, y los puntos de extracción de agua para las obras.

8.5.2. Área de Influencia Indirecta

Durante la construcción, la afectación del área de influencia indirecta es prácticamente imperceptible. En caso de suceder, la magnitud del impacto ambiental será menor a la máxima posible, tendiendo a nula en el límite externo del Área.

Por otro lado, en la etapa de operación y mantenimiento, dicha área puede abarcar los ecosistemas, localidades, sectores y usuarios que aprovechan los recursos naturales del lugar donde se produce el vertido, que en este caso se prevé que no sea negativo, ya que se pretenden mejorar las condiciones existentes.

En esta área se incluyen los impactos en los indicadores socioeconómicos a escala fundamentalmente regional.

La figura a continuación muestra el área de influencia indirecta del proyecto.

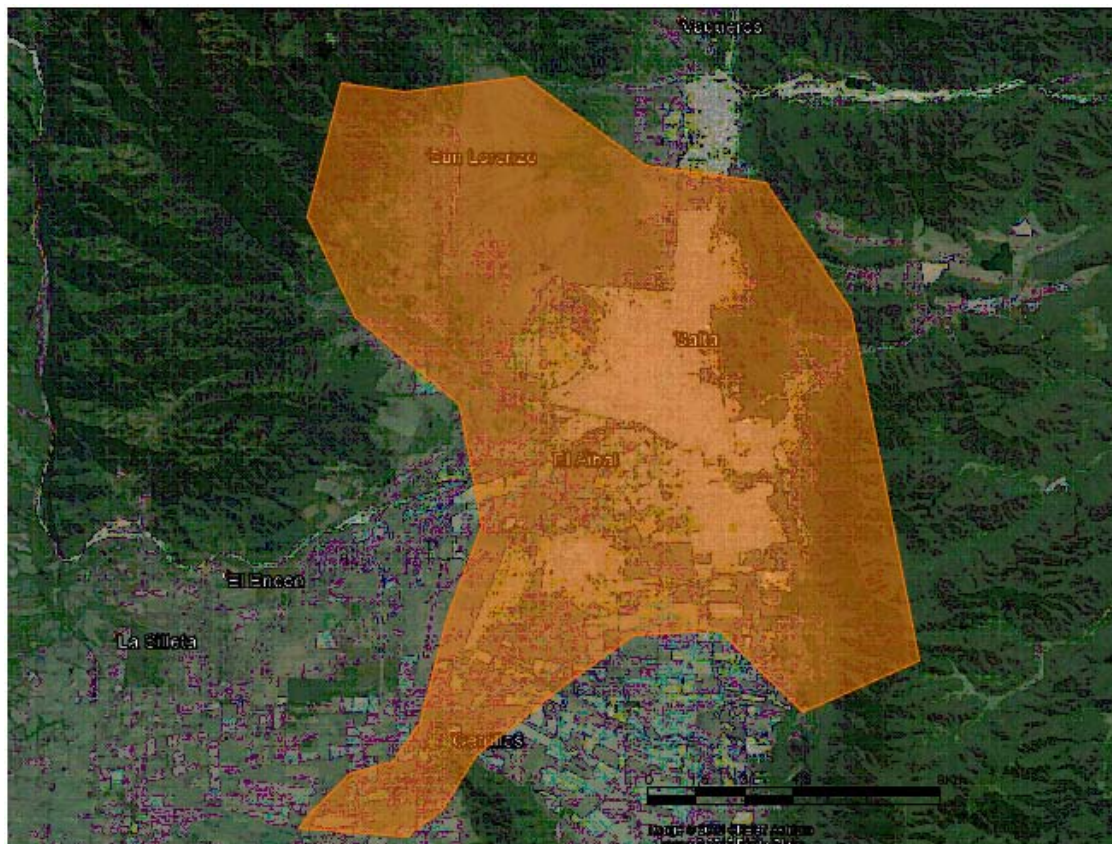


Figura 30. Área de Influencia Indirecta

Para mayor detalle, en el *Plano N°7: Áreas de Influencias*, muestra las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

9. LINEA DE BASE AMBIENTAL

9.1. INTRODUCCIÓN

Una línea de base ambiental busca describir y diagnosticar la situación actual de un sitio. Así, la misma será considerada como “estado cero” con el propósito de monitorear la evolución de la calidad ambiental con el paso del tiempo.

9.2. OBJETIVO GENERAL

Establecer un punto de partida a través de una caracterización integral de base de las condiciones ambientales del área de influencia de la Planta Depuradora Sur en la ciudad de Salta.

9.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado en que el sistema actual de saneamiento influye sobre el curso de agua receptor (río Arenales).
- Realizar el relevamiento a nivel de subcuenca hidrográfica, identificando los diferentes usos del recurso agua.
- Identificar factores ambientales potencialmente impactados por la obra de ampliación.
- Generar cartografía descriptiva de los aspectos relevados en la línea de base ambiental.
- De considerarlo oportuno, realizar las recomendaciones correspondientes.

9.4. METODOLOGÍA EMPLEADA

A fin de desarrollar la línea de base ambiental del área de influencia del proyecto en estudio, se partió de la recopilación de información secundaria a nivel regional y local con posterior relevamiento de campo a fin de adquirir información primaria.

Asimismo, se confeccionó cartografía sobre la base de fotointerpretación de imágenes satelitales actualizadas.

9.5. MARCO LEGAL

Los contenidos de esta línea de base ambiental tienen en cuenta los lineamientos de la normativa vigente a nivel provincial (Ley 7.070, Decreto Reglamentario N° 3.097/00, Decreto modificatorio N° 1.587/03) y municipal (Ordenanza N° 12.745/06 y Resolución Sec. Ambiente y Serv. Públicos N° 091/12).

En el Apartado 5 MARCO LEGAL del presente documento se ha presentado un detalle del compendio de las normativas y reglamentaciones existentes a nivel Nacional, Provincial y Municipal.

9.6. ANTECEDENTES

Si bien el río Arenales presenta estudios de diverso tipo (Universidad Nacional de Salta, INTA, investigaciones de CONICET, entre otros), es importante resaltar la actividad que desde 2009-2010 viene desarrollando la *Unidad Ejecutora del Plan Integral de Recuperación y Saneamiento del río Arenales*. La misma fue creada en el ámbito del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Salta mediante *Decreto N° 3249/11*.

Está integrada (art. 2°) por las siguientes Secretarías: Recursos Hídricos, Ambiente, Minería, Obras Públicas, Derechos Humanos, y Gestión de Salud; Subsecretarías de Tierra y Hábitat y de Defensa Civil; y el Coordinador General del Ministerio de Desarrollo Económico. También participan: Instituto Provincial de la Vivienda; Dirección General de Inmuebles; Ente Regulador de los Servicios Públicos; Parque Industrial de Salta; Dirección General de Asistencia Crítica y Catástrofe; Compañía Salteña de Agua y Saneamiento S.A. (CoSAySa).

La Unidad Ejecutora ejerce su competencia en el ámbito del Río Arenales, sus áreas de influencia y su cuenca con las siguientes funciones (art. 3°):

- 1) Realizar un diagnóstico de la situación ambiental y socio – económica de la sub-cuenca, proponiendo acciones planificadas y elaborando proyectos pilotos cuando fuera necesario;
- 2) Elaborar el plan maestro de acción;
- 3) Implementar un programa de operaciones y mantenimiento de las obras e Infraestructura que se construyan;
- 4) Asesorar y proponer al Poder Ejecutivo todo tipo de acción vinculada con el fin de su creación;
- 5) Elaborar un informe anual sobre el estado ambiental del Río Arenales y su Cuenca, sugiriendo las estrategias de intervención diseñadas para mitigar y/o eliminar el daño ambiental y las actividades desarrolladas.

9.7. LÍNEA DE BASE AMBIENTAL

9.7.1. Ubicación y vías de acceso a la Planta Depuradora Sur

La Planta Depuradora Sur (PDS) está ubicada en el extremo Sureste de la ciudad de Salta (24°50'52.49"S, 65°22'48.09"O – 1.169 m.s.n.m.)

El acceso principal existen varias formas diferentes de acceder a la planta, todas tienen las características de ser transitables durante todo el año. A continuación se procede a describir el trayecto partiendo desde la planta hacia el centro de la ciudad de Salta. El camino se realiza a través de la Av. Discépolo en dirección Norte, hasta llegar a la calle Espinoza en la que se toma en dirección oeste, 2Km aproximadamente; hasta empalmar con la ruta provincial N° 86, la que se debe tomar en dirección norte, hasta alcanzar Av. Monseñor Tavella. En la Figura 29 (Coordenadas 24°49' 43.22" S -

65°24' 58.92" O. Elev.: 1179m Altura de ojo: 7.75Km.) se muestra el recorrido de forma gráfica.

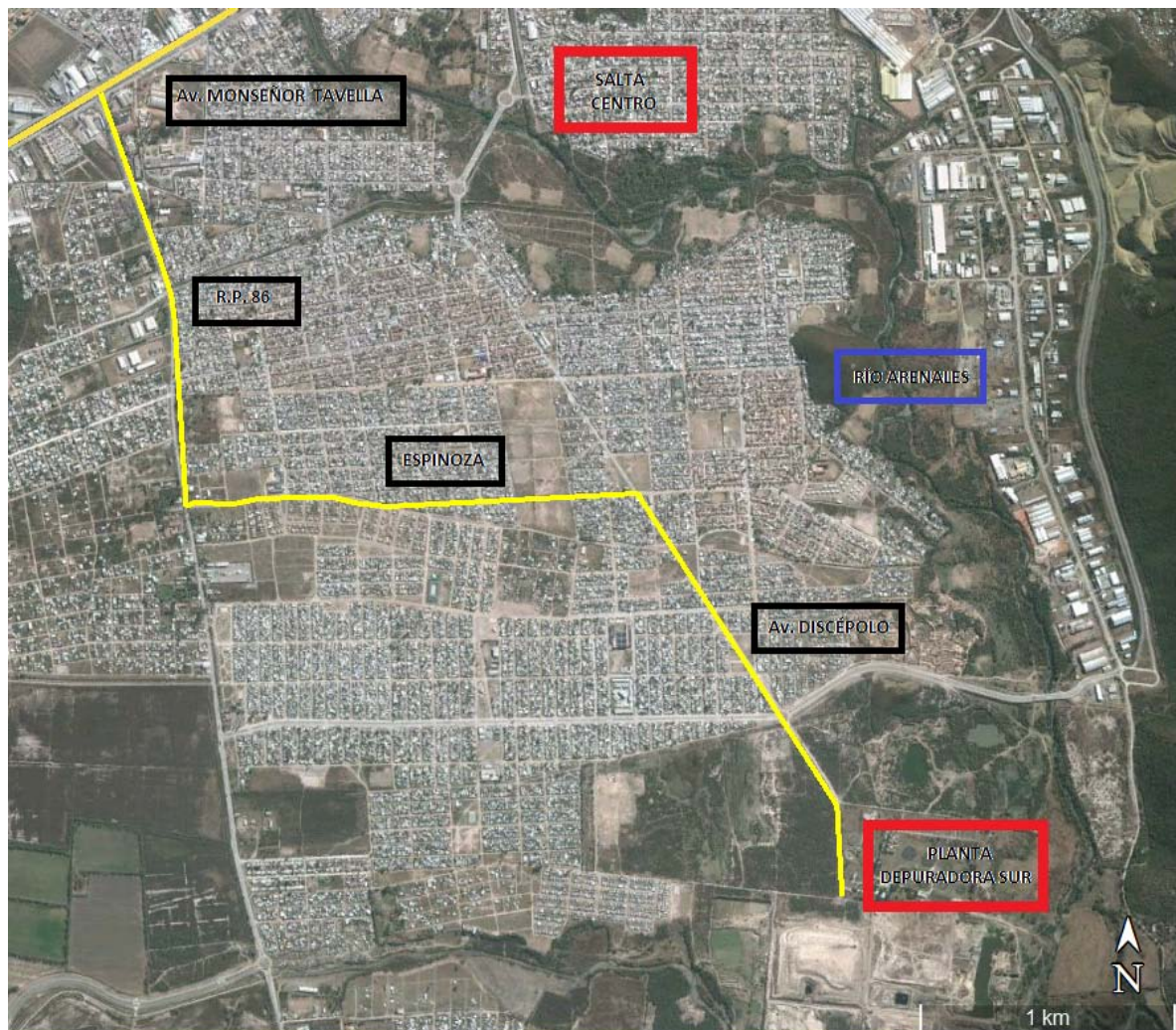


Figura 31. Acceso principal a la PDS.

La planta de tratamiento, se encuentra a una distancia de 500m aproximadamente de las zonas urbanizadas tomados desde el centro de la planta. Dentro de este radio, únicamente se encuentra una vivienda unifamiliar situada en terreno colindante al actual predio de la planta. Para el proyecto de la nueva planta de tratamiento este terreno deberá ser expropiado, lo cual será beneficioso para el ordenamiento territorial. Quedando como el núcleo de viviendas más cercano el Bº Solidaridad. Otras actividades de interés en la periferia de la planta se destacan el relleno sanitario de residuos sólidos urbanos de la ciudad (San Javier), la extracción de arcillas para elaboración de ladrillos y el Parque Industrial Salta.

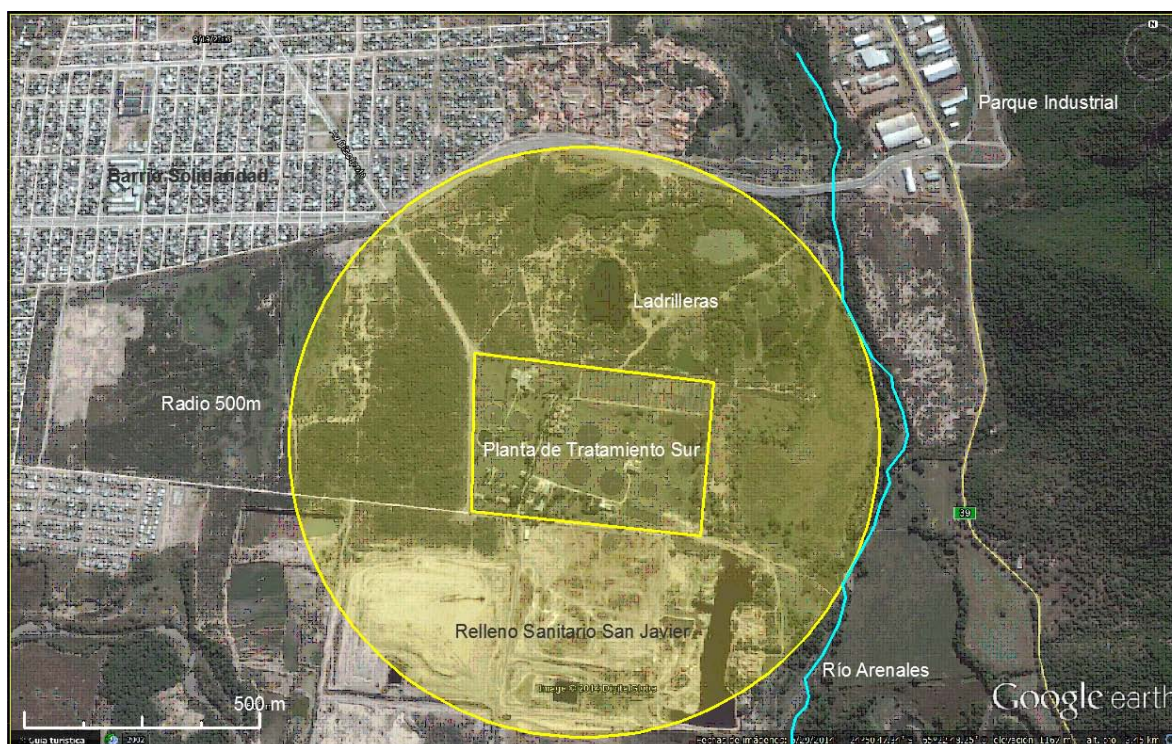


Figura 32. Radio de 500 metros alrededor del sistema de tratamiento.

9.7.2. Aspectos Físicos

9.7.2.1. Clima

El clima del área de estudio es subtropical serrano con estación seca (Bianchi A. Yáñez, C. 1992. Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA. EEA Salta).

Para el análisis climático se tomaron los datos de la estación meteorológica SALTA – F.C.G.B., enmarcada geográficamente entre los 24° 78' S, 65° 40' W (1.187 msnm), por su cercanía al área de estudio y por ser la que presenta registro de una mayor cantidad de años (entre 1.934 y 1.990) – Bianchi A. Yáñez op cit.

La precipitación media anual es de 695 mm, con una variación de +/- 170 mm (Bianchi A. Yáñez, opcit). La distribución estacional de las lluvias es la de un régimen monzónico, concentradas entre los meses de diciembre a marzo, siendo enero el mes más lluvioso y el período de sequía entre abril y octubre. La temperatura media anual es de 16,4 °C, con un mínimo medio de 10,1 °C en julio y un máximo medio de 21.2 °C en enero (Tabla 4y Figura 31).

Tabla 4. Registros de la estación meteorológica Salta F.C.G.B. durante 1.934 y 1.990 (Bianchi A Yáñez, 1992; Bianchi, 1996).

Periodo 1934-1990	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	ANUAL
Temp	10,1	12,3	15,2	18,5	20,2	21,1	21,2	20,2	18,9	16	13,1	10,1	16,4
Precipitación	1	3	6	21	69	122	170	154	107	32	7	3	695

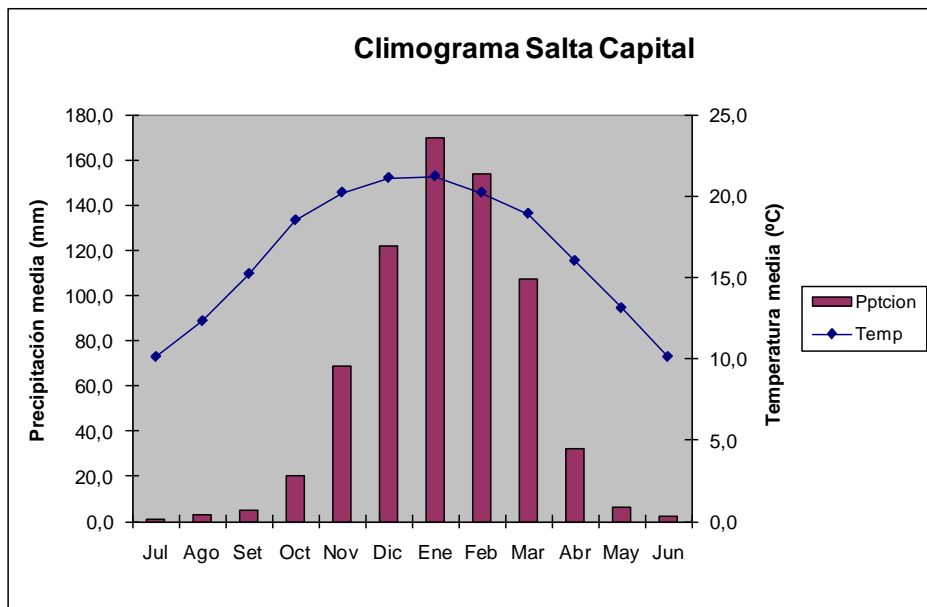


Figura 33. Climograma de Salta Capital según datos de Bianchi A. Yáñez (1992 y 1996).

A nivel zonal la distribución estacional de las lluvias es la de un régimen monzónico, concentradas entre los meses de noviembre a marzo, siendo febrero el mes más lluvioso y el período de sequía entre abril y octubre.

9.7.2.2. Hidrología regional

De acuerdo a Paoli *et al* (2011) el área de estudio pertenece a la “**Cuenca Alta del Río Juramento**”, especialmente a la “**Subcuenca Arias – Arenales**”.

Este sistema hídrico drena gran parte del Valle de Lerma y de las serranías que lo conforman. Los desagües generados en finca Las Costas son recogidos por el río Peñalva-Astilleros que, a partir de la confluencia con el río San Lorenzo, forma el río Arias.

El río Arias se dirige con dirección sur - este hasta las serranías que limitan el sector este del Valle de Lerma. Se une con el río Arenales, y luego de recibir al río Ancho, continúa hacia el sur con el nombre de río Arias, hasta desembocar en el dique Cabra Corral.

La subcuenca del río Arias - Arenales es de régimen torrencial. Como la mayor parte de los cursos de aguas de la región, los ríos que forman parte de esta subcuenca desarrollan sus primeras crecidas anuales entre la segunda quincena de noviembre y la primera de diciembre. Son ríos de régimen estival, con estiaje muy marcado que ocurre frecuentemente durante el cuatrimestre crítico: agosto - noviembre.

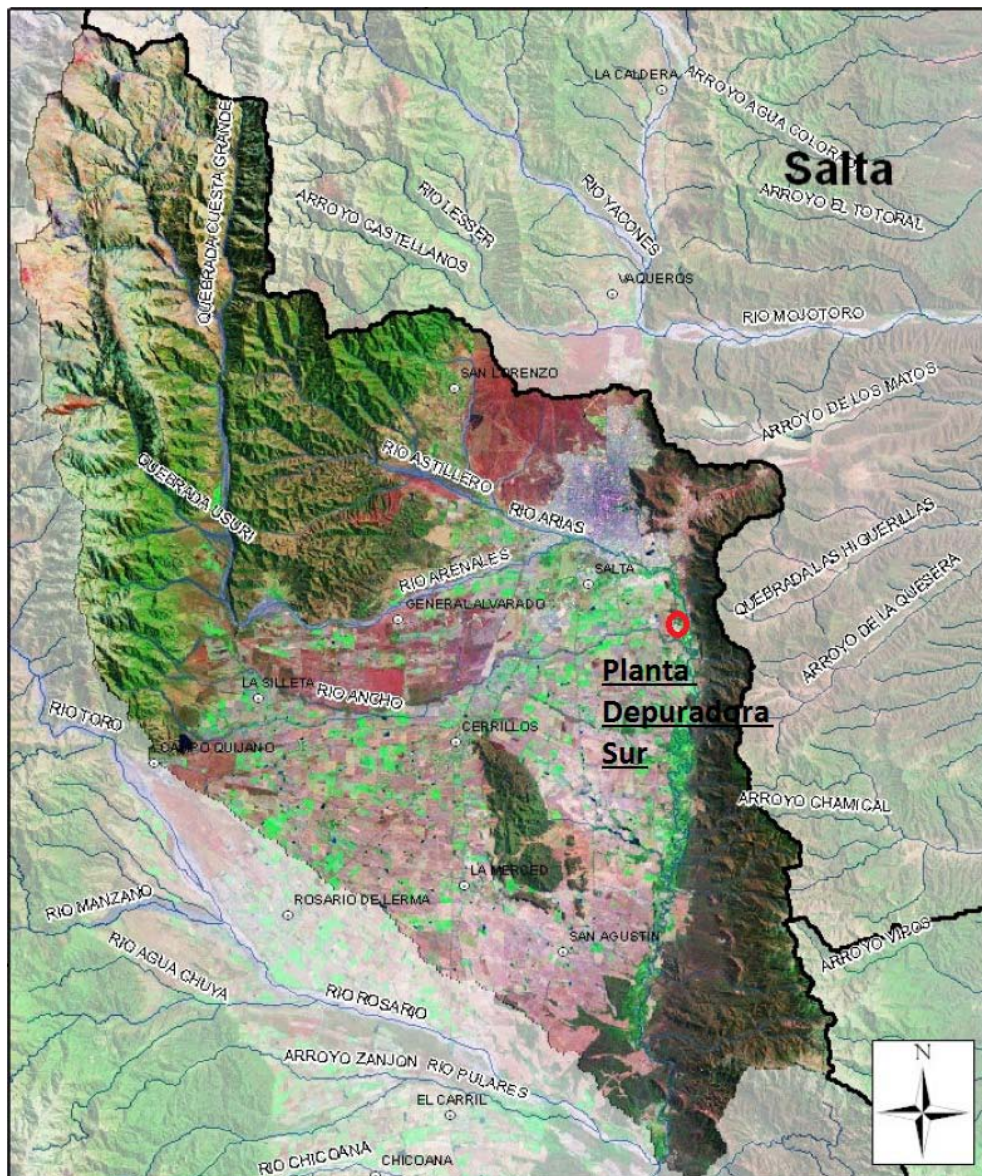


Figura 34. Se resalta la ubicación relativa de la PDS en la subcuenca Arias-Arenales (mapa base del INTA).

9.7.2.3. Usos del recurso hídrico

Se llevan a cabo aprovechamientos para riego y agua potable sobre los diferentes afluentes que conforman el cauce principal. En la alta cuenca, particularmente la Subcuenca Arias-Arenales, agrupa dos **sistemas de riego**: el más importante es el sistema “El Encón”, con tomas emplazadas sobre los ríos Arenales y Potreritos; y en segundo lugar se encuentra el sistema “Arias-San Lorenzo”.

El período de máximo consumo de agua para riego ocurre en el cuatrimestre agosto - noviembre. El cultivo más importante en la estructura actual es el tabaco, seguido por las hortalizas de hojas y, en menor proporción, frutales de carozo.

Algunos sectores dominados por esta red de riego han sido urbanizados o están ocupados por pequeñas fincas de uso recreacional.

Se destaca la reserva provincial Finca Las Costas donde Aguas del Norte tiene captaciones para posterior potabilización del agua y **abastecimiento poblacional** (ríos Potrero de Uriburu y Astilleros).

Principalmente en temporada estival la cuenca recibe una importante presión como uso **recreativo** (camping, baño – inmersión, pesca, entre otros).

9.7.2.4. Problemáticas detectadas

A lo largo de la cuenca es factible identificar una serie de actividades antrópicas impactantes. Las mismas se resumen a continuación.

En la **alta cuenca** se destacan la ganadería de monte sin control, la generación de residuos por actividad recreativa, la extracción de mantillo y leña, y la extracción de áridos.

Principalmente en su **tramo urbano** el río Arenales recibe diferentes impactos: desagües pluviales que arrastran residuos de todo tipo, vuelcos crudos de efluentes cloacales (obra en desarrollo), y descargas de industrias (algunas diseminadas en la ciudad, pero con la mayoría concentrada en el Parque Industrial), principalmente. Aguas abajo del vuelco del efluente o descarga de la PDS, el río circula por el relleno sanitario de la ciudad, conocido como San Javier, donde se vuelcan los residuos sólidos urbanos de Salta Capital y ciudades aledañas. En la cuenca media del río también se realiza la extracción de áridos (Figura 33 - Coordenadas 24°50' 13.17" S - 65°23' 04.52" O. Elev.: 1170m Altura de ojo:10.10Km.). El avance de las **urbanizaciones**, – sin una planificación o desarrollo ordenado en el municipio Capital – sobre el río, trajo consigo la principal problemática de los basurales descontrolados en las márgenes y construcciones en zonas inundables.

Finalmente, **aguas abajo** del departamento capital y antes de desaguar en el dique Cabra Corral, el río atraviesa una zona de fuerte actividad agropecuaria, donde recibe descargas de efluentes y excedentes de riego con agroquímicos.

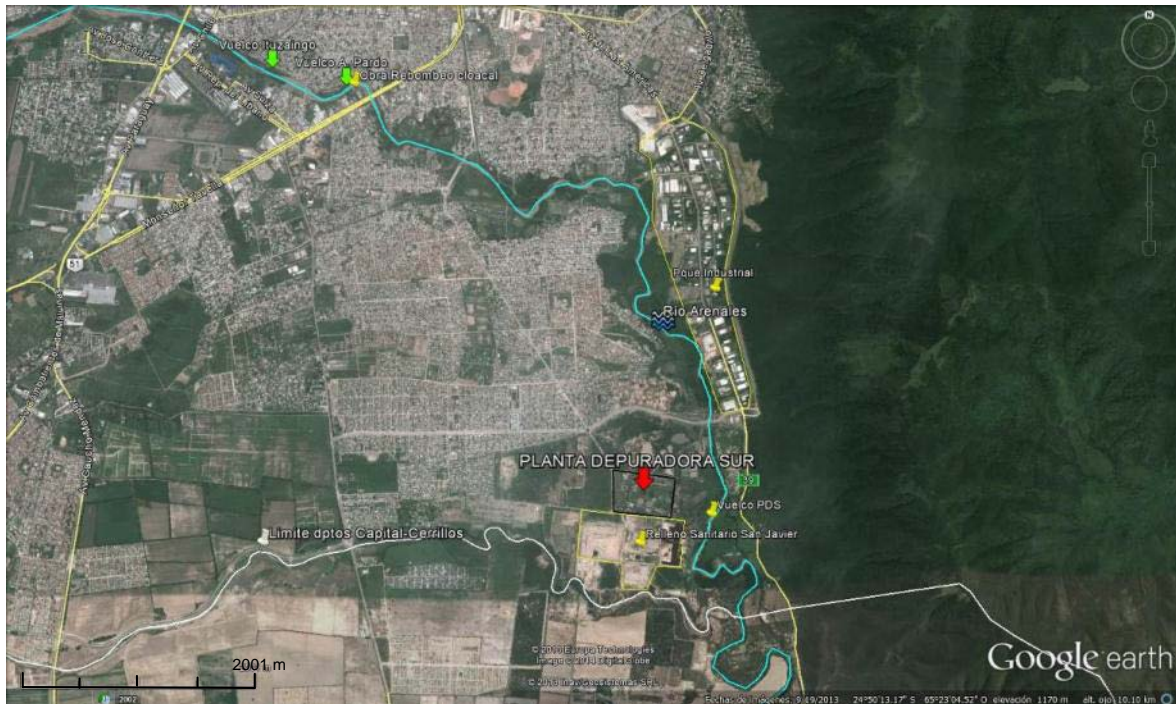


Figura 35. Vista general del tramo urbano (ciudad de Salta) del río Arenales.

9.7.2.5. Avances en el saneamiento del río Arenales

En relación a los vuelcos de efluentes cloacales crudos sobre el río Arenales en proceso de saneamiento, se resumen a continuación los siguientes aspectos:

- Aguas del Norte S.A.(entre 2012 y 2013) dotó de servicio cloacal a una franja urbana inmediatamente al Norte del río Arenales (tramo comprendido entre los puentes de Avda. Chile y Tavella) que carecía de cañerías colectoras. Aproximadamente 1.130 personas beneficiadas.
- Se trataba de dos vuelcos históricos en calles Itzaingó(unos 30 años) y Amancio Pardo.
- Se ejecutó la red cloacal colectora incluyendo las conexiones domiciliarias de los vecinos de la zona que no tenían servicio.
- Se ejecutó un cruce dirigido sobre el río Arenales para impulsar (bombeo mecánico) los efluentes hasta empalmar la 5º Colectora Máxima que luego los transporta hasta la Planta Depuradora Sur.
- A fines de 2013 restaba un 10% de obra: materialización de la cámara de rebombío y su empalme con la 5ºColectora Máxima.

Otra mejora de interés se registró en la Planta Depuradora Sur (PDS). La misma, básicamente, consiste en un sistema de módulos que tratan los efluentes cloacales del 80% del área urbana de Salta y parte de la ciudad de Cerrillos. Durante 2013 se desarrollaron obras para refuncionalizar y optimizar el sistema de rejás, desarenadores, estación elevadora, sedimentadores primarios, lechos percoladores y sedimentadores secundarios.

9.7.2.6. Calidad del agua

El río Arenales es uno de los principales afluentes del dique Cabra Corral, el embalse más importante de la región NOA. Es por ello que la calidad del agua del Río es de gran significancia. De acuerdo a los antecedentes disponibles, la calidad del agua es afectada entre otros por:

- Desechos industriales
- Líquidos lixiviados
- Residuos sólidos
- Productos agroquímicos
- Volcamientos difusos de líquidos cloacales fuera de especificación
- Otros elementos contaminantes.

Durante los importantes caudales de verano el río presenta una auto-depuración considerable. El problema se presenta principalmente en la temporada de estiaje cuando por el cauce del río escurren principalmente los efluentes descargados. Por lo tanto este proyecto de ampliación del sistema de tratamiento tiene consecuencias directas en los procesos de recuperación del río.

Diversos los actores que analizan dicha problemática, entre ellos podemos mencionar, Gladys Monasterio de Gonzo (2003) indica que en su paso por la ciudad capital, el río Arias-Arenales "recibe numerosos efluentes provenientes de un frigorífico, una empresa, una curtiembre, líquidos cloacales crudos de diversos barrios y la planta depuradora de líquidos cloacales".

Para alcanzar una adecuada caracterización de la calidad del río Arenales, respecto a los parámetros físico-químicos y biológicos más representativos, se llevará a cabo una campaña para la determinación de los siguientes parámetros:

- PH;
- DBO5;
- DQO;
- Oxígeno Disuelto;
- Temperatura;

- Sólidos disueltos totales;
- Sólidos Suspendidos Totales;
- Sólidos Sedimentables a 10 min;
- Sólidos Sedimentables a 2 h;

- Escherichia coli;
- Pseudomonas aeruginosa;
- Coliformes totales;
- Bacterias aerobias;

Para el adecuado análisis del estado del río previo y posterior a la descarga, como así mismo para la evaluación sus procesos de autodepuración, la toma de muestras se llevará a cabo en cuatro secciones:

Sección 1: Río Arenales a 500 m aguas arriba de la descarga de la Planta de Tratamiento de efluentes Sur de la ciudad de Salta;

Sección 2: Río Arenales a 500 m aguas abajo de la descarga de la Planta de Tratamiento de efluentes Sur de la ciudad de Salta;

Sección 3: Río Arenales a 1200 m aguas abajo de la descarga de la Planta de Tratamiento de efluentes Sur de la ciudad de Salta (aproximadamente en el paraje Paso Sarmiento);

Sección 4: Sobre la descarga de la planta de tratamiento de efluentes Sur de la ciudad de Salta, previo a su entrega al mencionado río.

9.7.2.7. Suelo

De acuerdo a los antecedentes bibliográficos para la zona en estudio, los suelos que están presentes pertenecen a la asociación Cerrillos – Cs – (Ver Figura 35- Nadir y Chafatinos, Tomo II, 1.990). Como suelos Asociados se encuentran: Cerrillos / La Merced - Talapampa.

El material original de los suelos es derivado de rocas del Terciario: areniscas, limolitas, arcilitas y rocas del Ordovícico: limolitas, lutitas, areniscas.

Son suelos de incipiente desarrollo; con perfil A, C; de textura media; bien drenado; moderada a extremadamente alcalino; salino; contenido de materia orgánica bajo; capacidad de intercambio catiónico moderadamente alta; porcentaje de saturación de bases; pendiente del 2 al 6 %; erosión moderada.

Debe tenerse en cuenta que la escala utilizada para el levantamiento de suelos de la bibliografía consultada (Los Suelos del NOA) es a nivel de reconocimiento regional (1:250.000) y se la debe considerar como orientativa, debido a la superficie que presenta el área en estudio.

Según lo aportado por el estudio de suelo realizado en el predio de la planta depuradora– llevado a cabo por la empresa Tecno-Suelo Estudios de suelo, hormigones, mezclas asfálticas e inspecciones de obra; localizada en la calle Maipú 1431, Salta Capital (4.400) - se observa el siguiente perfil:

En el predio se realizaron tres pozos de sondeo cuyas ubicaciones pueden verse en la siguiente figura (Coordenadas 24°50' 56.95" S - 65°22' 40.67" O. Elev.: 1165m Altura de ojo: 2.12Km.).

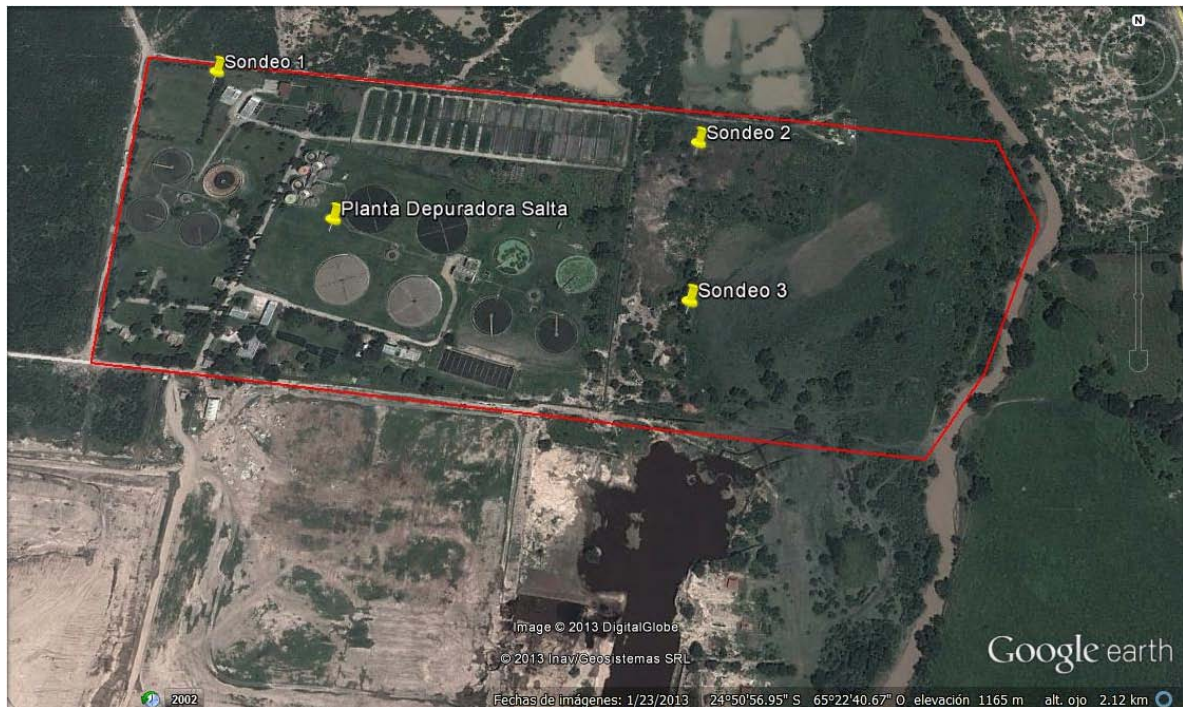


Figura 36. Ubicación pozos de sondeo en la Planta Depuradora.

Los tres pozos tienen características muy similares con la excepción de la presencia del nivel freático en el Sondeo 3. A continuación se detallan los resultados obtenidos:

Pozo de Sondeo Nº 1: (24°50'46" S - 65°22'56" O)

0.00 – 0.50 mts.: Arcilla de baja a media plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia firme.

0.50 – 1.50 mts.: Arcilla de media plasticidad, susceptible a cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad, del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia firme.

1.50 – 2.50 mts.: Arcilla de baja plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia muy firme.

2.50 – 6.50 mts.: Arena fina limosa no plástica del tipo SM de compacidad media.

6.50 – 7.50 mts.: Arena mediana limosa no plástica del tipo SM de compacidad media.

7.50 – 9.00 mts.: Arcilla de media plasticidad, susceptible a cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad, del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia firme.

9.00 – 10.50 mts.: Arcilla de media a baja plasticidad del tipo CL de coloración grisácea y consistencia firme.

Hasta la profundidad estudiada no se detecto el nivel freático en esta área.

Pozo de Sondeo N° 2: (24°50'49" S - 65°22'37" O)

0.00 – 0.50 mts.: Arcilla de media plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia firme.

0.50 – 1.50 mts.: Arcilla de alta plasticidad, susceptible a cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad, del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia muy firme.

1.50 – 3.50 mts.: Arcilla de baja del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia muy firme.

3.50 – 6.50 mts.: Arcilla de media plasticidad, susceptible a cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad, del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia muy firme.

6.50 – 8.00 mts.: Arena fina limosa no plástica del tipo SM de compacidad media.

8.00 – 9.50 mts.: Arena mediana limosa mal graduada no plástica del tipo SP - SM de compacidad media.

9.50 – 10.50 mts.: Arcilla de baja plasticidad del tipo CL de coloración grisácea y consistencia firme.

Hasta la profundidad estudiada no se detecto el nivel freático en esta área.

Pozo de Sondeo N° 3: (24°50'55" S - 65°22'37" O)

0.00 – 0.50 mts.: Arcilla de media plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia firme.

0.50 – 1.50 mts.: Arcilla de alta plasticidad, susceptible a cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad, del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia muy firme.

1.50 – 3.50 mts.: Arcilla de baja plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia muy firme.

3.50 – 6.50 mts.: Arcilla de media plasticidad, susceptible a cambios volumétricos por cambios en el contenido de humedad, del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia que va de muy firme a media.

6.50 – 8.50 mts.: Arcilla de baja plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia media.

8.50 – 9.50 mts.: Arcilla de alta plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia blanda.

9.50 – 10.50 mts.: Arcilla de media a baja plasticidad del tipo CL de coloración marrón claro y consistencia blanda a media.

10.50 – 11.50 mts.: Limo arenoso no plástico del tipo ML de compacidad suelta.

11.50 – 13.50 mts.: Arena gruesa limosa mal graduada del tipo SM y compacidad media.

A la profundidad de -10,00 mts. se detectó el nivel freático y al cabo de 24 hs ascendió un metro es decir hasta la profundidad de -9.00 mts.

9.7.2.8. Geología, Geomorfología

La asociación de suelos Cerrillos se encuentra en la provincia de Salta, al Sur de la ciudad capital, y se distribuye en forma meridiana desde el río Arenales en el norte hasta el río Rosario en el sur. Es propia de la región geográfica de áreas montañosas y valles intermontanos, tal lo es el Valle de Lerma. La unidad fisiográfica predominante es de conos aluviales; siendo el relieve mayormente plano ha suavemente ondulado.

Las nacientes de los ríos de la cuenca se localizan mayormente sobre rocas cristalinas precámbricas, y en el Valle de Lerma, que es una depresión tectónica, está recubierto por sedimentos aluviales cuaternarios. El Valle de Lerma y la porción septentrional de los Valles Calchaquíes pertenecen a la provincia designada como Cordillera Oriental (Saluso, 2005).

En la zona de estudio la pendiente media oscila entre el 0,5 y 1% con dirección predominante N-S / NO-SE para desaguar en el mismo río Arenales.



Figura 37. Extracto de la cartografía de suelos (SIG INTA) donde se resalta el área de estudio.

9.7.3. Aspectos biológicos

9.7.3.1. Flora

A nivel regional el área de estudio pertenece a la Región Neotropical, Dominio Amazónico, Provincia Fitogeográfica de las Yungas, caracterizada principalmente por especies de selva basal o pedemontana. Desde el punto de vista local el área de estudio está inserta en el valle de Lerma, específicamente en el ejido urbano de la ciudad de Salta, donde la vegetación ha sido modificada por acción antrópica (Figura 36).

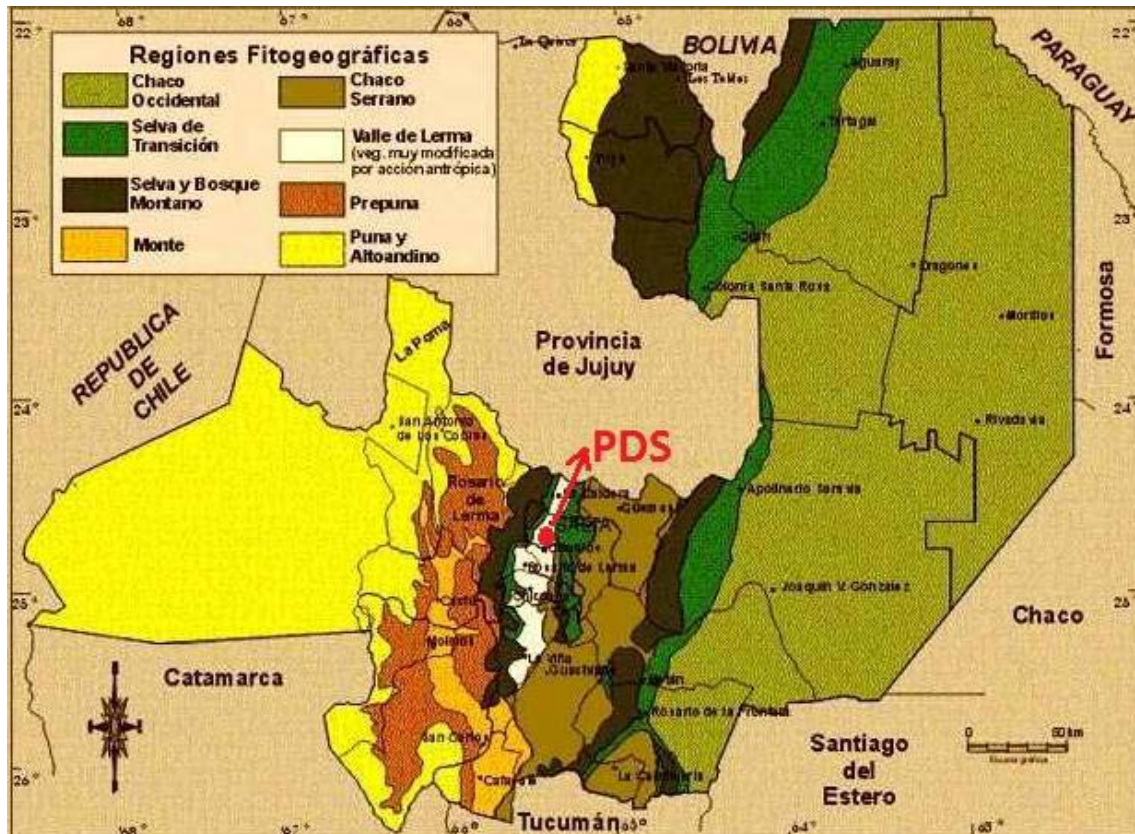


Figura 38. Se resalta la ubicación del área de estudio en las regiones fitogeográficas de la Provincia.

Como especies vegetales citadas en el sistema de serranías al este (La Quesera), se mencionan: nogal criollo (*Juglans australis*), cochucho (*Fagaria coco*), ceibo (*Erythrina falcata*), laurel de la falda (*Phoebe porphyria*), cedro (*Cedrela lilloi*), tala (*Celtis spinosa*), morera negra (*Morus nigra*), morera blanca (*Morus alba*), tipa blanca (*Tipuanatipu*), alfilerillo o clavillo (*Bougainvillea stipitata*), churqui (*Acacia caven*), tusca (*Acacia aroma*), pacará u oreja de negro (*Enterolobium contortisiliquum*), entre otras.

La Ley de Bosques de la provincia de Salta, presenta el siguiente mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN).

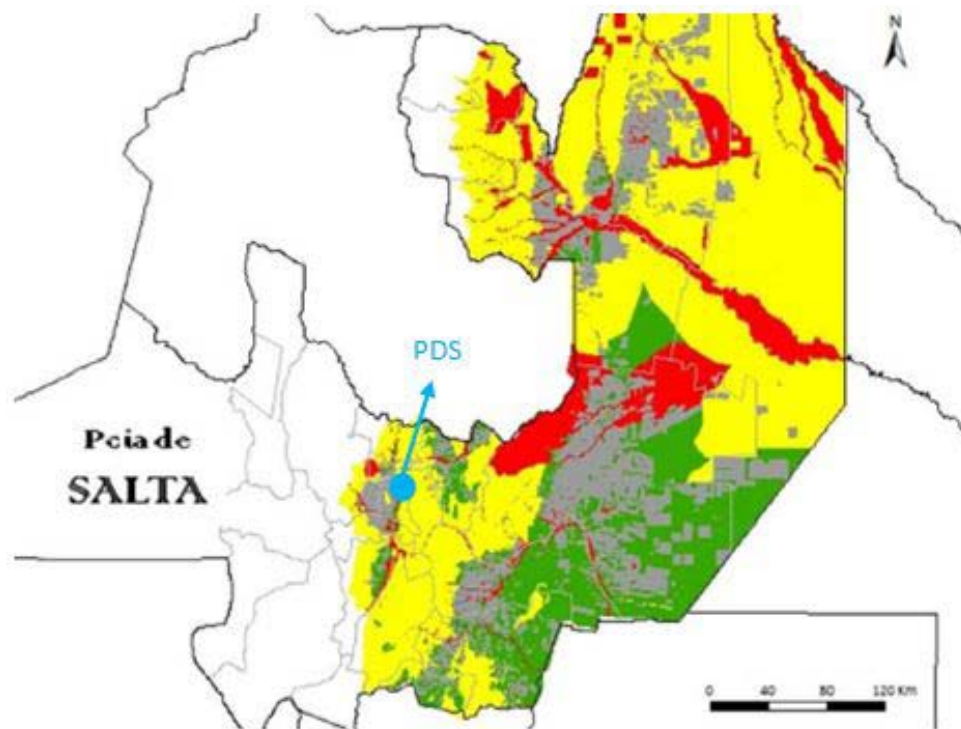


Figura 39. Mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos

El proceso de zonificación consideró entonces a las 8.280.162 de hectáreas de bosque nativo existentes a 2008, Y las clasificó en las siguientes categorías de conservación:

- Categoría I (ROJO), incluye el 13% de la superficie total de bosque nativo (1.294.778 ha) áreas de muy alto valor de conservación que no deben transformarse, por lo tanto, no pueden ser desmontadas.
- Categoría II (AMARILLO), consideró al 52% de la superficie total de bosque nativo provincial, áreas de mediano valor de conservación, posible de utilizar mediante aprovechamiento sostenible, sistemas silvopastoriles, turismo y recolección e investigación científicas, pero no para cambio de uso de suelo o desmonte.
- Categoría III (VERDE), consideró al 16% de la superficie total de bosque nativo, constituyen sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse mediante desmonte.
- (GRIS), representa el 19% de la superficie total de bosque nativo, y representa las hectáreas desmontadas.

9.7.3.2. Fauna

Si bien el área de estudio se encuentra relativamente alejada de núcleos habitacionales densamente poblados, la presencia del hombre cada vez mayor y las distintas actividades que realiza han provocado que gran parte de la fauna desapareciera o migrara a otras tierras con menor presencia antrópica.

En la zona de estudio la fauna se ha visto reducida por la antropización del medio, concentrándose en las serranías del este. Los efectos producidos pueden resumirse en: pérdida de hábitat para la fauna; formación de una estructura en mosaico del ambiente; aislamiento, éxodo y disminución de individuos.

Los antecedentes bibliográficos de la zona citan:

Mamíferos: puma (*Puma concolor*), pecarí de collar (*Tayassu pecari*), corzuela (*Mazamagazoubira*).

Aves: pava del monte (*Penelope obscura*), cóndor (*Vultur grypus*), tero serrano (*Vanellus resplendens*), matamico andino o carancho andino (*Polyborus megalopterus*), calacante cara roja (*Aratinga mitrata*), picaflor cometa (*Sapo sparganura*), durmili (*Nystalus maculatus*), carpintero andino (*Colaptes rupicola*), passeriformes como rey del bosque (*Pheucticus aureoventris*), cerquero cabeza castaña (*Atlapetes fluviceps*), ratona ceja blanca (*Troglodytes solstitialis*), cerquero de collar (*Arremon flavirostris*), frutero de la yunga (*Chlorospingus ophthalmicus*).

Peces: de acuerdo a Monasterio de Gonzo (2003), la diversidad de peces de los ríos que componen la alta cuenca del río Juramento se caracteriza por ser la mayoría de ellas especies endémicas y de distribución muy localizada, a veces sólo en determinados tramos de los cursos de agua. Se citan para este curso de agua: bocacha o dentado (*Oligosarcus bolivianus*), mojarra (*Astyanax bimaculatus*), mojarra (*Astyanax eigenmanniorum*), mojarra (*Astyanax fasciatus*), mojarra (*Astyanax lineatus*), mojarra (*Bryconamericus thomasi*), mariposita, virolito (*Characidium fasciatum*), bagre blanco, moncholo (*Pimelodus albicans*), yusca, bagre anguila (*Heptapterus mustelinus*), bagre sapo (*Rhamdia quelen*), torillo, yusca (*Trichomycterus pegazzini*), tachuela (*Corydoras paleatus*), vieja de agua (*Hypostomus cordovae*), vieja de agua (*Ixinandriasteinbachii*), vieja de agua (*Rineloricaria lima*), madrecita de agua, panzonita, overito (*Jenynsia alternimaculata*), panzonita, madrecita (*Jenynsia lineata*).

9.7.4. Relevamiento en zona PDS actual y ampliación

Dentro del predio ocupado actualmente por la Planta Depuradora Sur, en la zona de ampliación y repotenciación de la misma y en zonas aledañas, se realizó un relevamiento ambiental con la finalidad de obtener información primaria a fin de caracterizar los factores del medio natural y social susceptibles de percibir impactos por parte del Proyecto.

El trabajo de campo se desarrolló tomando como base la cartografía del Plano N°3: Implantación. A continuación se muestra un esquema de la zona relevada (para mayor detalle referirse al Anexo Planos - Plano N°3: Implantación).

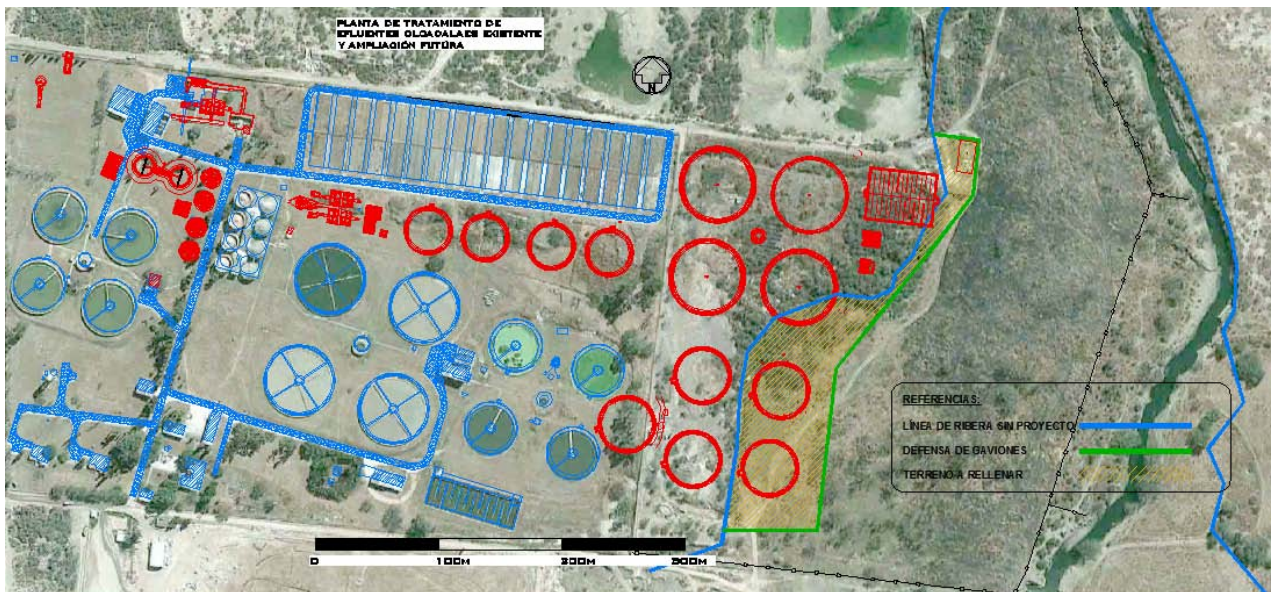


Figura 40. Esquema zona relevada

Seguidamente se describen los aspectos observados.

➤ SECTOR SUR DE LAS PLAYAS DE SECADO DE BARROS

Sobre la margen sur de las playas de secado de barro, donde se instalarán cámaras de rejillas, desarenadores, estaciones de bombeo y cuatro sedimentadores primarios (entre otros),

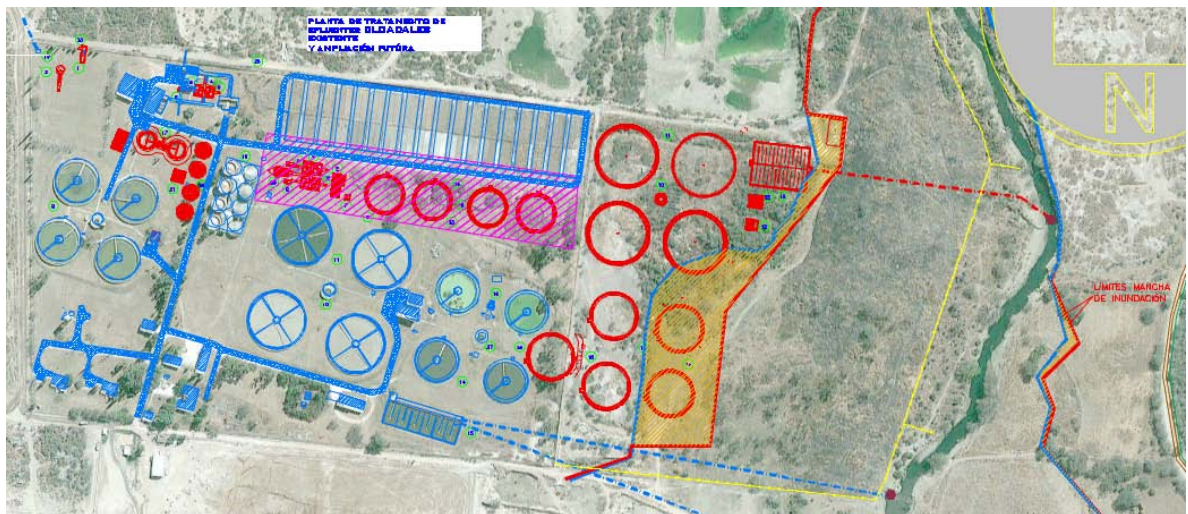


Figura 41. Esquema zona relevada - Sector sur de las playas de secado de barro

se identificó:

- Barros cloacales secos acopiados (Figura 42).
- Acopio de cañerías de cemento de aproximadamente 1 m de diámetro (Figura 43).
- Ejemplares de algarrobo y mora, de porte arbóreo, que serían removidos (Figura 44).



Figura 42. Caminería principal al sur de la playa de secado de barros. A la derecha de la imagen se evidencian montículos de barro seco que deberían removerse según el proyecto.



Figura 43. Acopio de cañerías en el sector medio de las playas de secado.



Figura 44. Vista de ejemplares de algarrobo que serían removidos según el proyecto.

➤ **EXTREMO ESTE DEL PREDIO**

Al este de las playas de secado de barros, y fuera del predio actualmente ocupado por la PDS (cerco de alambre romboidal completo).

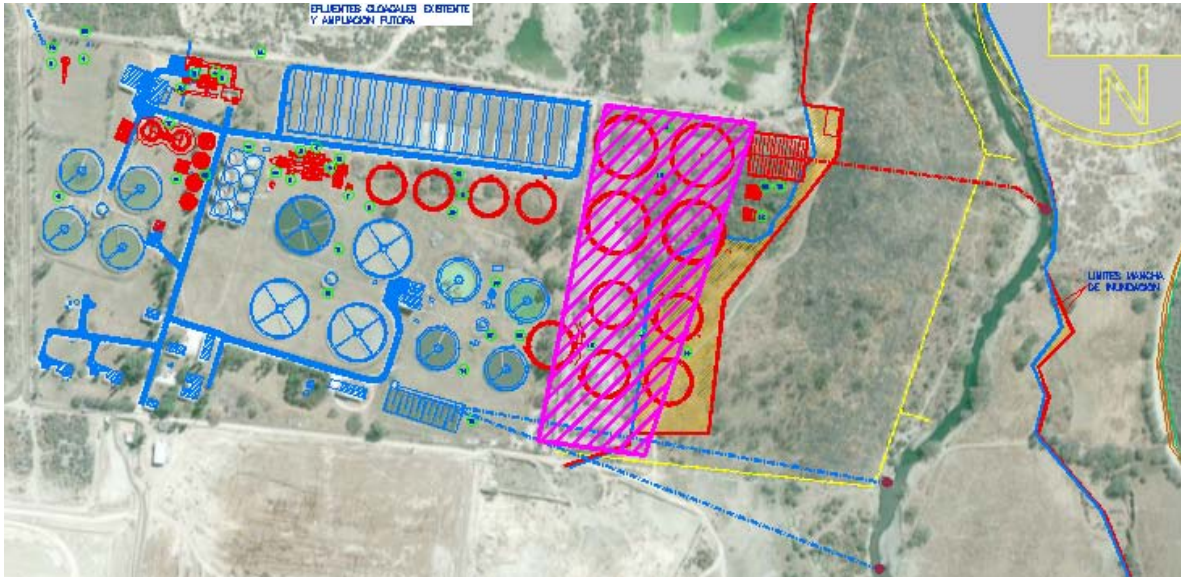


Figura 45. Esquema zona relevada - Extremo Este del predio.

En este sector se presentan bosquecillos semi-densos con predominio de algarrobo, churqui y sauce criollo.



Figura 46. Vista de la vegetación nativa al este de la playa de secado (fuera del cerco perimetral de la PDS).

En el sector donde se instalarán los nuevos sedimentadores secundarios, como forestación perimetral implantada, sobre el alambrado Este del predio se encuentran ejemplares de eucaliptus.

➤ MARGEN OESTE DE LOS DIGESTORES

En la zona donde se instalarán espesadores de barros y cuatro digestores primarios (Figura 47) hay ejemplares implantados de pinos y grevilleas que serán afectados/removidos por las obras (Figura 48).

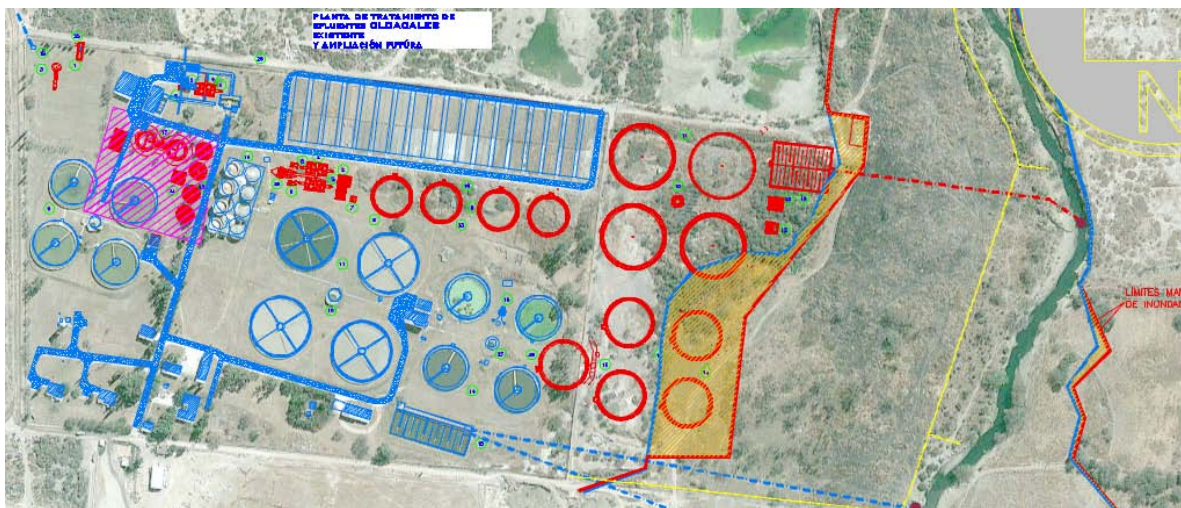


Figura 47. Esquema zona relevada - Margen Oeste de los digestores.



Figura 48. Vistas del estado actual del predio al oeste de los cuatro digestores de barro.

➤ **TERRENO A RELLENAR**

En la zona donde se rellenaría el terreno para instalar dos de los sedimentadores y la nueva cámara de contacto (extremo NE) (Figura 49) predomina como unidad vegetal el mismo bosquecillo semi-denso de algarrobo, churqui y sauce criollo que se indicara previamente (Figura 50).

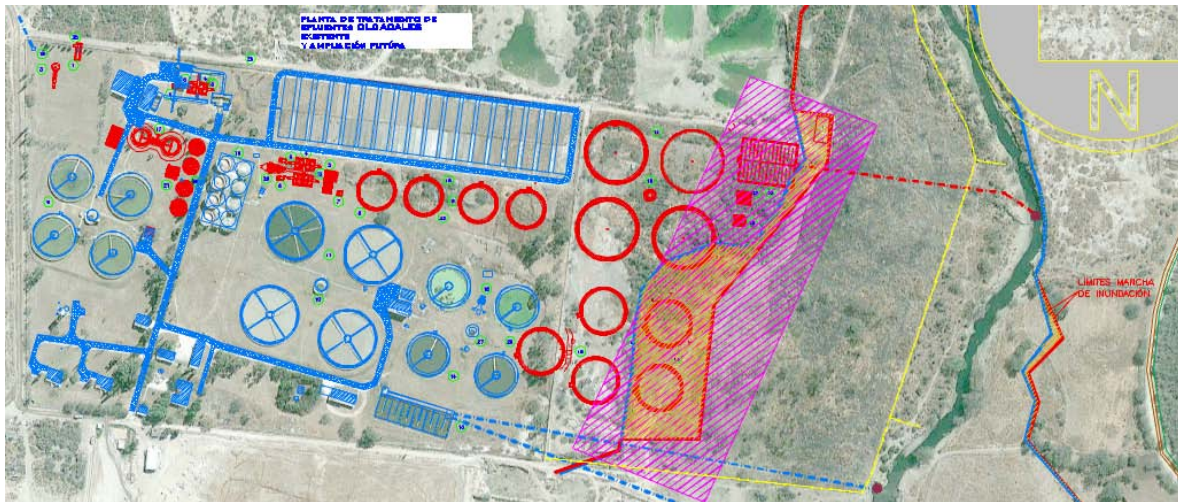


Figura 49. Esquema zona relevada - Terreno a rellenar

En el Anexo IV, se incorporan los documentos catastrales referentes a la cédula parcelaria del terreno colindante a la planta depuradora actual, las expropiaciones y servidumbres llevadas a cabo para la estación de bobeo y los planos aclaratorios de la situación del proyecto, elaborado por la Empresa Aguas del Norte S.A.



Figura 50. Vistas desde el extremo SE de la zona de interés de la terraza actual del sistema fluvial donde se rellenaría el terreno.

Como complemento se informa que, en cuanto a la fauna de la zona, se divisaron palomas, torcazas, gorriones, teros, bandurrias y tijeretas (aves) y numerosos roedores. No se identificaron indicios de presencia de mamíferos de gran porte.

10. ESTUDIO DE CUERPO RECEPTOR

10.1. MODELO DE DILUCIÓN DE EFLUENTES

10.1.1. Objetivos

En el presente capítulo se pretende modelar la variación de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y del oxígeno disuelto a lo largo del cauce del Río Arenales, considerando sus características físicas, químicas, sus aportes naturales y artificiales. Para poder conocer el impacto que tendrá el proyecto sobre el cuerpo receptor; evaluar si se verán afectados alguno de sus usos.

Determinar la zona de influencia de la planta en caso de contingencia.

10.1.2. Metodología de modelación

Para representar el efecto del futuro vertido sobre la calidad o características fisicoquímicas y bacteriológicas del Río Arenales, se procede al desarrollo de un modelo de dilución.

El modelo consiste en la aplicación de algoritmos representativos de la mezcla por advección, cuya solución es una predicción de la variación de parámetros representativos de la calidad del río, aguas abajo del punto de descarga.

Al despreciar la mezcla por dispersión, se asume que el líquido tratado es transportado pasivamente por el agua, como consecuencia de su movimiento de advección. El movimiento advectivo es descrito matemáticamente por la dirección y la magnitud de su velocidad, dado que a pesar de la ocurrencia de dispersión, el centro de masa del efluente que es transportado por advección, se mueve a la velocidad promedio del fluido, siempre y cuando no se produzca adsorción y retardo.

Como herramienta de modelación se emplea el programa RIOS 4.0, preparado en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (1995). Éste se puede aplicar para el análisis en el estado permanente de oxígeno disuelto en ríos donde la dispersión no es significativa en comparación con el transporte advectivo. Se puede evaluar el efecto de fuentes puntuales o dispersas de contaminantes en relación a la demanda bioquímica de oxígeno carbonosa (DBOC) y la demanda bioquímica de oxígeno nitrosa (DBON). También se incluyen fuentes puntuales de déficit de oxígeno disuelto, demanda de oxígeno disuelto de los sedimentos (DOS), y fotosíntesis y respiración de las algas. Las ecuaciones básicas son las siguientes:

$$\frac{dL}{dt} = 0 = -u \times \frac{dL}{dx} - Kr \times L + \frac{WL}{A} \quad (1)$$

$$\frac{dN}{dt} = 0 = -u \times \frac{dN}{dx} - Krn \times N + \frac{WN}{A} \quad (2)$$

$$\frac{dD}{dt} = 0 = -u \times \frac{dD}{dx} - K_a \times D + K_d \times L + K_n \times N + SB - (P - R) \quad (3)$$

Donde:

- D = Déficit de oxígeno disuelto (M/L³)
- L = Demanda bioquímica de oxígeno carbonáceo (M/L³)
- N = Demanda bioquímica de oxígeno nitrogenado (M/L³)
- K_a = Tasa de reaeración (l/T)
- K_r = Tasa de remoción de DBOC (l/T)
- K_d = Tasa de desoxigenación carbonácea (l/T)
- K_{rn} = Tasa de remoción DBON (l/T)
- K_n = Tasa de desoxigenación nitrogenada (l/T)
- WL = Descarga dispersa uniforme de DBOC (M/LT)
- WN = Descarga dispersa uniforme de DBON (M/LT)
- SB = Demanda de oxígeno disuelto de los sedimentos (M/L³-T)
- P = Tasa de producción de oxígeno por fotosíntesis de las algas (M/L³-T)
- R = Tasa de respiración de las algas (M/L³-T)
- u = Velocidad del río (L/T)
- A = Área (L²)
- M,L,T = Unidades de masa, longitud y tiempo, respectivamente.

Las soluciones generales de las ecuaciones anteriores son las siguientes:

$$L = L_0 \times e^{\frac{K_r \times X}{u}} + \frac{WL}{A \times K_r} \times (1 - e^{\frac{-K_r \times X}{u}}) \quad (4)$$

$$N = N_0 \times e^{\frac{Krn \times X}{u}} + \frac{WN}{A \times Krn} \times (1 - e^{\frac{-Krn \times X}{u}}) \quad (5)$$

$$D = \frac{K_d \times L_0}{Ka - Kr} (e^{\frac{-Kr \times X}{u}} - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}) \quad (6a)$$

$$D = \frac{K_n \times N_0}{Ka - Krn} (e^{\frac{-Krn \times X}{u}} - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}) \quad (6b)$$

$$D = \frac{Kd \times WL}{Ka \times Kr \times A} (1 - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}) - \frac{Kd \times WL}{Kr \times A} (\frac{e^{\frac{-Kr \times X}{u}} - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}}{Ka - Kr}) \quad (6c)$$

$$D = \frac{Kn \times WN}{Ka \times Krn \times A} (1 - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}) - \frac{Kn \times WN}{Krn \times A} (\frac{e^{\frac{-Krn \times X}{u}} - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}}{Ka - Krn}) \quad (6d)$$

$$D = D_0 e^{\frac{-Ka \times X}{u}} \quad (6e)$$

$$D = \frac{SB}{Ka} (1 - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}) \quad (6f)$$

$$D = \frac{P - R}{Ka} (1 - e^{\frac{-Ka \times X}{u}}) \quad (6g)$$

$$D = C_s - C \quad (7)$$

Donde los componentes del déficit total de oxígeno disuelto son:

- (6a) debido a la descarga de la fuente puntual de DBOC
- (6b) debido a la descarga de la fuente puntual de DBON
- (6c) debido a la descarga dispersa uniforme de DBOC
- (6d) debido a la descarga dispersa uniforme de DBON
- (6e) debido a la descarga puntual del déficit de oxígeno disuelto
- (6f) debido a la demanda de oxígeno disuelto de los sedimentos
- (6g) debido a la fotosíntesis y respiración de las algas.

Donde:

Lo = Concentración de DBOC en el punto de la descarga (M/L3)

No = Concentración de DBON en el punto de la descarga (M/L3)

C = Concentración de oxígeno disuelto (m/L3)

Cs = Concentración de oxígeno disuelto de saturación (m/L3)

Do = Déficit de oxígeno disuelto en el punto de la descarga (M/L3)

x = Distancia en el río (L).

La tasa de reaireación (Ka) se calcular usando la fórmula de O'Connor-Dobbins (1958) o de Tsivoglou y Neal (1976).

La fórmula de O'Connor-Dobbins a 20°C es la siguiente:

$$Ka = 3.95 \times \frac{V^{1/2}}{H^{3/2}} \quad (8)$$

Donde:

V = Velocidad promedio del segmento (m/s)

H = Profundidad promedio del segmento (m)

Ka = Coeficiente de reaireación (1/día)

El modelo aplicado contempla el estudio del proceso desde el punto de vista de la variación de los siguientes parámetros indicadores de calidad del recurso,

- Demanda bioquímica de oxígeno – DBO (mg/L)
- Nitrógeno total Kjeldahl o demanda bioquímica de oxígeno nitrogenado – NTK (mg/L)
- Déficit de oxígeno disuelto: $C_{\text{saturación}} - C$ (mg/L)

La presente modelación se limita a la predicción de efecto del vertido de líquidos cloacales tratados, en términos de la variación de la DBO en el río hacia aguas abajo del punto de descarga. Este parámetro resulta suficiente para el análisis de efectos sobre la calidad del recurso hídrico.

Con el objetivo de representar condiciones extremas del medio natural, se realizó un cálculo de caudales máximos y mínimos, a través de una estimación estadística de una serie de datos de caudales obtenidos la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, de la estación Potrero de Díaz (longitud: 24° 49'00"; altitud: 65°35'00") que luego fueron extrapolados, considerando la cuenca extra de aporte que existe entre el punto de medición y la sección de interés (desembocadura de la planta de tratamiento.)

Teniendo en cuenta que actualmente existe una planta que trata unos 3600 m³/h de líquido cloacal, entregando el caudal tratado con una demanda biológica de oxígeno (DBO₅) de 52 mg/l. Se desea analizar el efecto que se producirá al construirse la nueva planta de tratamiento de aguas cloacales que tratará 5000 m³/h; y lo dispondrá al

cuerpo receptor con una DBO₅ de 30.65 mg/l. Se modelará también, la última etapa del proyecto, que consta en la optimización de la planta actualmente existente, de manera tal que pueda tratar 5000 m³/h el cual dejará al líquido con una DBO₅ de 30 mg/l.

Para este último caso se tendrá en cuenta el funcionamiento de la planta (actual optimizada y ampliación) bajo una condición de lluvia, en la que el caudal total de ingreso se incrementa en un 25%, con un DBO₅ de 140 mg/l. De este caudal total, un 30% pasará por el bypass directo a la cámara de cloración y contacto y será dispuesto al río con la hipótesis una DBO₅ de 140 mg/l, igual a la ingresante; y el 70% restante será tratado por las plantas dejándolo con una DBO₅ de 30 mg/l.

Además se modelará, una situación de contingencia, en la que se supone que el efluente no recibe tratamiento alguno debido a alguna falla del sistema, con lo cual la DBO₅ a la que se vierte el líquido en el cuerpo receptor es de 200 mg/l. Esto es para determinar la zona de influencia y las medidas a tomar ante estos eventuales casos.

Hay que considerar que el límite establecido por ley de DBO₅ a la salida de la planta está fijado en 50 mg/l. También se debe tener en cuenta que el líquido ingresa a la planta con una DBO₅ de 200 mg/l.

Teniendo en cuenta las diferentes etapas del proyecto y las diferentes condiciones de funcionamiento de la planta, se procedió a definir los escenarios a modelar y determinar los datos que alimentan el modelo.

Para que la modelación sea representativa de la realidad, previo a la modelación de los diferentes escenarios, se realizó la calibración del modelo tomando como referenciales datos de calidad que fueron relevados en los aforos.

10.1.3. Determinación de caudales del río Arenales

De la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, de la estación Potrero Díaz se obtuvo una serie de datos, desde el año 1945 al 1967, de caudales medios mensuales.

Antes de hacer uso de los datos, se realizó pruebas de independencia (Wald-Wolfowitz) cuyos resultados se muestran en las siguientes tablas:

Para serie de caudales mínimos:

Tabla 5. Prueba de independencia para serie de caudales mínimos

Promedio	7,147
R	12,000
n	23,000
n1	9,000
n2	14,000
Media de R	11,957
Varianza de R	4,959
Estadístico Z	0,020
De tabla para alfa= 0.05	1,96
	-1,96
De tabla para alfa= 0.01	2,576

	-2,576
El estadístico Z está comprendido en el rango de tabla para un alfa de 0,05. Por lo tanto la serie es independiente con un 95% de confianza	

Para serie de caudales máximos:

Tabla 6. Prueba de independencia para caudales máximos

Promedio	202,885
R	11,000
n	26,000
n1	12,000
n2	14,000
Media de R	13,923
Varianza de R	6,163
Estadístico Z	-1,177
De tabla para alfa= 0.05	1,96
	-1,96
De tabla para alfa= 0.01	2,576
	-2,576
El estadístico Z está comprendido en el rango de tabla para un alfa de 0,05. Por lo tanto la serie es independiente con un 95% de confianza	

A las series también se les realizó pruebas de homogeneidad Prueba Helmert, Prueba t Student, Prueba Cramer, los resultados de las mismas se muestran en la tabla a continuación:

Para serie de caudales mínimos:

Tabla 7. Pruebas de homogeneidad para caudales mínimos

Prueba de Homogeneidad de Helmert			Prueba t de Student		Prueba de Cramer	
N° de S	N° de C	S - C	Estadístico t:	1,58	ζ_{60}	0,06941
10	11	-1	Grados de Libertad	21	ζ_{30}	0,62343
Estadístico:			De tabla: t =	2,8188	t_{60}	0,39819
n	23		El valor absoluto del estadístico t es menor que el valor de tabla de t para 21 grados de libertad y para un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto la serie es Homogénea		t_{30}	2,07424
- (nj -1) ^{0,5}	-4,69				De tabla: t = 2,8188	
+ (nj -1) ^{0,5}	4,69				Ambos valores absolutos son menores que el valor de tabla de t para 21 grados de libertad y para un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto la serie es Homogénea	
El estadístico (S - C) Está comprendido entre - (nj-1) ^{0,5} y + (nj-1) ^{0,5} . Por lo tanto la serie es Homogénea						

Para serie de caudales máximos:

Tabla 8. Pruebas de homogeneidad para caudales máximos

Prueba de Homogeneidad de Helmert			Prueba t de Student		Prueba de Cramer		
N° de S	N° de C	S - C	Estadístico t:	-0,56	ζ_{60}	-0,21485	
15	10	5	Grados de Libertad	24	ζ_{30}	-0,11870	
Estadístico:			De tabla: t =	1,7100	t_{60}	1,07771	
n	26		El valor absoluto del estadístico t es menor que el valor de tabla de t para 24 grados de libertad y para un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto la serie es Homogénea		t_{30}	0,38890	
- (nj -1) ^{0,5}	-5,00				De tabla: t =	1,7200	
+ (nj -1) ^{0,5}	5,00				Ambos valores absolutos son menores que el valor de tabla de t para 24 grados de libertad y para un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto la serie es Homogénea		
El estadístico (S - C) Está comprendido entre - (nj-1) ^{0,5} y + (nj-1) ^{0,5} . Por lo tanto la serie es Homogénea							

Una vez que se confirmó que las **series de datos son homogéneas e independientes entre sí**, se procedió a realizar un análisis de frecuencia en el cual se utilizó la ecuación de Weibull, para obtener una función que permita estimar los caudales para un período de recurrencia acorde con el proyecto de análisis (25 años para caudales mínimos y 5 años para los caudales máximos).

Dicha ecuación propone, si los n valores están uniformemente distribuidos entre el 0 y el 100% de probabilidades, entonces debe existir n+1 intervalos, n-1 entre los puntos de los datos y 2 en los extremos. Este sistema simple de graficación se expresa mediante la ecuación:

$$P(X \geq x_m) = \frac{m}{n+1}$$

Habiendo aplicado este procedimiento, se obtuvieron las siguientes gráficas y ecuaciones de las curvas que mejor se adaptan a ella:

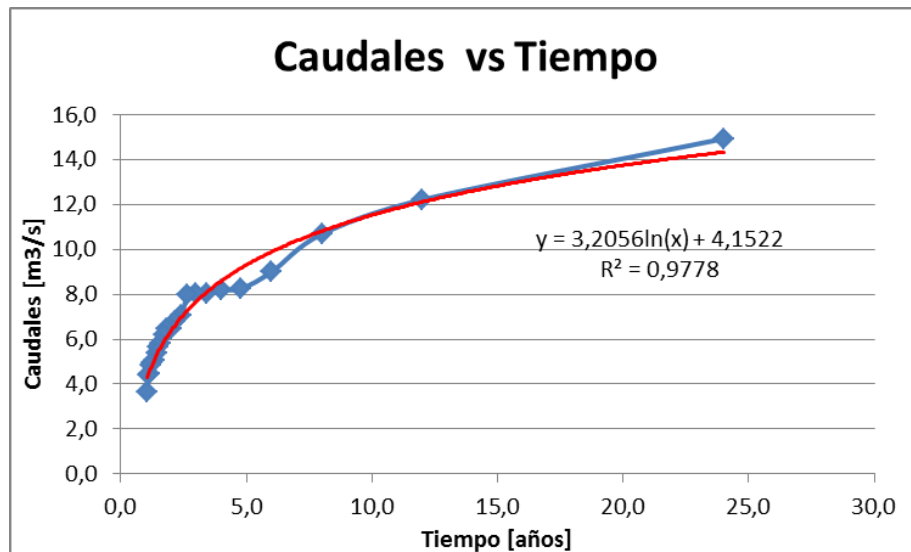


Figura 51. Serie de caudales mínimos medios anuales.

Con ella se extrapoló para obtener caudal mínimo medio anual con un período de recurrencia de 25 años, el cual se muestra a continuación.

Tabla 9. Estimación de caudal mínimo medio anual

Período de Recurrencia	25	años	En la estación Potrero Díaz
Caudal Mínimo	14,47	m³/s	

De forma similar se realizó el análisis para la serie de datos de caudales máximos, se obtuvo la ecuación que mejor aproxima a la serie y finalmente se hizo la extrapolación para obtener el caudal máximo medio anual.

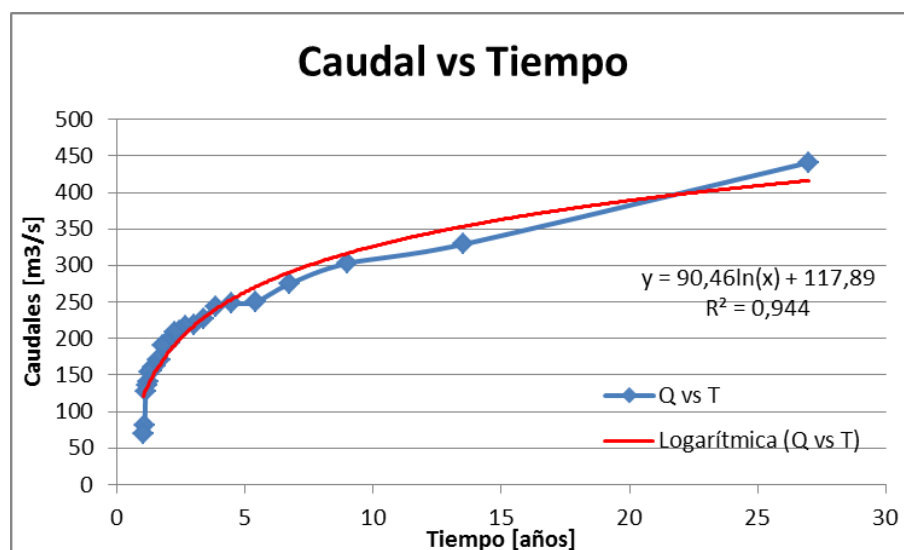


Figura 52. Serie de caudales máximos medios anuales.

Tabla 10. Estimación de caudal máximo medio anual.

Período de Recurrencia	5	años	En la estación Potrero Díaz
Caudal Máximo	263.48	m ³ /s	

Para este caso, se tomó un período de recurrencia de 5 años, igual al de las estructuras de evacuación. A este caudal se deberá sumar los aportes de las cuencas intermedias entre las secciones de aforo y la sección de interés. Esto no fue considerado para el cálculo de los caudales mínimos medios anuales, debido a que se adoptó una postura conservadora, y consideró que el caudal solo proviene de la descarga de los acuíferos.

Para ello, se realizó una determinación y posterior análisis de las cuencas intermedias que aportan al cauce del río, se determinó la tormenta de diseño, con ella se determinó el hidrograma correspondiente y luego se realizó un modelo de transformación Lluvia – Caudal. Obteniéndose el siguiente hidrograma en la sección de análisis:

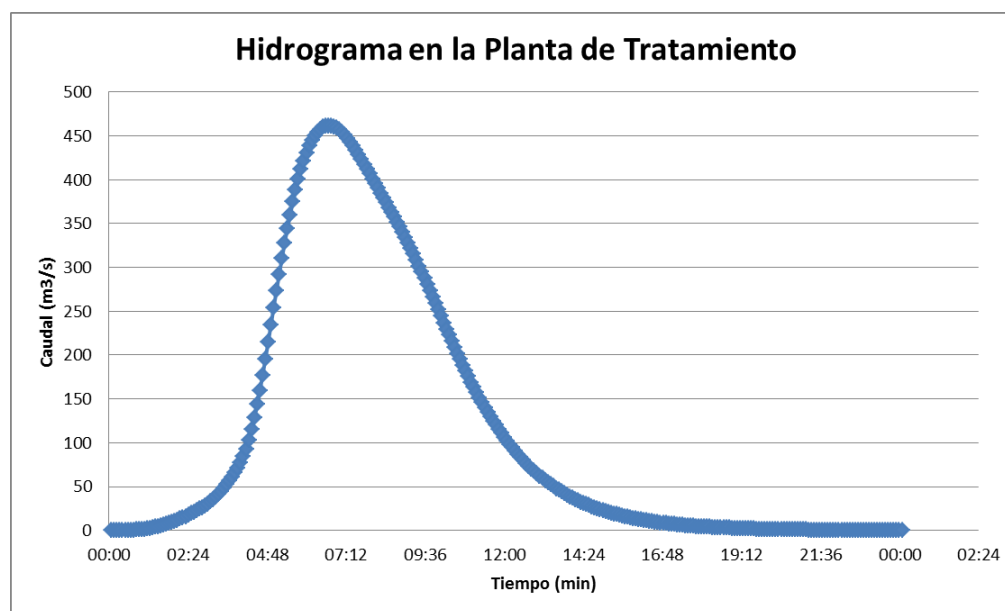


Figura 53. Hidrograma en la sección de descarga de la Planta de Tratamiento Sur – Salta -.

De lo que resultó que el caudal máximo es de 461,33 m³/s.

10.1.4. Secciones de muestreo

Periódicamente, se realizan muestreos del efluente en sus diferentes etapas del proceso de saneamiento y en diferentes secciones del río. Para el presente estudio se dispusieron los resultados obtenidos de relevamientos de calidad efectuados por la empresa Aguas del Norte Co.S.A.ySa.

A continuación se presentan las secciones relevadas que resultan de interés para el desarrollo de los estudios, y que permiten caracterizar en comportamiento del sistema en proximidades a la planta de tratamiento.



Figura 54. Secciones de toma de muestras para determinación de parámetros de calidad

A continuación se presentan las secciones de interés y los parámetros de calidad relevados en cada de ellas.

Sitio de Muestreo:

- | | |
|------------|---|
| Sección 1: | Sobre el río, 800m aguas arriba de la desembocadura de la planta de tratamiento; |
| Sección 2: | Sobre el río, 500m aguas abajo de la desembocadura de la planta de tratamiento; |
| Sección 3: | Sobre el río, 16Km aguas abajo de la desembocadura de la planta de tratamiento. Sección Paso Sarmiento; |
| Sección 4: | Efluente vertido por la planta de tratamiento (previo a su descarga) |

Tabla 11. Parámetros de calidad de secciones de interés.

MUESTRA N°	Uni.	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 1	Sección 2	Sección 3
Fecha de Extracción	-	25/7/13	25/7/13	25/7/13	27/1/14	27/1/14	27/1/14
Hora de Extracción	-	12:30	12:10	13:50	12:05	11:45	13:25
Temp. Muestra	°C	11,5	11,2	11,5	21,4	22,4	25,5
Temp. Ambiente	°C	10,1	10,1	10,1	22,7	25,3	27,6
Color (visual)	-	Gris	Cristalino	Gris	Marrón	Marrón	Marrón
Olor	-	Nulo	Escaso	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
DQO	mg/L	74	399	95	33	47	29
Oxígeno Consumido	mg/L	3	35	18	2	3	2
Oxígeno Disuelto	mg/L	1,3	0,0	0,0	7,1	5,5	0,9
DBO/5	mg/L	35	161	44	4	10	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	4,6	27,3	18,6	5,9	1,7	3,4
Nitrógeno Orgánico	mg/L	0,4	1,4	0,7	0,4	0,0	0,4
Nitrógeno Total Kjeldalh	mg/L	4,9	28,7	19,3	6,3	1,7	3,8

10.1.5. Datos de entrada al modelo matemático

Los datos que alimentan el modelo de dilución son:

- Valores representativos de las características físicas del cuerpo receptor
- Parámetros de calidad del agua del cuerpo receptor
- Calidad del vertido de la planta de tratamiento
- Caudales de modelación

10.1.5.1. Valores representativos de las características físicas del cuerpo receptor

Las características físicas del Río Arenales que influirán en el proceso de mezcla y dilución de los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de líquidos cloacales son:

- Sección transversal media de cada tramo
- Profundidad media en cada tramo
- Temperatura del agua
- Altura respecto del nivel del mar en el final del tramo
- Longitud del tramo

Estos parámetros varían en función de los diferentes escenarios que se planteen, dado que variarán los caudales del río y de la planta, por lo tanto el tirante y la velocidad son definidos para cada uno de los casos.

10.1.5.2. Parámetros de calidad del agua del cuerpo receptor

Los parámetros de calidad de agua que son necesarios para llevar a cabo la modelación son:

- Tasa de remoción de la Demanda Biológica de Oxígeno Carbonosa
- Tasa de desoxigenación de la Demanda Biológica de Oxígeno Carbonosa
- Tasa de remoción de la Demanda Biológica de Oxígeno Nitrosa
- Tasa de desoxigenación de la Demanda Biológica de Oxígeno Nitrosa
- Tasa de decaimiento anaeróbico de la Demanda Biológica de Oxígeno Carbonosa
- Demanda béntica de oxígeno
- Tasa de producción de oxígeno disuelto por fotorespiración

En cuanto a las tasas de remoción de DBOc y DBO_n, lo que se buscó en este caso, fue unificarlas, y obtener una única tasa de remoción de DBO, para simplificar el proceso de calibración. Lo mismo se realizó la tasa de desoxigenación, que a los fines del cálculo no genera diferencias y simplifica la obtención de resultados.

Para el caso de la demanda béntica de oxígeno, se consideró igual a cero, debido a que al ser líquido cloacal tratado, no se producen sedimentos orgánicos que vayan a ser biodegradados en el fondo del río.

En cuanto a la tasa de producción de oxígeno disuelto por fotorespiración, se descarta el efecto que pueda tener la flora del cauce del río, debido a que su influencia no producirá cambios significativos. Puesto que no existe densidad poblacional suficientemente grande.

Finalmente, luego de una iteración para calibrar el modelo, se obtuvo los valores de tasa de remoción de DBO:0,01 [1/día] y la tasa de desoxigenación es de 3,50 [1/día]

10.1.5.3. Calidad del vertido de la planta de tratamiento

De los análisis de calidad realizados se conocen los parámetros del efluente antes de ser vertido al río, las características que este tiene se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12. Muestras de calidad del efluente antes de ser vertido al río Arenales (Sección 4).

MUESTRA N°	Unidad	Sección 4	Sección 4
Fecha de Extracción	-	25/7/13	27/1/14
Hora de Extracción	-	11:25	11:35
Temp. Muestra	°C	11,1	26,8
Temp. Ambiente	°C	10,1	27,74
Color (visual)	-	Gris	Gris claro
Olor	-	Escaso	Escaso
DQO	mg/L	264	123

MUESTRA N°	Unidad	Sección 4	Sección 4
Oxígeno Consumido	mg/L	45	6
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,5	2,0
DBO/5	mg/L	126	52
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	32,2	21,8
Nitrógeno Orgánico	mg/L	1,1	0,8
Nitrógeno Total Kjeldalh	mg/L	33,3	22,7

10.1.5.4. Caudales de modelación

Respecto a los caudales transportados en las secciones de interés, que afectan los niveles de concentración, no se disponen de datos relevados de los mismos al momento de toma de muestras, estimándose iguales a 17,29 m³/s para el río Arenales (media histórica para el mes de enero), y 1 m³/s para la planta de tratamiento (capacidad máxima de tratamiento de la planta, que se corresponde con la fecha de muestreo)

10.1.6. Escenarios de modelación

De la combinación de condiciones naturales del río y condiciones del vertido de la planta surgen los escenarios a modelar, los cuales se describen a continuación:

10.1.6.1. Modelación de la situación presente sin proyecto

1. Situación presente (sin proyecto) en funcionamiento *normal* ($Q_p = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$; DBO= 52mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Situación presente (sin proyecto) en funcionamiento *crítico* ($Q_p = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$; DBO= 200mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Situación presente (sin proyecto) en funcionamiento *con lluvia* ($Q_p = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$; donde $Q_{pst} = 1350 \text{ m}^3/\text{h} - 30\%Q_p$ - con una DBO= 140mg/l y un $Q_{pt} = 3150 \text{ m}^3/\text{h} - 70\%Q_p$ - con una DBO= 52mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 461,33 \text{ m}^3/\text{s}$.

10.1.6.2. Modelación de la situación futura sin proyecto

4. Situación futura (sin proyecto) en funcionamiento *normal* ($Q_p = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$; donde $Q_{pst} = 6400 \text{ m}^3/\text{h}$ DBO= 200mg/l y un $Q_{pt} = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$ DBO= 52mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.

10.1.6.3. Modelación de la situación futura con proyecto

5. Situación futura (con proyecto) en funcionamiento *normal* ($Q_p = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$; con una DBO= 30mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$
6. Situación futura (con proyecto) en funcionamiento *crítico* ($Q_p = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$; con una DBO= 200mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$
7. Situación futura (con proyecto) en funcionamiento *con lluvia* ($Q_p = 12.500 \text{ m}^3/\text{h}$; donde $Q_{pst} = 3750 \text{ m}^3/\text{h} - 30\%Q_p$ - DBO= 140mg/l y un $Q_{pt} = 8750 \text{ m}^3/\text{h} - 70\%Q_p$ - DBO= 30mg/l vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 461,33 \text{ m}^3/\text{s}$

En forma sintética se puede expresar en la siguiente tabla los escenarios modelados:

Tabla 13. Escenarios de modelación.

	Escenario		Río Arenales		Planta			
	Nº	Cond	Q [m³/s]	DBO [mg/l]	Q [m³/H]		DBO [mg/l]	
					Tratado	Sin Tratar	Tratado	Sin Tratar
Presente Sin Proy	1	Normal	14.47	4	3600	-	52	-
	2	Crítico	14.47	4	-	3600	-	200
	3	Con lluvia	461.33	4	3150	1350	52	140
Futuro Sin Proy	4	Normal	14.47	4	3600	6400	52	200
Futuro Con Proy	5	Normal	14.47	4	10000	-	30	-
	6	Crítico	14.47	4	-	10000	-	200
	7	Con lluvia	461.33	4	8750	3750	30	140

10.1.7. Calibración del modelo matemático

10.1.7.1. Ajuste de parámetros

La calibración se efectúa a los fines de ajustar las tasas de remoción y la tasa de desoxigenación de forma tal que el modelo elaborado sea representativo de su comportamiento en el tramo de interés. El mismo es un proceso iterativo en el que se contrastan los valores medidos en campaña junto con las curvas de la modelación, hasta lograr un buen ajuste.

Como escenarios de calibración se dispone de los datos preliminarmente presentados en la Tabla 10 y Tabla 12.

Las características físicas del río, para la condición modelada (caudal del río $Q_r = 17,29 \text{ m}^3/\text{s}$), se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 14. Parámetros físicos del río Arenales para $Q= 17,29 \text{ m}^3/\text{s}$.

Secciones		Sección 1	Sección Descarga	Sección 2	Sección 3
Progresiva	m	0	800	1300	16800
ANM	m	1151,22	1151,09	1151,02	1150,96
Elevación	m	1152,62	1152,16	1152,09	1152,04
Tirante	m	1,40	1,07	1,07	1,08
Velocidad	m/s	1,56	1,40	1,10	1,00
Área	m ²	11,05	12,36	15,69	17,34
Longitud	m	800	500	15500	-
Temperatura del Agua	°C	22,70	25,30	27,60	27,74
Q= 17,29m ³ /s					

La siguiente gráfica donde se presenta el comportamiento del río en el tramo modelado de interés, conjuntamente con los valores medidos en campaña.

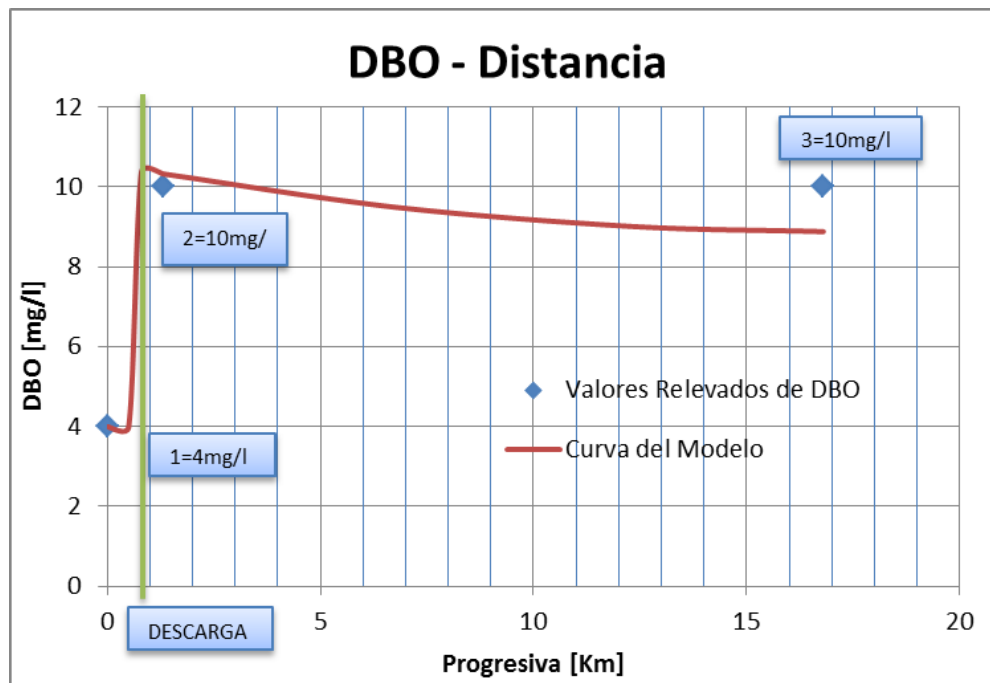


Figura 55. Gráfico de valores medidos y modelados de DBO [mg/l] vs. Distancia [Km]

En el anterior gráfico se observa cómo la curva de modelación aproxima a los puntos medidos, la DBO alcanza su máximo valor en la descarga de la planta. Además se observa que, en los primeros metros, la DBO tiende a disminuir hasta llegar a la sección de descarga (línea verde) donde aumenta hasta alcanzar su pico; y posteriormente disminuye en forma continua.

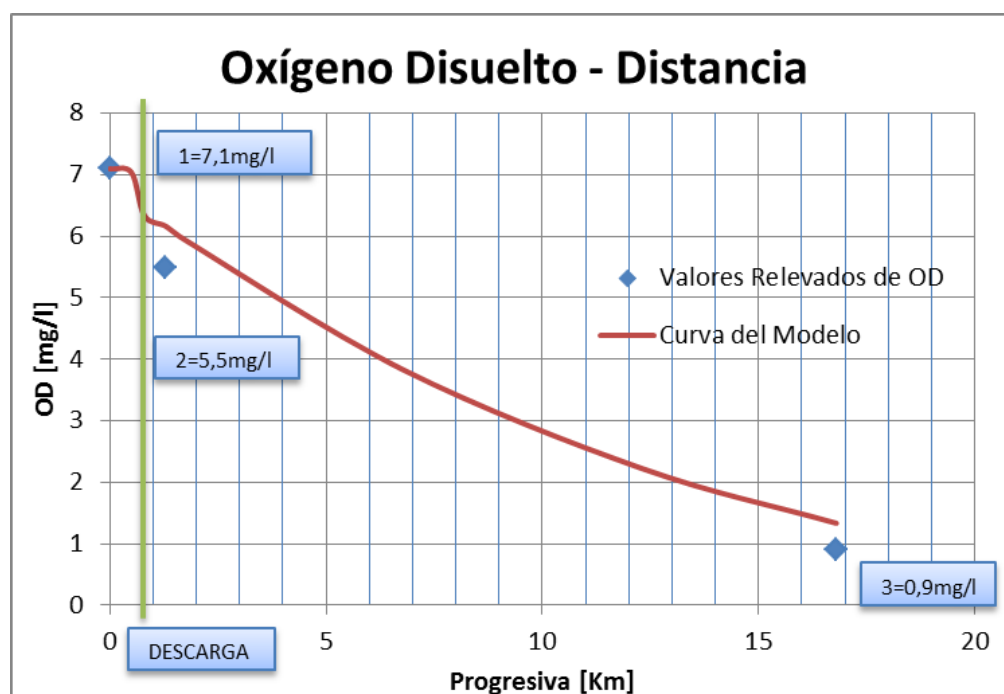


Figura 56. Gráfico de valores medidos y modelados de Oxígeno disuelto [mg/l] vs distancia [Km]

Del gráfico se observa cómo oxígeno disuelto desciende abruptamente en la zona de descarga de la planta (línea verde); posteriormente, continúa disminuyendo pero con una pendiente menos pronunciada.

En la siguiente tabla se hace un análisis de los datos que provee el programa y su contraste con los relevados:

Tabla 15. Comparación y análisis de parámetros de calidad estimados y relevados

	Modelación				Medidos en campaña		Diferencias Porcentuales	
	Progresiva [km]	DBO [mg/l]	Déficit de O ₂ [mg/l]	O ₂ Disuelto [mg/l]	DBO [mg/l]	O ₂ Disuelto [mg/l]	DBO [mg/l]	O ₂ Disuelto [mg/l]
1	0,00	4,00	0,39	7,10	4,00	7,10	0%	0%
	0,50	3,99	0,45	7,04	-	-	-	-
Descarga	0,80	10,37	0,80	6,34	-	-	-	-
2	1,30	10,33	0,68	6,16	10,00	5,50	3%	11%
	1,80	10,25	0,93	5,91	-	-	-	-
	6,80	9,49	3,02	3,82	-	-	-	-
	12,30	9,01	4,62	2,22	-	-	-	-
3	16,80	8,88	5,51	1,33	10,00	0,90	13%	32%

De aquí se desprende que las diferencias porcentuales para el parámetro de la DBO no exceden el 13%, lo que indica que el modelo aproxima de manera correcta al comportamiento del sistema. Mientras que para el caso del oxígeno disuelto en la sección 4 las diferencias porcentuales son más elevadas (32%), situación que es debida a los bajos valores relevados calculados de esta variable, donde cualquier variación en su magnitud repercute sensiblemente en el análisis de errores.

Analizando los resultados obtenidos, y según las consideraciones antes descriptas, se considera validado el modelo desarrollado.

10.1.7.2. Verificación analítica

Posterior a este análisis del modelo, se procedió a realizar un cálculo analítico para confirmar la modelación. Se busca determinar la sección crítica de déficit de oxígeno disuelto, considerando sólo los efectos producidos por la planta de tratamiento de efluentes (efectos conocidos). Para esto, se plantea el modelo de Streeter y Phelps que relaciona la demanda biológica de oxígeno (DBO) y el déficit de oxígeno (OD). Considerando que un residuo biodegradable se vertió en un curso de agua consumía oxígeno, y este se recupera únicamente por la reaeración atmosférica. Del cual se obtiene la siguiente ecuación:

$$t_c = \frac{1}{K_2 - K_1} \times \ln \left\{ \frac{K_2}{K_1} \times \left[1 - \frac{OD_0(K_2 - K_1)}{K_1 L_0} \right] \right\}$$

$$OD_c = \frac{K_1}{K_2} L_0 e^{-K_1 t_c}$$

t_c : tiempo crítico.

K_1 : Velocidad de desoxigenación [día^{-1}]

K_2 : Velocidad de reaeración [día^{-1}]

L_0 : Demanda de oxígeno en $t=t_0$ (DBO)

OD_0 : Déficit de oxígeno disuelto en $t=t_0$

OD_c : Déficit de oxígeno disuelto en $t=t_c$

El objetivo que persigue esta verificación analítica es la de ubicar la sección crítica, para poder contrastar la forma de la curva de oxígeno disuelto de la modelación junto con dicho valor. Para ello, se adoptaron valores que se muestran a continuación:

K1	Tasa de desoxigenación	0,175	1/día
K2	Tasa de reaeración	0.575	1/día
OD	Déficit de oxígeno	0.8	mg/l
DBO	Demanda biol. Oxig.	4	mg/l

Esquemáticamente se puede representar en el siguiente diagrama de flujo, tomando como volumen de control a la intersección entre la descarga de la planta y el río, ubicada en la progresiva 800m de sistema de coordenadas utilizado.

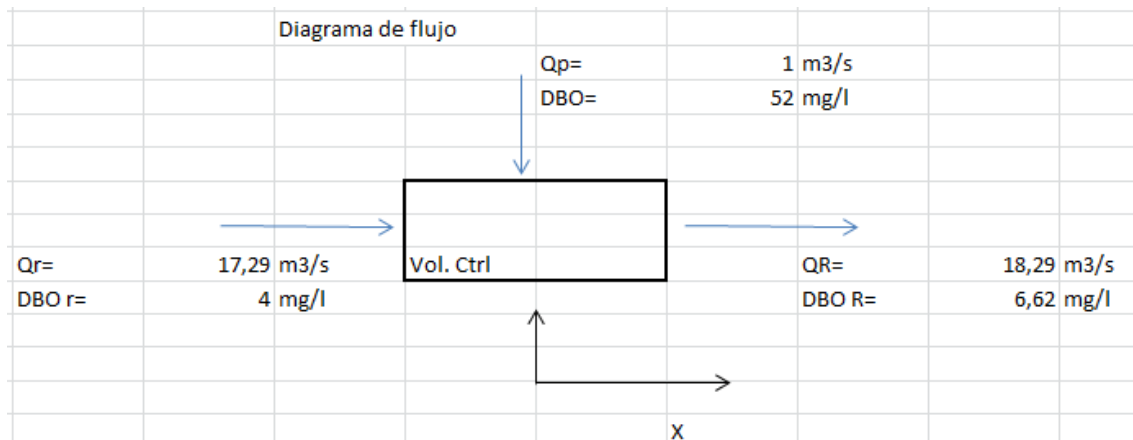


Figura 57. Volumen de control y parámetros para cálculo de sección crítica

Obteniéndose como resultado que la sección en el que el déficit de oxígeno se hace máximo es de 0,95 mg/l, se da en la progresiva 175.79 Km.

Tabla 16. Ubicación de sección crítica y Déficit máximo de oxígeno

Tc=	1,45	días
	124993,80	s
Xc=	175791,32	m
	175,79	Km
ODc=	0,95	mg/l

Este resultado confirma el modelado, siempre que considere solo los efectos que genera la planta, debido la curva de oxígeno disuelto continúa disminuyendo y recién a partir de la progresiva 176 Km. comenzaría a aumentar.

Finalmente como resultado de la calibración se puede decir que luego de una iteración, se obtuvo los valores de tasa de remoción de DBO: 0,01 [1/día] y la tasa de desoxigenación es de 3,50 [1/día] los que dieron el mejor ajuste del modelo respecto a los parámetros medidos.

10.1.8. Modelación de escenarios

10.1.8.1. Características Físicas del Cuerpo Receptor

Las características de las secciones de análisis para los caudales de interés de la modelación se expresan en las siguientes tablas:

Para caudales de 461,33 m³/s:

Tabla 17. Parámetros físicos del río Arenales para $Q= 461,33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sección		1	Descarga	2	3
Progresiva		0	800	1300	16800
ANM	m	1151,22	1151,09	1151,02	1150,96
Elevación	m	1156,41	1156,34	1156,14	1156,12
Tirante	m	5,19	5,25	5,12	5,16
Velocidad	m/s	3,65	2,60	2,91	2,64
Área	m ²	278,51	360,45	310,96	339,36
Longitud	m	800	500	15500	-
Temperatura del Agua	°C	22,70	25,30	27,60	27,74
Q= 461,33m ³ /s					

Para caudales de $14,47 \text{ m}^3/\text{s}$:

Tabla 18. Parámetros físicos del río Arenales para $Q= 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Secciones		1	Descarga	2	3
Progresiva [m]		0	800	1300	16800
ANM	m	1151,22	1151,09	1151,02	1150,96
Elevación	m	1152,53	1152,07	1152	1151,95
Tirante	m	1,31	0,98	0,98	0,99
Velocidad	m/s	1,43	1,31	1,03	0,94
Área	m ²	10,2	11,08	14,06	15,53
Longitud	m	800	500	15500	-
Temperatura del Agua	°C	22,7	25,3	27,6	27,74
Q= 14,54m ³ /s					

10.1.8.2. Resultados de la modelación de los escenarios

10.1.8.2.1 Situación Actual sin proyecto

1. ESCENARIO: Situación presente (sin proyecto) en funcionamiento *normal* ($Q_p= 3600 \text{ m}^3/\text{h}$; $\text{DBO}_5= 52 \text{ mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r= 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 19. Datos de la modelación del escenario 1.

Escenario 1				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [Km]	DBO [mg/l]	Déficit de O2 [mg/l]	O2 Disuelto [mg/l]
1	0,00	4,00	0,39	7,10
	0,50	3,99	0,45	7,04
Descarga	0,80	7,09	0,45	6,68
2	1,30	7,06	0,28	6,56
	6,80	6,49	1,89	4,96
	12,30	5,96	2,94	3,90
3	16,80	5,56	3,51	3,34

2. ESCENARIO: Situación presente (sin proyecto) en funcionamiento *crítico* ($Q_p=3600\text{m}^3/\text{h}$; $\text{DBO}_5=200\text{mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r=14,47\text{m}^3/\text{s}$.

Tabla 20. Datos de la modelación del escenario 2.

Escenario 2				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [Km]	DBO [mg/l]	Déficit de O2 [mg/l]	O2 Disuelto [mg/l]
1	0,00	4,00	0,39	7,10
	0,50	3,99	0,45	7,04
Descarga	0,80	16,66	0,45	6,68
2	1,30	16,59	0,45	6,39
	6,80	15,24	4,28	2,56
	12,30	13,99	6,80	0,04
3	16,80	12,35	6,84	0,00

3. ESCENARIO: Situación presente (sin proyecto) en funcionamiento *con lluvia* ($Q_p=4500\text{m}^3/\text{h}$; donde $Q_{pst}=1350\text{m}^3/\text{h}$ con una $\text{DBO}_5=140\text{mg/l}$ y un $Q_{pt}=3150\text{m}^3/\text{h}$ con una $\text{DBO}_5=52\text{mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r=461,33\text{m}^3/\text{s}$.

Tabla 21. Datos de la modelación del escenario 3.

Escenario 3				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [m]	DBO [mg/l]	Déficit de O ₂ [mg/l]	O ₂ Disuelto [mg/l]
1	0.00	4.00	0.39	7.10
	0.50	3.99	0.44	7.05
Descarga	0.80	4.19	0.13	7.00
2	1.30	4.17	0.00	6.92
	6.80	3.92	0.78	6.06
	12.30	3.68	1.56	5.28
3	16.80	3.49	2.15	4.69

Gráficamente se puede expresar los escenarios anteriores, los que representan el comportamiento del río para la actual planta de tratamiento:

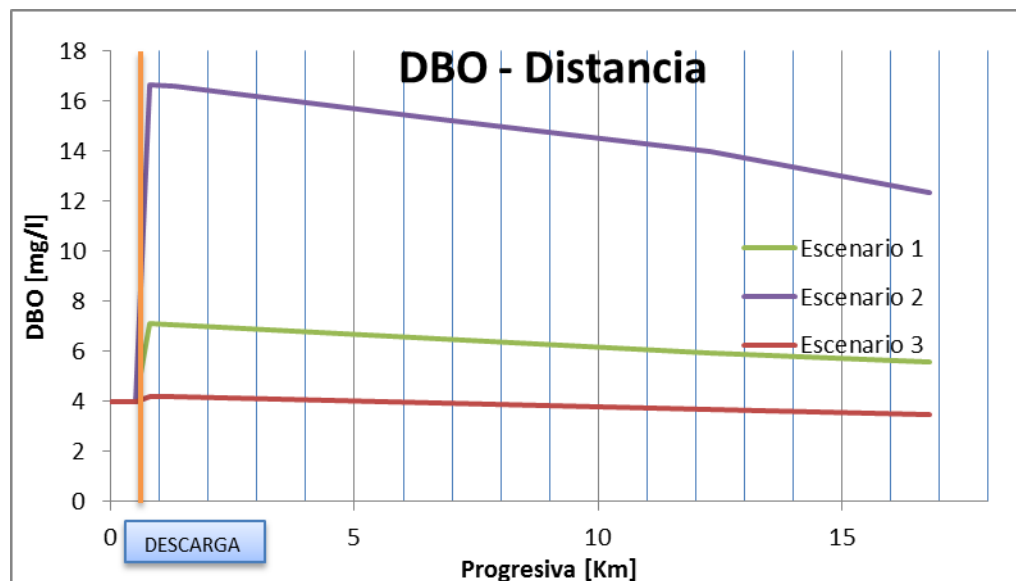


Figura 58. Gráfico de DBO-Distancia para los escenarios (1,2 y 3) de funcionamiento actual.

De este gráfico se puede observar cómo afecta la planta en la demanda biológica de oxígeno, el escenario 2 representa una situación en la que la planta no trata el líquido y lo vierte crudo al cuerpo receptor, se ve como la DBO aumenta de forma considerable, tomando valores de 16,6 mg/l. Mientras que en los escenarios 1 y 3 se representan respectivamente, el funcionamiento normal y bajo lluvia de la planta, de lo que se observa que normalmente la planta genera un aumento en la DBO, llegando a tomar valores de 7,09mg/l; y se puede afirmar (considerando sólo los efectos que la planta produce) que el río recupera su condición inicial. Para la situación de lluvia, al aumentar considerablemente el caudal del río, este no se ve afectado por la planta, dado que el valor máximo de DBO que alcanza es de 4,19mg/l.

De forma similar a la anterior, se presenta a continuación, el gráfico de oxígeno disuelto – distancia:

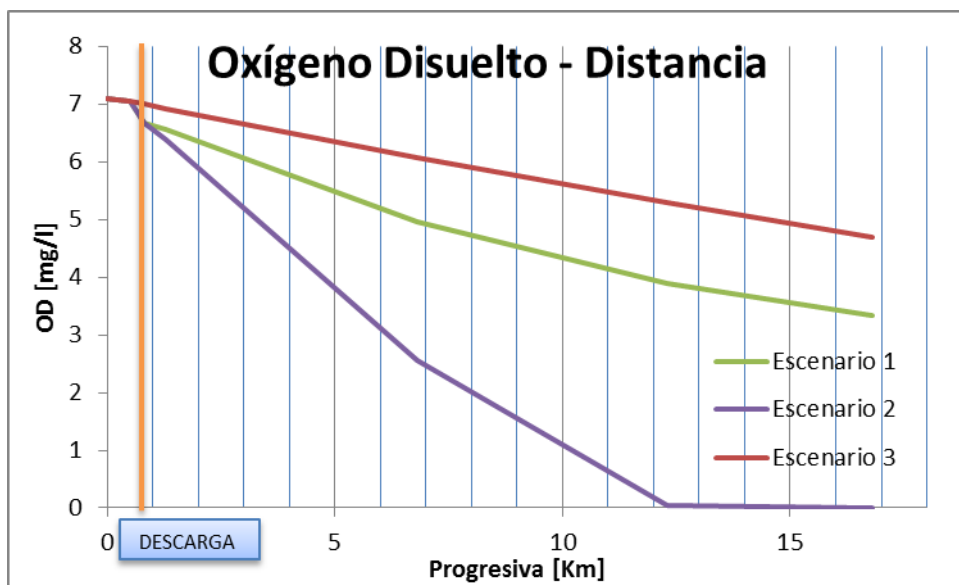


Figura 59: Gráfico oxígeno disuelto – distancia para los escenarios (1; 2 y 3) de funcionamiento actual.

Se observa que para el escenario 2 es nuevamente el más desfavorable, dado que hay secciones en las que el oxígeno disuelto en el cuerpo receptor es nulo, lo que genera grandes complicaciones para la biota del río. En cambio, para los demás escenarios (1 y 3), no se presenta esta condición, su sección crítica se ubica aproximadamente en la progresiva 290Km y sus valores de déficit de oxígeno rondan los 5 mg/l.

10.1.8.2.2 Situación Futura con y sin proyecto

Una vez analizado el comportamiento del cauce para la condición actual de demanda, para la planta de tratamiento existente, se realizará dicha evaluación para la situación o demanda con o sin proyecto.

El escenario siguiente permite analizar el comportamiento del cauce para la condición o demanda de tratamiento futura, considerando la existencia de la planta actual, o sea sin ejecución del proyecto de ampliación y optimización.

4. ESCENARIO: Situación futura (sin proyecto) en funcionamiento *normal* ($Q_p = 10000 \text{ m}^3/\text{h}$; donde $Q_{pst} = 6400 \text{ m}^3/\text{h}$ $\text{DBO}_5 = 200 \text{ mg/l}$ y un $Q_{pt} = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$ $\text{DBO}_5 = 52 \text{ mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 22. Datos de la modelación del escenario 4.

Escenario 4				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [m]	DBO [mg/l]	Déficit de O2 [mg/l]	O2 Disuelto [mg/l]
1	0,00	4,00	0,39	7,10
	0,50	3,99	0,45	7,04
Descarga	0,80	26,99	0,93	6,20
2	1,30	26,89	1,07	5,78
	6,80	24,92	6,61	0,24
	12,30	22,99	6,84	0,00
3	16,80	21,42	6,84	0,00

A continuación se desarrollan los escenarios que permiten analizar el comportamiento del cauce para el escenario futuro con la presencia del proyecto de planta de tratamiento.

5. ESCENARIO: Situación futura (con proyecto) en funcionamiento *normal* ($Q_p = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$; con una $\text{DBO}_5 = 30 \text{ mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 23. Datos de la modelación del escenario 5.

Escenario 5				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [m]	DBO [mg/l]	Déficit de O2 [mg/l]	O2 Disuelto [mg/l]
1	0,00	4,00	0,39	7,10
	0,50	3,99	0,45	7,04
Descarga	0,80	8,18	0,93	6,20
2	1,30	8,15	0,76	6,09
	6,80	7,55	2,33	4,51
	12,30	7,00	3,39	3,45
3	16,80	6,57	3,97	2,88

6. ESCENARIO: Situación futura (con proyecto) en funcionamiento *crítico* ($Q_p = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$; con una $\text{DBO}_5 = 200 \text{ mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 14,47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 24. Datos de la modelación del escenario 6.

Escenario 6				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [m]	DBO [mg/l]	Déficit de O2 [mg/l]	O2 Disuelto [mg/l]
1	0,00	4,00	0,39	7,10
	0,50	0,99	0,45	7,04
Descarga	0,80	35,58	0,93	6,20
2	1,30	35,45	1,21	5,64
	6,80	33,01	6,84	0,00
	12,30	31,08	6,84	0,00
3	16,80	29,51	6,84	0,00

7. ESCENARIO: Situación futura (con proyecto) en funcionamiento *con lluvia* ($Q_p = 12.500 \text{ m}^3/\text{h}$; donde $Q_{pst} = 3750 \text{ m}^3/\text{h}$ $\text{DBO}_5 = 140 \text{ mg/l}$ y un $Q_{pt} = 8750 \text{ m}^3/\text{h}$ $\text{DBO}_5 = 30 \text{ mg/l}$ vertido al río) para caudal mínimo del Río Arenales de $Q_r = 461,33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 25. Datos de la modelación del escenario 7.

Escenario 7				
	Modelación			
Secciones	Progresiva [m]	DBO [mg/l]	Déficit de O2 [mg/l]	O2 Disuelto [mg/l]
1	0.00	4.00	0.39	7.10
	0.50	3.99	0.44	7.05
Descarga	0.80	4.43	0.16	6.98
2	1.30	4.41	0.00	6.89
	6.80	4.14	0.85	5.99
	12.30	3.89	1.67	5.17
3	16.80	3.70	2.29	4.55

Graficando las DBO de cada uno de los escenarios planteados para la condición futura tenemos:

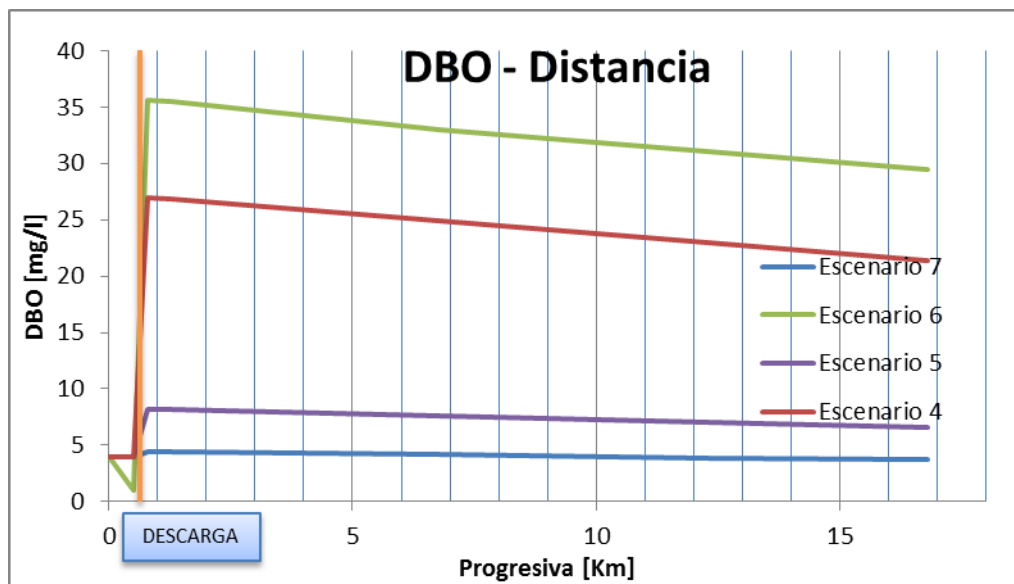


Figura 60. Gráfico DBO – Distancia para los escenarios (4; 5; 6 y 7) de funcionamiento futuro.

Aquí es de destacar que el escenario más desfavorable es el 6 dado que es en el que se plantea el vertido de todo el efluente crudo al río para un caudal. Como contraposición a este tenemos el escenario 7 en el que se plantea el funcionamiento de la planta bajo condición de lluvia, al aumentar fuertemente los caudales del río se produce una baja afectación del mismo a causa de la planta.

Resulta de interés en este caso, realizar la comparación los escenarios 4 y 5, en los que se plantea el funcionamiento de la *planta actual* bajo la *demanda de diseño en condición normal de operación*; y el funcionamiento del *proyecto finalizado* bajo la *demanda de diseño en condición normal de operación*, o sea la *situación con y sin proyecto*. De aquí se puede observar el significativo efecto que producirá la materialización del proyecto en el río Arenales en los aspectos de calidad del curso natural. Según la modelación realizada el proyecto producirá una disminución de la DBO de 26,99mg/l a 8mg/l.

Comparando la situación actual en normal funcionamiento (escenario 1), con la de funcionamiento del proyecto finalizado siendo utilizado a su máxima capacidad (escenario 5), se obtiene que los valores máximos de DBO en el cuerpo receptor, para el escenario 1 es de 7,09mg/l, mientras que para el escenario 5 toma un valor de 8,18mg/l; si bien hay un aumento en la DBO del 13%, se debe tener en consideración que la demanda, es decir, que el caudal de efluente que deberá tratar la planta en el escenario 5 es de 10.000m³/h contra los 3.600m³/h de la actual planta de tratamiento.

Ahora bien, planteando gráficamente el oxígeno disuelto – distancia para los últimos escenarios planteados, se tiene:

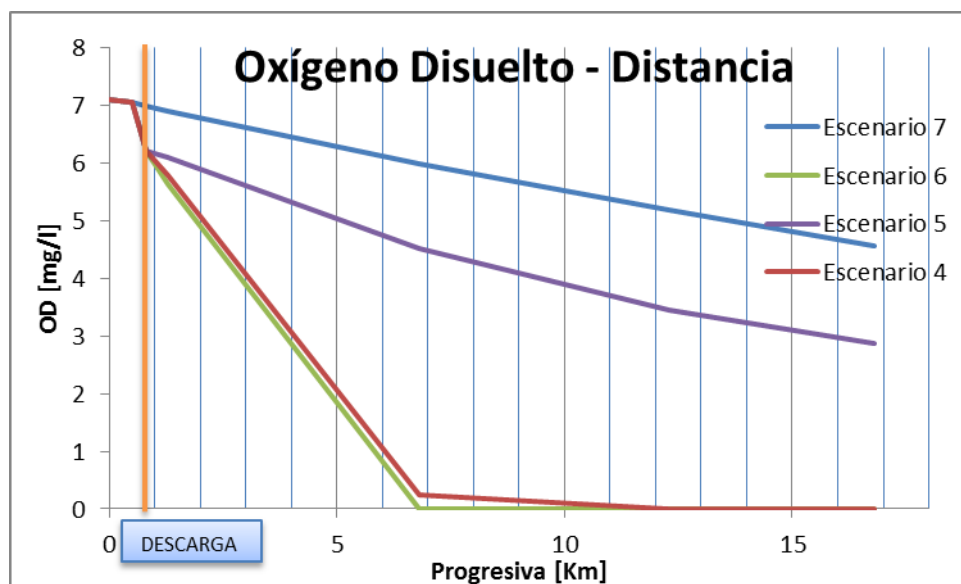


Figura 61. Gráfico Oxígeno Disuelto – Distancia para los escenarios (4; 5; 6 y 7) de funcionamiento futuro.

Con esta gráfica se puede observar, que los 6 y 4 son nuevamente los más desfavorables, dado que alcanzan rápidamente valores nulos de oxígeno disuelto en el lecho del río, lo cual afecta en forma directa a la biota, confirmando la necesidad de disponer de una infraestructura de servicio acorde a los requerimiento de la demanda, con sus correspondientes planes de mantenimiento, monitoreo y acción en contingencia.

En cuanto a los escenarios 5 y 7, se puede decir que las secciones críticas se encuentran aproximadamente en la progresiva 300Km. siendo que el déficit de oxígeno disuelto se encuentra entre los 5mg/l.

10.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el diseño de la Planta Depuradora de líquidos cloacales se tuvo en cuenta la calidad requerida en el vertido ($DBO=30\text{mg/l}$), haciendo que este sea inferior a los niveles límites que establece la norma ($DBO=50\text{mg/l}$). Esto se debe a la valoración del recurso hídrico, lo que determina la necesidad de lograr altas eficiencias en el tratamiento del líquido cloacal.

El sistema de tratamiento planteado asegura una eficiencia en remoción de nutrientes (Fósforo y Nitrógeno) descargados al Río Arenales, para que este sea compatible con los usos del río y del embalse (Dique Cabra Corral) ubicado a más de 35 Km aguas debajo de la sección de descarga.

Se debe considerar que en todo momento solo se tuvieron en cuenta los efectos generados por la planta, no se tuvieron en cuenta otras factores que pudieran afectar (como ser descargas clandestinas, vertidos agrícolas, otros aportes).

El plan de contingencias contempla evitar las fallas, y en caso en que ocurran, provee las acciones a desarrollar, para preservar la calidad del río compatible con sus usos. Aquí se busca determinar las zonas adecuadas para cada uso.

En condición de **funcionamiento normal** (escenario 5) se deberá tener la precaución de que, **no se podrá hacer uso de recurso hídrico para consumo humano hasta la progresiva 16,8Km** según lo establece ENOHSA. Quien determina que para aguas provenientes de una fuente superficial, de cuencas no protegidas que está sujetas a contaminación, su DBO máxima no debe exceder 6mg/l..

Se debe considerar que la **condición crítica** (escenario 6) que representa una situación altamente desfavorable, tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja; dado que el proyecto final consiste en realizar dos plantas que funcionen en paralelo, y que cada una tiene la ventaja de tener dos módulos. En caso de falla de una unidad pueden trabajar las demás activando los distintos bypass, esta flexibilidad en la operación es la que fundamenta la escasa probabilidad de ocurrencia de un bypass total del sistema de tratamiento. En caso eventual que este se produzca **no se podrá hacer uso del recurso hídrico en toda su trayectoria.**

En general, cualquiera que fuese el motivo de un tratamiento deficiente del líquido cloacal, la situación resulta más desfavorable para la zona próxima a la sección de descarga mejorando su condición aguas abajo.

No obstante, dentro del área de afectación sobre el curso fluvial del Río Arenales, identificada por el estudio de cuerpo receptor, no existen obras de toma y/o aprovechamiento autorizados para la extracción de agua para su potabilización.

11. DEFINICIÓN DE MANCHA DE INUNDACIÓN Y DEFENSAS

11.1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de líquidos cloacales ubicado en la zona Sur de la ciudad de Salta se desarrolla hacia el Este del terreno (Figura 62).

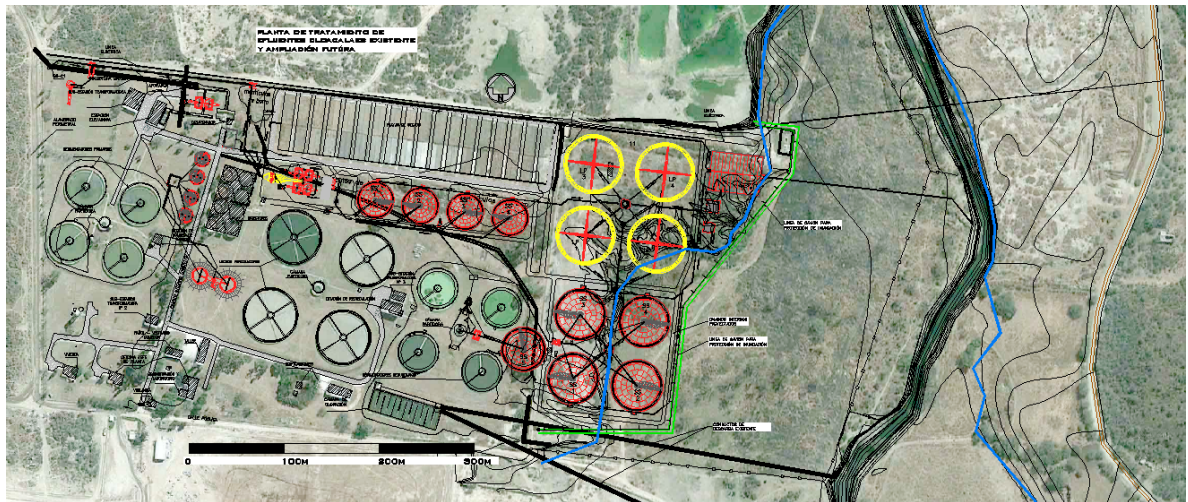


Figura 62. Imagen del proyecto de ampliación

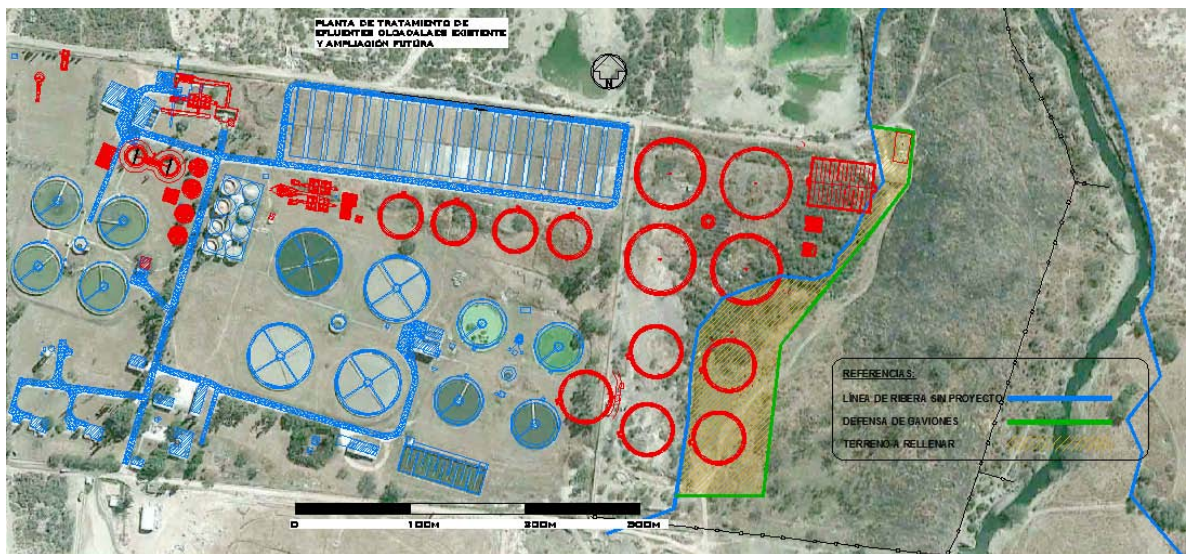


Figura 63. Imagen del proyecto de ampliación

Como puede observarse en la Figura 63, parte de la ampliación de la planta de tratamiento se ubica sobre un terraplén de relleno, a ejecutarse en margen derecha del Río Arenales. Para proteger dicho terraplén de posibles erosiones se proyecta la obra de defensa que se describe en el presente apartado.

Se propone como obra de protección la ejecución de un muro de gaviones caja, con colchonetas en su extremo inferior para controlar las erosiones al pie. En la Figura 64 se observa una sección esquemática del muro de protección.

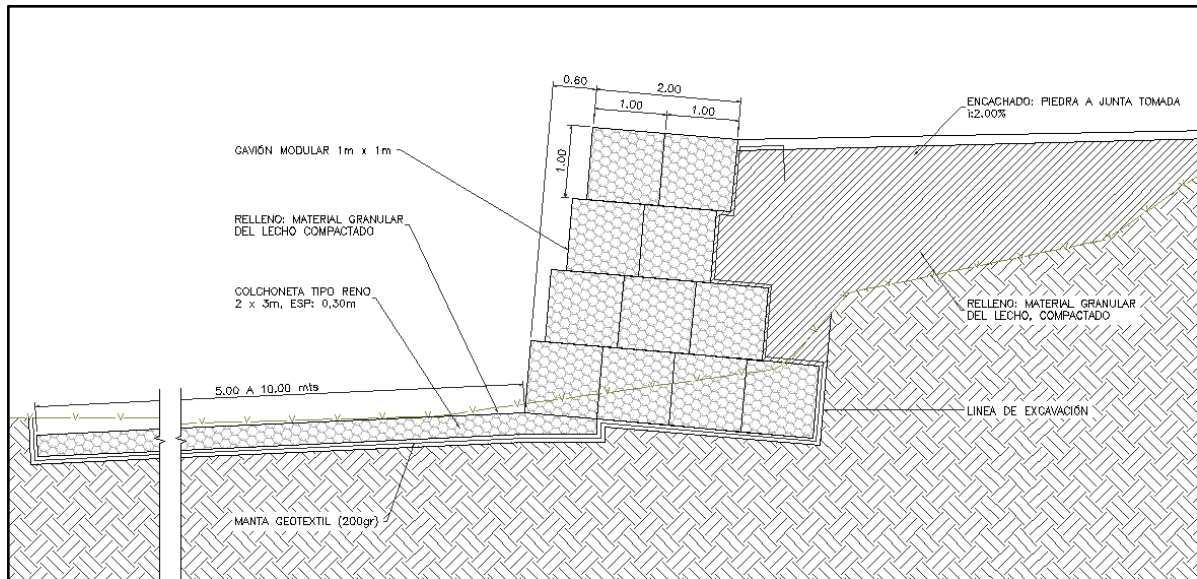


Figura 64. Esquema de Protección

Para verificar la incidencia de la modificación de los niveles de agua debido a la obra de relleno de la margen, para un periodo de recurrencia de 50 años, se realizaron los siguientes estudios:

- Análisis de antecedentes y recopilación de información.
- Estudios hidrológicos, para determinar el caudal de diseño ($Tr=50$ años).
- Estudios hidráulicos, para definir la línea de inundación y los parámetros de diseño de las protecciones.

Los Planos N°4 y N°5 muestran las manchas de inundación, la línea de defensa y el detalle del tipo de defensa proyectada.

11.2. ANTECEDENTES

A partir del Informe de Avance de Estudio del Tramo Urbano de los ríos Arias, Arenales y el arroyo Isasmendi, provisto por la Secretaría de Recursos Hídricos, Coordinación de Planificación Hídrica, se obtuvieron las áreas de inundación y los niveles correspondientes de la línea de ribera utilizados para calibrar el modelo de la presente sección del informe.

La Secretaría de Recursos Hídricos ha dispuesto una serie de acciones, entre las que se cuenta el levantamiento de una planialtimetría de las márgenes de los cursos de agua mencionados, el relevamiento de información para la determinación de las líneas de ribera, y los alcances de la inundación ocurrida el 31 de enero del 2011. Se relevaron puntos de niveles a los que llegó la crecida, se realizaron encuestas, mediciones de resaca, marcas de erosión en barrancas de suelo friables. Con dichos

valores, y un relevamiento del perfil del cauce en las secciones de interés, se calcularon los caudales (ecuación de Manning). Posteriormente se volcó la información obtenida en un plano elaborado en un programa CAD.

11.3. METODOLOGÍA

Para determinar la mancha de inundación, en primer término se analizó la *hidrología* de las cuencas aportantes al punto de estudio, para de esta manera definir el caudal de diseño.

Posteriormente, se efectuó un *estudio hidráulico* para determinar los niveles de agua y la mancha de inundación, tanto para la situación actual como futura (con la obra de relleno y protección). En esta sección para poder calibrar el modelo computacional, se utilizó la información brindada por la Secretaría de Recursos Hídricos.

A continuación se presentan ambos estudios y los niveles de pelo libre del río Arenales para la situación actual (sin proyecto de ampliación) y futura (con proyecto de ampliación), para un evento correspondiente a una recurrencia de 50 años.

11.4. DESARROLLO

11.4.1. Estudio Hidrológico

El objetivo del *estudio hidrológico*, en el contexto de la definición de la mancha de inundación y el diseño de defensas contra crecientes, consiste en determinar el caudal de diseño asociado a un periodo de recurrencia. Ésta recurrencia es definida por el proyectista en función de la importancia de la obra y de los daños que podría ocasionar la falla de la misma.

Para el proyecto analizado se consideró un periodo de recurrencia (Tr) de 50 años.

Se contó con la siguiente información de base para realizar los estudios hidrológicos:

- Serie histórica de caudales máximos medios diarios: Estación "Potrero de Díaz" (Latitud 24°49'00" Longitud 65°35'00"). Dicha serie comprende el período desde el año hidrológico 1944/1945 hasta el año 1966/1967, lo que configuró una serie de años 23 registros. En la Figura 66 se puede observar la ubicación del punto de aforo y la cuenca de aporte al mismo. Como se puede apreciar en dicha imagen la cuenca no presenta cambios significativos debido a la acción del hombre, como procesos de urbanización o desmonte de cobertura vegetal. Por esta razón se consideró válida la aplicación de dicha serie histórica.

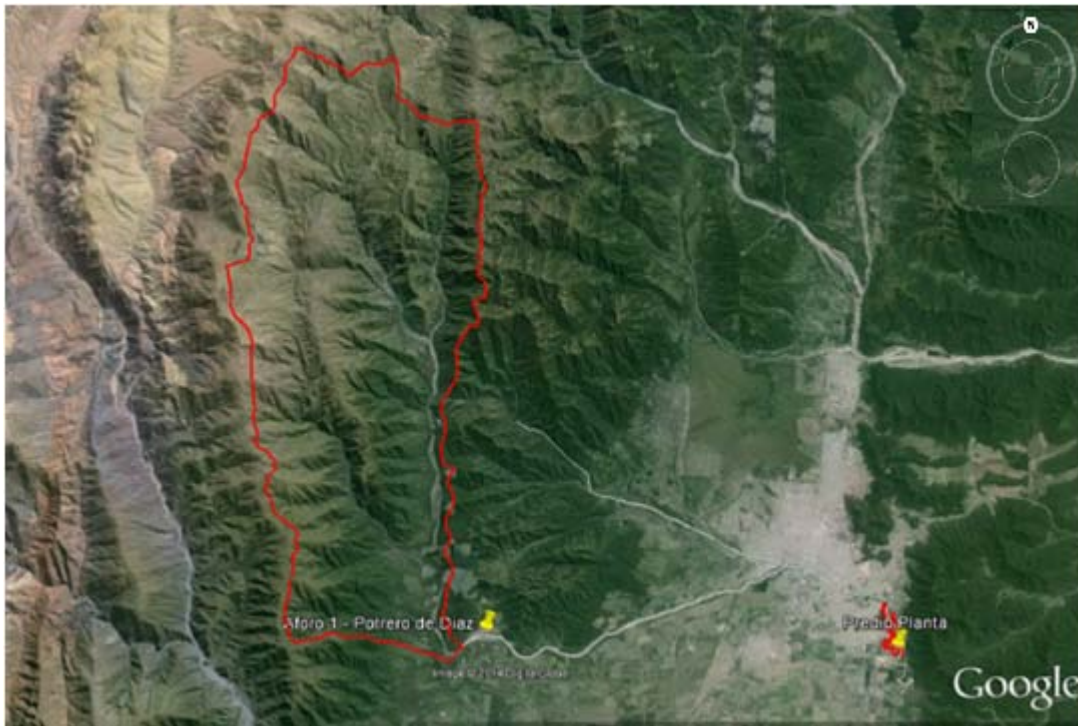


Figura 65. Imagen con el punto de aforo.

- **Curva IDT:** Como datos de precipitaciones se contó con las curva IDT de la ciudad de Salta:

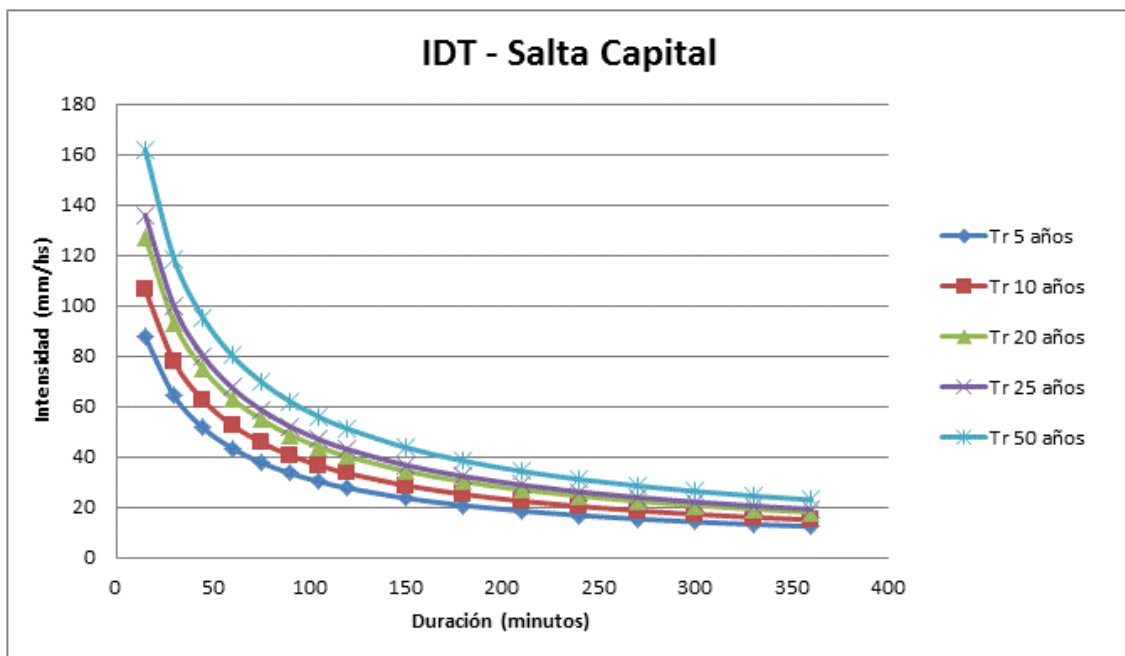


Figura 66. Curva IDT de la ciudad de Salta

- **Topografía:** Se obtuvieron cartas topográficas SRTM de toda la cuenca de aporte, y un relevamiento topográfico planialtimétrico del río y sus márgenes en la zona de la planta. (En el Anexo Planos puede encontrarse el relevamiento topográfico en el plano N° 6).

11.4.1.1. Delimitación de Cuencas

Para la representación de la cuenca en estudio, primeramente se realizó la subdivisión de la misma en un sistema interconectado de componentes (subcuencas, nodos y tránsitos) que conforman la red de drenaje. Para realizar dicha subdivisión se identificaron componentes con la siguiente secuencia operativa:

- Se delimitó el borde de la cuenca de aporte en un modelo digital del terreno, obtenido en base a información topográfica de cartas SRTM.
- Se segmentó la cuenca analizada en un cierto número de subcuencas. Esto determina el número y tipo de componentes de la red de drenaje a ser usados en el modelo computacional. Para realizar esta división se tuvieron en cuenta diferentes factores, tales como la variación hidrometeorológica a lo largo de la cuenca, el propósito del estudio, la homogeneidad de cada unidad, etc.

En la Figura 67 se presenta la subdivisión de la cuenca en estudio.

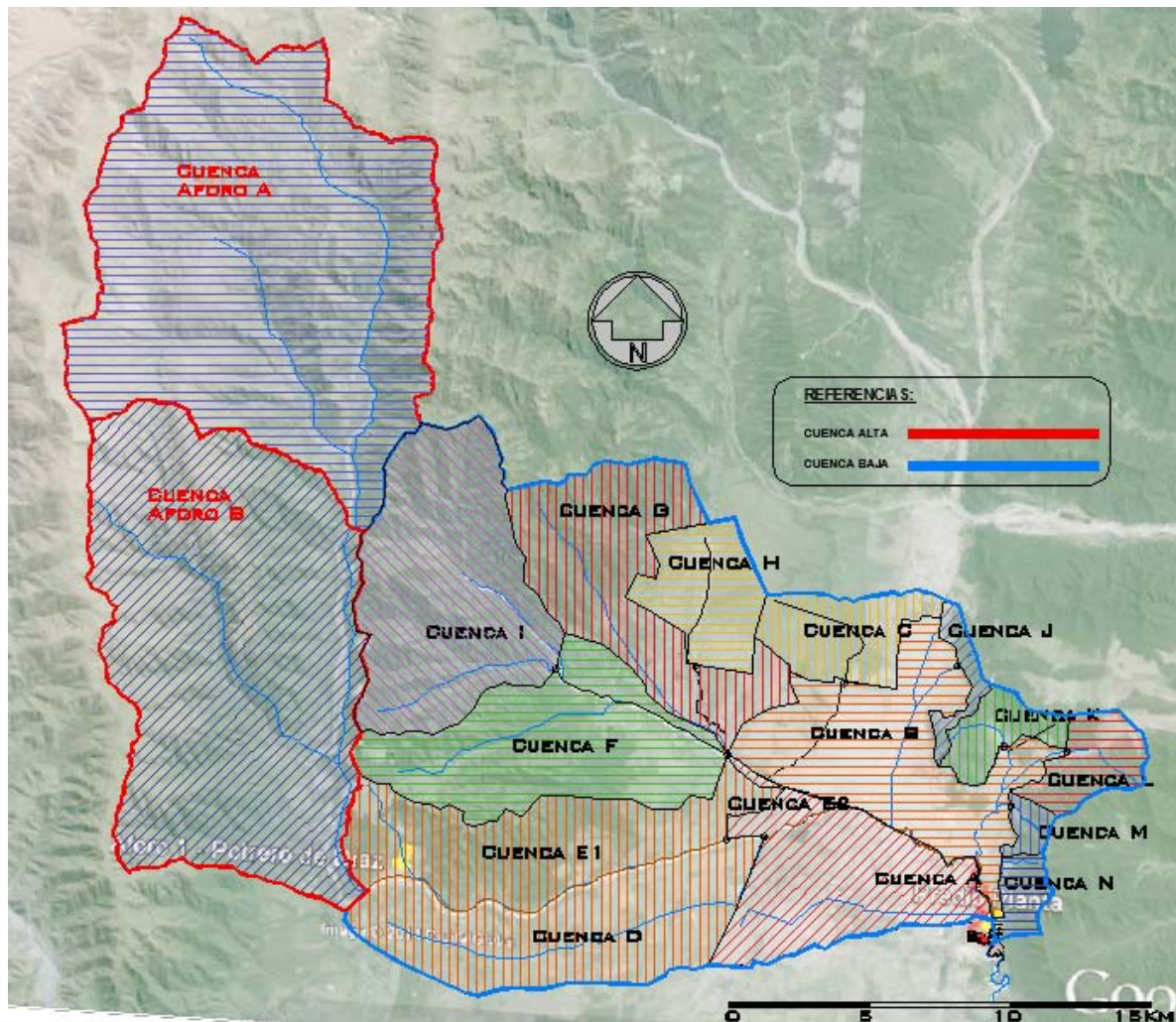


Figura 67. Red de drenaje

Aplicando esta metodología quedaron definidas 17 subcuencas y 12 tránsitos.

Dado que la topografía de la cuenca analizada presenta importantes cambios en su elevación (1165 a 4345 msnm), se advierte una gran variabilidad espacial y temporal de los fenómenos meteorológicos y una posible no uniformidad en la respuesta hidrológica de la cuenca. Esto se debe, por un lado, a efectos orográficos de las montañas ubicadas al Oeste de la ciudad de Salta sobre las precipitaciones, y por otro a la diferencia en las pendientes, el tipo de suelo y la cobertura vegetal. Estos factores afectan a la capacidad de infiltración y con ello a los escurrimientos superficiales.

Debido a las diferencias que existen en el comportamiento hidrológico de las subcuencas se optó por realizar un análisis para la "Cuenca Baja" (compuesta por las subcuencas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M y N) y otro diferente para la "Cuenca Alta" (compuesta por las subcuencas AA y AB).

En base a la información disponible, y luego de analizar las posibilidades de aplicación de una serie de metodologías, se decidió aplicar los siguientes métodos de estimación:

- Para la “Cuenca Baja” se aplicó el método de transformación Lluvia-Caudal aplicando el concepto de hidrograma unitario,
- Para la “Cuenca Alta”, ubicada sobre la zona montañosa al Oeste a la ciudad de Salta, se optó por definir el caudal pico a partir de datos históricos de caudales aforados en la estación “Potrero de Díaz”, aplicando un análisis de frecuencias y aplicando el concepto de hidrograma unitario para representar su distribución temporal.

Para realizar la modelación hidrológica se deben definir por un lado los parámetros físicos de escurrimiento, tanto de las subcuencas como de los tránsitos, y por otro lado la tormenta de diseño.

11.4.1.2. Parámetros Físicos de las Subcuencas

Los parámetros físicos de las subcuencas que deben definirse para realizar la modelación son:

- Área.
- Tiempo de concentración.
- Parámetros de infiltración (CN).

Para obtener el “tiempo de concentración” de cada subcuenca se puede recurrir a diversas expresiones matemáticas, tal como las que se muestran en la Tabla. Se optó por caracterizar este parámetro como un promedio de las fórmulas Kirpich y Haktanir – Sezen para todas las subcuencas de la “Cuenca Baja”, y para las subcuencas AA y AB se utilizó únicamente la fórmula de Kirpich.

Tabla 26. Fórmulas utilizadas para el cálculo del Tiempo de Concentración (Xing Fang et. al 2008).

Method	Equation in SI units	Equation in English units
Williams (1922)	$T_c = 16.32L_c A^{0.4} / (DS_c^{0.2})$	$T_c = 23.89L_c A^{0.4} / (DS_c^{0.2})$
Kirpich (1940)	$T_c = 3.978L_c^{0.77} S_c^{-0.385}$	$T_c = 5.735L_c^{0.77} S_c^{-0.385}$
Johnstone-Cross (1949)	$T_c = 3.258(L_c / S_c)^{0.5}$	$T_c = 4.129(L_c / S_c)^{0.5}$
Haktanir-Sezen (1990)	$T_L = 26.85L_c^{0.841}$	$T_L = 40.06L_c^{0.841}$
Simas-Hawkins (2002)	$T_L = 53.14 \times W^{0.594} \times S_B^{-0.150} \times S_{nat}^{0.313}$	$T_L = 70.5 \times W^{0.594} \times S_B^{-0.150} \times S_{nat}^{0.313}$

Note: For SI units, channel length L_c , watershed equivalent diameter D , and watershed width W are in km, area A is in km², and S_c (channel slope) and S_B (basin slope) are in m/m. For English units, L_c , D , and W are in mi, A is in mi², and S_c and S_B are in ft/ft. S_{nat} is in in. for both units.

Entre los parámetros físicos que necesariamente deben caracterizarse para el cálculo de caudales se encuentran las condiciones de humedad antecedente y la combinación entre tipo de suelo y estado de cobertura vegetal. Estas variables en conjunto determinan las características de infiltración de las subcuencas y se vuelcan al modelo de cálculo de pérdidas. Las formulaciones que se adoptan en el presente estudio corresponden a las abstracciones de SCS, que utilizan un coeficiente llamado curva número o CN (*Tabla 27*). Para las cuencas urbanizadas se considera el porcentaje de área impermeabilizada, estimado en función de imágenes satelitales, y el programa aplica un CN igual a 100 áreas totalmente impermeabilizadas.

Tabla 27. Número de curva del SCS USDA.

USOS Y APROVECHAMIENTOS DEL SUELO	PDTE (%)	NÚMERO DE CURVA EN FUNCIÓN DEL GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO			
		A	B	C	D
Barbecho R	≥ 3	77	68	89	93
Barbecho N	≥ 3	74	82	86	89
Barbecho R	< 3	71	78	82	86
Barbecho N	< 3	71	78	82	86
Cultivos en hilera R	≥ 3	69	79	86	89
Cultivos en hilera N	≥ 3	67	76	82	86
Cultivos en hilera R	< 3	64	73	78	82
Cultivos en hilera N	< 3	64	73	78	82
Cereales de Invierno R	≥ 3	63	75	83	86
Cereales de Invierno N	≥ 3	61	73	81	83
Cereales de Invierno N	< 3	59	70	78	81
Cereales de Invierno N	< 3	59	70	78	61
Rotación de cultivos Pobres R	≥ 3	86	77	85	89
Rotación de cultivos Pobres N	≥ 3	64	75	82	86
Rotación de cultivos Pobres R	< 3	63	73	79	83
Rotación de cultivos Pobres N	< 3	63	73	79	83
Rotación de cultivos Densos R	≥ 3	58	71	81	85
Rotación de cultivos Densos N	≥ 3	54	89	78	82
Rotación de cultivos Densos R	< 3	52	67	76	79
Rotación de cultivos Densos N	< 3	52	67	76	79
Pradera pobre	≥ 3	68	78	88	89
Pradera media	≥ 3	49	69	78	85
Pradera buena	< 3	42	60	74	79
Pradera muy buena	< 3	39	55	67	77
Pradera pobre	≥ 3	46	67	81	88
Pradera media	≥ 3	39	59	75	83
Pradera buena	< 3	29	48	69	78
Pradera muy buena	< 3	17	33	87	76
Plantaciones regulares de a rev. Forestal pobre	≥ 3	45	66	77	63
Plantaciones regulares de a rev. Forestal media	≥ 3	39	80	73	78
Plantaciones regulares de a rev. Forestal buena	≥ 3	33	54	69	77
Plantaciones regulares de a rev. Forestal pobre	< 3	40	60	73	78
Plantaciones regulares de a rev. Forestal media	< 3	35	54	69	77
Plantaciones regulares de a rev. Forestal buena	< 3	25	50	67	76
Masa forestal (bosques, monte bajo) muy clara		56	75	86	91
Masa forestal (bosques, monte bajo) clara		46	68	78	83
Masa forestal (bosques, monte bajo) media		40	60	69	76
Masa forestal (bosques, monte bajo) espesa		36	52	62	68
Masa forestal (bosques, monte bajo) muy espesa		29	44	54	60
Rocas permeables	≥ 3	94	94	94	94
Rocas permeables	< 3	91	91	91	81
Rocas impermeables	≥ 3	96	96	96	96
Rocas impermeables	< 3	93	93	93	93

En la *Tabla 28* se presentan los parámetros físicos obtenidos para cada subcuencas, en las cuales fue subdividido el sistema hídrico.

Dónde:

Ac	Área de la subcuenca, en Kilómetros cuadrados,
Zmin	Cota de elevación de terreno mínima en la subcuenca, msnm,
Zmax	Cota de elevación de terreno máxima en la subcuenca,msnm,
Lc	Longitud de cauce principal de la subcuenca, en kilómetros,
ΔZ	Diferencia de elevación entre cotas extremas, en metros,
Sc	Pendiente media del recorrido, m/m,
tc	Tiempo de concentración en minutos,
tc prom 2-4	Tiempo de concentración, valor promedio de las formulas 2 y 4, en horas,
Tlag	Tiempo de retardo, en horas.

Tabla 28. Parámetros físicos de las subcuencas.

CUENCA	A _c	Z _{min}	Z _{max}	L _c	ΔZ	S _c = ΔZ/L _c	1)tc (Williams)	2)tc (Kirpich)	3)tc (Johnstone-Cross)	4)tc (Haktanir-Sezen)	tc prom 2-4	CN	Tlag
	Km2	m	m	m	m		minutos	minutos	minutos	minutos	horas		horas
A	33.110	1165	1215	10869.30	50.00	0.0046	325.03	198.32	158.37	199.71	3.32	67	1.99
B	46.156	1165	1220	14677.40	55.00	0.0037	442.33	270.46	203.90	257.10	4.40	67	2.64
C	15.440	1220	1395	5378.50	175.00	0.0325	117.38	54.33	41.89	110.52	1.37	67	0.82
D	46.387	1197	1440	15958.80	243.00	0.0152	363.17	168.14	105.47	275.85	3.70	67	2.22
E1	41.060	1210	1675	16357.40	465.00	0.0284	332.57	134.75	78.15	281.63	3.47	60	2.08
E2	3.959	1180	1210	4308.50	30.00	0.0070	146.65	82.91	81.04	91.71	1.46	60	0.87
F	48.054	1215	1840	13205.90	625.00	0.0473	238.69	93.92	54.42	235.24	2.74	60	1.65
G	43.133	1215	2225	11592.30	1010.00	0.0871	187.47	67.16	37.58	210.82	2.32	60	1.39
H	17.350	1255	1340	4940.20	85.00	0.0172	121.04	65.03	55.21	102.89	1.40	67	0.84
I	57.338	1370	2300	10676.66	930.00	0.0871	167.82	63.04	36.07	196.72	2.16	60	1.30
J	3.893	1235	1455	677.70	220.00	0.3246	10.72	4.55	4.71	19.36	0.20	60	0.12
K	7.711	1220	1385	2590.70	165.00	0.0637	52.99	23.90	20.78	59.79	0.70	60	0.42
L	9.883	1250	1485	3075.90	235.00	0.0764	59.17	25.43	20.67	69.08	0.79	60	0.47
M	2.674	1230	1620	1551.30	390.00	0.2514	26.80	9.49	8.09	38.84	0.40	60	0.24
N	4.548	1165	1645	4642.60	480.00	0.1034	90.85	31.08	21.83	97.65	1.07	60	0.64

CUENCA	A _c	Z _{min}	Z _{max}	L _c	ΔZ	S _c = ΔZ/L _c	1)tc (Williams)	2)tc (Kirpich)	3)tc (Johnstone-Cross)	4)tc (Haktanir-Sezen)	tc Adoptado 2	CN	Tlag
	Km2	m	m	m	m		minutos	minutos	minutos	minutos	horas		horas
AA	156.793	1805	4345	22215.50	2540.00	0.1143	299.06	99.81	45.41	364.32	1.66	58	1.00
AB	137.666	1430	4040	19459.60	2610.00	0.1341	257.05	84.76	39.24	325.92	1.41	58	0.85

11.4.1.3. Parámetros Físicos de los Tránsitos:

Para simular los tránsitos de caudales en el modelo computacional se aplicó el método de Muskingum.

Este método aplica un retraso y una atenuación al hidrograma entrante, haciendo una aproximación por diferencias finitas de la ecuación de continuidad para evaluar el hidrograma de salida.

Para ello, se establece que el almacenamiento (S) en un tramo del cauce puede descomponerse en dos partes, según se muestra en la Figura.

- El almacenamiento en prisma, que es proporcional al caudal de salida (O) y
- El almacenamiento en cuña, que es función de la diferencia entre el caudal de entrada y el de salida (I - O).

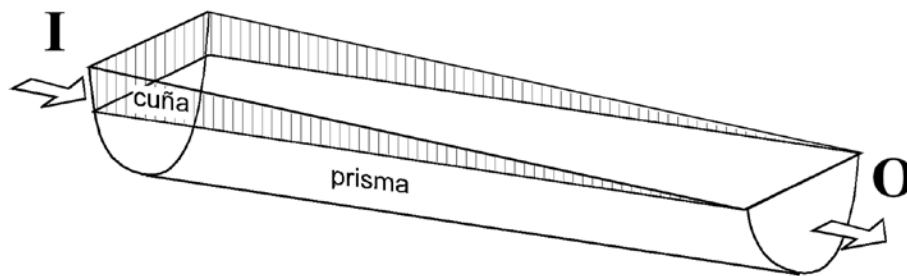


Figura 68. Esquema para la representación del concepto de almacenamiento.

$$S_{\text{prisma}} = K \cdot O$$

$$S_{\text{cuña}} = K \cdot X \cdot (I - O)$$

Mediante la suma de las dos expresiones anteriores se obtiene:

$$S = S_{\text{prisma}} + S_{\text{cuña}} = K \cdot (X \cdot I + O \cdot (1 - X))$$

Donde cada uno de los términos representa:

- | | |
|------|--|
| S | Almacenamiento en el tramo considerado de un cauce |
| I | Caudal de entrada al tramo |
| O | Caudal de salida del tramo |
| K, X | Constantes del tramo |

K = Tiempo de recorrido del tramo por la onda de crecida.

X = Peso adimensional que indica en qué tramo del cauce se produce el control hidráulico. Si $X = 0$ significa que el almacenamiento está directamente relacionado con el caudal de salida, es decir, que el control hidráulico está aguas abajo del tramo. Si $X = 0,5$ se concede igual peso aguas arriba y aguas abajo, y el resultado es una onda que no se atenúa en su movimiento. Según lo visto X toma valores entre 0 y 0,5.

Por lo tanto para aplicar este método es necesario definir dos parámetros: k y x.

La variable k es una constante de almacenamiento que tiene dimensiones de tiempo y x es un factor que expresa la influencia relativa del caudal de entrada y de los niveles de almacenamiento.

Para el parámetro k' se adopta el valor de L/V , que es el valor que da la interpretación física del método. Para pasar de k' a k se utiliza la relación entre velocidad de la onda (C) y velocidad media (V), $C=1,5 V$ en la ecuación XX.

$$K = L/C$$

Donde $C = 1,5.V$, y V es la velocidad de escorrentía, para su determinación se aplicó la ecuación de velocidad de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Donde cada uno de los términos representa:

S Pendiente media del tránsito, se obtuvo para cada uno de los tránsitos utilizando el modelo digital del terreno.

n Coeficiente de rugosidad de Manning, se adoptó para este parámetro un valor de 0,04 (Ven Te Chow).

R Radio Hidráulico, se obtiene dividiendo el área de la sección de agua por su correspondiente perímetro mojado.

El valor de x depende de la forma de almacenamiento por cuña modelado. Este varía desde 0 para un almacenamiento tipo embalse hasta 0,5 para una cuña completamente desarrollada. Para el factor de cuña se adoptó el valor más usual que es $x = 0,2$.

En la tabla siguiente se presentan los parámetros k de Muskingum para cada uno de los tránsitos, se los denomina según su nodo extremo aguas abajo primero y su extremo o nodo aguas arriba a continuación.

Tabla 29. Parámetros físicos de los tránsitos.

Tránsito		Long.	Zmax	Zmin	ΔZ	i	Velocidad	Celeridad	k
[adim.]		[m]	[msnm]	[msnm]	[m]	[m/m]	(m/s)	(m/s)	(hs)
2	1	9918.90	1180.0	1165.0	15.00	0.002	0.9	1.31	2.11
9	1	14088.70	1235.0	1165.0	70.00	0.005	1.6	2.37	1.65
10	1	8800.12	1220.0	1165.0	55.00	0.006	1.8	2.66	0.92
11	1	9798.50	1250.0	1165.0	85.00	0.009	2.1	3.13	0.87
12	1	7000.10	1230.0	1165.0	65.00	0.009	2.2	3.24	0.60
3	2	2931.90	1197.0	1180.0	17.00	0.006	1.7	2.56	0.32
5	2	4294.20	1215.0	1180.0	35.00	0.008	2.0	3.04	0.39
8	2	7235.00	1220.0	1180.0	40.00	0.006	1.7	2.50	0.80
4	3	1377.20	1210.0	1197.0	13.00	0.009	2.2	3.27	0.12
6	5	7088.30	1370.0	1215.0	155.00	0.022	2.5	3.75	0.53
7	5	4221.00	1255.0	1215.0	40.00	0.009	2.2	3.28	0.36
A2	A1	14084.20	1805.0	1430.0	375.00	0.027	2.5	3.75	1.04
A1	1	28559.60	1430.0	1165.0	265.00	0.009	2.2	3.24	2.45

11.4.1.4. Tormenta de Diseño para Tr 50años

Se definió la tormenta de diseño, correspondiente a una recurrencia de 50 años, para ingresar los datos al modelo de cálculo de transformación Lluvia-Caudal de las subcuencas A, B, C, D, E1, E2, F, G, H, I, J, K, L, M y N.

La tormenta de diseño está constituida por tres elementos básicos: la lámina de lluvia local, su distribución temporal y su variación espacial.

11.4.1.4.1 Lámina de lluvia local

Para obtener la lámina de lluvia a partir de las curvas (IDT) se debe definir la duración de la tormenta "D" (min) y la recurrencia asociada "T" (Años), con estos parámetros se ingresa a la curva y se obtiene la intensidad media "I" (mm/hs) de la tormenta, finalmente se puede obtener la lámina de lluvia multiplicando esta intensidad por la duración del evento.

- La duración de la tormenta no puede ser menor al tiempo de concentración de la cuenca completa ($t_c=7,2\text{hs}$), para el caso analizado se adoptó una duración de la tormenta **$d=7,5\text{hs}=450\text{min}$** ,
- Se adoptó un periodo de recurrencia $T=Tr=50\text{años}$,
- En función de "D" y "T" se obtuvo de la curva IDT la intensidad media $I=17,79\text{mm/hs}$.
- Finalmente se obtuvo la lámina de lluvia, multiplicando la intensidad con la duración del evento. **La lámina de lluvia Total obtenida es 133,4mm.**

11.4.1.4.2 Distribución temporal de lámina de lluvia

La intensidad de la lluvia presenta gran variabilidad durante la secuencia temporal de una tormenta. Conocer esa distribución en tormentas es importante para la modelación hidrológica, ya que constituye el dato esencial de entrada a los modelos Lluvia-Caudal.

Para obtener esta distribución temporal se aplicó el método de bloques alternos.

11.4.1.4.3 Distribución espacial de lámina de lluvia

En cuencas extensas (mayores a 100km^2), como la analizada, se debe considerar que la precipitación media sobre la cuenca difiere del máximo puntual de lluvia, y debe ser inferida mediante algoritmos de atenuación. El coeficiente de atenuación adoptado para la cuenca en estudio fue de 0,74.

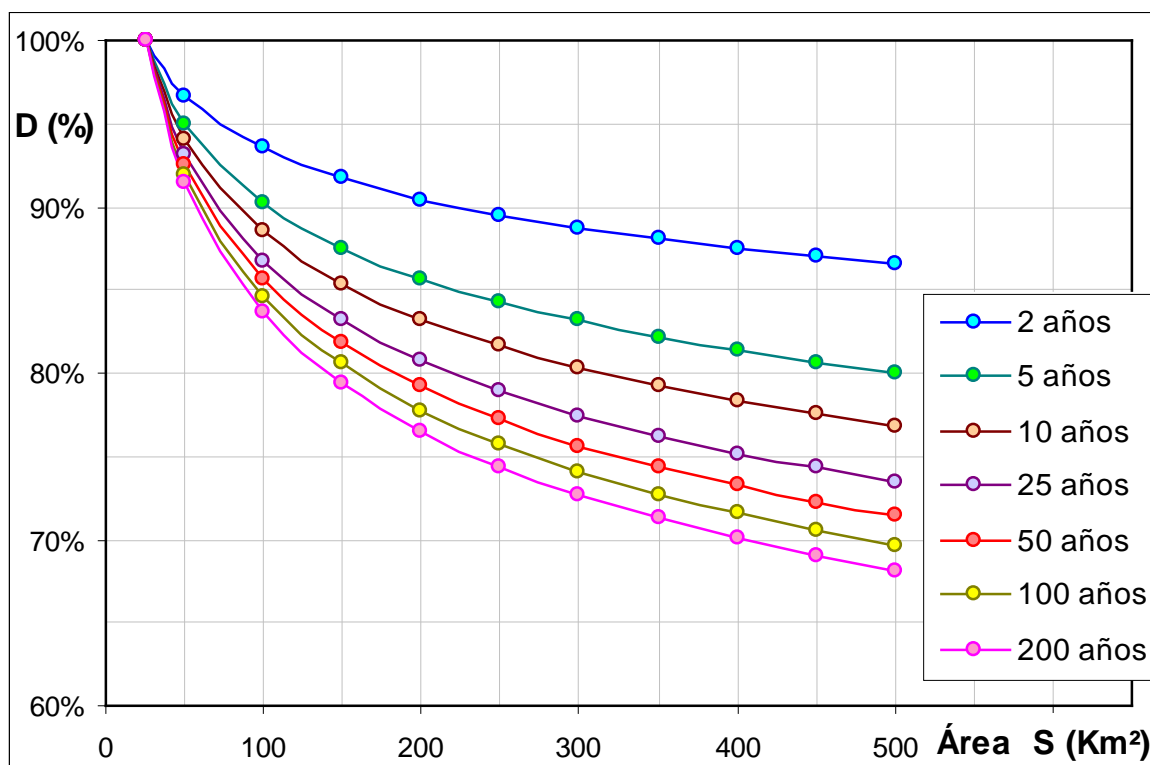


Figura 69. Gráfico de coeficiente de atenuación real.

11.4.1.4.4 Resultado

A continuación se presenta el histograma resultante de aplicar la metodología descrita.

Tabla 30. Hietograma resultante $T_r=50$ años y $d=7,5\text{hs}$.

Δt [30']	Lamina (mm)
	50años 450min
00:30	2.02
01:00	2.42
01:30	2.96
02:00	3.66
02:30	5.34

03:00	9.42
03:30	43.87
04:00	15.61
04:30	6.90
05:00	4.35
05:30	3.23
06:00	2.53
06:30	2.10
07:00	1.99
07:30	1.94

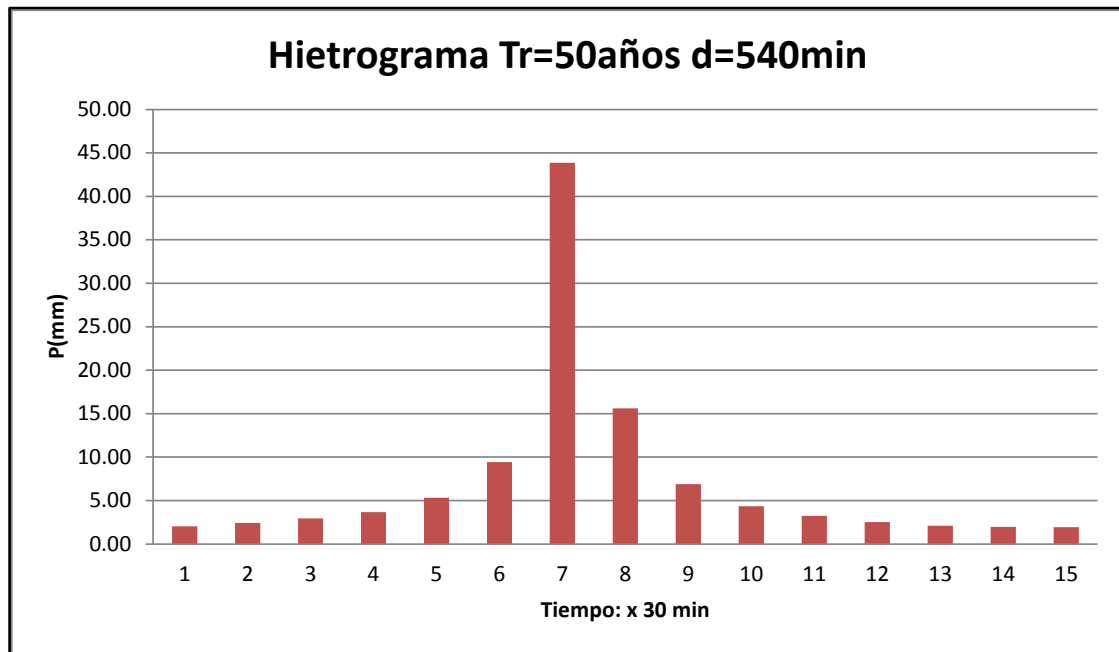


Figura 70. Hietrograma resultante Tr=50 años y d=7,5hs.

11.4.1.5. Determinación del hidrograma de la “Cuenca Alta”.

A partir de los datos históricos de caudales medios diarios máximos de la estación “Potrero de Díaz” se realizó un análisis de frecuencia y se obtuvo como resultado el caudal máximo diario correspondiente a una recurrencia de 50años. Previo a este análisis se verificó por un lado la homogeneidad de los datos de la serie, mediante las pruebas de Helmer y t de Student, y por otro la independencia de los mismos mediante la prueba de Wald-Wolfowitz.

Para realizarla distribución temporal de los caudales se utilizó el concepto de hidrograma unitario. Se aplicó la lluvia de diseño obtenida en el apartado 10.4.1.4 a un modelo numérico de transformación Lluvia-Caudal constituido por las subcuencas AA y AB y por el tránsito A2-A1. Se obtuvo como resultado del análisis las relaciones entre los caudales y el tiempo transcurrido desde el inicio de la tormenta, es decir un hidrograma sintético de la cuenca. Finalmente se escaló este hidrograma con la

relación entre el caudal máximo obtenido del análisis de frecuencias y el máximo del hidrograma sintético, de esta forma se obtiene como resultado el hidrograma de la cuenca alta para una recurrencia de $Tr=50$ años.

El caudal pico obtenido del análisis de la serie de datos históricos para 50 años de recurrencia fue de $330\text{m}^3/\text{s}$. En la Figura 71 se presenta el hidrograma resultante:

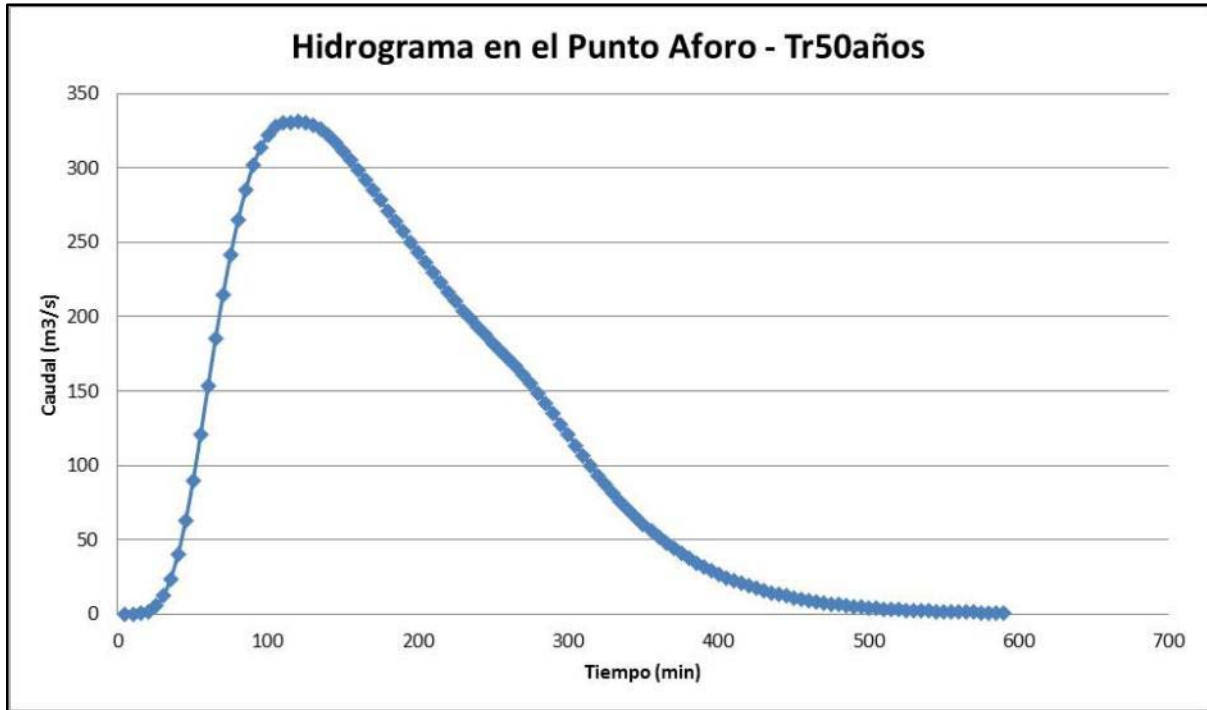


Figura 71. Hidrograma resultante para $Tr=50$ años en el punto de aforo.

11.4.1.6. Modelo de Transformación Lluvia-Caudal

Para realizar modelación hidrológica de la cuenca completa, constituida por las subcuencas de la “Cuenca Baja” y el hidrograma obtenido en el apartado 11.4.1.5 de la “Cuenca Alta” se utilizó el programa de modelación HEC-1.

El modelo HEC-1 está diseñado para simular la respuesta de la escorrentía superficial de la cuenca de un río representando la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos. Cada componente modela un aspecto del proceso lluvia-escorrentía en una parte de la cuenca, comúnmente denominada subcuenca. Un componente puede representar una entidad de escorrentía superficial, un canal de flujo, o un embalse. La representación de un componente requiere de un conjunto de parámetros que especifican las características del componente y de relaciones matemáticas que describen los procesos físicos. El resultado del proceso de modelado es el cálculo de hidrogramas de caudal en los lugares deseados de la cuenca del río.

En la Figura 71 se presenta un esquema de la red hidrológica en estudio, se ingresó al mismo los datos de los parámetros físicos de las subcuencas (*Tabla 28*), de los tránsitos (*Tabla 28*), la tormenta de diseño (*Tabla 30*) y el hidrograma “Cuenca Alta” en el punto de aforo (Figura 71).

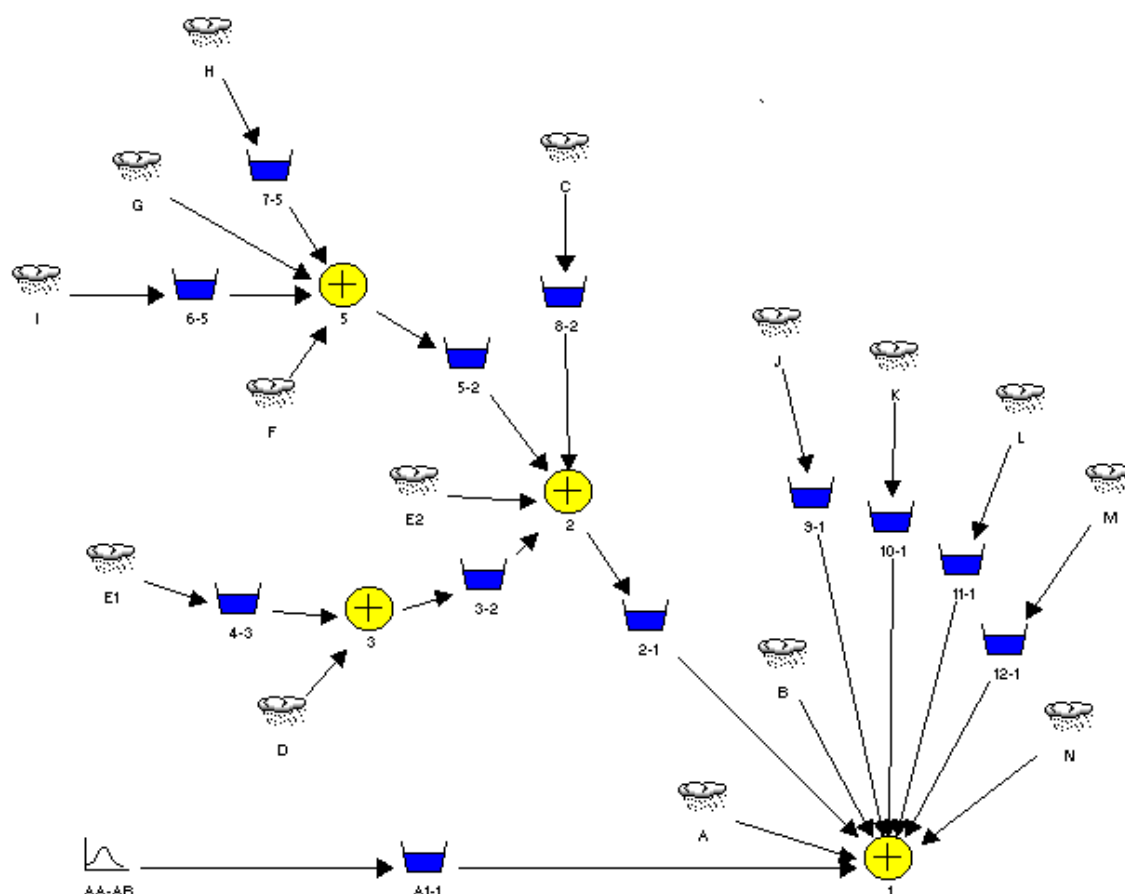


Figura 72. Esquema de la red hidrológica en estudio.

11.4.1.7. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología propuesta, para un evento meteorológico de 50 años de recurrencia, del cual resulta un “Caudal Pico” de $943\text{m}^3/\text{s}$.

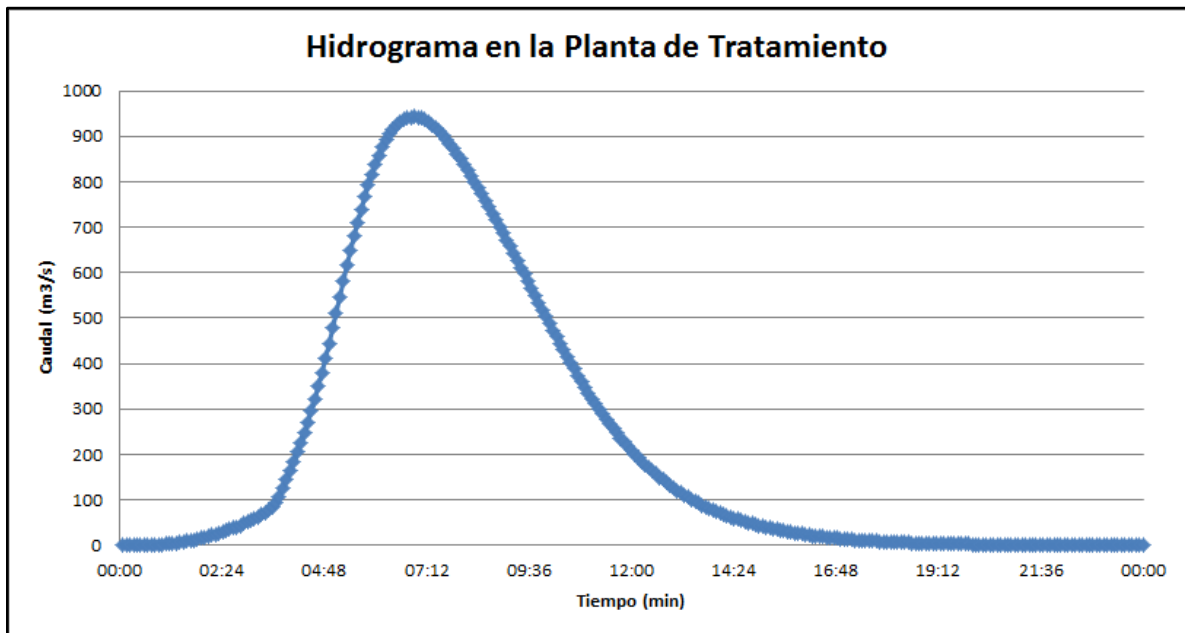


Figura 73. Hidrograma resultante para $T_r=50$ años en la Planta de Tratamiento.

Así mismo en el *Informe de avance del estudio del tramo urbano de los ríos Arias, Arenales y el arroyo Isasmendi*, presentado en octubre de 2011 por el departamento de Coordinación de Planificación Hídrica dependiente de la Secretaría de Recursos Hídricos del gobierno de la provincia de Salta, se establece que para el evento extremo de precipitación ocurrido el día 31 de enero de 2011, el caudal escurrido por el cauce del Río Arenales en la sección de interés es $Q: 903 \text{ m}^3/\text{s}$.

Comparando este valor con el calculado preliminarmente se observa que sus magnitudes son numéricamente similares ($\Delta: 4,45\%$), estableciendo que las áreas de inundación relevadas en dicho evento son compatibles con un evento de T_r igual al analizado.

Finalmente para el desarrollo de los cálculos posteriores se considera $Q: 943 \text{ m}^3/\text{s}$, como el representativo para un escenario de crecida con una recurrencia $T: 50$ años.

11.4.2. Estudio Hidráulico

El estudio hidráulico tiene como objetivo determinar los niveles de agua en las diferentes secciones del río, próximo a la planta de tratamiento, para obtener a partir de los mismos la mancha de inundación correspondiente al evento de diseño definido en el apartado 11.4.1 "Estudio Hidrológico".

Por otra parte, el modelo hidráulico nos permite obtener los parámetros de diseño de la defensa, como ser la velocidad del fluido en la margen derecha próxima a la defensa, el tirante de agua en dicha margen, y el Número de Froude.

A continuación se presenta el modelo numérico de escurrimiento superficial y los resultados obtenidos.

11.4.2.1. Modelo de Esguerrimiento Superficial

Para realizar la modelación se utilizó el programa HEC-RAS creado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros de la armada de los Estados Unidos. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar la modelación hidráulica de canales naturales y artificiales bajo condiciones de flujo permanente y no permanente, y regímenes de flujo subcrítico, crítico, supercrítico y mixto. El modelo realiza el cálculo de perfiles de flujo solucionando las ecuaciones de continuidad y de momentum a través de un esquema implícito de diferencias finitas solucionado iterativamente utilizando la técnica de Newton-Raphson.

Para realizar la modelación se requiere ingresar al programa de cálculo la siguiente información:

Datos Hidrológicos: Es decir el caudal de diseño (Q_D), obtenido en el apartado 11.4.1.

Datos Geométricos de las Secciones: Para definir la geometría de las secciones se realizó un relevamiento planialtimétrico del sector en estudio. A partir de dicha información se generó un modelo digital del terreno (MDT), mediante el cual se establecieron las secciones transversales al río Arenales cada 50m (Figura 74).

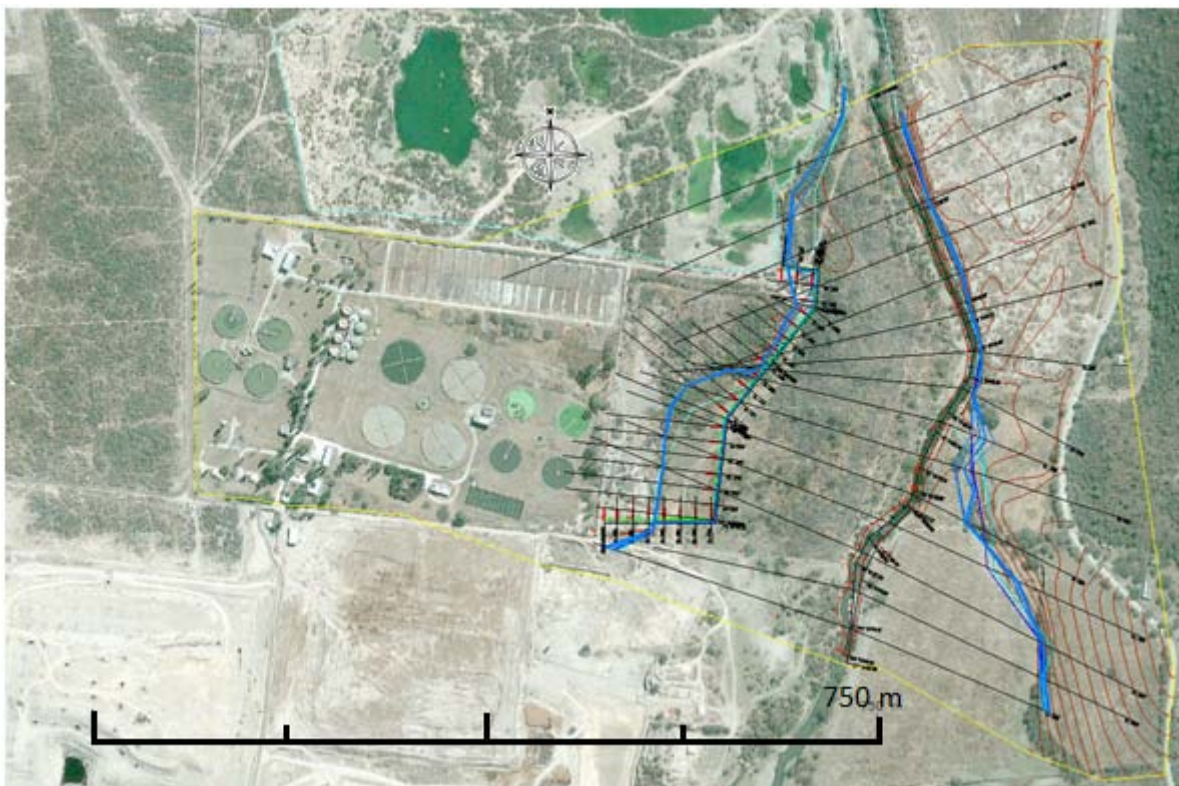


Figura 74. Modelo digital del terreno y ubicación en planta de las secciones del río.

Posteriormente se ingresaron las secciones al programa de modelación y se definió la ubicación de los puntos que delimita el cauce principal de las márgenes (Left Bank y Right Bank).

Los valores adoptados para el coeficiente de rugosidad n de Manning fueron 0,030 para el cauce principal y 0,045 para las planicies de inundación.

Finalmente se ingresaron al programa los datos hidrológicos ($Q=935\text{m}^3/\text{s}$) y las condiciones de borde. Para esta última se consideró solo la frontera aguas abajo, por tratarse de un flujo en régimen subcrítico, aplicando como condición el tirante normal para una pendiente de 0,0011m/m.

11.4.2.2. Escenarios de Modelación

Se plantearon dos escenarios diferentes:

1. Situación Actual, sin obras de defensa:

Para la situación actual (sin proyecto) se modeló hidrodinámicamente el tramo, estableciéndose los parámetros hidráulicos del flujo, a partir de los cuales se estableció el área inundada (o mancha de inundación) generada ante la ocurrencia del evento hidrológico en estudio.

2. Situación Futura, con relleno de suelo y muro de gaviones de contención sobre la margen derecha.

Este escenario contempla la presencia de la infraestructura proyectada, fundamentalmente representada para el presente estudio, por el relleno de un sector de la llanura de inundación derecho.

11.4.2.3. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios de modelación.

Situación Actual: En la figura siguiente se presenta una interface del programa HEC-RAS donde se puede apreciar una sección representativa del cauce, el perfil longitudinal y una imagen de la mancha de inundación. En la

Tabla 31 se presentan los resultados de la modelación en cada una de las secciones.

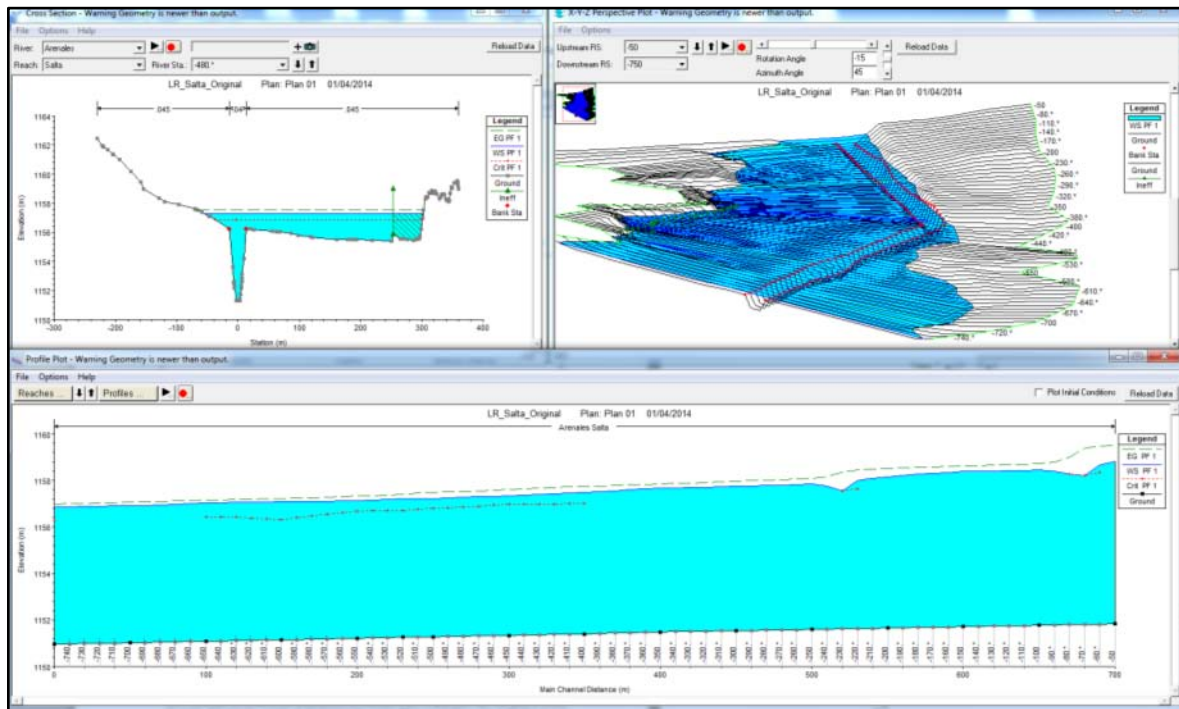


Figura 75. Interface de información geométrica, imagen de inundación 3D y perfil longitudinal para la situación actual.

Tabla 31. Resultados de la modelación de la situación actual.

Prog.	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Cota de agua (m)	S (m/m)	Velocidad (m/s)	Área Mojada (m ²)	Froude
-50	PF 1	943	1159.01	0.001992	4.52	329.45	0.60
-100	PF 1	943	1158.55	0.001200	3.27	492.29	0.46
-150	PF 1	943	1158.50	0.001035	3.07	527.07	0.42
-200	PF 1	943	1158.28	0.001829	3.96	460.45	0.54
-250	PF 1	943	1157.78	0.001874	3.74	501.94	0.56
-300	PF 1	943	1157.71	0.001965	3.56	516.51	0.55
-350	PF 1	943	1157.63	0.001615	3.41	550.15	0.51
-400	PF 1	943	1157.37	0.001999	3.90	479.01	0.58
-450	PF 1	943	1157.20	0.002754	4.14	449.61	0.66
-500	PF 1	943	1157.10	0.002603	4.10	472.48	0.64
-520	PF 1	943	1157.14	0.002862	3.67	499.85	0.64
-550	PF 1	943	1157.06	0.002426	3.75	539.63	0.60
-600	PF 1	943	1157.06	0.000990	2.47	715.64	0.41
-650	PF 1	943	1157.03	0.001036	2.53	801.30	0.41
-700	PF 1	943	1156.79	0.001367	3.17	693.96	0.48
-750	PF 1	943	1156.75	0.001100	2.92	770.15	0.44

En la Figura 76 se presenta una comparación entre el área inundada relevada y que fuera generada por la creciente extraordinaria ocurrida el 31 de enero de 2011, y la obtenida a partir de la modelación hidráulica de la situación actual, para el evento de diseño calculado en el apartado 11.4.1 “Estudio Hidrológico”, pudiendo considerarse a efectos prácticos como equivalentes.

Considerando que los escenarios de caudales son también prácticamente iguales ($\Delta < 3,4\%$), es posible validar al modelo hidrodinámico desarrollado.

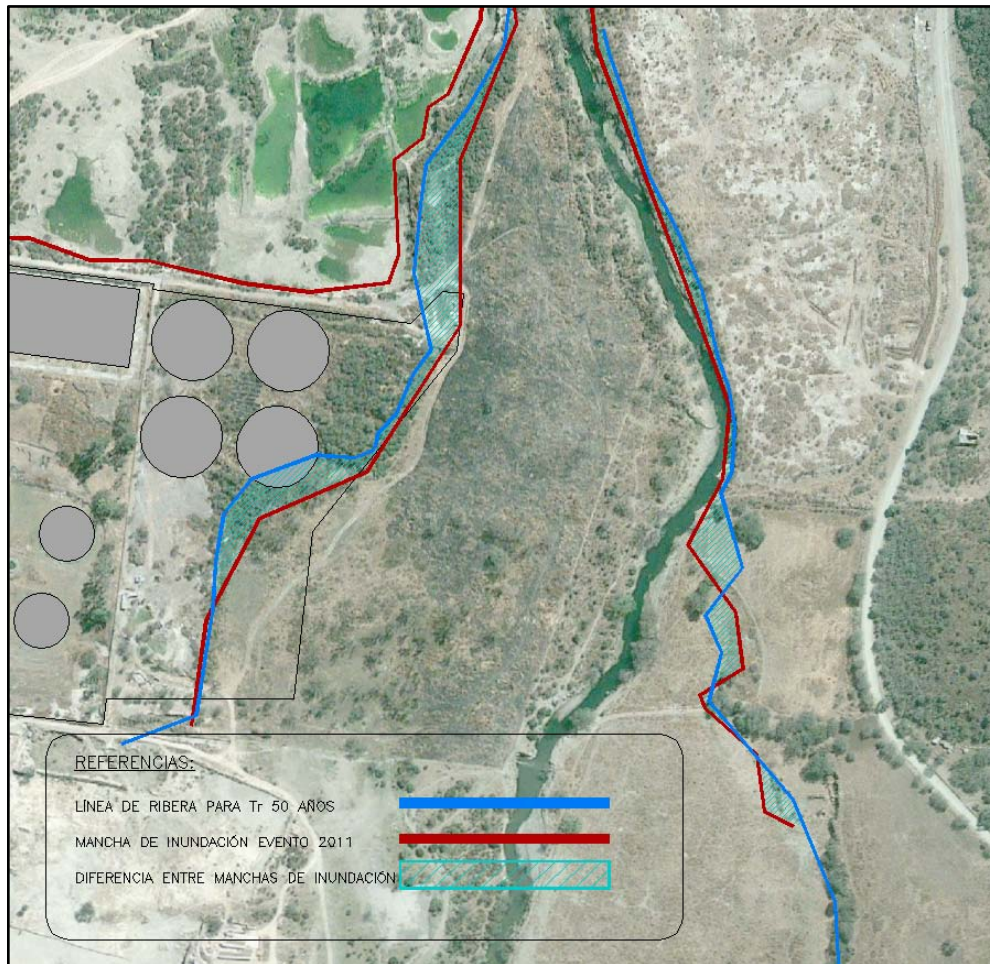


Figura 76. Comparación de la mancha de inundación observada en el evento de 2011 y la obtenida de la modelación numérica.

Situación Futura: En la Figura 77 se presenta una interface del programa HEC-RAS donde se puede apreciar una sección representativa del cauce, el perfil longitudinal y una imagen de la mancha de inundación generada sobre el cauce con la presencia del área de relleno a ejecutar sobre la margen derecha de la llanura de inundación.

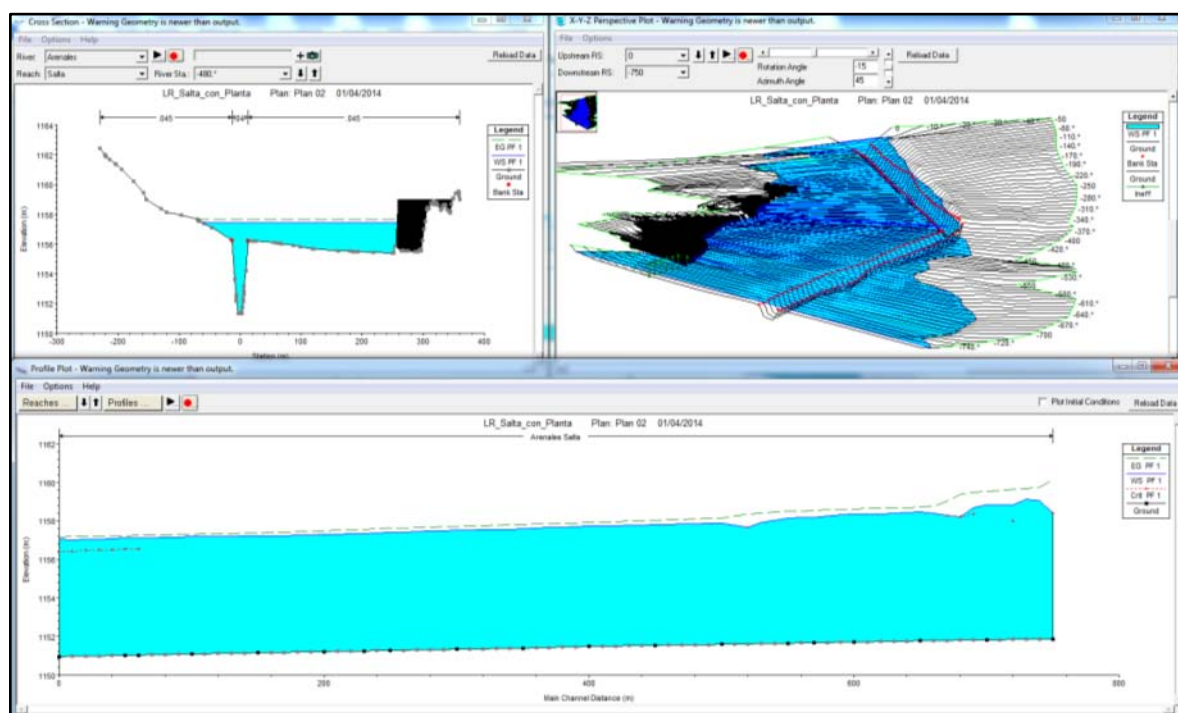


Figura 77. Interface de información geométrica, imagen de inundación 3D y perfil longitudinal para la situación.

A continuación se presentan los resultados de la modelación en cada una de las secciones.

Tabla 32. Resultados de la modelación de la situación futura.

Prog.	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Cota de agua (m)	S (m/m)	Velocidad (m/s)	Área Mojada (m ²)	Froude
-50	PF 1	943	1159.01	0.001992	4.52	329.45	0.60
-100	PF 1	943	1158.51	0.001248	3.31	485.46	0.47
-150	PF 1	943	1158.46	0.001063	3.09	518.86	0.43
-180	PF 1	943	1158.26	0.001668	3.82	427.60	0.53
-200	PF 1	943	1158.23	0.001859	3.97	437.66	0.54
-250	PF 1	943	1157.74	0.002270	4.09	453.78	0.61
-300	PF 1	943	1157.71	0.002086	3.67	495.92	0.57
-350	PF 1	943	1157.65	0.001591	3.39	552.28	0.51
-400	PF 1	943	1157.44	0.001824	3.76	498.25	0.56
-450	PF 1	943	1157.39	0.001895	3.54	536.53	0.55
-500	PF 1	943	1157.26	0.002110	3.78	509.10	0.58
-520	PF 1	943	1157.20	0.002757	4.07	492.68	0.64
-550	PF 1	943	1157.14	0.002552	3.90	512.10	0.62
-600	PF 1	943	1157.15	0.001070	2.61	657.10	0.42
-650	PF 1	943	1157.07	0.001341	2.89	680.97	0.47

Prog.	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Cota de agua (m)	S (m/m)	Velocidad (m/s)	Área Mojada (m ²)	Froude
-690	PF 1	943	1156.97	0.001351	3.06	661.44	0.48
-700	PF 1	943	1156.97	0.001232	2.98	688.11	0.45
-750	PF 1	943	1156.88	0.001100	2.97	702.73	0.44

11.4.2.4. Análisis de Resultados y Conclusiones

En el presente apartado se analizan los resultados obtenidos de las modelaciones hidráulicas, se compara la situación actual con la futura y se describen los impactos que tendrá la ejecución del terraplén de relleno y su respectiva defensa en los escurrimientos superficiales.

En la Figura 78 se presenta el impacto que tendrá la construcción de la defensa en la línea de inundación para el evento de diseño Tr=50 años.

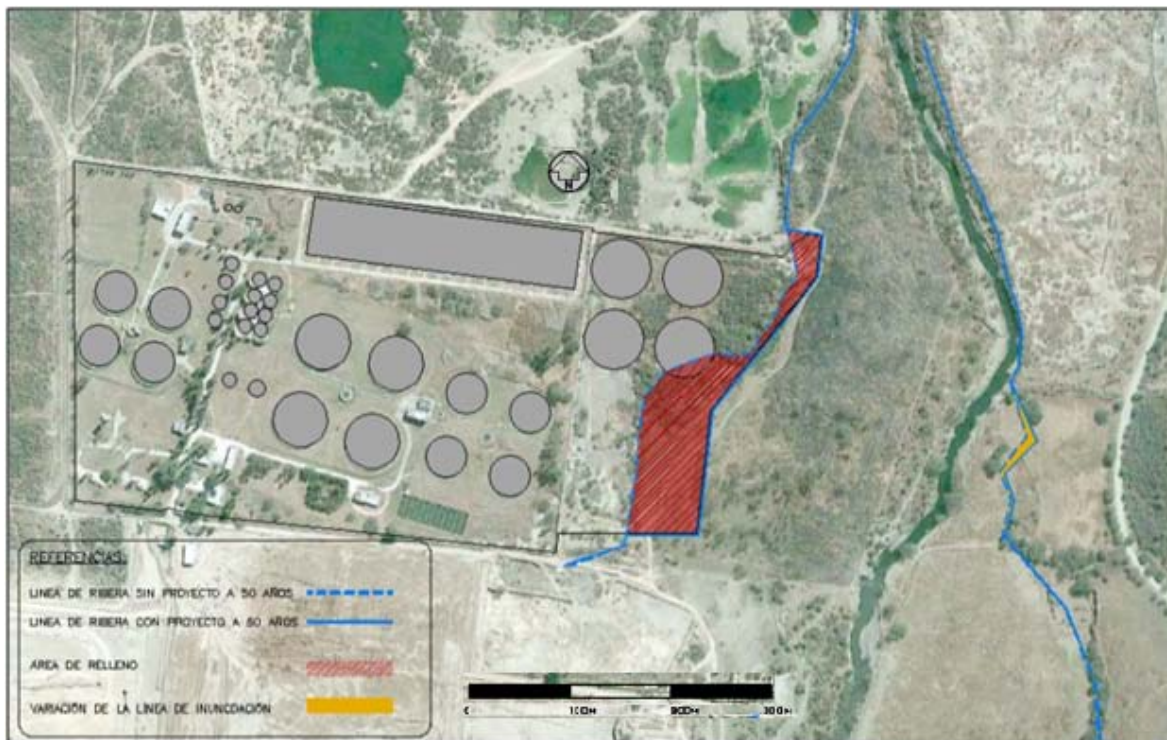


Figura 78. Variación de la línea de inundación por la construcción de la defensa.

En la figura anterior se han graficado los límites de las áreas de inundación generados por el evento hidrológico de diseño para las condiciones, sin y con proyecto, habiéndose remarcado las nuevas superficies afectadas. Como se observa que el incremento en el área de inundación sobre la margen izquierda, debido a la ejecución del relleno sobre la margen derecha, no es significativo para las condiciones de modelación. **No generándose ningún tipo de afectación a las viviendas existentes.**

"El Plano N° 4: Mancha de Inundación", refleja la situación de la figura anterior.

En la Figura 79 se puede observar la ubicación del eje longitudinal del río y sus secciones transversales, que complementa a la Tabla, en la que se resumen los niveles y las velocidades medias en cada sección para ambos escenarios y las variaciones que se esperan en estos parámetros por la ejecución de la obra.

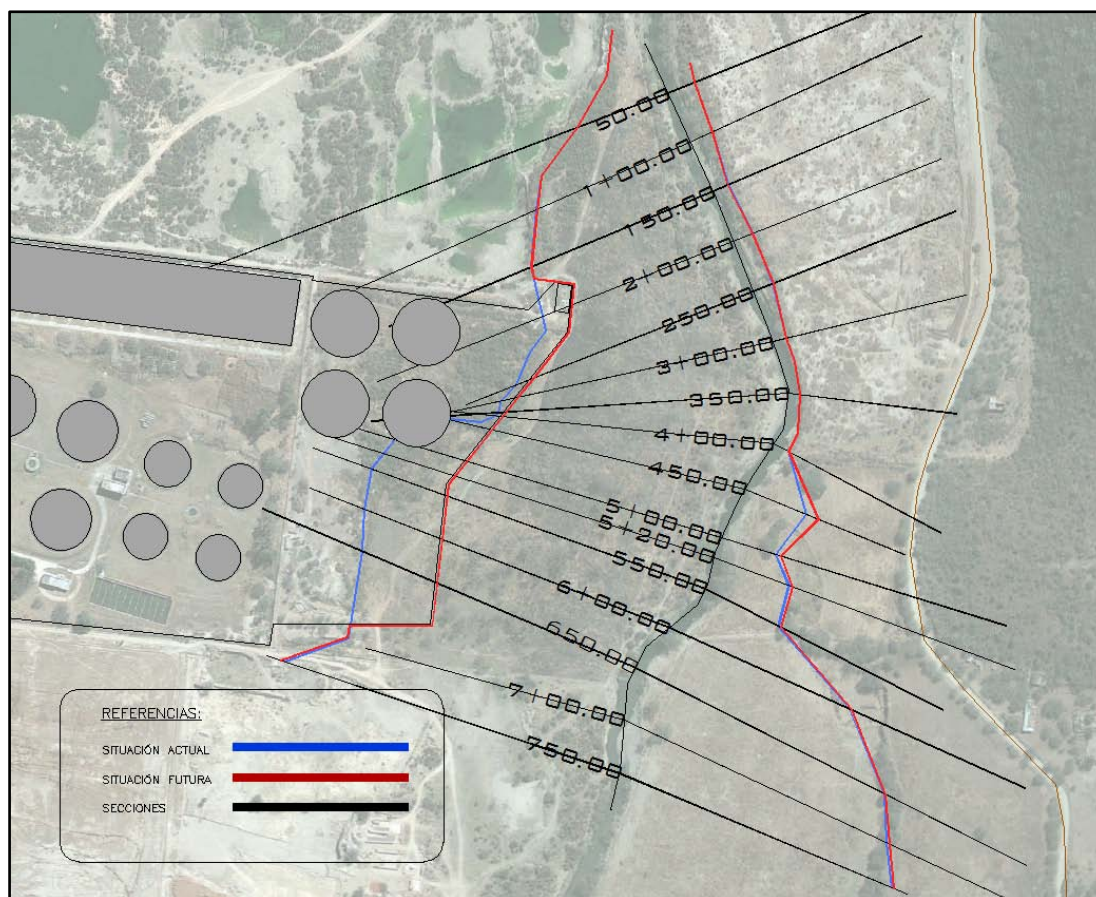


Figura 79. Ubicación del perfil longitudinal y secciones transversales.

Tabla 33. Comparación de niveles de agua y velocidades para los escenarios modelados.

Progresiva	Q Total (m3/s)	Situación Actual		Situación Futura		Diferencias	
		Cota de agua (m)	Velocidad (m/s)	Cota de agua (m)	Velocidad (m/s)	Δ Cota de agua (m)	Δ Velocidad (m/s)
50	943	1159.01	4.52	1159.01	4.52	0.00	0.00%
100	943	1158.55	3.27	1158.51	3.31	0.04	1.22%
150	943	1158.50	3.07	1158.46	3.09	0.04	0.65%
200	943	1158.28	3.96	1158.23	3.97	0.05	0.25%
250	943	1157.78	3.74	1157.74	4.09	0.04	9.36%

300	943	1157.71	3.56	1157.71	3.67	0.00	3.09%
350	943	1157.63	3.41	1157.65	3.39	-0.02	-0.59%
400	943	1157.37	3.90	1157.44	3.76	-0.07	-3.59%
450	943	1157.20	4.14	1157.39	3.54	-0.19	-14.49%
500	943	1157.10	4.10	1157.26	3.78	-0.16	-7.80%
520	943	1157.14	3.67	1157.20	4.07	-0.06	10.90%
550	943	1157.06	3.75	1157.14	3.90	-0.08	4.00%
600	943	1157.06	2.47	1157.15	2.61	-0.09	5.67%
650	943	1157.03	2.53	1157.07	2.89	-0.04	14.23%
700	943	1156.79	3.17	1156.97	2.98	-0.18	-5.99%
750	943	1156.75	2.92	1156.88	2.97	-0.13	1.71%

Del análisis realizado para la **mancha de inundación actual y futura se puede observar que la construcción del terraplén y su correspondiente defensa no afectarán en forma significativa a las costas para la crecida de diseño. Por otro lado, se observa que los efectos de la defensa en los escurrimientos quedan acotados dentro de la zona analizada**, es decir que no se observa una propagación hacia aguas arriba ni hacia aguas abajo.

Para mayor detalle se adjunta cartografía pertinente, ver en Anexo 5: Planos, "Plano N°4: Mancha de Inundación" y "Plano N°5: Mancha de Inundación y Defensa".

12. ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL MEDIO

12.1. INTRODUCCIÓN

Tal como ha sido expresado en el presente informe, la planta de tratamiento de efluentes de la ciudad de Salta brinda servicio a las ciudades de Salta, Villa San Lorenzo y Cerrillos. A continuación se presentan datos socio - económicos de la región.

12.2. ASPECTOS URBANOS

A continuación se presenta un mapa político de la provincia de Salta donde puede apreciarse la ubicación de las áreas de interés.

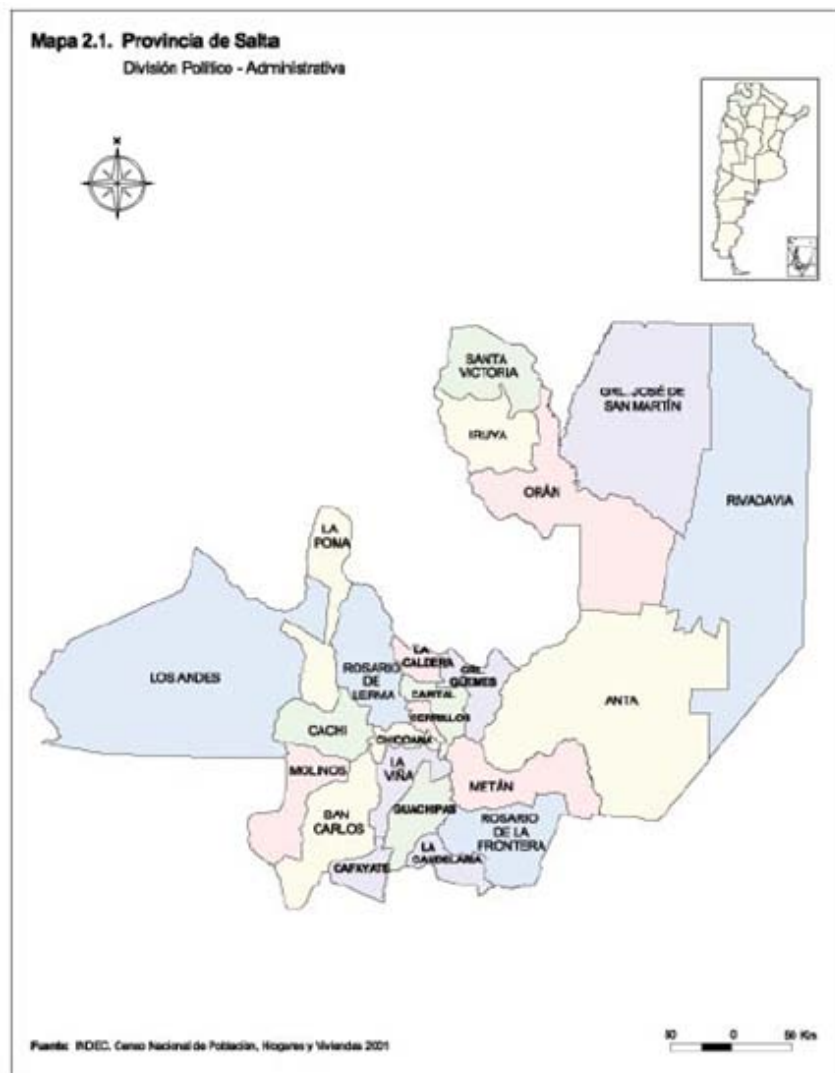


Figura 80. División política provincia de Salta.

12.2.1. Demografía

La ciudad de Salta, capital departamental y de la provincia homónima, con 535.303 hab., según censo 2010, se encuentra emplazada en el centro geográfico del territorio provincial, en el denominado departamento Capital, limitando al Norte con los Departamentos General Güemes y La Caldera, al Este con el Departamento General Güemes, al Sur con el Departamento Metán y al Oeste con los Departamentos Cerrillos y Rosario de Lerma.

La ciudad de San Lorenzo se ubica a 12 Km al Oeste de la ciudad de Salta, en el departamento Capital, siendo su población según censo 2001 de 5.435 hab.

La ciudad Cerrillos, se ubica a 15 km al Sur de la ciudad de Salta, siendo cabecera del departamento homónimo, siendo su población según censo 2001 de 9.500 hab.

Estas ciudades se ubican al Este de la Cordillera de Los Andes, en el Valle de Lerma, a una altura variable entre los 1180 y 1450 msnm.

En la tabla siguiente se puede observar el crecimiento poblacional de los distintos departamentos que conforman la Provincia de Salta.

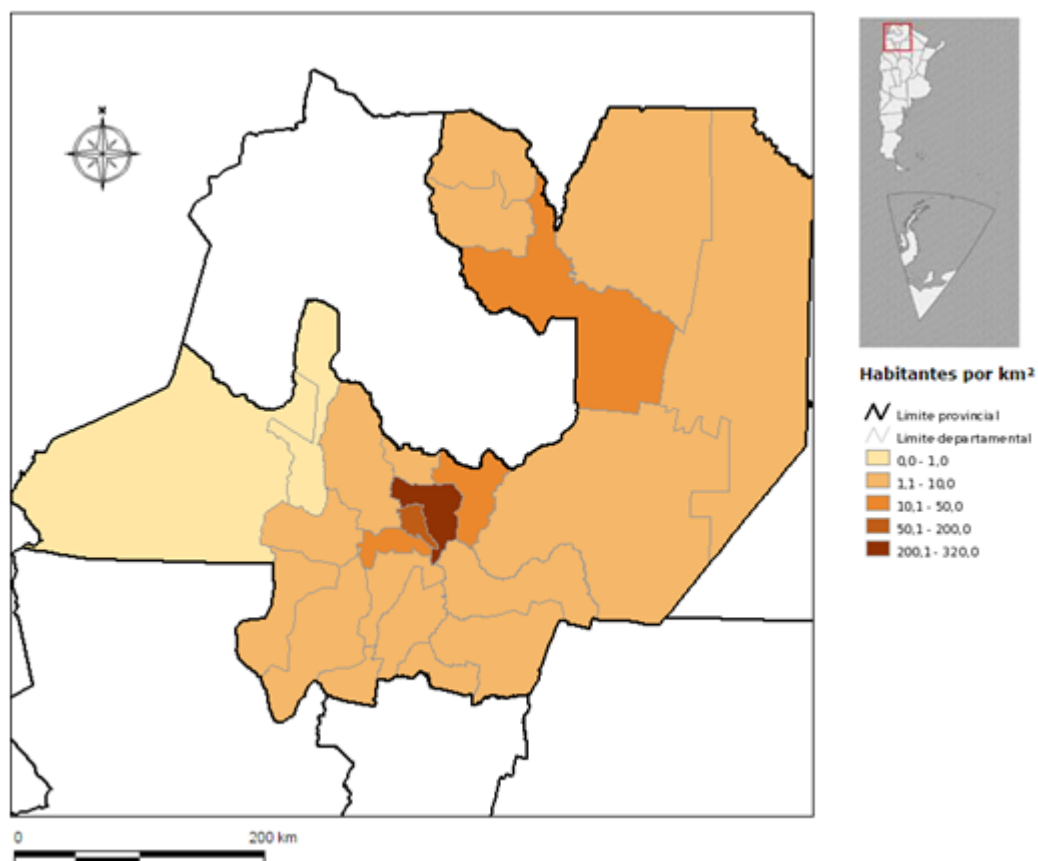
Tabla 34. Provincia de Salta según departamento. Población censada en 1991 y 2001 y variación intercensal absoluta y relativa 1991-2001.

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 y Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

Departamento	Población		Variación absoluta	Variación relativa %
	1991	2001		
Total	866.153	1.079.051	212.898	24,6
Anta	39.213	49.841	10.628	27,1
Cachi	6.157	7.280	1.123	18,2
Cafayate	9.264	11.785	2.521	27,2
Capital	373.586	472.971	99.385	26,6
Cerrillos	20.099	26.320	6.221	31,0
Chicoana	15.003	18.248	3.245	21,6
General Güemes	35.573	42.255	6.682	18,8

General José de San Martín	106.688	139.204	32.516	30,5
Guachipas	2.716	3.211	495	18,2
Iruya	5.809	6.368	559	9,6
La Caldera	4.037	5.711	1.674	41,5
La Candelaria	4.643	5.286	643	13,8
La Poma	1.411	1.735	324	23,0
La Viña	6.493	7.152	659	10,1
Los Andes	4.981	5.630	649	13,0
Metán	34.284	39.006	4.722	13,8
Molinos	5.074	5.565	491	9,7
Orán	100.747	124.029	23.282	23,1
Rivadavia	20.992	27.370	6.378	30,4
Rosario de la Frontera	25.842	28.013	2.171	8,4
Rosario de Lerma	26.246	33.741	7.495	28,6
San Carlos	6.737	7.208	471	7,0
Santa Victoria	10.558	11.122	564	5,3

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos.



Así mismo se presenta a continuación los datos censales obtenidos de cada una de las ciudades y localidades involucradas en el proyecto.

12.2.1.1. Censo 2010.

12.2.1.1.1 Ciudad de Salta

Tabla 34. Población Total y Vivienda – Salta Capital - Censo 2010

Pob. Total	Sexo		Índice de masculinidad	Viv. Part. Ocupadas	Hogares Particulares
	Varones	Mujeres			
520.683	256.830	279.283	92,00	116.170	133.043

12.2.1.1.2 Municipio de San Lorenzo

El Municipio de San Lorenzo, pertenece al Departamento Capital y está ubicado al noroeste de la ciudad de Salta. Está conformado por las localidades de Villa San Lorenzo, Las Costas, Atocha, La Ciénaga y Barrio San Rafael.

Tabla 35. Población Total y Viviendas – Municipio de San Lorenzo - Censo2010

Población Total	Viv. Part. Ocupadas	Hogares Particulares
13.518	2.994	3.347

12.2.1.1.3 Localidad de Cerrillos

Las localidades de Cerrillos y Villa Los Álamos pertenecen al Departamento Cerrillos, que limita al Norte con el Departamento Capital. Ambas localidades tienen una población total de 20.456 habitantes.

Tabla 36. Población Total y Viviendas – Municipio de Cerrillos y Villa Los Álamos (Dpto. Cerrillos) - Censo 2010.

Pobl. Total	Viv. Part. Ocupadas	Hogares Particulares
20.456	4.244	4.814

12.2.1.2. Crecimiento Poblacional

A continuación se presentan los datos de los relevamientos intercensales de las localidades afectadas por el proyecto.

Tabla 37. Crecimiento Poblacional de las Localidades Involucradas.

Año	Salta Capital			San Lorenzo			Los Cerrillos y Los Aromos		
	Pobl.	Var. Interanual	Inc. Pcia.	Pobl.	Var. Interanual	Inc. Pcia.	Pobl.	Var. Interanual	Inc. Pcia.
1970	182.535		35,81%	S/D		-	S/D		-
1980	260.744	3,63%	39,34%	S/D		-	S/D		-
1991	367.550	3,17%	42,43%	3.529		0,41%	8.545		0,99%
2001	462.051	2,31%	42,82%	8.194	8,79%	0,76%	11.279	2,81%	1,05%
2010	520.683	1,34%	42,87%	13.518	5,72%	1,11%	20.456	6,84%	1,68%

Año	Pcia. de Salta		Total Loc. Afec.		
	Pobl.	Var. Interanual	Pobl.	Var. Interanual	Inc. Pcia.
1970	509.803				
1980	662.870	2,66%			
1991	866.153	2,46%	379.624		43,83%
2001	1.079.051	2,22%	481.524	2,41%	44,62%
2010	1.214.441	1,32%	554.657	1,58%	45,67%

Como se observa en la tabla anterior para cada ciudad, municipio y/o localidad analizada se ha establecido la tasa de crecimiento poblacional geométrica según la siguiente ecuación.

$$P_n = P_0 \times (1 + i)^n$$

Ecuación 1

Dónde:

 P_n : población año n ; P_0 : población año 0; i : tasa de crecimiento.

De los resultados anteriores se puede concluir que tanto la provincia de Salta, como su ciudad Capital, presentan desde el año 1980 tasas de crecimiento poblacional decrecientes, lo cual evidencia la presencia de importantes procesos migratorios.

Situación similar se presenta en la Municipalidad de San Lorenzo, donde en los últimos censos, si bien las tasas de crecimiento son muy superiores a las de la provincia y República Argentina, las mismas son decrecientes desde el año 2001, por fenómenos migratorios antes indicados.

Finalmente la localidad de Cerrillos, presenta al igual que en el caso anterior elevadas tasas de crecimiento poblacional, pero a diferencia de las anteriores las mismas muestran que son crecientes desde el año 2001.

A continuación se presenta la siguiente gráfica con los resultados obtenidos. Las barras representan la población y las líneas las tasas de crecimiento interanual.

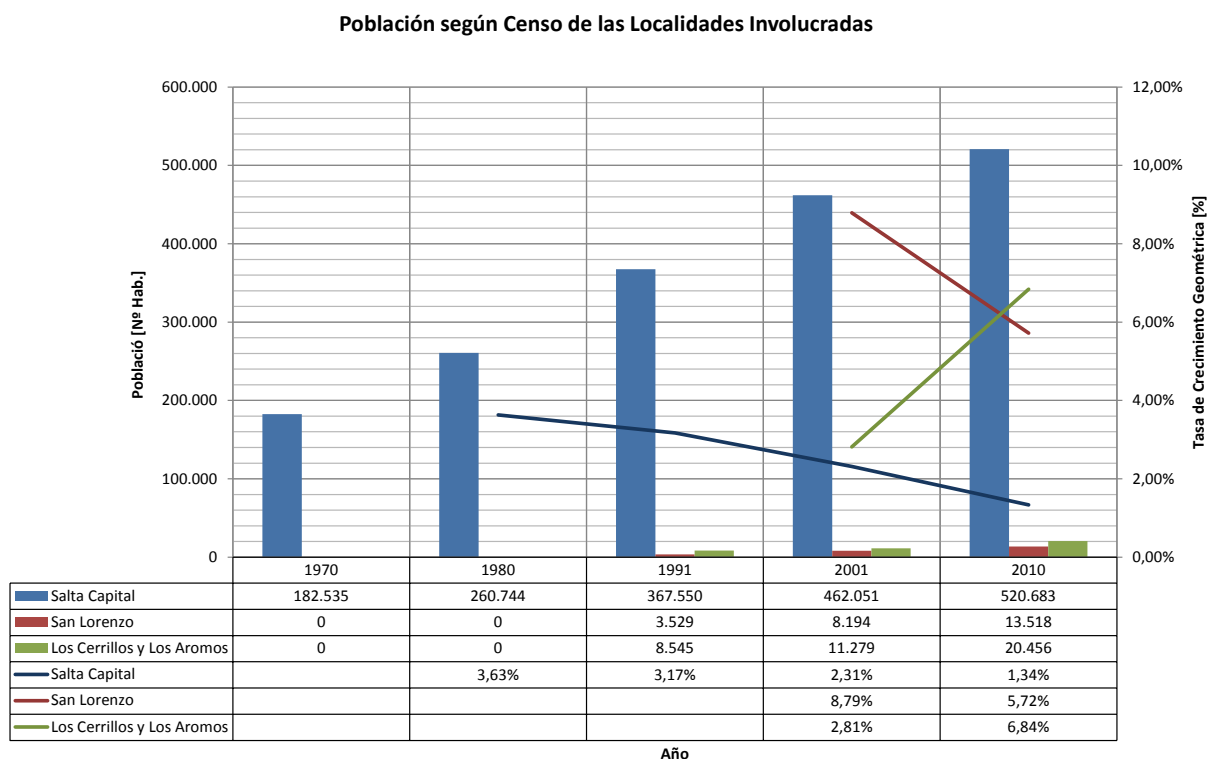


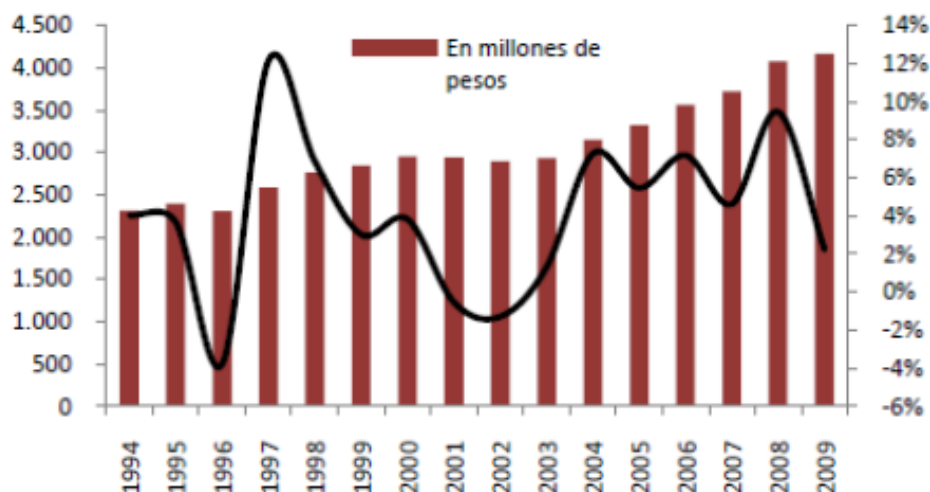
Figura 81. Población de localidades afectadas y tasas de crecimiento interanual.

12.2.2. Aspectos Socioeconómicos

Según se desprende de los últimos datos disponibles, la provincia de Salta genera aproximadamente el 1,5% del Producto Interno Bruto de la República Argentina. Entre 1993 y 2009 el Producto Bruto Geográfico de la provincia, medido a precios constantes de 1993, tuvo una expansión de un 87,4%, lo que implica una tasa promedio de crecimiento de 4% anual. Pero este crecimiento no fue uniforme, sino que se distinguen tres etapas diferenciadas.

En el año 2009, el sector primario de la provincia generaba el 18,46% del valor agregado por la oferta total de bienes y servicios. El sector secundario aportaba otro 23,84% y por último, el sector terciario un 57,70% del Producto Geográfico Bruto total. La superficie total neta de las explotaciones según el Censo Nacional Agropecuario 2002 es de 2.828.919 miles de Ha, de las cuales el 22,52% lo ocupa la superficie implantada. De este total el área cubierta con montes y/o bosques naturales e implantados conforma el 77,64% y el resto se destina a cultivos agrícolas.

Hasta el año 2000 inclusive todos los años fueron de expansión –a excepción de 1995, cuando el país sufrió la crisis del Tequila–. Por otra parte, en el bienio 2001-2002 la provincia mostró contracciones en su nivel de actividad, de 0,5 y 1,3 por ciento respectivamente. A partir de entonces todos los años serían de crecimiento. En 2009, el PBG de Salta fue de 4.163 millones de pesos de 1993.



Fuente: Departamento de Economía CAC en base a Dirección General de Estadísticas de la Provincia de Salta

Figura 82. Producto Bruto Geográfico de la provincia de Salta a precio de 1993

La prestación de servicios –incluyendo al Comercio– es la actividad de mayor incidencia en el PBG salteño con una participación de 47,7% sobre el total, medido a precios corrientes. Le sigue en importancia la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, responsable del 19% del valor agregado de la economía provincial. El tercer puesto es para Explotación de minas y canteras, con un 13,5%.

Dentro de los sectores productores de servicios, se destaca la categoría comercio al por mayor, al por menor, y reparaciones, con un 22% del valor agregado generado por estos sectores, y un 10,5% del total del producto de Salta. El segundo puesto lo ocupa enseñanza, con un 18% del total.



Figura 83. Participación Sectorial sobre el total del PBG – Año 2007, precios internos

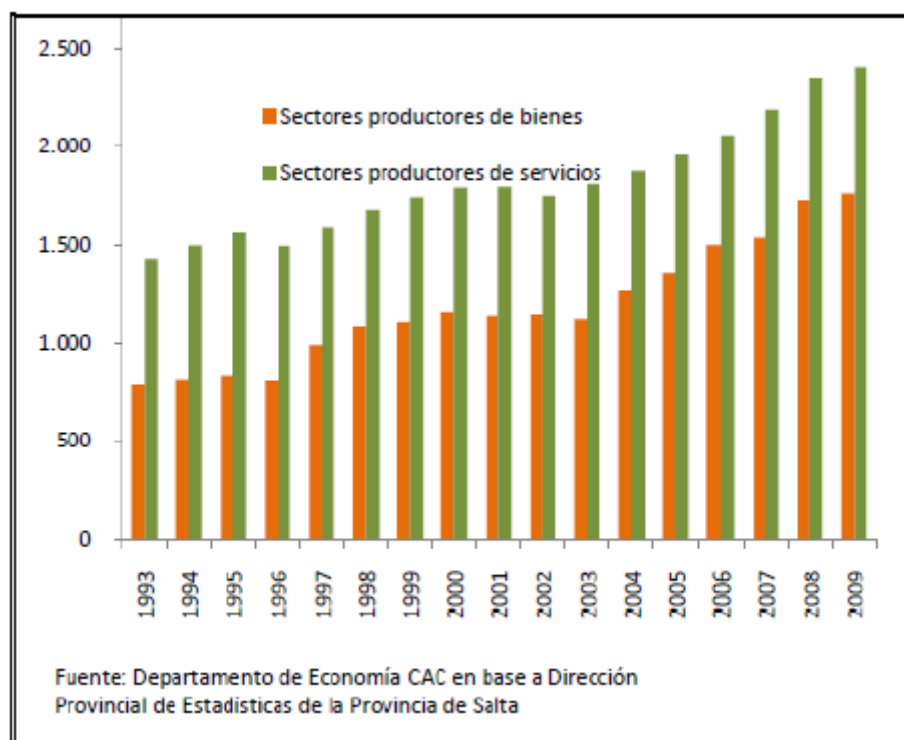


Figura 84. Evolución del PBG por sectores (en millones de pesos, a precios de 1993)

El tercer y el cuarto puesto corresponden a servicio de transporte, almacenamiento y de comunicaciones, y administración pública, defensa y seguridad social obligatoria, con un 16% y un 14% respectivamente. Por su parte, servicios inmobiliarios,

empresariales y de alquiler, y servicios sociales y de salud representaron el 12% y el 6% del producto total de Salta respectivamente.

Analizando la evolución del PBG entre 2002 y 2007, discriminando entre sectores productores de bienes y sectores productores de servicios, se observa que ambos grupos tuvieron importantes avances, aunque la trayectoria de servicios fue menos volátil que la de bienes. Los sectores productores de bienes generaban en 2009 un 123% más de valor que el que generaban en 1993, para totalizar 1.761 millones de pesos de 1993. Dentro de este grupo se destacó el dinamismo de Construcción, con un avance de 182,6%, como así también el de electricidad, gas y agua, que tuvo una expansión de 157,6%.

Por otra parte, los sectores productores de servicios tuvieron un avance entre 1993 y 2009 de 67,9%, totalizando en este último año 2.402 millones de pesos de 1993. Dentro de este grupo se destacó el dinamismo de Servicios de hotelería y restaurantes, con un alza de 264,9 por ciento.

La tasa de desocupación en la ciudad de Salta fue en el primer trimestre de 2012 de 11%. Este valor implica una disminución de 0,7 puntos porcentuales en comparación con el mismo trimestre del año previo. Por otra parte, representa un incremento respecto al cuarto trimestre de 2011, ya que entonces la desocupación había sido de 7,9%.

La tasa de subocupación en el primer trimestre de este año fue de 6,1%. De ese total, 5,2 puntos fue subocupación demandante, y los restantes 0,9 puntos fue subocupación no demandante.

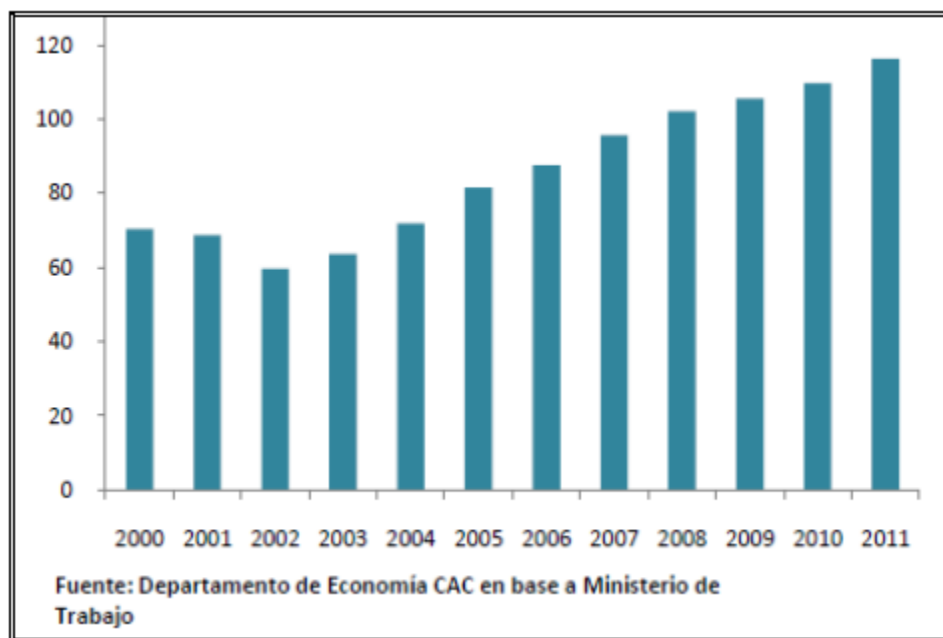


Figura 85. Empleo Privado Registrado (en miles)

La cantidad total de empleados privados registrados creció constantemente a partir de laño 2003, acumulando en el año 2011 una suba de 94,8%. La cantidad de empleados en el sector Comercio y Servicios siguió esta tendencia creciente durante el período señalado, y acumuló un incremento de 85,5%.

En lo que hace a la composición de los empleados formales privados de la provincia, se observa que el sector Comercio y Servicios es el que más empleo genera: sus más de 63 mil empleados representan el 54,5% del total. Dentro de este agregado, Comercio ocupa un rol preponderante, al emplear a 18.900 personas, representando el 16,2% del empleo privado registrado en Salta. Por su parte, Agricultura, ganadería y pesca, con 23.100 empleados, genera el 19,9%, e Industria un 19,9%.

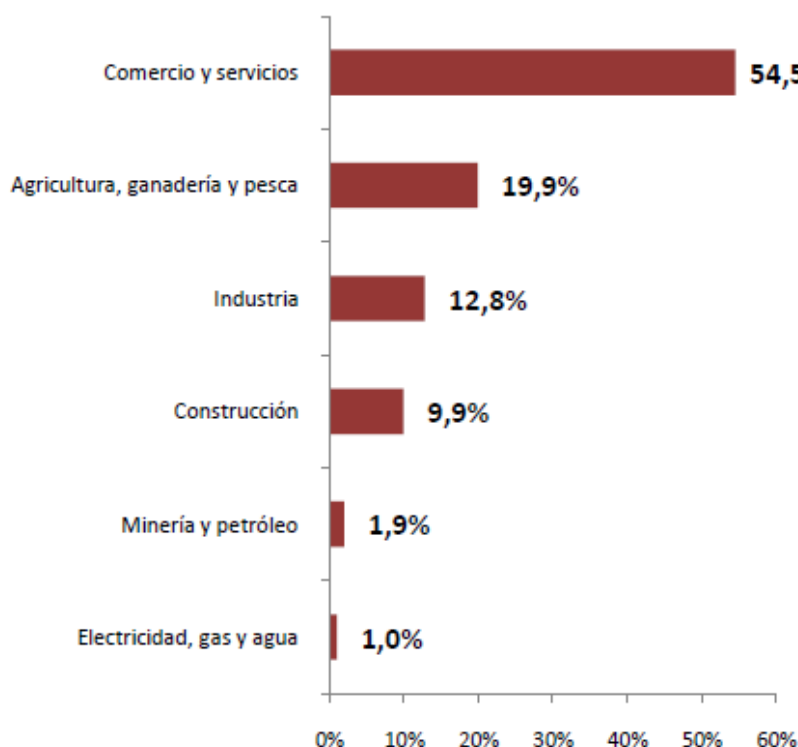
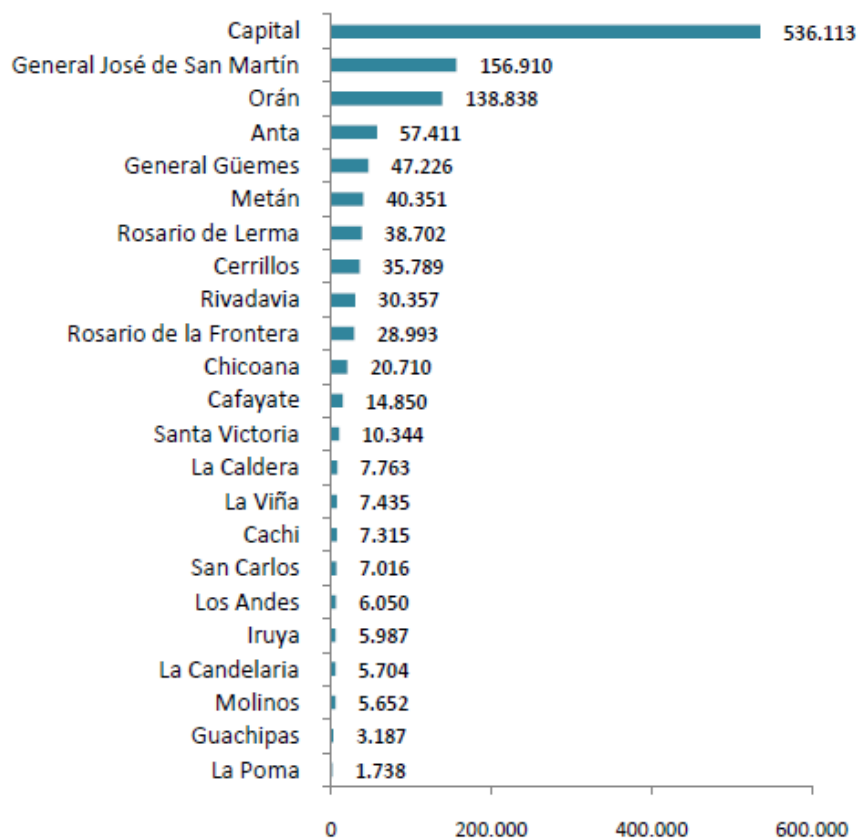


Figura 86. Composición del Empleo Privado Registrado (año 2011)

Según los datos del censo de 2010 la provincia tiene 1.214.441 habitantes. Esto representa al 3,03% de la población nacional, y convierte a Salta en la octava provincia más poblada. De ese total, el 49,2% son varones y el 50,8% son mujeres. Respecto al censo anterior, de 2001, la población creció un 12,5%. Por otra parte, en el censo de 2010 se contabilizaron 315.941 viviendas.

Dentro de la provincia de Salta, la Capital constituye el departamento más populoso, con 536.113 habitantes, seguida por el departamento General José de San Martín, con 156.910 habitantes y el departamento de Orán, con 138.838 habitantes. Estas tres jurisdicciones, sobre un total de 23, agrupan a 68,5% de los habitantes, lo que señala que existe una importante concentración poblacional en la provincia.

De acuerdo a la Encuesta Permanente de Hogares, y a la Canasta Básica calculada por el INDEC, la pobreza en la ciudad de Salta afectaba en el segundo semestre de 2011 al 7,3% de las personas y al 5,1% de los hogares. Esto representa una baja respecto al segundo semestre del año previo, cuando la pobreza afectaba al 12,2% de las personas y al 8,6% de los hogares (la pobreza se calcula a partir de la comparación de los ingresos con el valor monetario de la Canasta Básica Total).



Fuente: Departamento de Economía CAC en base a INDEC

Figura 87. Población de Salta por Departamento (Año 2010)

Por su parte, la indigencia durante el segundo semestre del año pasado afectó al 1,3% de las personas y al 1,1% de los hogares. En esta variable se observa un descenso respecto al segundo semestre de 2010, ya que entonces este flagelo afectaba el 2,4% de las personas y al 2% de los hogares. Así mismo, según datos censales, las localidades afectadas por el proyecto presentan un elevado grado de conectividad a la red de agua (Ver tabla siguiente).

Tabla 38. Cantidad de hogares conectados a la red de agua.

Departamento	Hogares con agua de red %	Hogares con agua de red	Hogares sin agua de red	Total de hogares
Anta, Salta	85,7	11.725	1.963	13.688
Cachi, Salta	62,0	1.123	688	1.811
Cafayate, Salta	91,0	3.234	321	3.555
Capital, Salta	97,5	133.521	3.479	137.000
Cerrillos, Salta	82,5	7.018	1.487	8.505
Chicoana, Salta	85,5	4.231	718	4.949
General Güemes, Salta	94,4	10.919	643	11.562
General José de San Martín, Salta	93,1	35.305	2.610	37.915
Guachipas, Salta	62,7	568	338	906
Iruya, Salta	61,0	917	587	1.504
La Caldera, Salta	79,2	1.654	434	2.088
La Candelaria, Salta	79,5	1.168	301	1.469
La Poma, Salta	47,8	202	221	423
La Viña, Salta	81,0	1.513	356	1.869
Los Andes, Salta	83,8	1.048	202	1.250

Departamento	Hogares con agua de red %	Hogares con agua de red	Hogares sin agua de red	Total de hogares
Metán, Salta	91,7	9.287	841	10.128
Molinos, Salta	50,0	595	596	1.191
Orán, Salta	90,7	28.912	2.947	31.859
Rivadavia, Salta	53,3	3.816	3.338	7.154
Rosario de la Frontera, Salta	87,6	6.837	966	7.803
Rosario de Lerma, Salta	85,1	7.634	1.334	8.968
San Carlos, Salta	64,0	1.058	594	1.652
Santa Victoria, Salta	46,4	1.181	1.364	2.545

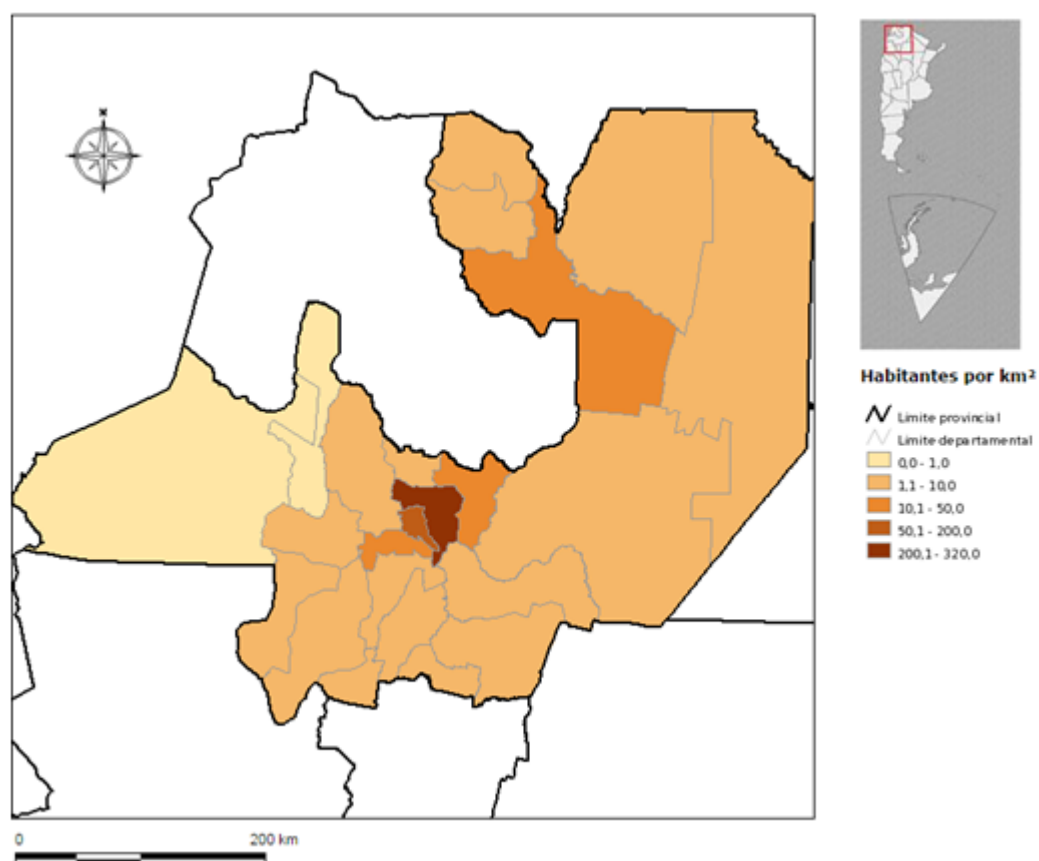


Figura 88. Grado de conectividad a la red de agua potable

Tabla 39. Cantidad de hogares conectados a la red cloacal

Departamento	Hogares con desagüe cloacal %	Hogares con desagüe a cloaca	Hogares sin desagüe a cloaca	Total de hogares
Capital, Salta	83,9	114.893	22.107	137.000
Cafayate, Salta	78,4	2.786	769	3.555
Metán, Salta	65,4	6.621	3.507	10.128
Rosario de la Frontera, Salta	63,4	4.950	2.853	7.803

Departamento	Hogares con desagüe cloacal %	Hogares con desagüe a cloaca	Hogares sin desagüe a cloaca	Total de hogares
Orán, Salta	60,8	19.382	12.477	31.859
San Carlos, Salta	47,2	779	873	1.652
Guachipas, Salta	44,9	407	499	906
General Güemes, Salta	44,8	5.177	6.385	11.562
General José de San Martín, Salta	44,3	16.807	21.108	37.915
Cerrillos, Salta	40,9	3.477	5.028	8.505
Los Andes, Salta	37,4	468	782	1.250
Anta, Salta	33,1	4.529	9.159	13.688
Rosario de Lerma, Salta	33,0	2.957	6.011	8.968
Cachi, Salta	25,9	469	1.342	1.811
Chicoana, Salta	24,2	1.197	3.752	4.949
Molinos, Salta	19,7	235	956	1.191
La Viña, Salta	17,5	328	1.541	1.869
Santa Victoria, Salta	16,7	425	2.120	2.545
Iruya, Salta	13,6	205	1.299	1.504

Departamento	Hogares con desagüe cloacal %	Hogares con desagüe a cloaca	Hogares sin desagüe a cloaca	Total de hogares
La Candelaria, Salta	4,0	59	1.410	1.469
La Caldera, Salta	-	-	2.088	2.088
La Poma, Salta	-	-	423	423
Rivadavia, Salta	-	-	7.154	7.154

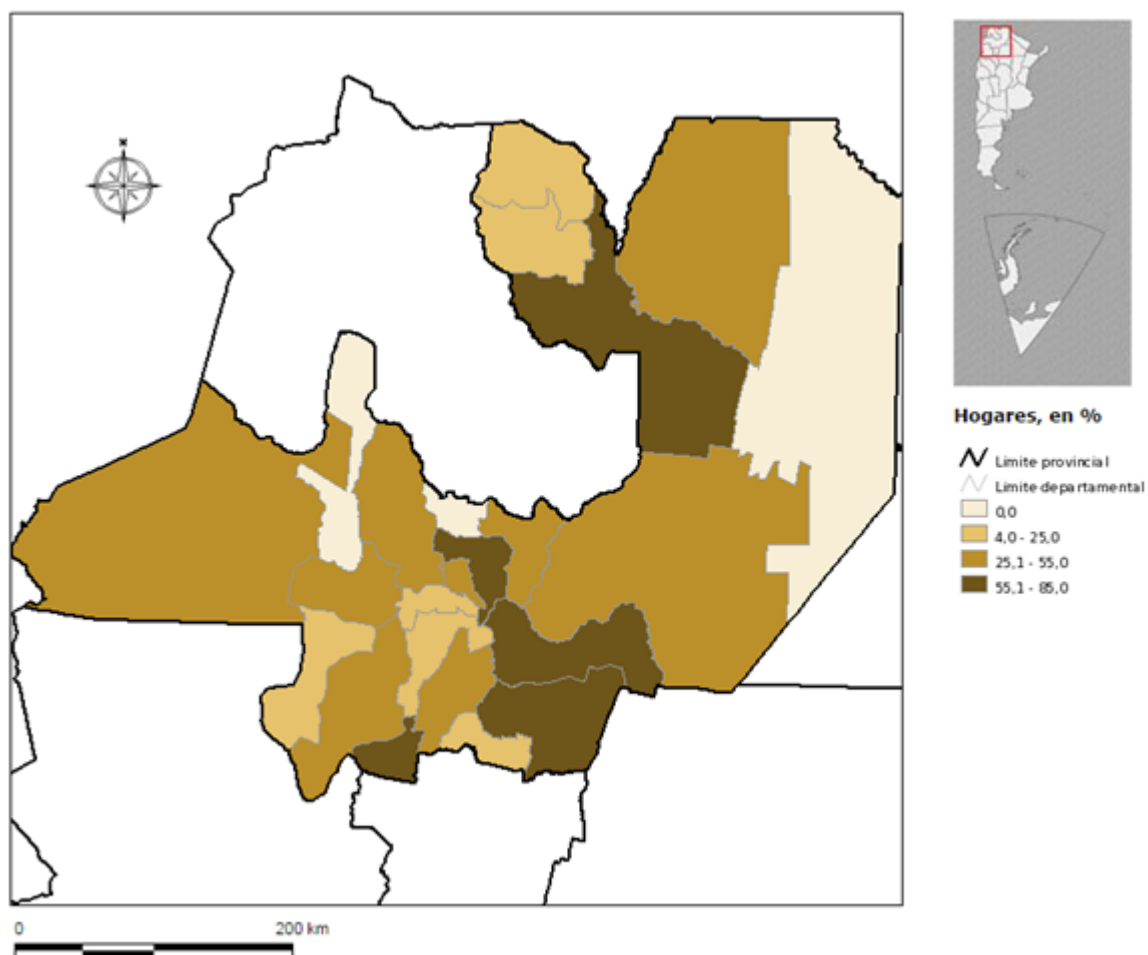


Figura 89. Grado de conectividad a la red cloacal

Tabla 40. Cantidad de hogares con instalación sanitaria con descarga de agua.

Departamento	Hogares con instalación sanitaria con descarga de agua %	Hogares con instalación sanitaria con descarga de agua	Total de hogares
Anta, Salta	66,8	9.138	13.688
Cachi, Salta	58,6	1.061	1.811
Cafayate, Salta	88,3	3.140	3.555
Capital, Salta	88,3	120.938	137.000
Cerrillos, Salta	70,3	5.979	8.505
Chicoana, Salta	71,7	3.547	4.949
General Güemes, Salta	79,8	9.231	11.562
General José de San Martín, Salta	61,6	23.356	37.915
Guachipas, Salta	65,5	593	906
Iruya, Salta	39,3	591	1.504
La Caldera, Salta	80,3	1.676	2.088
La Candelaria, Salta	68,0	999	1.469
La Poma, Salta	39,2	166	423
La Viña, Salta	65,8	1.229	1.869

Departamento	Hogares con instalación sanitaria con descarga de agua %	Hogares con instalación sanitaria con descarga de agua	Total de hogares
Los Andes, Salta	47,8	598	1.250
Metán, Salta	78,6	7.961	10.128
Molinos, Salta	50,7	604	1.191
Orán, Salta	66,1	21.057	31.859
Rivadavia, Salta	20,6	1.472	7.154
Rosario de la Frontera, Salta	77,4	6.042	7.803
Rosario de Lerma, Salta	73,7	6.605	8.968
San Carlos, Salta	62,1	1.026	1.652
Santa Victoria, Salta	35,9	914	2.545

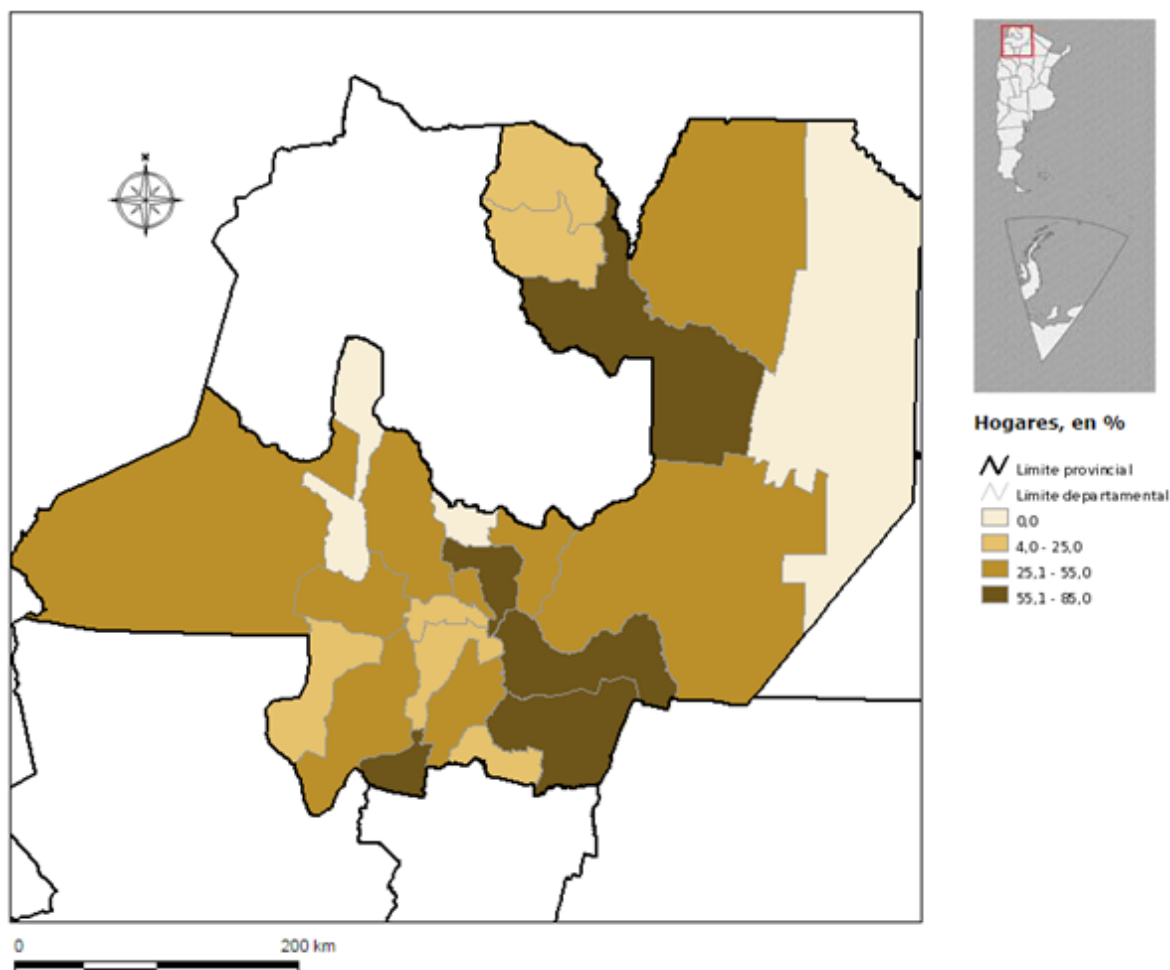


Figura 90. Grado de hogares con instalación sanitaria con descarga de agua.

12.2.3. Actividades económicas

En esta provincia pueden reconocerse diferentes ámbitos, tanto geográficos como económicos: el centro norte, el de las Sierras Subandinas, que presenta una baja integración económica; la zona del Ramal, donde existen importantes cultivos industriales y reservas petroleras; los bosques del área chaco-salteña, zona muy poco habitada; la zona de Metán, que fue de ganadería extensiva y que debido al riego se incorporó a la actividad agrícola; la zona puneña, que tiene la minería como actividad más trascendente, y el área más dinámica es el conjunto de valles, de ubicación casi central, que se caracteriza principalmente por la actividad agrícola.

La base de la economía está dada por cultivos industriales como el tabaco, caña de azúcar, banana, cítricos (pomelos), vid, ajíes, papas y algodón, mientras que aún se mantiene a nivel de agricultura de subsistencia un promisorio cultivo para la región puneña: el de la quinoa.

La ganadería se encuentra representada por la cría de ganado vacuno en la región del valle de Lerma y las zonas despejadas de la región chaqueña, por otra parte es frecuente la presencia de caprinos en las zonas montañosas y se mantiene como un valioso recurso la cría de auquénidos (en particular la vicuña) en las zonas de mayor altitud y aridez, mientras que la cría de caballos es reducida aunque los ejemplares de caballo salteño suelen tener merecida fama por su resistencia.

La minería y la producción de hidrocarburos (petróleo, butano) tienen gran importancia, sobre todo en el Norte del Chaco Salteño. En la región de la Puna hay ricos yacimientos de diversos minerales (oro, cobre, plomo, plata, estaño, litio, bórax, salitre, potasio, etc.), aún sin explotar o que recién se han comenzado a aprovechar.

12.2.3.1. Radicaciones industriales

El Parque Industrial de Salta se encuentra localizado en el sector Sudeste de la ciudad de Salta, sobre la Ruta Provincial 39. Los límites naturales más notables son el cordón de las sierras denominadas del Mojotoro hacia el Este y el Río Arenales hacia el Oeste.

Cuenta con una superficie de aproximadamente 500ha incluyendo el “cinturón ecológico” que lo circunda, de este total, 170ha conforman la parte efectivamente activa del Parque Industrial, las mismas se encuentran distribuidas de la siguiente manera: 138ha destinadas para radicación industrial y las restantes 32ha conforman las superficies comunes que comprenden calles, veredas, pozos de agua, Centro Administrativo, espacios verdes, ochavas, etc.

Dentro del parque se encuentran empresas de la construcción, empresas relacionadas a la carpintería metálica y de madera.

Dentro de las distribuidoras: Hay en el ramo de las bebidas, lácteos, víveres secos y cereales.

Fraccionamientos de yerba mate, sal, acopio, distribución de pollos faenados, carbón, pinturas, tabacalero, y gas envasado.

12.2.3.2. Talleres

Existen talleres de mecánica, negocios vinculados con la venta de repuestos, accesorios y servicios y Equipos Eléctricos.

En el polo fabril de la avenida Durañona hay radicadas empresas a las que cuesta, todavía más, asociar con la industria: Ocasá (correo), Don Dante (logística), Transporte González y La Sevillanita (cargas) son algunas.

Hay talleres metalúrgicos algo más cercanos a la idea de industria, comercializadoras de premoldeados.

12.2.4. Transporte

12.2.4.1. Terrestre

Dada la excepcional ubicación de la provincia como punto de enlace internacional, las rutas que recorren su territorio son muy transitadas por vehículos de varias nacionalidades.

La provincia está unida al resto del país por varias rutas nacionales, al sur, hacia las grandes ciudades pampeanas, y al norte, hacia Jujuy y Bolivia. Hacia el oeste, hacia la cordillera, y empalma, en territorio chileno.

12.2.4.2. Aéreo

El aeropuerto Martín Miguel de Güemes, de la ciudad de Salta, es el más activo del norte de Argentina. En él operan varias líneas aéreas que unen Salta con Buenos Aires, Córdoba, Mendoza, e Iguazú; con la ciudad boliviana de Santa Cruz de la Sierra y el puerto chileno de Iquique, proporcionándole estos destinos, mediante las conexiones necesarias, comunicación aérea permanente con el resto del mundo.

12.2.5. Turismo

Las actividades turísticas se encuentran ampliamente desarrolladas en la Ciudad de Salta, representadas por;

- Pesca deportiva: En el Dique Cabra Corral, Dique el Tunal, Río Bermejo y Río Orán. Está estrictamente prohibida la captura, tenencia y circulación del Sábalo. Existen restricciones a la cantidad de capturas posibles en función de las especies y debe tenerse la habilitación correspondiente.
- Museos y Monumentos Históricos
- Música Folclórica: A diario hay peñas folclóricas donde puede disfrutarse de la música característica de la región, acompañado de platos típicos.
- Dique Cabra Corral: se ubica a 85 km de la ciudad de Salta. Su construcción se realizó para la producción de energía hidroeléctrica, pero también es un sitio muy turístico, ya que pueden realizarse:
 - Pesca de pejerreyes, bogas, bagres desde la orilla o contratando catamaranes.
 - Participar de deportes náuticos: ski, yachting, etc.
 - Caminatas por el cerro El Fuerte
 - Visita a pinturas rupestres de Ablomé
 - Alquiler de bicicletas, caballos, piletas y toboganes de agua.

12.3. RELEVAMIENTO SOCIO - ECONÓMICO

Hasta aquí se presentaron aspectos generales de la población, demográficos y socioeconómicos de la Provincia, su capital y localidades influenciadas por el proyecto. En adelante se expresan aquellas cuestiones particulares que genera el proyecto en cuestión. Para ello, se procedió a realizar grupos focales y encuestas sobre una muestra de la población dentro del área de influencia de la planta depuradora.

12.3.1. Identificación de las áreas afectadas

Resulta imperioso realizar en esta sección la determinación de las zonas en las que se generarán cambios a causa del proyecto, para ello, se consideran las diferentes etapas por las que transcurrirá el proyecto, a continuación, se describen las áreas de afectación para cada etapa:

- *Etapas de construcción:* se considera que sólo se verán afectados en forma directa, los barrios que se encuentren próximos al predio de la planta, debido a los ruidos y al aumento en la cantidad de partículas en suspensión. De forma indirecta, se verán afectadas las localidades que se encuentren aguas debajo de la descarga de la planta, sobre el río Arenales, a causa de posibles derramamientos.
- *Etapas de operación:* aquí, el área es aún más general, se verán beneficiados en forma directa, los actuales usuarios, los potenciales usuarios. De forma indirecta, las poblaciones que se encuentren aguas debajo de la descarga de la planta, y el propietario de la vivienda situada en la margen izquierda del río, debido al cambio que se produce en la mancha de inundación por la implantación de la nueva planta (este se analiza en el punto 9)
- *Etapas de abandono:* en el período de demolición se verán afectadas las mismas zonas mencionadas en la etapa de construcción, hasta que se haya restaurado el predio a sus condiciones naturales, momento en el cual cesará esta afectación.

12.3.2. Metodología

En primera instancia, se realizaron grupos focales, en los que se reunieron dieciséis personas, en dos grupos (uno se llevó a cabo el 20 de abril del 2014, y el otro al día siguiente). A las que se les realizó una serie de preguntas, con la finalidad de:

- Validar la claridad de las consignas en la encuesta.
- Definir un monto “mínimo y máximo” accesible como pago del proyecto.

Luego se realizaron las encuestas, para ello se definió el área y la muestra de la población a encuestar. Una vez zonificada, se procedió a realizar una capacitación a los encuestadores, y finalmente el relevamiento, procesamiento y análisis de los resultados obtenidos.

12.3.3. Grupos Focales

El grupo focal es una técnica cualitativa de estudio de las opiniones del público afectado. Consiste en la reunión de un grupo de personas, con un analista; encargado de hacer preguntas y dirigir la discusión.

Se realizaron dos entrevistas en las que participaron 8 personas en cada una de ellas, en la que se entrevistó a los beneficiarios potenciales en la forma de grupos focales. Con el objetivo de:

- Determinar los límites máximo y mínimo de la disposición a pagar.

- Validar el contenido específico del cuestionario que se utilizó posteriormente en las entrevistas, el cual fue previamente aprobado y autorizada por la supervisión del proyecto.

En cada una de las reuniones se abordaron las siguientes temáticas:

- Definición de los sectores a encuestar.
- Ajuste del formulario de encuesta.
- Selección y capacitación de encuestadores.
- Desarrollo de 2 (dos) Ficus Grupo.
- Toma de Encuestas.
- Procesamiento de Encuestas.

12.3.3.1. Resultados de los Grupos Focales

En opinión generalizada de los Grupos Focales, el proyecto de optimización y ampliación de la planta de tratamiento sur producirá importantes beneficios sociales.

Asimismo, se tomaron en consideración los aportes acerca de la legibilidad y claridad de las consignas de la encuesta y se obtuvieron valores de mínima (\$38) y máxima (\$43) de la disposición al pago.

12.3.4. Encuestas

El formato de encuesta realizado se puede observar en el Anexo III. La encuesta se dividió en tres secciones, la primera consta de doce preguntas sobre cuestiones demográficas y socioeconómicas. En la siguiente, se realiza observaciones sobre la vivienda en la que vive el encuestado; y finalmente, quince preguntas sobre el tema saneamiento. Según las características de las preguntas realizadas, aquellas que resultan de importancia, y por ende a las que se remitirá este informe son aquellas que se encuentran en la sección de saneamiento.

12.3.4.1. Definición de los lugares a encuestar

Sobre la base del plano general de la ciudad de Salta y Cerrillos, se identificaron los sectores del trabajo de campo atendiendo a los siguientes criterios:

- Distribución equitativa de la muestra asignando un cupo del 60% de encuestas a la zona colindante al Río Arenales y la zona de influencia de la Planta Depuradora Sur.
- Distribución equitativa de la muestra en barrios, representativos de los estratos sociales alto, medio y bajo.
- Distribución equitativa de los sectores en función de la cantidad de encuestas que se deberá relevar (450), de la cantidad de encuestadores (9) y de los plazos fijados para el trabajo de campo (5 días).
- Utilizar la línea de recorrido de colectivos urbanos para demarcar la zona de toma de encuestas en cada sector e identificar las cuadras a relevar.
- Arbitrar los medios necesarios que garanticen la seguridad de los encuestadores, en especial en barrios marginales de la ciudad.

De lo que se concluyó con la definición de nueve sectores a encuestar:

- SECTOR 1: Barrio San Carlos (zona sur).
- SECTOR 2: Cerrillos y Barrio Intersindical (zona sur).
- SECTOR 3: Barrio Solidaridad (zona sur).
- SECTOR 4: Barrio El Sol y 20 de Junio (zona oeste).
- SECTOR 5: Barrio Casino, Barrio Morosini y Barrio San Remo (zona oeste).
- SECTOR 6: Barrio El Carmen y Barrio San Cayetano (zona este).
- SECTOR 7: Barrio Mosconi y Barrio Tres Cerritos (zona norte).
- SECTOR 8: Barrio Ciudad Del Milagro (zona norte).
- SECTOR 9: Barrio Primera Junta (zona sur).

En la siguiente imagen (Coordenadas 24°49' 16.86" S - 65°23' 56.58" O. Elev.: 1178m Altura de ojo: 36.61Km.) se muestra la distribución de los sectores en la ciudad de Salta y Cerrillos:

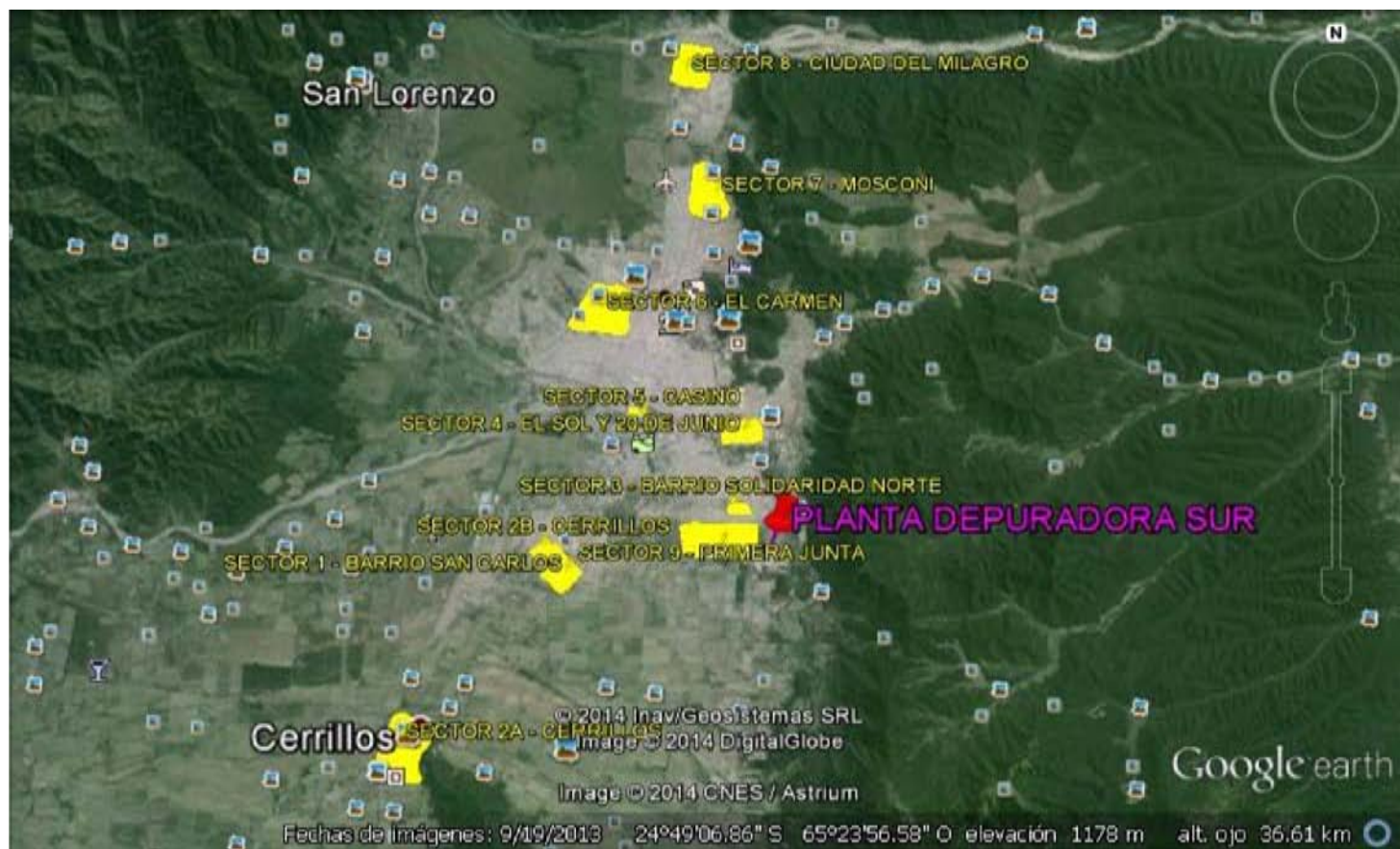


Figura 91. Ubicación de los sectores encuestados.

12.3.4.2. Ajuste del formulario de encuesta

El formulario originalmente propuesto para la encuesta fue sucesivamente trabajado en las instancias previas al trabajo de campo, capacitación de encuestadores y Grupos Focales.

12.3.4.3. Selección y capacitación de encuestadores

Se convocó a nueve personas, mayores de edad, con disponibilidad horaria para realizar la tarea y con sentido de responsabilidad frente al trabajo. Se seleccionó además a una persona en carácter de suplente en caso de ausencia imprevista de los encuestadores seleccionados.

El día jueves 17 de abril se realizó la capacitación de los encuestadores, en la que se trataron los siguientes temas:

- Objetivo del proyecto y de la encuesta.
- Rol que cumplen como encuestadores.
- Instrucciones de cómo realizar la encuesta.
- Simulación de la toma de la encuesta entre ellos.
- Directivas acerca del resguardo de la documentación.
- Asignación de sectores y entrega del material de trabajo.

Se proveyó a los encuestadores de material de trabajo. Además se realizó una “prueba piloto” de encuesta para evaluar y fijar lineamientos para el grupo.

Cabe aclarar que se le pidió a los encuestadores que no solo registren las respuestas de los encuestados, sino también, registren comentarios u observaciones que los mismos hayan hecho.

12.3.4.4. Resultados de Encuestas

Como se mencionó anteriormente aquí se hará hincapié, a las preguntas de la sección de saneamiento, las cuales se presentan a continuación:

- ¿Cuál de estos sistemas utiliza en su casa para eliminar las aguas servidas?
- En sus instalaciones internas, el agua de lavadero y cocina ¿qué destino tiene?
- La descarga interna de las agua de lluvia ¿va a la calle o a la red cloacal?
- ¿Sabe Ud. dónde se descargan en la actualidad los líquidos cloacales y los transportados por los camiones atmosféricos?
- ¿A qué distancia vive Usted de ese lugar? (En cuerdas.)
- ¿En los últimos tres años ha tenido alguno de los siguientes problemas con su sistema de desagües?
Desbordes internos, desbordes externos, problemas de napas, taponamientos, malos olores, otros.
- ¿Qué problemas le origina la ausencia de tratamiento del líquido cloacal?
- En el último año, ¿Ud. o alguno de los integrantes de su grupo familiar sufrió alguna de las siguientes enfermedades?
Diarreas, trastornos digestivos, parásitos intestinales, hepatitis, problemas en la piel, otros.
- ¿Cuáles son las necesidades que las autoridades deben resolver en forma prioritaria?

Finalmente se presentan los resultados de cada una de las preguntas realizadas con su respectivo análisis.

- **¿Cuál de estos sistemas utiliza en su casa para eliminar las aguas servidas?**

Tabla 41. Datos relevados y estadísticos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido
Red cloacal	356	93,0	93,0
Pozo ciego con cámara séptica	12	3,1	3,1
Pozo ciego sin cámara séptica	8	2,1	2,1
Desagüe a vía pública (zanja o cuneta)	1	0,3	0,3
Ns/Nc	6	1,6	1,6
Total	383	100,0	100,0

El 93 % de los hogares encuestados utiliza la red cloacal para eliminar las aguas servidas, mientras que un 5,2 % cuenta con pozo ciego.

- **En sus instalaciones internas, el agua de lavadero y cocina ¿qué destino tiene?**

Tabla 42. Datos relevados y estadísticos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Red cloacal	342	89,3	89,3	89,3
Pozo ciego con cámara séptica	4	1,0	1,0	90,3
Pozo ciego sin cámara séptica	1	0,3	0,3	90,6
Desagüe a pluvial	4	1,0	1,0	91,6
Desagüe a vía pública (zanja o cuneta)	16	4,2	4,2	95,8

Otro	3	0,8	0,8	96,6
Ns/Nc	13	3,4	3,4	100,0
Total	383	100,0	100,0	

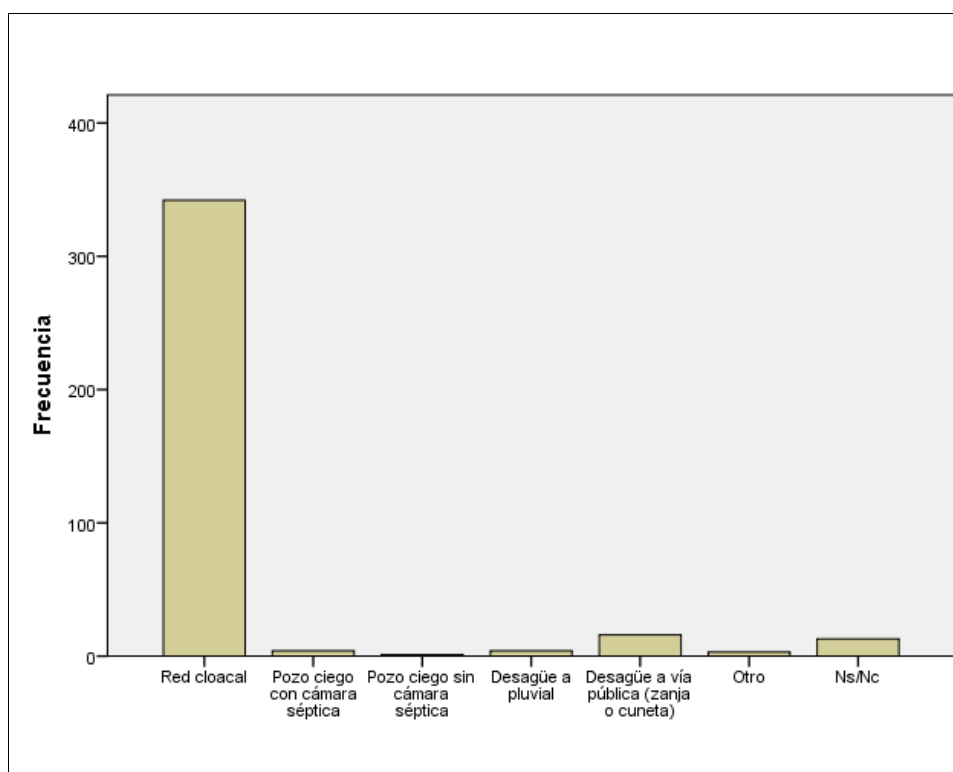


Figura 92. Gráfico de barras para el desagüe de lavadero y cocina.

En el 89,3 % de los hogares encuestados se utiliza la red cloacal para la eliminación de las aguas servidas del lavadero y cocina. Sobre los 3 encuestados que eligieron la opción “Otro” se observaron como datos destacados los siguientes: “Se utiliza para riego”.

- **La descarga interna de las agua de lluvia ¿va a la calle o a la red cloacal?**

Tabla 43. Datos relevados y estadísticos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Calle	362	94,5	94,5	94,5
Cloaca	20	5,2	5,2	99,7

Ns/Nc	1	0,3	0,3	100,0
Total	383	100,0	100,0	

El 94,5 % de los encuestados declara que la descarga interna de las aguas de lluvia va a la calle. Sólo un 5.2% descarga sus pluviales a la cloaca.

- **¿Sabe Ud. dónde se descargan en la actualidad los líquidos cloacales y los transportados por los camiones atmosféricos?**

Sobre los 279 encuestados que respondieron a la pregunta (72,8 %) se observan los siguientes estadísticos:

Tabla 44. Datos relevados y estadísticos.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1 - Planta de tratamiento	129	46,2	46,2	46,2
2 - Terreno baldío	9	3,2	3,2	49,5
3 - Terreno de cultivo	2	0,7	0,7	50,2
4 - Curso de agua (zanja, arroyo, río, canal)	139	49,8	49,8	100,0
Total	279	100,0	100,0	

A excepción de 11 personas, los encuestados reparten su opinión entre las opciones de “Planta de Tratamiento” (46,2 %) y “Curso de agua” (49,8 %).

- **¿En los últimos tres años ha tenido alguno de los siguientes problemas con su sistema de desagües?**

Tabla 45. Datos relevados y estadísticos.

Problema: Desbordes internos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	64	16,7	16,7	16,7
	No	319	83,3	83,3	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Problema: Desbordes externos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado

Válido	Si	75	19,6	19,6	19,6
	No	308	80,4	80,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Problema: napas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	10	2,6	2,6	2,6
	No	373	97,4	97,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Problema: Taponamientos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	79	20,6	20,6	20,6
	No	304	79,4	79,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Problema: Malos olores		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	170	44,4	44,4	44,4
	No	213	55,6	55,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Problema: Otros		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	24	6,3	6,3	6,3
	No	359	93,7	93,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Problema: Ninguno		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	102	26,6	26,6	26,6
	No	281	73,4	73,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Ns/Nc		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	6	1,6	1,6	1,6
	No	377	98,4	98,4	100,0

	Total	383	100,0	100,0	
--	--------------	------------	-------	-------	--

El 26,6 % de los encuestados manifiesta no tener ningún problema con el sistema de desagües. Del resto, se resumen los valores mayoritarios en el siguiente cuadro:

Tabla 46. Resumen de problemas y porcentajes.

	Casos	%
Desbordes internos	64	16,7
Desbordes externos	75	19,6
Problemas de napas	10	2,6
Taponamientos	79	20,6
Malos olores	170	44,4
Otros	24	6,3

Sobre los 24 encuestados que eligieron la opción “Otro” se observaron cómo datos destacados los siguientes: “Proliferación de insectos”, “Problemas con la empresa”, “Caños rotos en las calles”, “Rebalsa el inodoro cuando llueve”. Dentro de los problemas citados, prevalecen los malos olores (44%) seguidos por el taponamiento (21%) y desbordes externos (20%).

Se procede a realizar un análisis de frecuencia, de la cantidad de problemas mencionados por los encuestados, lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 47. Frecuencias según la cantidad de problemas mencionados por cada encuestado.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ningún Problema	139	36,9	36,9	36,9
1 problema	127	33,7	33,7	70,6
2 problemas	61	16,2	16,2	86,7
3 problemas	30	8,0	8,0	94,7
4 problemas	17	4,5	4,5	99,2

5 problemas	3	0,8	0,8	100,0
Total	377	100,0	100,0	

Se observó que el 36,9% no presenta quejas respecto a problemas con el servicio, un 33,7% dice tener al menos un problema.

- ¿Qué problemas le origina la ausencia de tratamiento del líquido cloacal?

Tabla 48. Datos relevados y estadísticos.

Malos olores		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	227	59,3	59,3	59,3
	No	156	40,7	40,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Riesgo para la salud		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	276	72,1	72,1	72,1
	No	107	27,9	27,9	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Proliferación de roedores y/o insectos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	172	44,9	44,9	44,9
	No	211	55,1	55,1	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Contaminación del agua/suelo		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	218	56,9	56,9	56,9
	No	165	43,1	43,1	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Es un foco de suciedad		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	152	39,7	39,7	39,7
	No	231	60,3	60,3	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Otro		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	31	8,1	8,1	8,1
	No	352	91,9	91,9	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Ninguno		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	4	1,0	1,0	1,0
	No	379	99,0	99,0	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Ns/Nc		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	59	15,4	15,4	15,4
	No	324	84,6	84,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

El 1% de los encuestados manifiesta que la ausencia de tratamiento del líquido cloacal no origina ningún problema. Sobre los 31 encuestados que eligieron la opción "Otro" se observaron como datos destacados los siguientes: "Problemas a las embarazadas", "Contamina el aire", "Contaminación del ambiente", "Filtración en las napas".

A continuación se presenta una tabla resumen en la que se expresa la cantidad de individuos que conocen los problemas que ocasiona la falta de tratamiento del líquido cloacal.

Tabla 49. Resumen de frecuencias de encuestados que conocen los problemas que ocasiona el tratamiento de líquidos, y los que no los conocen

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	319	98,2	98,2	98,2
No	6	1,8	1,8	100,0
Total	325	100,0	100,0	

Con la excepción de del 1,8% que respondieron la pregunta, el 98,2 % manifestaron conocer alguno de los problemas que origina la falta de tratamiento de los líquidos cloacales.

- En el último año, ¿Ud. o alguno de los integrantes de su grupo familiar sufrió alguna de las siguientes enfermedades?

Tabla 50. Datos relevados y estadísticos.

Diarreas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	124	32,4	32,4	32,4
	No	259	67,6	67,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Trastornos digestivos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	99	25,8	25,8	25,8
	No	284	74,2	74,2	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Parásitos intestinales		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	30	7,8	7,8	7,8
	No	353	92,2	92,2	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Hepatitis		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	11	2,9	2,9	2,9
	No	372	97,1	97,1	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Problemas en la piel		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	59	15,4	15,4	15,4
	No	324	84,6	84,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Otro		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	11	2,9	2,9	2,9

	No	372	97,1	97,1	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Ns/Nc		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	39	10,2	10,2	10,2
	No	344	89,8	89,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

El 11 % de los encuestados manifestó no haber sufrido ninguna de las enfermedades citadas. Sobre los 11 encuestados que eligieron la opción “Otro” se observaron como datos destacados los siguientes: “Alergia”, “Asma”, “Diabetes”, “Problemas Oftalmológicos”.

A continuación se presenta una tabla resumen donde se sintetizan los resultados anteriores.

Tabla 51. Resumen de frecuencias de personas que sufrieron enfermedades y quienes no las sufrieron.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	181	96,8	96,8	96,8
No	6	3,2	3,2	100,0
Total	187	100,0	100,0	

Con excepción de 6 encuestados que respondieron la pregunta, el 96,8 % manifestaron haber sufrido alguna de las enfermedades que origina la falta de tratamiento de los líquidos cloacales, siendo las más nombradas: Diarrea y Trastornos digestivos.

- ¿Cuáles son las necesidades que las autoridades deben resolver en forma prioritaria?

Tabla 52. Datos relevados y estadísticos.

Cloacas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	230	60,1	60,1	60,1
	Si	153	39,9	39,9	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Agua potable		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	202	52,7	52,7	52,7
	Si	181	47,3	47,3	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Tratamiento de líquidos cloacales		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado

Válidos	En blanco	236	61,6	61,6	61,6
	Si	147	38,4	38,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Electricidad		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	300	78,3	78,3	78,3
	Si	83	21,7	21,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Pavimentos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	194	50,7	50,7	50,7
	Si	189	49,3	49,3	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Alumbrado público		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	212	55,4	55,4	55,4
	Si	171	44,6	44,6	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Gas		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	269	70,2	70,2	70,2
	Si	114	29,8	29,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Teléfonos		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	346	90,3	90,3	90,3
	Si	37	9,7	9,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Desagües pluviales		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	270	70,5	70,5	70,5
	Si	113	29,5	29,5	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Otro		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado

Válidos	En blanco	273	71,3	71,3	71,3
	Si	110	28,7	28,7	100,0
	Total	383	100,0	100,0	
Ns/Nc		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	En blanco	362	94,5	94,5	94,5
	Si	21	5,5	5,5	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

El siguiente cuadro presenta los valores mayoritarios para cada una de las opciones de respuesta en función de las prioridades definidos por los encuestados:

Tabla 53. Resumen de frecuencias de prioridades de inversión del gobierno.

Opción	Casos	%
Pavimentos	189	49,3
Agua potable	181	47,3
Alumbrado público	171	44,6
Cloacas	153	39,9
Tratamiento de líquidos cloacales	147	38,4
Gas	114	29,8
Desagües pluviales	113	29,5
Otro	110	28,7
Electricidad	83	21,7
Teléfonos	37	9,7
Ns/Nc	21	5,5

Sobre los 110 encuestados que eligieron la opción “Otro” se observaron como datos destacados los siguientes: “Transporte”, “Limpieza de calles”, “Presencia Policial”, “Cordón cuneta”, “Seguridad”.

Según muestra la anterior tabla, la prioridad en la inversión debería estar dirigida a pavimentos (49,3%), mientras que el 39,9% de la muestra encuestada cree que es prioritario realizar inversiones en tratamiento de líquidos cloacales.

12.3.5. Conclusiones

A manera de síntesis se puede decir que el 93% de los hogares encuestados se encuentran conectados a la red cloacal, el 89% vierte las aguas residuales de la cocina y el lavadero a la red. Además, el 37,7% de la muestra manifestó tener al menos un problema con el sistema de desagües. Esto muestra la importancia que tiene el tratamiento de líquidos cloacales en la actualidad.

Por otro lado, se debe destacar que el 98,2% de la muestra, manifestó tener conocimientos de los problemas que originan la falta de tratamiento de los efluentes cloacales, además el 96,8% manifestó haber sufrido alguna enfermedad de origen hídrico. Esta situación se revertirá con el proyecto, debido a la mejora en la calidad del vertido, mejora en la capacidad de la planta y el reordenamiento territorial que se producirá al llevarlo a cabo.

El 39,9% de la sociedad cree que es prioritario la inversión en el tratamiento de los líquidos cloacales, lo que muestra aceptación de la sociedad respecto al proyecto en cuestión.

13. IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS AL PROYECTO

En esta sección se identifica las consecuencias ambientales o los efectos que las acciones del proyecto puedan generar a la calidad de vida y al bienestar de los seres humanos y al entorno receptor.

Aquí se sintetizan las evaluaciones realizadas, explicitando los impactos asociados al proyecto, que son las bases para definir las medidas mitigadoras.

13.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR EFECTOS

Las acciones que permiten materializar el proyecto producen alteraciones sobre las componentes que caracterizan un determinado ambiente. La identificación de estos efectos resultó de la discusión del grupo evaluador. De esta manera se constituyó un banco de información que cubre las posibilidades de efectos esperables, con ópticas y puntos de vista muy específicos. Dadas las características del grupo evaluador, cuando se estudió detalladamente la lista de efectos identificados, se advirtieron algunas singularidades que debían ser corregidas, tales como: El número de efectos detectados fue inicialmente muy grande. Se detectó una repetición de efectos en los diferentes procesos individuales y medios afectados. En consecuencia, se procedió a la reestructuración y síntesis de los efectos y agrupando aquellas acciones del mismo tipo en una única consideración.

13.2. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES

13.2.1. *Identificación de acciones, etapa de construcción*

- Tareas Preliminares
 - Movilización de obra e Instalación de Obrador: Se refiere al traslado a pie de obra de todas las maquinarias, herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo el proyecto. El establecimiento de un lugar para guardar dichas maquinarias, herramientas e insumos, talleres, vestuarios, baños y comedores para los trabajadores.
 - Limpieza de terreno: hace referencia al acondicionamiento del sector a intervenir. Destronque, retiro de vegetación y construcciones que generen interferencias con la obra.
 - Extracción y disposición final de lodos existente en el predio: Es el retiro de los barroes acumulados a los laterales de la playa de secado. Dicho espacio es necesario para la construcción de las nuevas unidades de tratamiento del proyecto. Parte de los barroes, actualmente, que han permanecido en ese lugar por un período de tiempo superior a 10 años clasifican dentro de biosólidos tipos A1, los cuales se los puede utilizar como abono o enmienda; o bien la incorporación a relleno sanitario. Mientras que a los barroes que no poseen un período de estacionamiento tan largo, no encuadran en esta tipología, sino que en la de biosólido A2, a los que se acumularán en el predio de la planta, debido a que el relleno no se encuentra habilitado para recibirlos, y encontrándose en etapa de proyecto su disposición final.
 - Expropiaciones, Servidumbres y Adquisición de tierras: Implica la apropiación de las tierras del terreno colindante a la planta depuradora actual que son de necesidad pública para llevar a

- o cabo la construcción de la nueva planta depuradora de efluentes.
- o Parquización y Forestación: Se refiere a la *colocación* de árboles en el predio de las plantas de tratamiento. La cortina forestal sobre el perímetro colindante con los caminos (Norte y Oeste) empleando especies de Casuarina en un diseño de dos hileras a distancias de 2 m x 2 m a tresbolillo.
- Planta de tratamiento
 - o Movimiento de Suelos: incluye nivelación, terraplén, desmonte, etc. y todos los movimientos necesarios para que las distintas unidades de la planta, caminos, etc. queden a niveles apropiados y puedan fundarse sobre suelo estable.
 - o Manipulación y/o traslado de combustibles: se refiere al transporte de combustible para el funcionamiento de los equipos y maquinarias necesarios para la construcción de la planta de tratamiento. Incluye su manipulación.
 - o Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales: se refiere a la modificación de la línea de ribera para la obtención espacio necesario para la construcción de la nueva planta de tratamiento. Dicho terreno actualmente es inundable. Se incluye, movimientos de suelos, construcción de defensa del terreno, la verificación de línea de rivera de la margen, etc.
 - o Construcción de obras civiles: de todas las unidades de las plantas, tanto para la nueva planta como para la optimización de la planta existente.
 - o Bypass de interconexión: Una vez construida la nueva planta depuradora, se realiza un bypass localizado en la boca de registro existente al ingreso del predio, que desvíe el efluente ingresante hacia la nueva planta y posibilitar la interrupción total de la planta existente para realizar las tareas de optimización de la misma.
 - o Instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas: Se refiere a todos los equipos e instalaciones necesarias para el correcto control y manejo de las plantas.

13.2.2. Identificación de acciones, etapa de operación

- Planta de Tratamiento
 - o Incremento potencial del área y población servida: se refiere al aumento de viviendas servidas, considerando además la variación poblacional en el transcurso del tiempo, evitando de este modo, descargas clandestinas.
 - o Optimización de la recepción de camiones atmosféricos: Actualmente la planta recibe camiones atmosféricos, pero no posee las instalaciones correspondientes para ello. El actual proyecto, contempla la construcción de un tanque de compensación para brindar la recepción adecuada de los camiones atmosféricos.
 - o Repotenciación y optimización del tratamiento del líquido cloacal: El proyecto permite incrementar el volumen tratado, mejorando paralelamente la calidad del efluente.
 - o Tratamiento y disposición final de lodos: El proceso realizado sobre el efluente genera como subproductos lodos, los que son tratados en un sistema de digestión primaria y secundaria para un posterior secado en playa de barro o con filtros banda. Estos

lodos luego de finalizado este tratamiento poseen una carga de contaminantes clasificándolos como biosólidos tipo A2, requiriéndose un procedimiento de disposición final establecidos por la resolución 97/2011. Contemplando que a la fecha no se finalizado el proyecto del sistema tratamiento para su disposición final, se considera, que los mismos serán acumulados en el predio de la planta temporariamente hasta lograr una adecuada solución, con su consiguiente efecto negativo.

- Manipulación de gas cloro para la desinfección del líquido: el líquido para ser vertido al río necesita un proceso de desinfección que en este proyecto se realiza mediante la cloración a través de gas cloro.
- Readecuación del sistema de gases de los digestores: se trata del acondicionamiento del proceso de tratamiento. El gas generado en el proceso se almacenará en la parte superior del digestor primario, parte del cual es luego trasvasado a los digestores secundarios para su posterior incineración.
- Generación de olores, moscas, insectos y roedores: el proceso llevado a cabo en los lechos percoladores genera olores desagradables y puede atraer y favorecer la proliferación de los vectores.
- Descarga de efluente tratado al río Arenales: Se refiere al efluente vertido sobre el río luego de ser tratado en la planta depuradora.
- Operaciones de reparación y/o mantenimiento: a lo largo del tiempo las máquinas y unidades de tratamiento necesitan ser reparadas o mantenidas para su eficiente funcionamiento, esto puede ser planificado para que su mantenimiento no afecte el normal funcionamiento de la planta.
- Operación de la planta durante lluvias: en los momentos de lluvia, el caudal que llega a la planta de tratamiento es mucho mayor al que ingresa en condiciones normales, pero su concentración es mucho menor. Las plantas de tratamiento no están diseñadas para absorber ese aumento de caudal, por lo tanto, en esos momentos se realizará un bypass del excedente de caudal el cual, el único tratamiento que recibirá el efluente antes de ser vertido al río, es la cloración con una concentración de cloro del 30% más que el incorporado en condiciones normales.
- Incumplimiento de metas en el proceso de tratamiento: esta acción hace referencia a la posibilidad de problemas y fallas que puedan producirse en el proceso de tratamiento. Por ejemplo: falta de capacitación del personal, tanto de operación como mantenimiento, falta en insumos, descalibración de equipos, etc. Se debe tener en consideración que al tener dos plantas interconectadas, otorga gran flexibilidad para enfrentar acontecimientos.
- Parquización y Forestación: Se refiere al efecto que tendrán la cortina forestal sobre el perímetro colindante en los caminos (Norte y Oeste) empleando especies de Casuarina en un diseño de dos hileras a distancias de 2 m x 2 m a tresbolillo, de modo de formar una barrera tanto de olores como de ruidos.

13.2.3. Identificación de acciones, etapa de abandono

El tipo de acciones agrupadas para esta etapa se refieren a las que se desarrollarán para el acondicionamiento de las áreas que fueron afectadas durante la construcción.

- Levantamiento de instalaciones fijas.
- Acondicionamiento de suelos.
- Restauración paisajística.
- Disposición material en desuso y residuos.

13.3. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES

Las actividades del proyecto presentan afectaciones tanto sobre el medio natural como sobre el medio antrópico. Se incluyen en las matrices de evaluación los siguientes factores:

Tabla 54. Factores considerados para el análisis de impactos ambientales.

VALORACIÓN CUALITATIVA	FACTORES AMBIENTALES	MEDIO NATURAL	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE
				RUIDO
			AGUA SUPERFICIAL	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL
				CALIDAD DE AGUA
			AGUA SUBTERRÁNEA	CALIDAD DE AGUA
			SUELO	ESTRUCTURA
				PERMEABILIDAD
				CALIDAD
				EROSIÓN
			FLORA Y FAUNA	BOSQUE NATIVO
			MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE URBANO/RURAL
		MEDIO SOCIOECONÓMICO		USOS DEL SUELO Y ACTIVIDADES
				EMPLEO
				ECONOMIA
				CALIDAD DE VIDA

13.4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

La estrategia metodológica seguida ha tomado como base los lineamientos especificados por el Banco Mundial (1991), Banco Interamericano de Desarrollo (2000); los utilizados en países de habla hispana (Weitzenfeld, 1990; MOPT, 1992; Gomez Orea, 1999; Buroz, 1995; Conesa Fernandez, 1997); las estrategias y técnicas disponibles en la bibliografía internacional (Munn, 1975; Wathern, 1990; Morris & Therivel, 1995; Canter 1997).

Una vez establecidas las etapas, actividades y acciones impactantes y los factores del medio impactados, se califican los impactos, positivos o negativos.

La misma se aplica para las Etapas de Construcción, Operación y Abandono. En cada Etapa, se evalúa el impacto de las distintas acciones del Proyecto sobre el medio natural y antrópico, con el fin de corregir los desajustes que pudieren surgir en la relación acción- reacción.

Para ello, se procede a la identificación de los impactos ambientales utilizando el método de la Matriz de identificación de impactos de tipo causa-efecto.

A través de ella, se tiende a:

- La incorporación de los aspectos ambientales en el Proyecto, evitando que ello sea considerado como una externalidad del mismo.
- Tratándose de un método multidisciplinario, identificar los sectores críticos que requieren un análisis más profundo, respecto de aquellas acciones que pudieran generar impactos ambientales de importancia.
- Visualizar rápidamente, la relación entre las acciones propuestas por el proyecto y las acciones o medidas adoptadas para eliminar y/o minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos.

A través de un sistema de calificación se identifican y comparan los impactos que se generan en ambas fases y se destacan cuáles son los de mayores efectos. El sistema de valoración consiste en cuantificar a los positivos y negativos en una escala de 1 a -1.

De la citada matriz se extrae un listado de los principales impactos negativos generados en las etapas de construcción, operación de la obra y abandono de las instalaciones, que inciden sobre el ambiente.

Se utiliza la metodología indicada, donde se encuentran definidos los parámetros a analizar para establecer la valoración de los Impactos Ambientales, los cuales son: el Carácter, la Intensidad, el Riesgo de Ocurrencia, la Extensión, la Duración, el Desarrollo y la Reversibilidad.

Tabla 55. Parámetros de calificación de impactos

CARÁCTER (Ca)	Define las acciones o actividades de un proyecto, como perjudicial o negativa, positiva, neutra o previsible (difícilmente calificable sin estudios específicos)	Negativo Positivo Neutro	-1 +1 0
INTENSIDAD (I)	Expresa la importancia relativa de las consecuencias que incidirán en la alteración del factor considerado. Se define por interacción del Grado de Perturbación que imponen las actividades del proyecto y el Valor Ambiental asignado al recurso.(1)	Muy alta Alta Mediana Baja	1,0 0,7 0,4 0,1
EXTENSIÓN (E)	Define la magnitud del área afectada por el impacto, entendiéndose como la superficie relativa donde afecta el mismo.	Regional Local Puntual	0,8-1,0 0,4-0,7 0,1-0,3
DURACIÓN (Du)	Se refiere a la valoración temporal que permite estimar el periodo durante el cual las repercusiones serán detectadas en el factor afectado	Permanente (más de 10 años) Larga (5 a 10 años) Media (3 a 4 años) Corta (hasta 2 años)	0,8-1,0 0,5-0,7 0,3-0,4 0,1-0,2
DESARROLLO (De)	Califica el tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente, o sea la forma en que evoluciona el impacto, desde que se inicia y manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias	Muy rápido (<1 mes) Rápido (1 a 6 meses) Medio (6 a 12 meses) Lento (12 a 24 meses) Muy lento(>24 meses)	0,9-1,0 0,7-0,8 0,5-0,6 0,3-0,4 0,1-0,2
REVERSIBILIDAD (Re)	Evalúa la capacidad que tiene el factor afectado de revertir el efecto	Irreversible Parcialm. Reversible Reversible	0,8-1,0 0,4-0,7 0,1-0,3
RIESGO DE OCURRENCIA (Ro)	Califica la probabilidad de que el impacto ocurra debido a la ejecución de las actividades del proyecto	Cierto Muy probable Probable Poco probable	9-10 7-8 4-6 1-3
CALIFICACIÓN AMBIENTAL (CA)	Es la expresión numérica de la interacción de los parámetros o criterios. El valor de CA se corresponde con un valor global de la importancia del impacto. Se aplica según la fórmula expuesta (Ver Fórmula de CA)	0-3 4-7 8-10	Imp. Bajo Imp. Medio Imp. Alto

El Grado de Perturbación (GP) evalúa la amplitud de las modificaciones aportadas por las acciones del proyecto sobre las características estructurales y funcionales del elemento afectado. El grado de perturbación puede ser calificado como:

- **Fuerte:** Las acciones del proyecto modifican en forma importante el elemento afectado.
- **Medio:** Las acciones del proyecto sólo modifican alguna de las características del elemento.
- **Bajo:** Las acciones del proyecto no modifican significativamente el elemento afectado.

El Valor Ambiental (VA) es un criterio de evaluación del grado de importancia de una unidad territorial o de un elemento en su entorno. La importancia la define el especialista en orden al interés y calidad que estime y por el valor social y/o político del recurso. VA puede ser: muy alto, alto, medio o bajo.

La determinación de la Intensidad (In) se fija con el cruce de GP vs. VA, conforme a la siguiente tabla.

Tabla 56. Valoración Ambiental.

	VALOR AMBIENTAL (VA)			
Grado de Perturbación (GP)	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Fuerte</i>	Muy Alta	Alta	Mediana	Baja
<i>Medio</i>	Alta	Alta	Mediana	Baja
<i>Suave</i>	Mediana	Mediana	Baja	Baja

Formula de Calificación Ambiental (CA)

$$CA = Ca \times ((I+E+Du+De+Re) / 5) \times Ro \quad \text{Ecuación 1}$$

Se comienza la etapa de valoración confeccionando las matrices de doble entrada que se presentan en este capítulo donde, en las columnas se indican las actividades por etapas y en las filas los factores del medio impactado.

Luego se vuelcan, en 7 (siete) matrices, los resultados de la valoración llevada a cabo, donde se definen los parámetros ya establecidos: Carácter (Ca), Intensidad (I), Extensión (E), Duración (Du), Desarrollo (De), Reversibilidad (Re) y Riesgo de Ocurrencia (Ro).

Por último, se utiliza la fórmula polinómica expuesta en la metodología, obteniéndose la calificación de cada impacto ambiental identificado y que va a formar la matriz de Calificación Ambiental (CA), que se analiza posteriormente en el presente capítulo, donde se indica la valoración final de los impactos positivos y negativos detectados.

Del análisis de los impactos negativos identificados, se recomiendan las Medidas de prevención, manejo, mitigación y/o compensación de los mismos durante la Ejecución del Proyecto.

Pueden presentarse algunos impactos negativos, de carácter puntual, transitorio, de corta duración y reversible, durante la etapa de construcción, siendo de muy baja intensidad.

13.5. IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES IMPACTOS

En esta sección se describen los impactos asociados a cada actividad seleccionada del proyecto.

13.5.1. Impactos durante la construcción

El proyecto en cuestión, de construcción de una nueva planta depuradora y la optimización de la planta depuradora sur existente implica una serie de acciones sobre los factores ambientales - tanto sobre el medio natural como sobre el socioeconómico- y pueden dividirse en acciones generadas por tareas preliminares y por acciones propias de la planta de tratamiento.

- Tareas Preliminares

- *Movilización de obra e Instalación de Obrador:*

El uso de maquinarias y equipos necesarios para esta tarea, afectará a la atmosfera debido a la generación de ruidos y a las emisiones gaseosas de los mismos. También se perturbará el suelo en su estructura y permeabilidad, al compactarse debido al tránsito de camiones. Se produce una afectación temporal del paisaje urbano y rural por la circulación de las maquinarias. Los gases de la combustión afectan además del aire, a la flora y a la fauna. En el caso de depósito de materiales de construcción, los impactos están dados por la generación de polvo y ruidos en la manipulación de los mismos; alteración del paisaje; obstrucción de la libre circulación, drenaje y permeabilidad, principalmente. También por la sobre compactación del suelo ocupado. La implantación del obrador restringe el uso de suelos y actividades durante el tiempo que se lleve a cabo la construcción del proyecto. Generación de empleo, las tareas mencionadas anteriormente requieren la contratación de personal.

- *Limpieza de terreno:*

Producción de ruidos y partículas en suspensión perjudiciales para la atmosfera y las personas por funcionamiento de equipos y maquinarias. Modificaciones en el drenaje superficial, la permeabilidad y erosión del suelo. Eliminación del hábitat de especies faunísticas, eliminación de ejemplares de flora. Generación de empleo.

- *Extracción y disposición final de lodos existente en el predio:*

Contaminación del suelo y el aire por movimientos de barro existentes en el predio. El traslado de dichos barro se mantiene dentro de los límites del predio de la planta depuradora, genera afectación sobre los factores aire, en la calidad del mismo y la generación de ruidos y partículas al momento de su traslado; efectos sobre el agua subterránea y calidad del suelo, debido a lixiviación, efectos sobre el paisaje urbano – rural y sobre la calidad de vida de las personas que trabajan en la zona.

- *Expropiaciones, Servidumbres y Adquisición de tierras:*

Homogeneización del paisaje, contribución al ordenamiento territorial según el Plan Integral de Desarrollo Urbano Ambiental de la ciudad de Salta. Mejora de la calidad de vida de los actuales residentes, evitando las exposiciones a ruidos, emanaciones de olores, generación de moscas e insectos, etc., producidos por la Planta Depuradora.

- Planta de tratamiento
 - *Movimiento de Suelos:*

Alteraciones en la calidad del aire por aumento de emisión de partículas en suspensión y combustión, ruidos por el funcionamiento de maquinarias, que afectarían la salud de los trabajadores, la población y la fauna en el entorno próximo del frente de obra. Modificaciones en el drenaje superficial. Afectación del paisaje urbano/rural. Compactación de los caminos debido a la permanente circulación, afectando la estructura del suelo, su permeabilidad y facilitando la erosión del mismo. Generación de fuentes de empleo.

- *Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales:*

La modificación de la llanura de inundación derecha generará movimientos de suelos, con la consiguiente pérdida de flora y fauna, y la alteración del curso de crecientes importantes del río Arenales lo que inducirá además de cambio en el flujo del río, nuevas zonas de sedimentaciones y erosión, modificando la estructura del suelo. La construcción de la defensa modifica las condiciones naturales generando un impacto visual negativo. Como aspecto positivo, generará de fuentes de empleo.

- *Construcción de obras civiles:*

Alteraciones en la calidad del aire por aumento de emisión de partículas que afectarían la salud de los trabajadores y población en el entorno próximo del frente de obra. Ruidos por el movimiento de equipos y máquinas. Afectación temporal y permanente del paisaje urbano y rural. Modificaciones en el drenaje superficial por la implantación de las unidades de tratamiento. Afectación de la estructura del suelo por circulación de maquinarias y por la implantación de las unidades de tratamiento. Generación de fuentes de empleo para llevar a cabo la tarea.

- *Bypass de interconexión:*

El bypass se materializará mediante un canal a cielo abierto, lo que afectará negativamente al medio perceptual y genera la posibilidad de contaminación atmosférica dada las condiciones del afluente. Aumento de nivel de agua en la cámara de ingreso de la planta, provocando que la cañería de llegada a la misma trabaje a presión con la consiguiente posibilidad de contaminación del agua subterránea.

- *Instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas:*

Generación de ruidos temporarios por el movimiento de equipos y máquinas. Generación de empleo, personal capacitado para la instalación de los equipos.

13.5.2. Impactos durante la operación

Los impactos que se produzcan en esta etapa están relacionados al funcionamiento de las plantas de tratamiento de efluentes.

A continuación se transmite en un listado los efectos identificados;

- **Planta de Tratamiento**

- *Incremento potencial del área y población servida:*

Reducción de olores en sectores de descargas clandestinas, por consiguiente, mejora en la calidad del aire. Mejora en la calidad de aguas superficiales al eliminar descargas de efluente crudo a cursos de agua. Disminuye la posibilidad de contaminación del suelo y napa freática al eliminar los sistemas individuales de disposición de excretas. La disponibilidad del servicio de tratamiento de líquidos cloacales puede promover las inversiones y la potenciación de la actividad turística, mejorando la economía de la ciudad. La ampliación del área de cobertura logra una mayor organización y eficiencia en las actividades, según los usos de suelo determinados en el plan urbano. Los beneficios asociados a la calidad de agua superficial se replican a la flora y fauna del río Arenales. Incremento de la calidad de vida de la población en términos de salud, al tratar los líquidos cloacales.

- *Optimización de la recepción de camiones atmosféricos:*

La disponibilidad de un sitio especialmente preparado para el vertido de camiones atmosféricos mejora de calidad del efluente final que es vertido al río Arenales. Reducción de la descarga incontrolada e irregular de los líquidos cloacales recolectados, a cursos de agua superficiales o descargas sobre el terreno disminuyendo la contaminación atmosférica y su infiltración subsuperficial.

- *Repotenciación y optimización del tratamiento del líquido cloacal:*

El tratamiento de efluentes será favorable a la calidad del agua superficial del río Arenales y subterráneas al poder aumentar el área servida al aumentar la capacidad de la planta. Los beneficios asociados a la calidad de agua superficial se replican a la flora y fauna del río Arenales. Las inversiones en infraestructura turística se puede ver alentada tras la mejora en

tratamiento de efluentes. El aumento de la capacidad de tratamiento de efluentes por la construcción de la nueva planta y la optimización de la existente, se traduce en una mejor calidad de vida de la población. Mejora la calidad del aire, al reducir los olores, y mejora el medio perceptual al eliminarse las descargas clandestinas.

- *Tratamiento y disposición final de lodos:*

Disminuye la calidad del aire por la posibilidad de generar de olores y partículas en suspensión. Posibilidad de contaminación de agua superficial y subterránea por lixiviación, dada la composición química de estos barros. Afectación del paisaje urbano/rural por la acumulación de los mismos dentro del predio para su estabilización.

Restringe los usos de suelo y actividades del sitio donde se depositen. Afectación de la calidad de vida de la población.

- *Manipulación de gas cloro para la desinfección del líquido:*

Existen probabilidades de contaminación atmosférica en caso de mala manipulación, pero mejora la calidad del agua vertida al río dado el proceso de desinfección que produce. El aumento de calidad de agua vertida, favorece a las especies de flora y fauna del río y en sus zonas aledañas.

- *Readecuación del sistema de gases de los digestores:*

Degradación de la calidad del aire por la emanación de gases contaminantes resultantes del proceso de tratamiento. A su vez los gases generados son quemados en los digestores secundarios, permitiendo un ahorro de energía (mejora la economía) y reduce la contaminación.

- *Generación de olores, moscas, insectos y roedores:*

Afectación de la calidad del aire por la generación de olores. Afectación al paisaje urbano/rural por la presencia de moscas, insectos y roedores. Afectación a la calidad de vida de la población por la posibilidad de contraer enfermedades.

- *Descarga de efluente tratado al río Arenales:*

El tratamiento de líquidos cloacales resulta positivo para el incremento de la calidad de vida de la población, en términos de salud. Mejora la calidad del agua superficial y subterránea al tirar los líquidos cloacales en condiciones aptas. Los beneficios

asociados a la calidad de agua superficial se replican a la flora y fauna del río Arenales. Mejora el aspecto visual actual del sitio de descarga. Las inversiones en infraestructura turística se puede ver alentada tras la mejora en tratamiento de efluentes.

- *Operaciones de reparación y/o mantenimiento:*

La situación de reparación o mantenimiento de las unidades de tratamiento en la Planta pueden implicar cambios en el proceso, que potencialmente pueden ser acompañados de producción de olores. Las tareas propias de reparación pueden generar ruidos. Generación de empleo por las tareas propias de reparación y mantenimiento y el uso de herramientas.

- *Operación de la planta durante lluvias:*

Afectación de la calidad del agua superficial, al no recibir gran parte del efluente que llega a la planta depuradora el tratamiento completo, sino únicamente desinfección con cloro a mayor concentración que en condiciones normales. Por la misma razón el efluente vertido al río tiene mayor concentración de sólidos y sedimentos que afectan a la calidad del suelo, a la flora y fauna del río y al paisaje. Probabilidad de generación de olores y contaminación del aire por la falta de tratamiento. Afectación de la calidad de vida de la población próxima al predio de la planta y la población aguas abajo del río.

- *Incumplimiento de metas en el proceso de tratamiento:*

Posibilidad de generación de olores y contaminación del aire, contaminación del agua superficial, afectación de la flora y fauna, ya sea por falta de capacitación del personal, por fallas en el proceso de tratamiento, por operaciones de mantenimiento, falta de insumos, descalibración de equipos, etc. Afectación del medio perceptual y de la calidad de vida de las personas, por el volcamiento del líquido al río en condiciones fuera de norma.

13.5.3. Impactos durante el abandono

En esta etapa se hace referencia a los impactos producidos por las acciones generadas para la restitución a las condiciones iniciales del lugar, una vez terminada la obra.

Los impactos son los siguientes:

- *Levantamiento de instalaciones fijas:*

El afectará negativamente la calidad del aire debido al aumento de las partículas en suspensión debido al levantamiento de las instalaciones. La generación de ruidos que producirá la maquinaria utilizada para remover

instalaciones. Aumenta la permeabilidad del suelo. Restituye parte del paisaje original del sitio. Esto fomentará las fuentes de empleo para llevar a cabo las tareas. Se producirá una mejora en la calidad de vida a los habitantes de la zona.

- *Acondicionamiento de suelos:*

La generación de partículas en suspensión y ruidos por la utilización de maquinas y herramientas afectan negativamente la atmósfera. En cuanto a los efectos positivos se encuentra el escurrimiento, debido a la restitución de las formas naturales de escurrimiento. Se reconstituirá la estructura, permeabilidad y calidad del suelo a sus condiciones originales. Generación de empleo para llevar a cabo las tareas.

- *Recuperación paisajística:*

Mejora del medio perceptual al reconstituir el paisaje rural, incluyendo la vegetación. Se producirá una mejora en la calidad de vida a los habitantes de la zona, y generará fuentes de empleo.

- *Disposición material en desuso y residuos:*

Disposición final del material en desuso y residuos generan impactos negativos a la visual del paisaje y a la calidad de vida de la población. La disposición de residuos puede producir la contaminación del agua subterránea y afectar a la calidad del suelo. Los materiales en desuso afectan la permeabilidad del suelo.

14. ANÁLISIS DE MATRICES

Aquí se presenta un resumen de los resultados obtenidos tras completar las matrices en su faz cuantitativa y cualitativa. En el siguiente punto, se describen las conclusiones en base al presente resumen. En 16.2 Anexo II se encuentran cada una de las matrices realizadas para mayor detalle.

14.1. FASE CONSTRUCTIVA

En cuanto esta fase, se sintetiza la cantidad de impacto que tiene cada acción y la valoración de dicho impacto frente a los factores considerados. La primera tabla muestra los impactos negativos posterior a esta se muestra la misma información en un gráfico de barras.

Tabla 57. Cantidad de impactos negativos y calificación ambiental en la fase constructiva

Nº Impactos	Cantidad Impacto Negativo	Etapas	Acción
6	12.55	Tareas Preliminares	Movilización de obra e Instalación de obrador
6	13.63	Tareas Preliminares	Limpieza de terreno
6	9.15	Tareas Preliminares	Extracción y disposición final de barros existentes en el predio
0	0.00	Tareas Preliminares	Expropiaciones, Servidumbres y Adquisiciones de tierras
9	28.95	Planta de Tratamiento	Movimiento de suelos
4	5.48	Planta de Tratamiento	Manipulación y/o traslado de combustible
6	24.23	Planta de Tratamiento	Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales
5	14.91	Planta de Tratamiento	Construcción de obras civiles
3	5.07	Planta de Tratamiento	By pass de interconexión
1	4.20	Planta de Tratamiento	Instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas

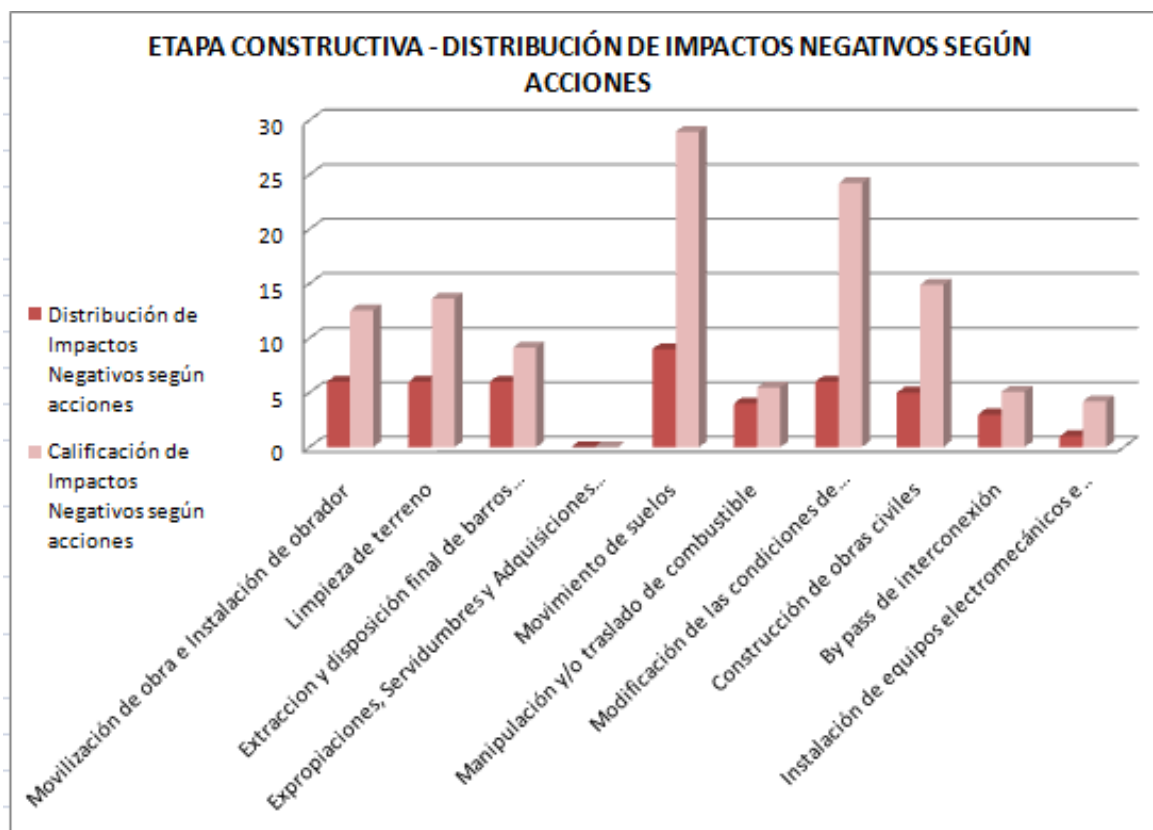


Figura 93. Distribución de cantidad de impactos negativos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.

Un análisis similar se realiza con los impactos positivos de la fase constructiva, en primer lugar una tabla con las cantidades de impactos positivos y su respectiva valoración para cada una de las acciones.

Tabla 58. Cantidad de impactos positivos y calificación ambiental en la fase constructiva

Nº Impactos	Cantidad Impacto Positivo	Etapas	Acción
1	5.61	Tareas Preliminares	Movilización de obra e Instalación de obrador
1	6.18	Tareas Preliminares	Limpieza de terreno
0	0.00	Tareas Preliminares	Extracción y disposición final de barros existentes en el predio
3	14.61	Tareas Preliminares	Expropiaciones, Servidumbres y Adquisiciones de tierras
1	6.37	Planta de Tratamiento	Movimiento de suelos
0	0.00	Planta de Tratamiento	Manipulación y/o traslado de combustible
1	5.80	Planta de Tratamiento	Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales
1	6.37	Planta de Tratamiento	Construcción de obras civiles
0	0.00	Planta de Tratamiento	By pass de interconexión
1	5.80	Planta de Tratamiento	Instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas

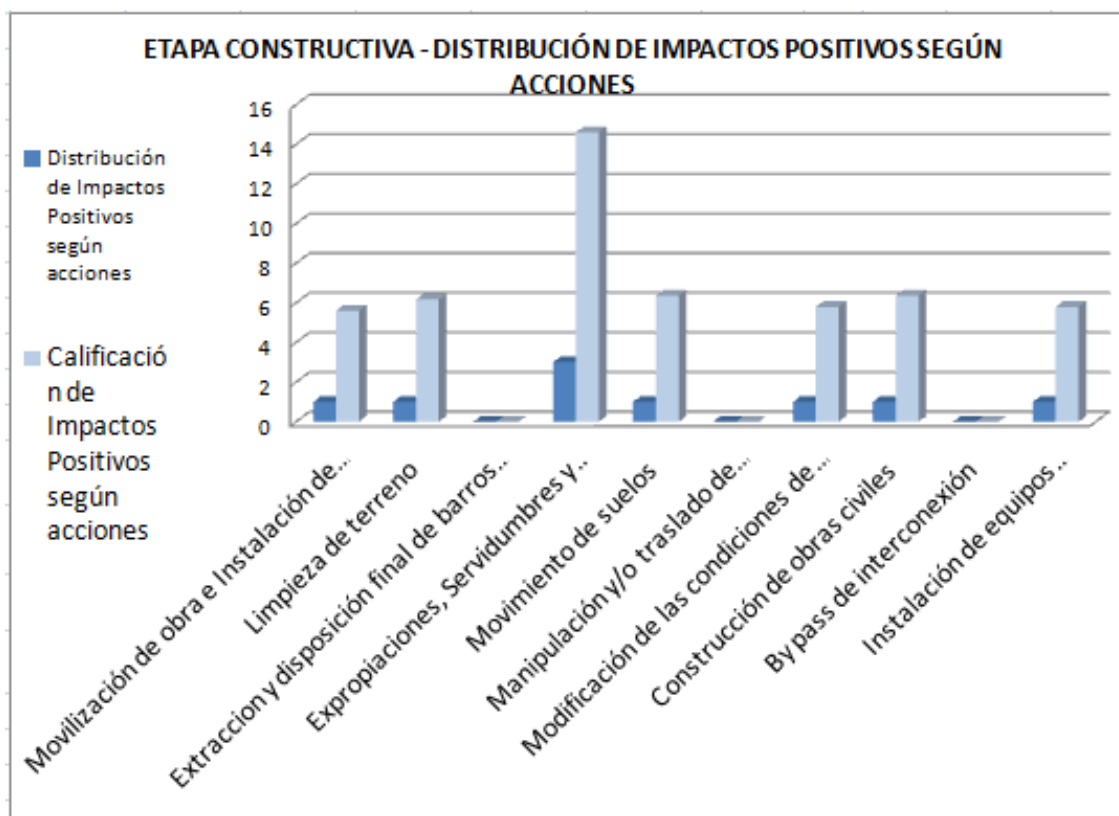


Figura 94. Distribución de cantidad de impactos positivos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.

Finalmente se muestra en el siguiente gráfico, la distribución porcentual de los impactos positivos y negativos para la fase de construcción.

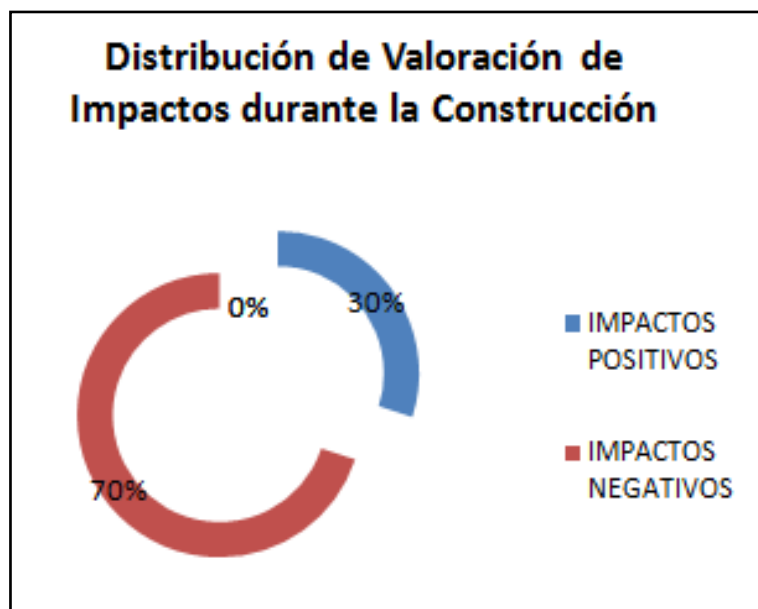


Figura 95. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de construcción de las obras.

14.2. FASE OPERATIVA

En cuanto esta fase, se sintetiza los la cantidad de impacto que tiene cada acción y la valoración de dicho impacto frente a los factores valorados. La primer tabla muestra los impactos negativos posterior a esta se muestra la misma información en un gráfico de barras.

Tabla 59. Cantidad de impactos negativos y calificación ambiental en la fase operativa

Nº Impactos	Cantidad Impacto Negativo	Etapas	Acción
0	0.00	Planta de Tratamiento	Incremento Potencial del Área y Población Servida
0	0.00	Planta de Tratamiento	Optimización de la recepción de camiones atmosféricos
0	0.00	Planta de Tratamiento	Repotenciación y optimización del tratamiento del líquido cloacal
6	16.36	Planta de Tratamiento	Tratamiento y disposición final de lodos
0	0.00	Planta de Tratamiento	Manipulación de gas cloro para la desinfección del líquido
1	4.73	Planta de Tratamiento	Readecuación del sistema de gas de los digestores
3	8.45	Planta de Tratamiento	Generación de olores, moscas, insectos y roedores
0	0.00	Planta de Tratamiento	Descarga de efluente tratado al Río Arenales
2	2.08	Planta de Tratamiento	Operaciones de reparación y mantenimiento
6	8.15	Planta de Tratamiento	Operación de la planta durante lluvias
5	6.67	Planta de Tratamiento	Incumplimiento de metas en el proceso de tratamiento

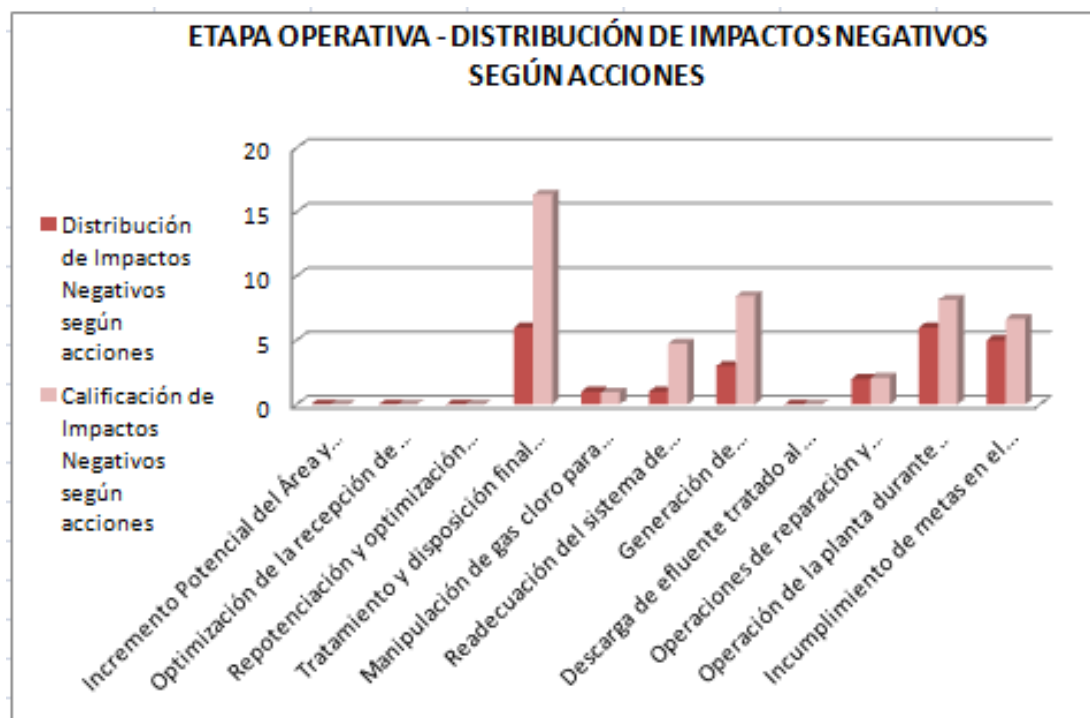


Figura 96. Distribución de cantidad de impactos negativos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.

Un análisis similar se realiza con los impactos positivos de la fase operativa, en primer lugar una tabla con las cantidades de impactos positivos y su respectiva valoración para cada una de las acciones.

Tabla 60. Cantidad de impactos positivos y calificación ambiental en la fase operativa

Nº Impactos	Cantidad Impacto Positivo	Etapas	Acción
8	48.08	Planta de Tratamiento	Incremento Potencial del Área y Población Servida
3	12.45	Planta de Tratamiento	Optimización de la recepción de camiones atmosféricos
8	51.25	Planta de Tratamiento	Repotenciación y optimización del tratamiento del líquido cloacal
0	0.00	Planta de Tratamiento	Tratamiento y disposición final de lodos
2	10.03	Planta de Tratamiento	Manipulación de gas cloro para la desinfección del líquido
2	10.47	Planta de Tratamiento	Readecuación del sistema de gas de los digestores
0	0.00	Planta de Tratamiento	Generación de olores, moscas, insectos y roedores
7	44.46	Planta de Tratamiento	Descarga de efluente tratado al Río Arenales
1	5.04	Planta de Tratamiento	Operaciones de reparación y mantenimiento
0	0.00	Planta de Tratamiento	Operación de la planta durante lluvias
0	0.00	Planta de Tratamiento	Incumplimiento de metas en el proceso de tratamiento

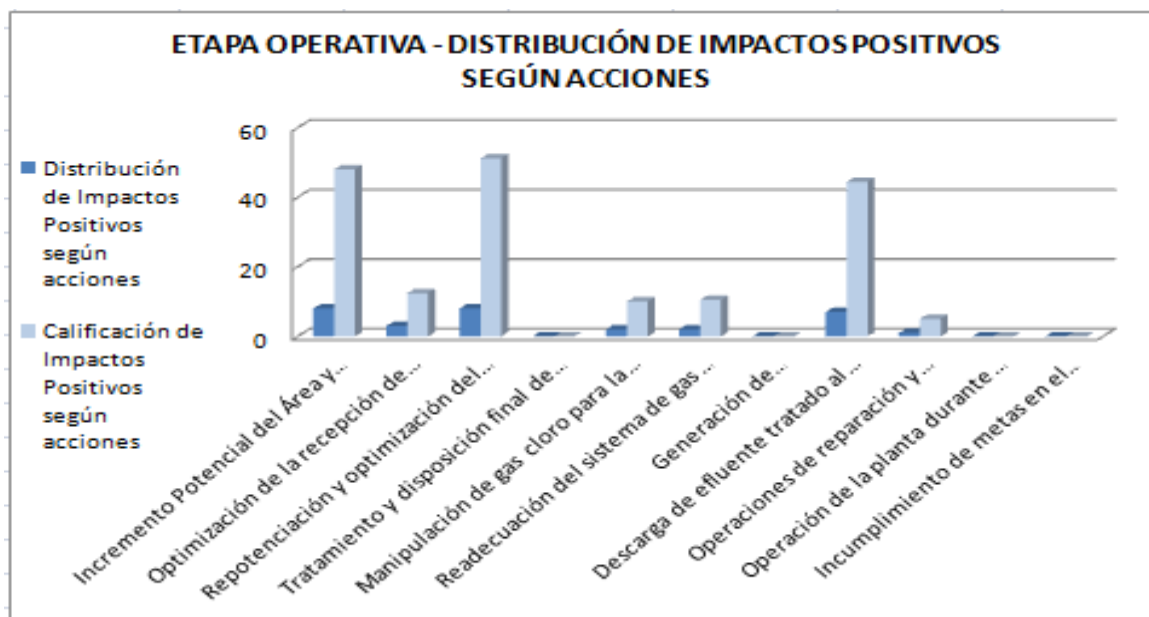


Figura 97. Distribución de cantidad de impactos positivos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.

Finalmente se muestra en el siguiente gráfico, la distribución porcentual de los impactos positivos y negativos para la fase de operación.

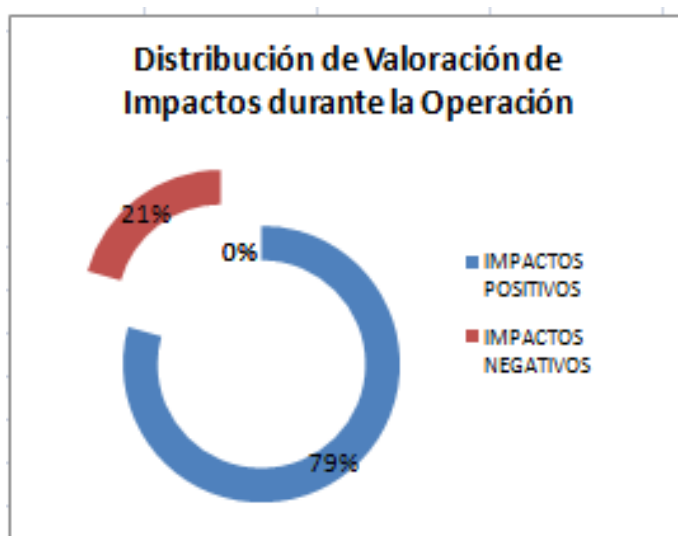


Figura 98. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de operación de las obras.

14.3. FASE DE ABANDONO

En cuanto esta fase, se sintetiza los la cantidad de impacto que tiene cada acción y la valoración de dicho impacto frente a los factores valorados. La primer tabla muestra los impactos negativos posterior a esta se muestra la misma información en un gráfico de barras.

Tabla 61. Cantidad de impactos negativos y calificación ambiental en la fase de abandono

Nº Impactos	Cantidad Impacto Negativo	Etapas	Acción
2	5.70	Planta de Tratamiento	Levantamiento de instalaciones fijas
2	5.70	Planta de Tratamiento	Acondicionamiento de suelos
0	0.00	Planta de Tratamiento	Recuperación Paisajística
5	13.37	Planta de Tratamiento	Disposición de material en desuso y residuos

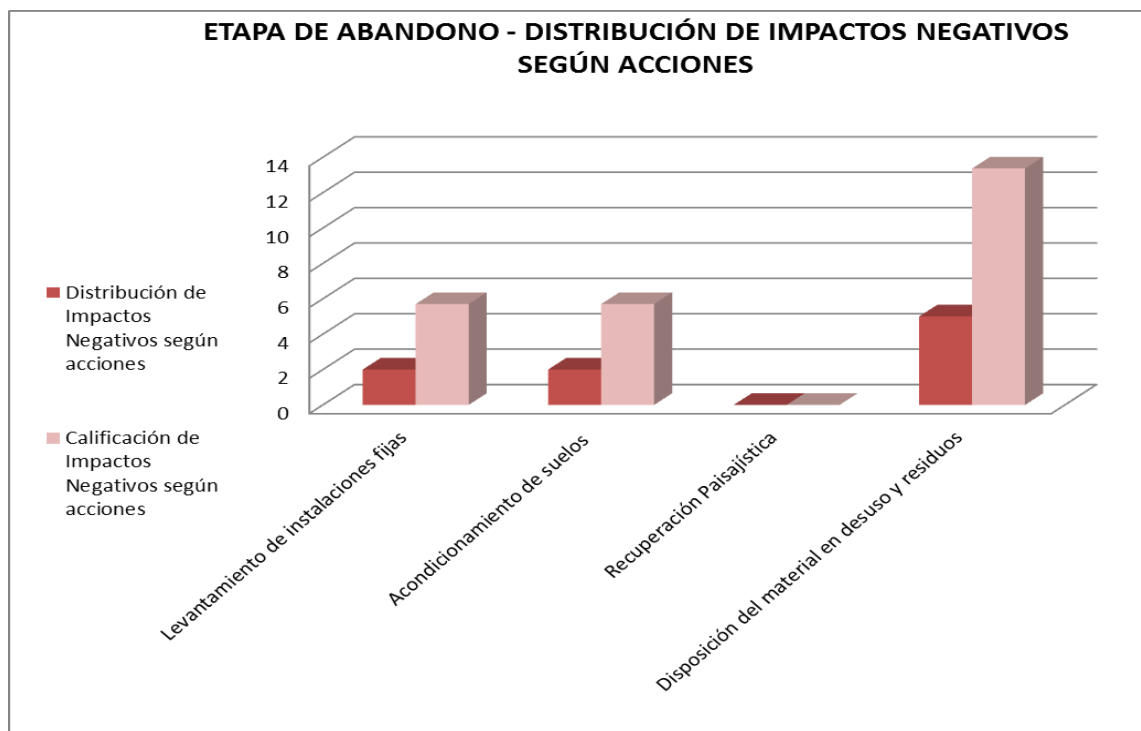


Figura 99. Distribución de cantidad de impactos negativos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.

Un análisis similar se realiza con los impactos positivos de la fase de abandono, en primer lugar una tabla con las cantidades de impactos positivos y su respectiva valoración para cada una de las acciones.

Tabla 62. Cantidad de impactos positivos y calificación ambiental en la fase de abandono

Nº Impactos	Cantidad Impacto Negativo	Etapas	Acción
4	13.94	Planta de Tratamiento	Levantamiento de instalaciones fijas
6	32.65	Planta de Tratamiento	Acondicionamiento de suelos
4	13.36	Planta de Tratamiento	Recuperación Paisajística
0	0.00	Planta de Tratamiento	Disposición de material en desuso y residuos

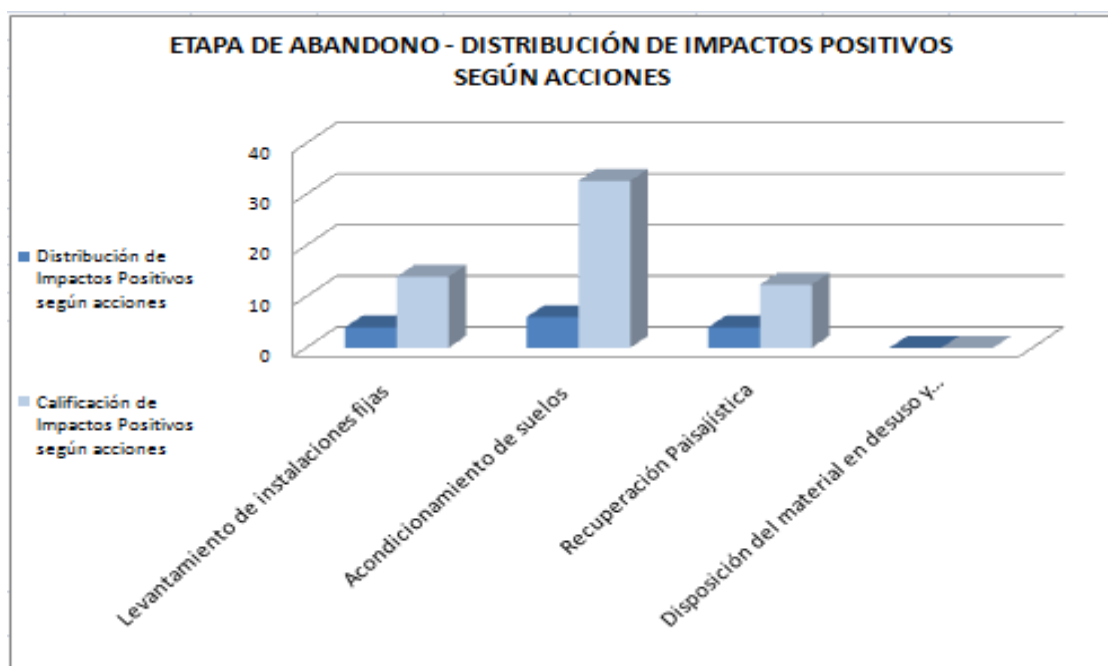


Figura 100. Distribución de cantidad de impactos positivos, según las acciones analizadas, y de la calificación ambiental de esos impactos.

Finalmente se muestra en el siguiente gráfico, la distribución porcentual de los impactos positivos y negativos para la fase de abandono.

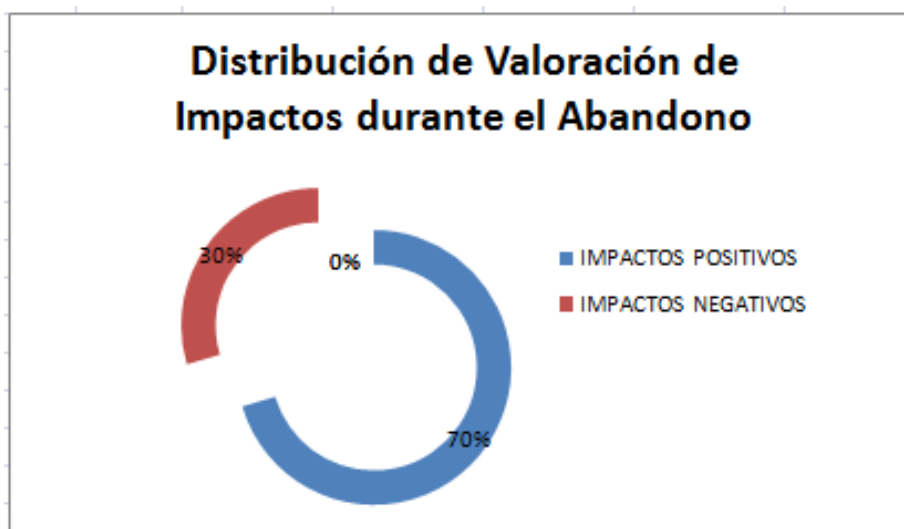


Figura 101. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de abandono de las obras.

14.4. RESUMEN DE CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

En el siguiente gráfico de barras se muestran las valoraciones de impactos para cada fase, a modo de contraste.

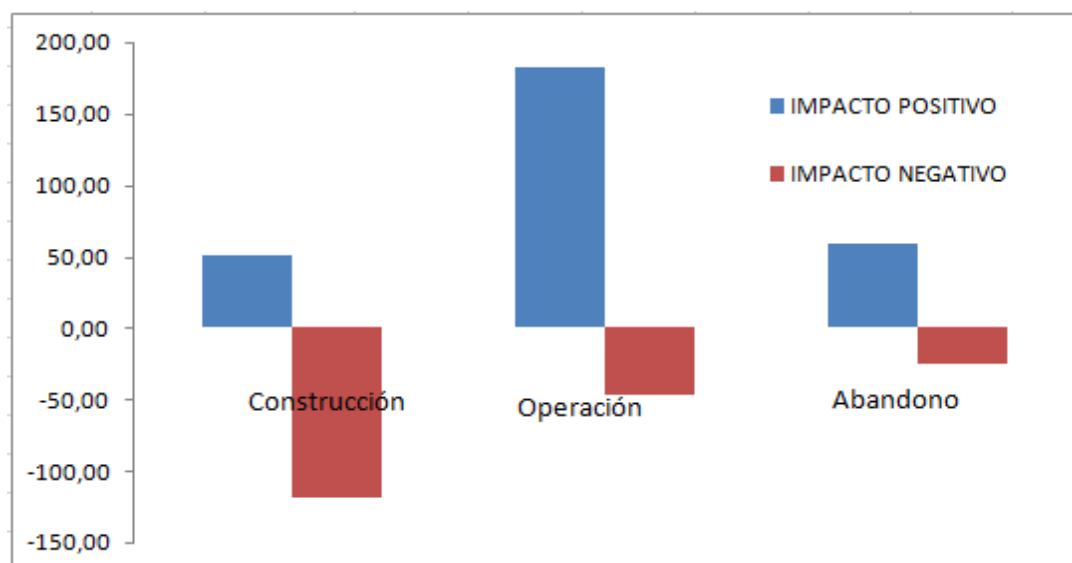


Figura 102. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos durante la etapa de construcción, operación de la planta de tratamiento de efluente y finalmente abandono de las instalaciones.

Por último se realiza un análisis de la distribución porcentual del proyecto en general, tanto fase constructiva, como la operativa y abandono, para poder realizar una valoración global del proyecto.

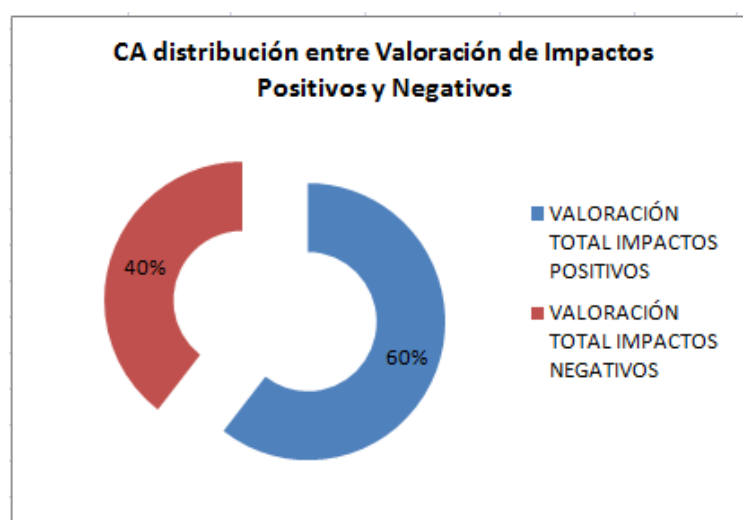


Figura 103. Distribución de calificación ambiental de impactos positivos y negativos de la planta de tratamiento de efluente.

14.5. CONCLUSIONES

14.5.1. Análisis del carácter de los impactos

Según los valores obtenidos en la matriz, los impactos negativos identificados se concentran en la etapa de construcción y sus valores relativos no son uniformes dependiendo de la acción analizada. Para la etapa constructiva se identificaron 46 impactos negativos y 9 positivos, luego para la operación son 24 los impactos negativos identificados y 31 los positivos; mientras que para la de abandono, la relación entre cantidad de impactos del mismo carácter mejora aún más, obteniéndose 9 negativos y 14 positivos. El conteo efectuado refleja cómo se

invierte la situación una vez puesto en marcha el sistema de saneamiento, además se muestra cómo se puede reconstruir las áreas afectadas y devolverlas a su estado original.

Durante la **construcción** la mayor cantidad de impactos negativos identificados se concentran en torno al movimiento de suelos necesario para la planta de tratamiento; luego se encuentra las modificaciones en las condiciones de escurrimiento del Río Arenales. Los factores que más se ven perjudicados son la atmosfera (principalmente por los ruidos), y el medio perceptual.

En cuanto a los impactos positivos de la fase de construcción, es de destacar que la cantidad (9) es mucho menor que los negativos (46), menos de la quinta parte. Estos se concentran en torno de la ocupación de mano de obra local y en el ordenamiento territorial.

Respecto al análisis que se puede realizar de la fase de **operación** del sistema los impactos negativos se concentran en torno al tratamiento y disposición final de lodos, generación de olores, moscas, insectos y roedores y a la operación de la planta durante lluvias. El factor más afectado es la calidad del aire siguiéndole en importancia el paisaje urbano/rural.

Mientras que los impactos de carácter positivo se vinculan a las acciones de repotenciación y optimización del tratamiento del líquido cloacal; incremento potencial del área y población servida. El factor más beneficiado es la calidad del agua superficial, siguiéndole la calidad del agua subterránea y la mejora en la calidad de vida.

Finalmente lo que respecta al análisis de carácter de los impactos durante la etapa de **abandono** de las instalaciones, la acción en la que se concentran mayor cantidad de impactos negativos es en la de disposición del material en desuso y residuos. Mientras que en las demás acciones prevalecen los impactos de carácter positivo, principalmente en el acondicionamiento de los suelos.

14.5.2. Análisis de la calificación ambiental de los impactos

Para la **construcción**, la distribución de la cantidad de impactos de carácter negativo, que tienen mayor peso son: el movimiento de suelo con una calificación del 24%, seguido por la modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales con un 21%. El factor más afectado es el paisaje urbano rural con 20% y le siguen la atmosfera por la generación de ruidos y la estructura del suelo, ambos con 14%.

El 89% de la calificación positiva se concentra en torno al factor socioeconómico dentro de este el subfactor más importante es la generación de empleo con el 67% y le siguen la mejora en la calidad de vida y el uso de suelo y actividades con el 11% cada uno. La acción que tienen mayor peso es la expropiación, servidumbres y adquisición de tierras con una calificación de 29%.

La característica de esta fase es que si bien prevalecen los impactos de carácter negativos, estos tienen una extensión puntual o local, una duración corta y una probabilidad de ocurrencia en general baja.

Para la etapa **operativa** del sistema los impactos negativos de mayor calificación, se han identificado con el tratamiento y disposición final de lodos con una calificación de 35% dado a su duración de carácter permanente y a su alta

probabilidad de ocurrencia. Le siguen en orden de magnitud, generación de olores, moscas, insectos y roedores; y la operación de la planta durante lluvias con un 18% y 17% respectivamente. El factor más afectado es la calidad de aire con un 35% seguidamente por el medio perceptual con un 16%.

Durante la operación, la distribución de la cantidad de impactos de carácter positivo para acciones analizadas, es en primer lugar la repotenciación y optimización del tratamiento del líquido cloacal con 28%; y posteriormente la sigue, el incremento potencial del área y población servida con un 26%. La calidad del agua superficial es el factor más beneficiado con una incidencia del 20%, le sigue la calidad de agua subterráneas con 15% y la mejora en la calidad de vida de las personas con 14%.

En cuanto a la tercera fase, la de **abandono**, la acción que genera el mayor impacto negativo es la disposición del material en desuso y residuos 54%, seguida por levantamiento de instalaciones fijas y acondicionamiento de suelos, cada una con un 23%. Los factores más afectados estos son: la atmosfera (46% en su totalidad);seguido por el suelo con una suma total de 32%.

Respecto a las acciones que generan impacto positivo en esta etapa, se puede mencionar, el acondicionamiento de suelos con un 55%, y posterior el levantamiento de instalaciones fijas con 24%. Mientras que los factores beneficiados en esta etapa son: el suelo con una suma de 37%, seguido por el paisaje urbano/rural con 31%.

Finalmente se realiza una **observación integral del proyecto**, se observa que la valoración de impactos positivos supera ampliamente a la valoración de impactos de carácter negativo con un 60% contra un 40% respectivamente.

15. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL (PGAS)

El Plan de Gestión Ambiental y Social que se presenta, se compone a partir de tres aspectos.

- Mitigación de Impactos
- Monitoreo del sistema de saneamiento durante su operación
- Accionar ante contingencias

Los Planes que a continuación se presentan están destinados a cubrir estos tres aspectos. (Medidas de Mitigación, Plan de Monitoreo y Plan de Contingencias)

15.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Uno de los objetivos fundamentales en el análisis de los aspectos ambientales del proyecto es el de poder, luego de identificar las acciones de mayor impacto negativo en el medio receptor, establecer las medidas de mitigación y control que lleven el costo ambiental de las mismas a valores aceptables.

De este modo, se busca siempre minimizar los efectos negativos que produce la obra en la etapa de construcción sobre el medio ambiente, mediante recomendaciones específicas que resultan del Estudio de Impacto Ambiental.

El o los **responsables de la ejecución de la obra** deben procurar producir el menor impacto ambiental negativo en el medio ambiente en la etapa de construcción de la obra, ya sea sobre la calidad del aire, del agua y de los suelos.

Los **contratistas** deberán divulgar esta información a sus profesionales, técnicos y trabajadores, por medio de reuniones, avisos informativos y preventivos, y a través de los medios que considere necesarios, sobre los aspectos ambientales que el proyecto involucra.

Las condiciones ambientales que se deberán tener en cuenta, tenderán no solamente a mejorar el entorno y la calidad de vida de la población, sino fundamentalmente a prevenir y minimizar los potenciales impactos que el sistema de tratamiento genere durante su construcción y posterior operación y mantenimiento de las obras.

En términos específicos, las medidas que se hacen evidentemente necesarias tras la evaluación de las matrices, se relacionan, en la etapa constructiva, con la generación de polvo, ruidos, cambios en el paisaje urbano/ rural, que son inevitables en la práctica.

El diagrama de Gantt del Proyecto deberá especificar el Cronograma de Actividades de **ejecución de las obras en forma sistemática y secuencial**. El plazo de ejecución de las obras deberá corresponder al mínimo tiempo real de ejecución de las obras, de manera de generar los impactos ambientales el menor tiempo posible y minimizar las molestias que se generarán en el entorno durante la etapa de construcción y abandono.

Durante la operación es importante la **capacitación del personal** que va a quedar a cargo de las tareas enunciadas para que éstas se efectúen correctamente desde la puesta en funcionamiento del sistema. Se deberán desarrollar medidas que pueden involucrar al diseño de la planta de tratamiento para minimizar la probabilidad de producción de olores.

15.1.1. Consideraciones ambientales para pliegos de especificaciones

En los pliegos de licitación se deberán hacer mención y especificar las formas de eliminar o mitigar los impactos ambientales negativos que pueden presentarse.

15.1.1.1.1 Durante la *Construcción* de la obra:

- Medidas de Higiene y seguridad.
- Señalamiento de zonas afectas por obra cerco perimetral y cartelería de advertencia.
- En la limpieza del terreno. Considerando normativa existente.
- Movimiento de barros existentes, a lugar adecuado, en condiciones adecuadas.
- Gestión de los residuos tipo sólidos urbanos y peligrosos.
- Determinación de zonas de préstamo para realizar los rellenos, demarcación de zona, reconstrucción de drenajes, refuncionalización de la zona de préstamo restitución de cubierta vegetal.
- Apuntalamiento en excavaciones profundas.
- Destino de las aguas provenientes de las pruebas hidráulicas.
- Apertura de zanjas. Tiempo limitado, control de estabilidad, cerco demarcación.
- Utilización de equipos mecánicos.
- Planificación y previsión de tareas relacionadas con la construcción de nueva planta, así como también de ampliación de la planta actual.
- Infraestructura subterránea. Detección y cuidados a emplear de la infraestructura existente.
- Planificación de obras, instalaciones y actividades necesarias y tiempos para ejecución de Bypass.
- Adecuadas obras e instalaciones para la instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas.
- Primeros auxilios.

15.1.1.1.2 Durante la *Operación* de la Planta de tratamiento:

- Medidas de higiene y seguridad.
- Tratamiento y disposición final de lodos temporariamente hasta la realización de nuevo proyecto.
- Readecuación del sistema de gas de los digestores reutilización y quema.
- Equipos electromecánicos.
- Control en zonas de posible generación de olores, moscas, insectos y roedores.
- Consideración de medidas de seguridad para la correcta instalación y manipulación de productos químicos (cloro).
- Operación de reparación y mantenimiento.
- Operación de la planta durante lluvias.
- Incumplimiento de metas en el proceso de tratamiento.
- Primeros auxilios.
- Parquización y forestación, barrera de árboles para evitar olores y ruidos, restitución de suelo vegetal y posterior reforestación

15.1.1.1.3 Durante el *abandono* de la Planta de tratamiento:

- Medidas de higiene y seguridad.
- Señalamiento de zonas afectas por obra cerco perimetral y cartelería de advertencia.

- En la limpieza del terreno. Considerando normativa existente.
- Determinación de zonas de préstamo para realizar los rellenos, demarcación de zona, reconstrucción de drenajes, refuncionalización de la zona de préstamo restitución de cubierta vegetal.
- Apuntalamiento en excavaciones profundas.
- Utilización de equipos mecánicos.
- Planificación y previsión de tareas relacionadas con la demolición de los elementos de la planta.
- Infraestructura subterránea. Detección y extracción de la infraestructura existente.
- Planificación de obras, instalaciones y actividades necesarias y tiempos para ejecución.
- Adecuadas obras e instalaciones para la instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas.
- Primeros auxilios.

15.1.2. Acciones -Medidas de Mitigación. Etapa de construcción de la obra

En primera instancia se enuncian las acciones, y para cada una de ellas se mencionan las medidas de mitigación correspondientes, luego en el siguiente apartado se realizará un detalle de aquellas acciones que se encuentran con mayor impacto negativo.

15.1.2.1.1 Movilización de obra e instalación de obrador

- Ubicación del obrador en lugar estratégico.
- Mínimo impacto visual.
- Pantallas visuales y acústicas.
- Estrictas pautas de mantenimiento y calidad del equipo.
- Áreas de mantenimiento acondicionadas para evitar efectos contaminantes y vertidos.
- Complementación de servicios públicos (energía eléctrica, agua, cloacas, etc.).

15.1.2.1.2 Limpieza de terreno

- Recuperación de cubierta vegetal.
- Recuperación y trasplante de árboles.

15.1.2.1.3 Extracción y disposición final de barros existentes en el predio

- Se deberán generar vías alternativas de paso y circulación.
- Planificar y cumplir con un plan de obra, sistematización de tareas y eficiencia en las mismas.
- Control de la emisión de polvo y partículas.
- Elección adecuada del lugar para emplazamiento, correcta zonificación y demarcación.
- Considerando los vientos.
- Adecuar de las superficies, colocando barrera impermeable para disminuir las infiltraciones, un sistema de recolección y traslado de los líquidos lixiviados, para su posterior tratado en la planta.
- Fijación de horarios de trabajo y niveles sonoros.
- Pantallas visuales y acústicas.
- Análisis escurrimientos superficiales, para su canalización o derivación para luego bombeo del mismo.

15.1.2.1.4 Gestión de los residuos tipo sólidos urbanos y peligrosos

- Evitar la degradación del paisaje por la incorporación de residuos y su posible dispersión por el viento.
- Recoger los sobrantes diarios, hormigón, maderas y plásticos de manera de hacer un desarrollo y finalización de obra prolijo.
- Los residuos y sobrantes de material que se producirán en el obrador y el campamento, y durante la construcción de las obras civiles (unidades de tratamiento, edificios, etc.) y complementarias (cerco perimetral, iluminación, etc.), deberán ser controlados y determinarse su disposición final de acuerdo con lo estipulado en el Programa de Manejo de Residuos, Emisiones y Efluentes de la obra.
- Se deberá contar con recipientes adecuados y en cantidad suficiente para el almacenamiento seguro de los residuos producidos.
- Se dispondrá de personal o terceros contratados a tal fin para retirar y disponer los residuos generados de acuerdo a las normas vigentes.
- Capacitar adecuadamente al personal para la correcta gestión de los residuos de la obra.

15.1.2.1.5 Movimiento de suelo

- Planificar y cumplir con un plan de obra, sistematización de tareas y eficiencia en las mismas.
- Control de la emisión de polvo y partículas.
- Fijación de horarios de trabajo y niveles sonoros.
- Pantallas visuales y acústicas.
- Análisis derivación o captación y posterior bombeo de los escurrimientos superficiales.
- Reposición de cobertura vegetal en zonas que lo permitan (prestamos)

15.1.2.1.6 Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales

- Ajuste riguroso a lo proyectado.
- Demarcación de zonas y vías de comunicación.
- Limitación de cargas por eje a valores compatibles con la red vial existente.
- Selección rigurosa de rutas y horarios de transporte.
- Fijación de horarios de trabajo.
- Rociado con agua o productos humectantes del suelo extraído en el depósito, para evitar emanación de partículas.
- Sistematización de actividades en función de las condiciones de río Arenales y los pronósticos meteorológicos.
- Diseño de drenajes para evitar la erosión e inundación.
- Restitución de cubierta vegetal en zonas de préstamo.

15.1.2.1.7 Construcción de obra civil

- Selección de la tecnología constructiva que minimice el impacto en la superficie.
- Sistema de drenaje acorde a las obras que se estén realizando.
- Bombeo o derivación del drenaje superficial en zona de pozos de acceso.
- Control de emisiones y horarios de trabajo.
- Sistematización y agilización de las actividades.
- Información permanente al personal sobre el plan y desarrollo de los trabajos, capacitación del personal.

15.1.2.1.8 Bypass de interconexión

- Planificar y cumplir el plan de obra, sistematización de actividades.
- Implementar alguna barrera impermeable en el canal para disminuir las infiltraciones.
- Restituir la zona afectada a condiciones normales

15.1.2.1.9 Instalación de equipos electromecánicos e instalaciones eléctricas

- Selección de equipamientos correspondiente que minimice las emisiones sonoras.
- Implementación de pantallas acústicas en aquellos recintos en los que los niveles sonoros excedan los límites permitidos.

15.1.3. Acciones - Medidas de Mitigación. Etapa de operación de la planta

A continuación se presentan las medidas de mitigación para cada una de las acciones de esta etapa:

15.1.3.1.1 Tratamiento y disposición final de lodos

- Determinación de recinto estratégico para su disposición, hasta poder implementar el proyecto de tratamiento de barros.
- Colocar barrera para evitar la infiltración de los líquidos que puedan lixiviar.
- Generar un sistema de drenaje y recolección para dar el debido tratamiento al lixiviado.
- Vallado y humedecimiento para evitar la dispersión por vientos.
- Capacitación de personal de la planta para su correcta manipulación.
- Provisión de los elementos de seguridad necesarios.

15.1.3.1.2 Readecuación del sistema de gas de los digestores

- Implementación y cumplimiento de todas las medidas de seguridad relacionadas con la reutilización del gas de los digestores.
- Priorizar la reutilización del gas en calderas de digestores.
- Implementación de sistemas para mejorar la reutilización.

15.1.3.1.3 Generación de olores, moscas, insectos y roedores

- Incorporar programa de control de plagas.
- Arborización o cerco vegetal del recinto.

15.1.3.1.4 Tareas de operación y mantenimiento

- Planificación, ordenamiento y control de los programas de mantenimiento.
- Capacitación de personal.

15.1.3.1.5 Operación de la planta bajo lluvia

- Aumento en la dosificación de cloro para la desinfección del efluente.

15.1.3.1.6 Incumplimiento de metas en proceso de tratamiento

- Monitoreo periódico de los elementos, productos y subproductos de la planta.

15.1.4. Acciones - Medidas de Mitigación. Etapa de abandono de las instalaciones

A continuación se presentan las medidas de mitigación para cada una de las acciones de esta etapa:

15.1.4.1.1 Levantamiento de instalaciones fijas

- Selección de la tecnología de demolición que minimice los ruidos.
- Sistema de drenaje acorde a las obras que se estén realizando.
- Bombeo o derivación del drenaje superficial en zona de pozos de acceso.
- Control de emisiones y horarios de trabajo.
- Sistematización y agilización de las actividades.
- Información permanente al personal sobre el plan y desarrollo de los trabajos.
- Capacitación del personal.

15.1.4.1.2 Acondicionamiento de suelos

- Planificar y cumplir con un plan de obra, sistematización de tareas y eficiencia en las mismas.
- Control de la emisión de polvo y partículas.
- Fijación de horarios de trabajo y niveles sonoros.
- Pantallas visuales y acústicas.
- Análisis derivación o captación y posterior bombeo de los escurrimientos superficiales.
- Reposición de cobertura vegetal en zonas que lo permitan (prestamos)

15.1.4.1.3 Disposición del material en desuso y residuos

- Disponer en predio autorizado para tal fin.
- Medidas de higiene y seguridad.
- Capacitación de personal.

15.1.5. Implementación de las Medidas de mitigación

Se presentan a continuación las acciones, a las que se ha desarrollado una descripción más detallada de las medidas de mitigación a implementar, dada su relevancia en cuanto a la valoración de su impacto negativo dentro del proyecto, para lograr así una correcta gestión ambiental:

- MIT1 - Movilización de obra e instalación de obrador.
- MIT2 - Limpieza de terreno.
- MIT3 - Extracción y disposición de barros existentes en el predio.
- MIT4 - Movimiento de suelo.
- MIT5 - Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales.
- MIT6 - Construcción de obras civiles.
- MIT7 - Tratamiento y disposición final de lodos.
- MIT8 - Parquización y Forestación.

Para la composición de las medidas se sigue la siguiente guía;

- Catalogación de la medida según su carácter preventivo, mitigante o correctivo, en algunos casos se presenta más de una condición. Dado que la evaluación se ha realizado en este capítulo con énfasis para la etapa de obras, las medidas enumeradas son en la gran mayoría preventivas o mitigantes.
- Catalogación de la medida como alternativa, complementaria o única. El primer caso señala que puede ser sustituida por otra medida recomendada, pero en razón de las escalas de trabajo y de

presentación no es posible asignar la de mayor factibilidad técnica y o económica. El señalamiento de que ella es única le da un carácter obligante para prevenir, mitigar o corregir el impacto.

- Señalamiento de la duración de la medida, es decir si es permanente o temporal, tanto en lo que se refiere a su ejecución como a su efectividad.
- Señalamiento de oportunidad de aplicación, sea en la fase de proyecto, construcción u operación.
- Señalamiento de la medida según su carácter local o general, pues algunas se aplican por largos tramos, otras tienen ubicaciones muy específicas es decir que son de carácter puntual.
- Asignación del ente o de los entes responsables para su cumplimiento.
- Descripción de la medida, lo más completa posible.

Tabla 63. Acciones, efectos y medidas de la acción: Movilización de obra e instalación de obrador

ACCIÓN: Movilización de obra e instalación de obrador
EFECTO:
Aumento del tránsito de equipos pesados en las vías de acceso a la obra.
Emisiones atmosféricas, ruido y gases.
Deterioro de la estructura de suelo.
Afectación paisaje urbano / rural, uso de suelo y actividades.
MEDIDAS:
Ubicación del obrador en lugar estratégico. Próxima a red vial para tránsito pesado. Baricéntrica del área de influencia de las obras. Mínimo impacto visual. Pantallas visuales y acústicas. Estrictas pautas de mantenimiento y calidad del equipo. Áreas de mantenimiento acondicionadas para evitar efectos contaminantes y vertidos. Complementación de servicios públicos (energía eléctrica, agua, cloacas, etc.).
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Correctiva.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: El mantenimiento de equipos móviles, incluyendo maquinaria pesada, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación, de tal manera que se queme el mínimo necesario de combustible, reduciendo así las emisiones atmosféricas. El estado de los silenciadores de motores debe ser bueno, para evitar el exceso de ruido. El mantenimiento del equipo, incluyendo lavado y cambios de aceites, deben hacerse en sectores aislados para que no contaminen suelos o sistemas de desagües. Condicionamiento de horarios en tareas que produzcan ruidos.

TIPO DE LAS MEDIDAS: Regulaciones de carácter interno.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter puntual.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Antes del inicio y durante la construcción.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Temporal.
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$25.000
<p>DESCRIPCIÓN: El proyecto del campamento tendrá que concentrar la actividad “puertas adentro”. Los campamentos tendrán equipos de enfermería, extinción de incendios y cumplirán con las normativas de seguridad e higiene laboral. Los campamentos serán prefabricados, para ser desmantelados una vez que cesen las tareas, restaurando el predio a las condiciones precedentes. Una vez terminados los trabajos se deberán retirar las instalaciones, eliminar escombros, cercos, divisiones y estructuras provisionarias.</p> <p>Tareas de difusión del alcance e importancia del proyecto, tanto a vecinos como al personal, mediante medios de difusión masiva. Brindar la mayor y más clara información y consensuar con las asociaciones vecinales las diferentes etapas del proyecto. Coordinación gremial/vecinal</p>

Tabla 64. Acciones, efectos y medidas de la acción: Limpieza de terreno.

ACCIÓN: Limpieza de terreno
EFFECTO: Alteración de la composición florística.
Pérdida del valor estético (paisaje urbano / rural.)
Aumento de los niveles sonoros y de contaminación atmosférica.
Disminución de permeabilidad y consecuente aumento de erosión
MEDIDAS: Recuperación de cubierta vegetal, recuperación y trasplante de árboles.
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Correctiva.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: Siembra y cuidado de individuos juveniles de especies arbóreas desarrolladas en viveros, que cumplan funciones de estética y reforestación, en adecuada combinación de especies priorizando las de rápido crecimiento y las AUTÓCTONAS.
TIPO DE LAS MEDIDAS: De ingeniería ambiental.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter local.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Durante la construcción y operación.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: permanente.
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$25.000
DESCRIPCIÓN: En los casos en que la protección no es del todo posible y es inevitable la pérdida de vegetación se efectuará la regeneración de la cubierta vegetal en las zonas que lo permitan y en el caso de que exista vegetación arbórea de gran valor, debería proceder a su remoción y trasplante. Se deben crear condiciones que posibiliten a corto plazo la implantación de especies de rápido crecimiento y a medio y largo plazo, la recuperación de la vegetación inicial. Determinación del tipo de cubierta vegetal en función de: clima, condiciones edáficas, entorno paisajístico, uso social del lugar, etc.

Tabla 65. Acciones, efectos y medidas de la acción: Extracción y disposición de barros existentes en el predio

ACCIÓN: Extracción y disposición de barros existentes en el predio
EFFECTO: Generación de polvo y partículas. Generación de ruidos. Afectación de la calidad de agua subterránea, efectos negativos en la calidad del suelo. Modificación en el paisaje urbano/rural. Efectos sobre la calidad de vida.
MEDIDAS: Vías alternativas de paso y circulación. Planificar y cumplir con un plan de obra, sistematización de tareas y eficiencia en las mismas. Control de la emisión de polvo y partículas. Elección adecuada del lugar para emplazamiento, correcta zonificación y demarcación. Considerando los vientos, adecuar de las superficies, colocando barrera impermeable para disminuir las infiltraciones, un sistema de recolección y traslado de los líquidos lixiviados, para su posterior tratado en la planta. Fijación de horarios de trabajo y niveles sonoros. Pantallas visuales y acústicas. Análisis escurrimientos superficiales, para su canalización o derivación para luego bombeo del mismo.
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Correctiva/Mitigante.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: Señalización y demarcación de vías a utilizar, carteles indicativos y de prohibición. Capacitación de personal en las metodologías a emplearse y las técnicas, herramientas y maquinarias a emplear.
TIPO DE LAS MEDIDAS: De ingeniería Ambiental.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter local.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Durante la construcción/ operación hasta tiempo indefinido.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Temporal (hasta que se realice un proyecto para su disposición final.)
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$30.000
DESCRIPCIÓN: Estas acciones se desarrollarán principalmente en el entorno la playas de secado, desde donde se transportaran los barros (clasificados como Biosólidos Tipo A1), hasta el sector nor-oeste del predio (superficie aproximada de 5000m2) donde serán almacenados, hasta determinar el sitio de disposición final. El Contratista deberá llevar a cabo las gestiones ante los organismos correspondientes

para disponer los biosólidos en :

- Relleno Sanitario Municipal de la Ciudad de Salta (incorporación o cobertura vegetal)
- Agrícola / Ganadero
- Forestal
- Recuperación de suelos degradados
- Otros Usos

En las zonas anteriormente mencionadas, se prevé el movimiento de importantes volúmenes de barros que requerirán el uso de equipos pesados de excavación y transporte. El contratista deberá garantizar con sus métodos de excavación la seguridad e higiene del personal encargado de la tarea, la estabilidad de los taludes ya sea en forma natural o mediante el empleo de sostenimientos temporarios.

En caso de los acopios de barros, se deberán atenuar las emisiones atmosféricas de polvo mediante cobertura natural controlada de las superficies expuestas al viento. También se debe tratar la superficie de terreno natural para minimizar las infiltraciones, a través de la colocación de barreras impermeables, adecuar un sistema de drenaje de los lixiviados con su respectiva cámara para luego ser bombeado y transportado para su tratamiento correspondiente.

En las zonas en las que se hará el retiro de los barros, se deberá excavar hasta retirar el suelo contaminado y posteriormente se restituirá con suelo natural de la zona de préstamo. En estas áreas, se deberá implementar un estudio de los escurrimientos superficiales para adoptar las medidas (derivación o captación y bombeo) que eviten el ingreso de aguas pluviales a los pozos o las inunde. Así mismo, si se debe proceder al bombeo para depresión de napas, se deberán implementar las conexiones a la red de drenaje existente más próxima.

Se adoptarán todas aquellas medidas necesarias para garantizar el libre acceso, difundiendo y consensuando los beneficios y alteraciones que el proyecto genera. Con el objeto de disminuir los niveles de ruido, las excavaciones serán confinadas por pantallas acústicas que a su vez delimitarán el recinto por cuestiones de seguridad, limitándose también los horarios de trabajo.

Tabla 66. Acciones, efectos y medidas de la acción: Movimiento de suelo

ACCIÓN: Movimiento de suelo.
EFFECTO: Generación de polvo y partículas. Generación de ruidos. Afectación del escurrimiento superficial, erosión y permeabilidad. Alteración de la cubierta vegetal. Modificación en el paisaje urbano/rural.
MEDIDAS: Vías alternativas de paso y circulación. Planificar y cumplir con un plan de obra, sistematización de tareas y eficiencia en las mismas. Control de la emisión de polvo y partículas. Fijación de horarios de trabajo y niveles sonoros. Pantallas visuales y acústicas. Análisis derivación o captación y posterior bombeo de los escurrimientos superficiales. Reposición de cobertura vegetal en zonas que lo permitan (prestamos)
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Correctiva/Mitigante.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: Señalización y demarcación de vías a utilizar, carteles indicativos y de prohibición. Capacitación de personal en las metodologías a emplearse y las técnicas, herramientas y maquinarias a emplear.
TIPO DE LAS MEDIDAS: De ingeniería civil.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter local.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Durante la construcción.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Temporal.
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$20.000

DESCRIPCIÓN: Estas acciones se desarrollarán principalmente en el entorno de las obras civiles. En las mismas se prevé que requerirán del uso de equipos pesados de excavación y transporte. El contratista deberá garantizar con sus métodos de excavación la estabilidad de los taludes de las mismas, ya sea en forma natural o mediante el empleo de sostenimientos temporarios.

En caso de realizarse acopios de tierra, se deberán atenuar las emisiones atmosféricas de polvo mediante el rociado con agua de las superficies expuesta al viento, o humectando con agentes humectantes de materiales productores de polvos. En las áreas a excavar se deberá implementar un estudio de los escurrimientos superficiales para adoptar las medidas (derivación o captación y bombeo) que eviten el ingreso de aguas pluviales a los pozos o la inundación de áreas aledañas por interrupción del drenaje superficial. Así mismo, si se debe proceder al bombeo para depresión de napas, se deberán implementar las conexiones a la red de drenaje existente más próxima. Se adoptarán todas aquellas medidas necesarias para garantizar el libre acceso, difundiendo y consensuando los beneficios y alteraciones que el proyecto genera. Con el objeto de disminuir los niveles de ruido, las excavaciones serán confinadas por pantallas acústicas que a su vez delimitarán el recinto por cuestiones de seguridad, limitándose también los horarios de trabajo. El contratista hará entrega inmediata a la Inspección de todo objeto de valor material, científico, artístico, arqueológico o paleontológico que halle al ejecutar las obras, sin perjuicio de lo dispuesto en el Código Civil.

Tabla 67. Acciones, efectos y medidas de la acción: Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales

ACCIÓN: Modificación de las condiciones de escurrimiento del Río Arenales
EFFECTO: Modificación de las condiciones de escurrimiento natural. Aumento de la erosión. Afección del bosque nativo, y por lo tanto modificación del paisaje urbano/rural.
MEDIDAS: Ajuste riguroso a lo proyectado. Demarcación de zonas y vías de comunicación. Limitación de cargas por eje a valores compatibles con la red vial existente. Selección rigurosa de rutas y horarios de transporte. Rociado con agua o productos humectantes del suelo extraído en el depósito, para evitar emanación de partículas. Fijación de horarios de trabajo. Sistematización de actividades en función de las condiciones de río Arenales y los pronósticos meteorológicos. Diseño de drenajes para evitar la erosión e inundación. Restitución de cubierta vegetal en zonas de préstamo.
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Correctiva/Mitigante.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: Dependiendo de la tecnología constructiva, retiro de material de excavación en estado de barro consistente. Implantación de los acopios principales en áreas especiales no ubicadas a pie de obra.
TIPO DE LAS MEDIDAS: De ingeniería civil.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter local.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Antes y durante la construcción.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Temporal / Permanente.
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$30.000
DESCRIPCIÓN: Dado que los materiales de excavación poseen un valor significativo para su uso en áreas de relleno, el mismo deberá ser trasladado hasta las zonas de uso, las que pueden resultar distantes de los lugares de obra. En esta utilización deberá preverse los volúmenes a reservar para el relleno, con especial interés en los volúmenes de tierra vegetal, los que deberán permanecer próximos a la obra, debidamente cubiertos por láminas impermeables y adecuado drenaje. Para los traslados se deberán seleccionar cuidadosamente los horarios, rutas, cargas por eje, acondicionamiento y cobertura de la carga, etc. Con referencia al acopio de

materiales, los mismos se deberán minimizar en zonas disponibles, concentrándose los acopios en las zonas disponibles y acondicionando las mismas con vallados. El Contratista tendrá siempre en el lugar de trabajo la cantidad de materiales que a su juicio se necesiten para la buena marcha de aquellos. Para el movimiento de tierra y materiales se deberá priorizar el uso de equipos con motores eléctricos (cintas transportadoras) con el objeto de minimizar emisiones de gases y ruido. La Inspección y el Contratista deberán acordar el número máximo de equipos en espera, la ubicación de los mismos, las cargas máximas por eje, los niveles de ruido aceptables, los lugares de acopio, etc.

Tabla 68. Acciones, efectos y medidas de la acción: Construcción de obras civiles

ACCIÓN: Construcción de obras civiles
EFFECTO: Emisiones atmosféricas, ruido, alteración de la estructura de suelo, drenaje, afectación del paisaje urbano/ rural.
MEDIDAS: Selección de la tecnología constructiva que minimice el impacto en la superficie. Sistema de drenaje acorde a las obras que se estén realizando. Bombeo o derivación del drenaje superficial en zona de pozos de acceso. Control de emisiones y horarios de trabajo. Sistematización y agilización de las actividades. Información permanente al personal sobre el plan y desarrollo de los trabajos, capacitación del personal.
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Correctiva/Mitigantes.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: Señalización, carteles indicativos y de prohibición. Relación con los entes proveedores de servicios, coordinación y programación de actividades.
TIPO DE LAS MEDIDAS: De ingeniería civil.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter local.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Durante la construcción.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Temporal / Permanentes.
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$20.000
DESCRIPCIÓN: Para la ejecución del movimiento de suelo y la construcción de las obras civiles se deberá seleccionar la tecnología que reduzca al mínimo los tiempos de exposición disponibles y que garantice la calidad de los trabajos encomendados. Se requerirá al Contratista un detallado plan de obras para aprobación del Comitente que contemple la realización mínima y progresiva de las afecciones que estas acciones generan en el ambiente. Se realizará estudio de los escurrimientos superficiales para adoptar las medidas (derivación o captación y bombeo) que eviten el ingreso de aguas pluviales a los pozos o la inundación de áreas construidas o en alguna de sus etapas. Se adoptarán todas aquellas medidas necesarias para garantizar el libre acceso de forma tal de minimizar las alteraciones al desarrollo en el área afectada.

Tabla 69. Acciones, efectos y medidas de la acción: Tratamiento y disposición final de lodos.

ACCIÓN: Tratamiento y disposición final de lodos.
EFFECTO: Emanación de olores y partículas, afectación en la calidad del agua superficial y subterránea por lixiviación, disminución en la calidad paisajística, perjuicio en el uso de suelo y calidad de vida.
MEDIDAS: Colocar barrera para evitar la infiltración de los líquidos que puedan lixiviar, generar un sistema de drenaje y recolección para dar el debido tratamiento de los mismos. Vallado y humedecimiento para evitar la dispersión por vientos, capacitación de personal de la planta para su correcta manipulación y provisión de los elementos de seguridad necesarios.
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Preventivo/Correctivo.
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Complementaria.
MEDIDAS ALTERNATIVAS: Delimitación y demarcación de las zonas involucradas aprovisionamiento de servicios y recursos necesarios para su correcta manipulación. Capacitación del personal encargado de este aspecto.
TIPO DE LAS MEDIDAS: De ingeniería Ambiental.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter local.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Durante la Operación
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Temporal.
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$30.000
<p>DESCRIPCIÓN: los barros con tres meses en las playas de secado es un barro de Categoría B. Mediante el Proyecto "Aprovechamiento de Lodos y Reducción de Gases de Efecto Invernadero en la Planta Depuradora Sur de la Ciudad de Salta", el cual consiste en optimizar el funcionamiento de los digestores instalados en la planta teniendo como principal objetivo reducir la emisión de gases de efecto invernadero y adecuar los biosólidos generados según la Resolución 97/01, para su posterior uso y disposición final.</p> <p>Se trabajará con los biosólidos obtenidos, efectuando mediciones de calidad y cantidad generada al contar con los digestores optimizados.</p> <p>El Responsable Ambiental de la obra, deberá confeccionar informes, documentos y</p>

guías de utilización para diferentes aprovechamientos. Las alternativas con mayor posibilidad de ejecución es la aplicación de secadores solares, secado térmico y compost o combinación de técnicas para lograr la desinfección total de los biosólidos. La ejecución de las mismas dependerá de los resultados obtenidos de la optimización de los digestores y la producción de biogás.

Tabla 70. Acciones, efectos y medidas de la acción: Parquización y Forestación.

ACCIÓN: Parquización y Forestación
EFFECTO:
Disminución de la propagación de ruidos, partículas en suspensión y olores.
Aumenta la permeabilidad del suelo.
Disminuye el escurrimiento superficial y la erosión del suelo.
Suaviza el impacto visual que genera la planta de tratamiento.
MEDIDAS: Ubicación de la cortina forestal en lugar adecuado. Minimizar el impacto visual. Acorde a vientos y plan de ordenamiento urbano. Elección de especies apropiadas.
CARÁCTER DE LAS MEDIDAS: Mitigante
NATURALEZA DE LAS MEDIDAS: Única.
TIPO DE LAS MEDIDA: De ingeniería Ambiental.
ESPECIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS: De carácter puntual.
UBICACIÓN EN EL TIEMPO: Durante la construcción y operación.
DURACIÓN DE LAS MEDIDAS: Permanente .
RESPONSABLE DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA: El Contratista
RESPONSABLE DE LA FISCALIZACIÓN: El Comitente
COSTO: \$25.000
<p>DESCRIPCIÓN: Implantación de cortina forestal sobre el perímetro de la planta de tratamiento colindante con los caminos (Norte y Oeste) empleando especies de Casuarina en un diseño de dos hileras a distancias de 2m x 2m a tres bolillos.</p> <p>En las zonas donde se hayan realizado movimientos de suelo y/o limpieza de terreno afectando la composición florística, se sembrarán individuos juveniles de especies arbóreas desarrolladas en viveros, que cumplan con la función de estética y reforestación, en adecuada combinación de especies priorizando las de rápido crecimiento y las autóctonas.</p>

15.2. PROGRAMA DE CONTROL AMBIENTAL - PCA

Se han desarrollado a continuación, una serie de programas que incluyen las medidas de mitigación, cuyos objetivos son la prevención de la contaminación, la minimización y adecuada disposición de residuos, emisiones y efluentes, la preservación de la seguridad de los trabajadores y la población, y la adecuada atención de los trabajadores y la población, ante contingencias o emergencias producidas durante alguna de las etapas de la obra.

Los programas ambientales que presente el contratista deberán ser aprobados por el comitente antes de su implementación. Los programas ambientales serán implementados por el responsable de medio ambiente del contratista o por terceros calificados designados especialmente y serán fiscalizados regularmente por el comitente.

- P – 1 Programa de ordenamiento de la circulación.
- P – 2 Programa de manejo del subsistema natural.
- P – 3 Programa de manejo y disposición de residuos, desechos y efluentes líquidos.
- P – 4 Programa de Comunicación a la Comunidad
- P – 5 Programa de Seguimiento de Seguridad e Higiene
- P – 6 Programa de Seguimiento de las Medidas de Mitigación
- P – 7 Programa de Control Ambiental de la Obra

Tabla 71. Programa de ordenamiento de la circulación.

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL : 1 – Programa de ordenamiento de la circulación						
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:			- Afectaciones a la Seguridad de Operarios - Afectaciones al Tránsito Local			
<p>Descripción de la Medida:</p> <p>-Durante toda la construcción del proyecto el contratista dispondrá los medios necesarios para lograr una correcta señalización de los frentes de obra, de acuerdo con el estado actual del arte en señalética de seguridad, con el objeto de minimizar los riesgos hacia la población en general.</p> <p>-La señalización de riesgo será permanente, incluyendo vallados, carteles indicadores y señales luminosas cuando correspondan.</p> <p>-Planificación de desvíos y selección de circuitos.</p> <p>-Regulación de horarios de circulación acorde al cronograma de obra. Optimizar tiempos de construcción.</p> <p>-Cumplimiento de las reglamentaciones de tránsito vigentes (límites de carga de seguridad, velocidad máxima, etc.)</p> <p>-Implementar un programa de comunicación con las comunidades cercanas al área afectada por los trabajos, informándose el grado de avance de obra, así como las restricciones y peligros.</p> <p><u>Ámbito de aplicación:</u> Esta medida debe aplicarse en todo el frente de Obra e instalaciones complementarias a las mismas.</p> <p><u>Momento / Frecuencia:</u> Durante toda la fase de construcción con una frecuencia mensual en algunos casos y semanales y diario en otros. Durante el período de obras en etapa de abandono de las instalaciones, con la misma frecuencia.</p>						
Etapa de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación					
	Abandono	X				
<p>Indicadores de Éxito: Ausencia de accidentes.</p> <p>Ausencia de reclamos por partes de las autoridades y pobladores locales. Ausencia de no conformidades por parte del supervisor ambiental.</p>						
Responsable de la Implementación de la Medida		EI CONTRATISTA				

Tabla 72. Programa de manejo del subsistema natural.

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL: 2 – Programa de manejo del subsistema natural						
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:			<div>- Afectación de la calidad de suelo, aire y escurrimiento superficial.</div> <div>- Afectación a la Flora y Fauna.</div> <div>- Afectación del Paisaje</div>			
<div>Descripción de la Medida:</div> <div><div>- Deberán evitarse excavaciones y remociones de suelo innecesarias, ya que las mismas producen daños al hábitat, e incrementan procesos erosivos, inestabilidad y escurrimiento superficial del suelo. Asimismo se afecta al paisaje local en forma negativa.</div><div>- En los casos que la secuencia y necesidad de los trabajos lo permitan se optará por realizar, en forma manual, las tareas menores de excavaciones y remoción de suelo siempre y cuando no impliquen mayor riesgo para los trabajadores.</div><div>- Prohibición de actividades depredativas sobre la fauna y la flora.</div><div>- Seguimiento y control de cambios en la calidad del agua superficial en el área de influencia directa de las obras.</div><div>- Protección de la calidad y uso de las aguas. Adecuado manejo de combustibles y lubricantes a través de: inspección periódica de filtraciones y pérdidas en equipos de provisión.</div><div>- Disponibilidad in situ de suficiente cantidad de material absorbente para su utilización en episodios de posibles derrames.</div><div>- Capacitación del personal en referencia al cumplimiento de las normas de emisión y concentración de material particulado vigentes.</div><div>- Minimizar la generación de ruidos y contaminación atmosférica a través de: mantenimiento periódico de los equipos, utilización de combustibles con bajo tenor de azufre, regulación de horarios y selección de circuitos.</div><div>- Aplicación de la normativa ambiental específica.</div></div>						
<div>Ámbito de aplicación: Esta medida debe aplicarse en todo el frente de obra.</div> <div>Momento / Frecuencia: Durante toda la construcción con una frecuencia mensual, semanal o diario según el caso. Durante el período de obras en etapa de abandono de las instalaciones, con la misma frecuencia.</div>						
Etapas de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación					
	Abandono	X				
<div>Indicadores de Éxito: No detección de excavaciones y remoción de suelo innecesarias. Ausencia de no conformidades del auditor y de reclamos de las autoridades y pobladores locales.</div>						
Responsable de la Implementación de la Medida		EI CONTRATISTA				

Tabla 73. Programa de manejo y disposición de residuos, desechos y efluentes líquidos.

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL: 3 – Programa de manejo y disposición de residuos, desechos y efluentes líquidos						
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:			<div>- Afectación de las Condiciones Higiénico Sanitarias (Salud, Infraestructura Sanitaria y Proliferación de Vectores)</div> <div>- Afectación de la Calidad de Aire, Agua, Suelo y Paisaje.</div>			
<div>Descripción de la Medida:</div> <div><div>- El CONTRATISTA deberá disponer los medios necesarios para lograr una correcta gestión de residuos durante todo el desarrollo de la obra.</div><div>- En caso de verificar desvíos a los procedimientos estipulados, el Responsable Ambiental deberá documentar la situación dando un tiempo acotado para la solución de las no conformidades.</div><div>- El CONTRATISTA deberá evitar la degradación del paisaje por la incorporación de residuos y su posible dispersión por el viento.</div><div>- Recoger los sobrantes diarios, maderas y plásticos de manera de mantener prolijidad en el desarrollo y finalización de obra.</div><div>- Los residuos y sobrantes de material que se producirán en el obrador y el campamento, deberán ser controlados y determinarse su disposición.</div><div>- Se deberá contar con recipientes adecuados y en cantidad suficiente para el almacenamiento seguro de los residuos producidos.</div><div>- El CONTRATISTA dispondrá de personal o terceros contratados a tal fin para retirar y disponer los residuos generados de acuerdo a las normas vigentes.</div><div>- El CONTRATISTA será responsable de capacitar adecuadamente al personal para la correcta gestión de los residuos de la obra.</div></div>						
<div>Ámbito de aplicación:</div> Esta medida debe aplicarse en todo el frente de obra.						
<div>Momento / Frecuencia:</div> Durante toda la construcción con una frecuencia mensual, semanal o diaria según el caso. Durante el período de obras en etapa de abandono de las instalaciones, con la misma frecuencia.						
Etapa de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación					
	Abandono	X				
<div>Indicadores de Éxito:</div> Ausencia de residuos dispersos en el frente de obra. Ausencia de reclamos por parte de las autoridades y pobladores locales. Ausencia de potenciales vectores de enfermedades.						
Responsable de la Implementación de la Medida			El CONTRATISTA			

Tabla 74. Programa de comunicación a la comunidad.

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL: 4 – Programa de Comunicación a la Comunidad						
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:			- Eventuales conflictos con los pobladores por intereses no deseados como consecuencia del desarrollo de la obra. - Afectación a la Calidad de Vida de las personas.			
<p>Descripción de la Medida:</p> <ul style="list-style-type: none">- Durante todo el desarrollo de la obra el CONTRATISTA dispondrá los medios necesarios para que exista una comunicación y notificación permanente tanto a las autoridades como a los pobladores locales respecto de las tareas que se van a desarrollar con una anticipación suficiente como para que éstos puedan organizar sus actividades en caso de ser necesario.- Deberá implementarse un Programa de Comunicaciones durante toda la vida útil de la planta.- El CONTRATISTA deberá contar con un sistema de comunicación que permita informar a los interesados y al mismo tiempo recibir cualquier requerimiento de éstos. El CONTRATISTA deberá documentar el proceso de información con terceros en forma fehaciente.- Se deberán utilizar canales institucionales (carta, fax, e-mail), canales públicos (periódicos locales, radios y/o televisión) entrevistas y reuniones con los grupos de interesados, para notificar aquellas acciones que requieran de una difusión. Reuniones regulares con grupos interesados. Producción de material informativo para difusión. Habilitación de oficinas comunales de información.- Así mismo el CONTRATISTA deberá disponer de mecanismos efectivos para que tanto los particulares directamente afectados por las obras como la comunidad en general puedan hacer llegar sus requerimientos, reclamos o sugerencias (líneas 0-800, buzones de sugerencias en el obrador, e-mail). <p><u>Ámbito de aplicación:</u> Esta medida debe aplicarse en todo el frente de obra.</p> <p><u>Momento / Frecuencia:</u> Durante toda la vida útil del proyecto con una frecuencia mensual.</p>						
Etapas de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación	X				
	Abandono	X				
<p>Indicadores de Éxito: Ausencia de reclamos por parte de los pobladores locales. Ausencia de no conformidades por parte del auditor ambiental.</p>						
Responsable de la Implementación de la Medida				El CONTRATISTA		

Tabla 75. Programa de seguimiento del plan de seguridad e higiene.

PLAN DE GESTION AMBIENTAL: 5 - Programa de Seguimiento del Plan de Seguridad e Higiene						
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:			- Afectación a Seguridad de Operarios y Salud de la Población			
<p>Descripción del Programa:</p> <ul style="list-style-type: none">- El Programa General de Seguridad e Higiene que presente el CONTRATISTA, para todas las actividades que desarrolla vinculadas a la obra, se deberá adaptar a los Programas Generales del COMITENTE.- Con respecto a la construcción del proyecto, las acciones a desarrollar por el CONTRATISTA para mantener una baja incidencia de accidentes personales y alto grado de seguridad en las instalaciones y procedimientos operativos se sintetizan en:<ul style="list-style-type: none">· Capacitación periódica de empleados y SUBCONTRATISTAS.· Control médico de salud.· Emisión y control de Permisos de Trabajo.· Inspección de Seguridad de los Equipos.· Auditoria Regular de Seguridad de Equipos y Procedimientos.· Programa de Reuniones Mensuales de Seguridad.· Informes e Investigación de Accidentes y difusión de los mismos.· Revisión Anual del Plan de Contingencias de Obra.· Curso de inducción a la seguridad para nuevos empleados.· Curso de inducción a la seguridad para nuevos SUBCONTRATISTAS.· Actualización de procedimientos operativos.· Mantenimiento de Estadísticas de Seguridad propias y de SUBCONTRATISTAS. <p>El supervisor de Higiene y Seguridad del CONTRATISTA controlará periódicamente a todo el personal propio y de los SUBCONTRATISTAS afectados a las tareas aplicando listas de chequeo y emitirá un informe de situación. En el informe se indicarán las acciones pertinentes para efectuar los ajustes necesarios. El supervisor presentará mensualmente un informe técnico destacando la situación, las mejoras obtenidas, los ajustes pendientes de realización y las estadísticas asociadas a la obra. Finalizada la obra, el supervisor incluirá en el informe ambiental final de la obra las estadísticas de Higiene y Seguridad.</p> <p><u>Ámbito de Aplicación:</u> En toda la zona de proyecto.</p> <p><u>Momento / Frecuencia:</u> Durante toda la construcción con una frecuencia mensual. Durante el período de obras en etapa de abandono de las instalaciones, con la misma frecuencia.</p>						
Etapa de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación					
	Abandono	X				
Responsable de la Implementación de la Medida	El CONTRATISTA					

Tabla 76. Programa de seguimiento de las medidas de mitigación.

PLAN DE GESTION AMBIENTAL: 6 - Programa de Seguimiento de las Medidas de Mitigación	
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:	- Asegurar la correcta gestión de la implementación de las medidas
<p>Descripción del Programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El programa de seguimiento de las Medidas de Mitigación será instrumentado por el Supervisor de Medio Ambiente del CONTRATISTA o por terceros calificados designados especialmente. - Se confeccionarán a tal efecto listas de chequeo elaboradas a partir de las medidas de mitigación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental. - El supervisor de medio ambiente inspeccionará la obra regularmente para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Deberá evaluar la eficacia de las medidas propuestas para mitigar los impactos negativos y proponer al COMITENTE para su aprobación los cambios necesarios cuando lo considere oportuno. El objetivo será en todo momento minimizar efectos no deseados vinculados a la obra. - El supervisor de medio ambiente deberá manifestar disposición al diálogo y al intercambio de ideas con el objeto de incorporar opiniones de terceros que pudieran enriquecer y mejorar las metas a lograr. En particular de los superficiarios directamente involucrados y de las autoridades. - El supervisor de medio ambiente controlará quincenalmente el grado de cumplimiento de las Medidas de Mitigación aplicando listas de chequeo y emitirá un Informe Ambiental Mensual. En el informe se indicarán las acciones pertinentes para efectuar los ajustes necesarios. El supervisor presentará su Informe Ambiental Mensual al COMITENTE destacando la situación, las mejoras obtenidas, los ajustes pendientes de realización y las metas logradas. - Finalizada la obra, el supervisor emitirá un INFORME AMBIENTAL DE FINAL DE OBRA donde consten las metas alcanzadas. - El cumplimiento de las Medidas de Mitigación por parte del CONTRATISTA será condición necesaria para la aprobación de los certificados de obra. Debe ser puesta en evidencia en los informes y debe notificarse a las autoridades correspondientes. - En el período de operación el supervisor de medio ambiente inspeccionará la planta para verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación. Deberá evaluar la eficiencia de las medidas propuestas y proponer cambios necesarios cuando sea oportuno. - Deberá optimizar el dialogo con las partes involucradas y terceros que pudieran enriquecer y mejorar las metas a lograr. - El supervisor de medio ambiente controlará quincenalmente el grado de cumplimiento de las Medidas de Mitigación aplicando listas de chequeo y emitirá un Informe Ambiental Mensual. En el informe se indicarán las acciones pertinentes para efectuar los ajustes necesarios. El supervisor presentará su Informe Ambiental Mensual a la autoridad competente. - <u>Ámbito de Aplicación:</u> En toda la zona de proyecto. - <u>Momento / Frecuencia:</u> Durante todas las etapas, con una frecuencia mensual 	

Etapa de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación	X				
	Abandono	X				
Responsable de la Implementación de la Medida	El CONTRATISTA					

Tabla 77. Programa de control ambiental de la obra.

PLAN DE GESTION AMBIENTAL: 7- Programa de Control Ambiental de la Obra						
Efectos Ambientales que se desea Prevenir o corregir:			- Detectar eventuales conflictos ambientales eventualmente no percibidos			
Descripción del Programa:						
<ul style="list-style-type: none">- El programa de Control Ambiental de la Obra será instrumentado por el responsable de medio ambiente del CONTRATISTA o por terceros calificados designados especialmente.- Durante la etapa de construcción y obras en la etapa de abandono, este programa estará muy ligado al de verificación de cumplimiento de las Medidas de Mitigación. Sin embargo su espectro de acción debe ser más amplio para detectar eventuales conflictos ambientales eventualmente no percibidos en el Estudio de Impacto Ambiental y aplicar las medidas correctivas pertinentes.- El 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 del entorno.- Se confeccionarán listas de chequeo a partir del Estudio de Impacto Ambiental elaborado, con posibilidad de incluir elementos ambientales nuevos.- El supervisor de medio ambiente inspeccionará la obra regularmente para verificar la situación ambiental del proyecto. Deberá evaluar la eficacia de las medidas propuestas para mitigar los impactos negativos y proponer los cambios necesarios cuando lo considere. El objetivo será en todo momento minimizar efectos no deseados vinculados a la obra.- El supervisor de medio ambiente deberá manifestar disposición al diálogo y al intercambio de ideas con el objeto de incorporar opiniones de terceros que pudieran enriquecer y mejorar las metas a lograr. En particular de las autoridades y pobladores locales.- El supervisor de medio ambiente controlará quincenalmente la situación ambiental de la obra aplicando listas de chequeo y emitirá un INFORME AMBIENTAL MENSUAL de situación.- En el informe se indicarán las acciones pertinentes para efectuar los ajustes necesarios. El supervisor incluirá en su Informe Ambiental Mensual todos los resultados del Monitoreo Ambiental, destacando resultados y proponiendo al COMITENTE para su aprobación, los ajustes que crea oportuno realizar.- Finalizada la obra, el supervisor incluirá en el informe ambiental final de la obra los resultados obtenidos en el Programa de Control Ambiental de la Obra y las metas logradas.- <u>Ámbito de Aplicación:</u> En toda la zona de proyecto.- <u>Momento / Frecuencia:</u> Durante toda la etapa de construcción con una frecuencia mensual y durante las obras de la etapa de abandono, con la misma frecuencia.						
Etapa de Proyecto en que se Aplica	Construcción	X	Costo (\$)	25.000	Efectividad esperada	ALTA
	Operación					
	Abandono	X				

Responsable de la Implementación de la Medida	El CONTRATISTA
--	----------------

15.3. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El proyecto ejecutivo deberá considerar un Manual de Operación y Mantenimiento completo, considerando todos los aspectos necesarios para una adecuada operación del sistema de tratamiento y lograr el cumplimiento de las metas establecidas. Se dará especial énfasis a las componentes unitarias sensibles a generar impactos en el entorno como tratamiento preliminar y deshidratación y disposición de lodos.

El Manual de Operación y Mantenimiento contempla y complementa el Programa de Actividades y Medidas de Mitigación Ambiental, especificando las frecuencias y duración de todas las actividades a desarrollar.

15.3.1. Plan de seguimiento y monitoreo ambiental

15.3.1.1. Generalidades

La operación del sistema de tratamiento de las aguas residuales debe ir acompañada de un Programa de monitoreo de la descarga de las aguas residuales tratadas y el cuerpo receptor, estableciendo los parámetros de interés para el control del sistema de tratamiento y los establecidos por las instituciones fiscalizadoras tanto de la calidad de los vertimientos como de Calidad ambiental asociada a cursos de agua.

Con respecto a esto último, el marco jurídico provincial cuenta con normativas específicas de calidad de aguas como de emisión los cuales tienen por objetivo asegurar que los vertidos que reciben los cuerpos de agua tengan características tales que permitan a estos últimos mantener en todo momento la calidad exigida por las normas de calidad ambiental para que sus usos no se vean afectos.

En forma global, estas normas fijan un criterio de calidad del agua (en términos de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos), con la finalidad de preservar los usos específicos a que se destina (e indirectamente proteger la degradación de las aguas producida por la contaminación con residuos de cualquier tipo u origen).

15.3.1.2. Programa de monitoreo

El fin que persigue el programa de monitoreo es permitir practicar el control de los procesos de tratamiento y vigilancia de la calidad de los efluentes, derivados hacia el Río Arenales.

El programa contempla dos aspectos:

- Control del caudal y calidad de los afluentes de la red. Verificando que las conexiones realizadas y las futuras, incorporen a la red líquidos cloacales domiciliarios o asimilables a los mismos.
- Control en la planta de tratamiento. Procesos de Tratamiento.

El manejo y control de efluentes será responsabilidad de la Compañía Salteña de Aguas y Saneamiento S.A (Co.S.AyS.a) – Aguas del Norte, designada por el municipio, tendrán a su cargo la responsabilidad de todo lo relacionado con el manejo y control de los efluentes.

15.3.1.3. Control de procesos de la planta de Tratamiento

A continuación se presentan procedimientos básicos de monitoreo. Complementariamente para la toma de valores de parámetros indicadores de la calidad del afluente y efluente de la planta de tratamiento se deberán aplicar los métodos establecidos en el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en su más reciente edición.

- Extracción de muestras:

Las muestras de líquidos cloacales que van a ser extraídas para su análisis, deben corresponder fielmente al líquido que se quiere estudiar, este requisito es de fundamental importancia debido a la variabilidad de su composición. Estos líquidos contienen generalmente cierta cantidad de materias en suspensión que deben hallarse representadas cualitativa y cuantitativamente en la muestra extraída. Si para las aguas potables este requisito es importante, en este caso es fundamental, debido a la variabilidad de su composición.

Es importante tener presente, que ningún ensayo de laboratorio será válido, si la muestra no es representativa. Una muestra mal extraída o mal conservada, aún analizada con todos los cuidados posibles, conduce a conclusiones erróneas. Por esta razón, la tarea de extracción de muestras se deberá confiar SOLO A PERSONAS CAPACITADAS que sigan exactamente las instrucciones.

En general, no es conveniente extraer muestras cuando existan condiciones anómalas accidentales, salvo que se desee estudiar las causas o consecuencias de esas anomalías. El tipo de muestreo a efectuar y su frecuencia estarán fijados fundamentalmente por la calidad del líquido y el propósito para el cual se necesitan los resultados.

- Volumen de muestra a extraer:

El volumen requerido para efectuar los análisis de líquidos cloacales es de dos (2) litros aproximadamente, a menos que se quiera hacer determinaciones especiales, en cuyo caso se especificará el volumen que se necesita. Se emplean para recibir las muestras frascos de vidrio o plástico (PVC), siendo este último el material aconsejable por ser más seguro para su traslado, manipulación y exposiciones a roturas, reservándose el uso de los recipientes de vidrio para aquellos casos en que se deba realizar determinaciones específicas que así lo exijan.

Los recipientes deben hallarse perfectamente limpios, cuidando que su tapa no se ensucie y aporte sustancias extrañas, además se deberá llenar completamente de manera tal que al cerrarlos o taparlos no queden cámaras de aire y deben ser colocados de inmediato en los contenedores con hielo para que lleguen refrigerados al laboratorio, cuidando que no se toquen entre ellos (en casos de recipientes de vidrio) para evitar roturas.

El recipiente se debe enjuagar con el líquido a muestrear como medida de seguridad, antes de obtener la muestra. Esta norma es válida tanto para el recipiente de muestreo como para el recipiente de transporte de la muestra hasta el laboratorio. Para el caso en que se hagan determinaciones in-situ, deberá ser obtenida una muestra mayor que la que deba ser transportada cuyo volumen debe respetarse a toda costa. En este caso se completará primeramente el recipiente a transportar y con el excedente se harán las determinaciones insitu. Es aconsejable

que las muestras a remitir al laboratorio, sean extraídas por duplicado porque con esta cantidad pueden repetirse aquellos ensayos cuyos resultados sean dudosos.

- Sitios de extracción:

Para extraer las muestras debe elegirse en lo posible, un lugar en que exista cierta turbulencia en el líquido que provoque una repartición homogénea de las materias en suspensión.

En los conductos de corriente lenta, estas materias se estratifican por su densidad, lo que dificulta la extracción de una muestra representativa. En estos casos es aconsejable eliminar previamente las materias depositadas en el sitio de extracción mediante agitación del líquido y el arrastre de la corriente. Se tratará de mantener homogéneo el líquido cloacal en el sitio elegido durante el tiempo en que se extraen las muestras. Conviene conservar el mismo lugar de extracción (dentro de la misma etapa de purificación). Para evitar la presencia de materias en suspensión voluminosas (trapos, etc.) se recomienda extraer las muestras de líquido bruto después de las rejillas gruesas.

Cuando se desee conocer la calidad del líquido efluente de una planta depuradora, la muestra deberá ser extraída en la cámara de muestreo cuya instalación deberá exigirse para tal efecto y, en su defecto, se elegirá un sitio de franca turbulencia evitándose el agua estancada.

Al llevar a cabo una extracción de muestras, debe verificarse previamente la condición de funcionamiento de cada una de las unidades de tratamiento que constituyen la planta depuradora. Esta circunstancia debe hacerse constar en la planilla de Datos Complementarios.

Si la muestra debiera ser extraída de una cañería de impulsión de bombas elevadoras, deberá tomarse la precaución de hacer funcionar las bombas de cinco (5) a diez (10) minutos antes de proceder a sacar la muestra, para eliminar los eventuales depósitos que pudieran haber quedado en la cañería de impulsión.

DATOS COMPLEMENTARIOS					
PROCEDENCIA:					
ANÁLISIS Nº					
MUESTRA Nº	SITIO DE EXTRACCIÓN	FECHA	HORA	TEMPERATURA AMBIENTE ° C	

Tipo de planta depuradora: Unidades de tratamiento existentes: Estado de funcionamiento: Caudal medio
 afluente: Caudal medio efluente: Aspecto del líquido afluente (olor-color): Aspecto del líquido efluente
 (olor-color): Lluvias registradas días anteriores (mm): Cuerpo receptor del efluente: Cuenca: Destino de
 barros: Destino de sólidos gruesos: Observaciones: Fecha: Extractor:

Figura 104. Planilla tipo de datos complementarios correspondiente al muestreo del líquido cloacal

- Tipos de muestras a extraer:

- Muestras Horarias: Cuando se desea estudiar cómo varía la composición del líquido cloacal durante el día, se extraen muestras cada hora. Estas muestras se analizan separadamente o bien se prepara con ellas muestras compuestas.

- Muestras Compuestas: Durante veinticuatro (24) horas se extraen muestras horarias que se conservan con hielo. Se registra cada vez el caudal horario (m^3/h). Si este dato no se puede conocer, se registra el caudal instantáneo ($m^3/seg.$) que se supondrá constante durante una (1) hora a los efectos de la preparación de la muestra compuesta. De cada muestra horaria previamente agitada a fondo, se mide un volumen dado por la fórmula

$$V_h = V (Q_h/Q)$$

En la que V_h es el volumen a medir de muestra horaria, Q_h es el caudal horario que le corresponde, Q es la suma de todos los caudales horarios del período que se desea presentar y V el volumen de muestra compuesta que se quiere preparar. Si no fuera posible la extracción durante las veinticuatro (24) horas, se consignarán en el parte complementario las horas de extracción. El volumen de las muestras parciales no debe ser nunca inferior a 250 ml., cuando no puede conocerse el caudal Q se prepara la muestra compuesta mezclando partes iguales de las muestras horarias conservadas con hielo.

- Muestras Correspondientes: Para estudiar un proceso de purificación se extraen muestras de líquido cloacal en distintos sitios de la planta y a intervalos de tiempo tales que las distintas muestras correspondan a un mismo líquido (muestras correspondientes). Cuando sea posible determinar la permanencia del líquido en las diferentes fases del tratamiento, se preparan muestras compuestas, con el efluente de cada etapa del proceso. Las muestras parciales con que se preparan luego las compuestas, deben extraerse simultáneamente y durante un mismo período en todos los puntos de extracción.

- Conservación de muestras:

La naturaleza alterable de los líquidos cloacales, aguas contaminadas y de ciertos líquidos residuales, cuyos componentes se transforman continuamente por una serie de procesos biológicos y físico-químicos, hace necesario la adopción de ciertas medidas para la conservación de las muestras. No existe método general que permita conservarlas sin alteración o sin ofrecer inconvenientes para algunas determinaciones analíticas. Lo más aconsejable es mantenerlas con hielo y procurar que el intervalo que medie entre la extracción de las muestras y el análisis sea lo más reducido posible. Salvo indicación contraria, las muestras de líquidos cloacales se conservarán con hielo, cuidando que, al remitirlas al laboratorio para su análisis, vaya el cajón con la mayor cantidad de hielo posible. No se debe agregar sal al hielo. Después de tapar el frasco que contiene la muestra, se debe

cubrir el tapón y el cuello del frasco con un papel impermeable que se sujeta con un hilo.

Hay circunstancias en las que es imprescindible el uso de preservantes, debido a que el análisis tendrá lugar varios días después de extraída la muestra. En estos casos, para seleccionar los más adecuados, debe tenerse en cuenta que no debe interferir con las determinaciones a realizar.

Cuando se utilizan preservantes, éstos deben ser adicionados a la botella, previamente a la extracción de la muestra, de manera tal que todas las porciones del compuesto estén preservadas en el momento de la recolección, especialmente cuando se desee extraer muestras compuestas. Para el caso en que se desee extraer muestras instantáneas, la adición de preservantes se llevará a cabo en la mitad de la muestra y luego se completará el volumen de manera tal de lograr una correcta homogenización. Ninguno de los métodos de conservación es satisfactorio y deben ser usados con la debida reserva.

- Identificación de las muestras:

Para identificar las muestras conservadas con hielo, no se aconseja el uso de etiquetas, pues estas se deterioran con el agua. En estos casos se prefiere el uso de chapitas numeradas (collarines) que se suspenden del cuello de los frascos mediante abrazaderas de alambre (collarines). La información referente a las muestras se consignará posteriormente en la planilla de Datos Complementarios, en los cuales la muestra se individualiza por su número de collarín. La numeración se hará consecutivamente evitando repetir los mismos números cuando las muestras se extraigan de un mismo lugar y a diferentes horas.

Las muestras deben ir acompañadas de un parte de Datos Complementarios, en el cual se haga constar una serie de datos que serán de utilidad para la interpretación de los análisis.

En razón de la importancia de estos datos, se debe consignar toda información que, a juicio del extractor, pueda tener algún interés, como por ejemplo alguna anomalía que se observe en la planta de depuración, aspecto de las muestras etc.

Los datos e informaciones completas, son elementos de juicio indispensables para juzgar el resultado de un análisis.

- Envío de muestras al laboratorio:

Debido a que las muestras de líquidos cloacales se alteran rápidamente, es de suma importancia para los análisis a efectuarse, que transcurra el menor tiempo posible entre la extracción de las mismas y su llegada al laboratorio. Por ello se debe procurar remitir diariamente las muestras, inclusive días sábados, domingos y feriados, conservándola siempre, mientras dure la permanencia de las mismas, en el cajón heladera, acondicionándolas como se indicó anteriormente.

Poco antes del envío, se remueve el hielo y se acondicionan las muestras con hielo y aserrín como ya se indicó.

Antes de iniciar el trabajo se recomienda comunicar al laboratorio, lo que se haya resuelto respecto al envío de las muestras (días y horas de llegada de las mismas, número de cajones que se enviarán cada día, etc.) a fin de poder preparar todos los elementos necesarios para la realización de los análisis correspondientes.

Se deberá anticipar telefónicamente al laboratorio la fecha y hora de llegada del envío, indicando el medio de transporte utilizado a fin de poder recibir la encomienda sin inconveniente alguno.

Un barro se obtiene por sedimentación de líquido cloacal crudo o parcialmente tratado. El primero es el que se extrae de los sedimentos primarios y el segundo de los sedimentos secundarios, o sea que éstos son barros provenientes en general de lechos percoladores, donde la materia orgánica ha sido parcialmente descompuesta. También deben extraerse muestras de los digestores de barros.

- Equipos de extracción de muestras:

Recipiente lastrado: Es un dispositivo como el de la figura proyectado para contener suficiente cantidad de muestras para su análisis, (2 litros aproximadamente). Debe contar con un tapón unido a un hilo o alambre que sirve para quitar y volver a poner el tapón una vez extraída la muestra.

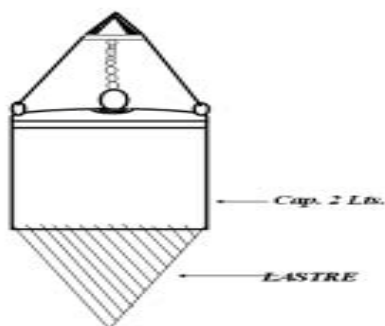


Figura 105. Dispositivo para muestreo de barros

Para el control del proceso de tratamiento es necesario efectuar una serie de mediciones.

Los puntos de muestreo serán:

- Río Arenales a 500m aguas arriba del punto de vuelco de la planta de tratamiento.
- En el vuelco propiamente dicho.
- Río Arenales a 500m aguas abajo del punto de vuelco de la planta de tratamiento.
- Río Arenales a 12 km aguas abajo del punto de vuelco de la planta de tratamiento, aproximadamente en el Paraje Paso Sarmiento.

Los parámetros a evaluar se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 78. Programa de muestreos y análisis a cumplir como exigencia mínima

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	
Parámetro	Unidad
pH	mL/L
Sólidos sedimentables en 10 min	mL/L
Sólidos Sedimentables en 2 hs.	mL/L
DQO	mL/L
Oxígeno Consumido	mL/L
Oxígenos Disuelto	mL/L
DBO ₅	mL/L
Nitrógeno Amoniacal	mL/L
Nitrógeno Orgánico	mL/L
Nitrógeno Total Njeldalh	mL/L
Fósforo Total	mL/L
Sulfuros	mL/L
Fenoles	mL/L
Aceites y Grasas	mL/L
Conductividad	μS/cm
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	
Parámetro	Unidad
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100mL
Bacterias Coliformes Fecales	NMP/100mL

15.4. PLAN DE CONTINGENCIAS

El plan de contingencias pretende resumir las acciones a realizar en casos de fallas en el tratamiento de los efluentes de manera que se vean comprometidas la calidad del servicio y del cuerpo receptor o la salud de la población. Las contingencias pueden estar relacionadas con eventos climáticos, tectónicos o humanos.

Los objetivos del Plan de Contingencias son:

- Minimizar las consecuencias negativas sobre el ambiente, de un evento no deseado.
- Dar rápida respuesta a un siniestro.
- Proteger al personal que actúe en la emergencia.
- Proteger a terceros relacionados con la obra.

Tipos de respuesta

Se consideran tres niveles de respuesta según la gravedad del evento y medios requeridos para resolver la emergencia.

- Nivel 1: Eventos solucionables con recursos disponibles propios.
- Nivel 2: Eventos solucionables con ayuda externa limitada.
- Nivel 3: Eventos solucionables con ayuda externa significativa y que revisten alta gravedad.

Organización para la Emergencia

Según el nivel de gravedad de una emergencia se involucrarán en forma inmediata distintos niveles de acción y decisión, según se presenta en la siguiente figura.

Nivel de Respuesta	Nivel de Participación	Participan
1	Supervisor Personal de Mantenimiento	Dpto. Mantenimiento
2	Jefe Dto. Seguridad Higiene y Medio Ambiente Jefe de Mantenimiento	Dpto. Mantenimiento, Dpto. Seguridad Higiene y Medio Ambiente, Apoyo Externo Limitado
3	Gerente	Dpto. Mantenimiento, Dpto. Seguridad Higiene y Medio Ambiente, Dpto. RRHH, Dpto. Administrativo, Dpto. Asuntos Legales Apoyo Externo

Las responsabilidades de cada nivel deberán estar fijadas en los procedimientos de crisis que establezca el CONTRATISTA.

Comunicaciones durante la emergencia

Cuando se recibe un mensaje de alerta o se declara una emergencia, el sistema telefónico o el canal de radio se mantiene inmediatamente abierto solo para atender la misma. Los operadores de turno coordinarán y confirmarán quien toma el control de la emergencia y procederán a realizar las llamadas de convocatoria de personal y demás avisos previstos. Las comunicaciones de emergencias se centralizan en el operador de turno a:

PLAN DE LLAMADAS – TELÉFONOS DE EMERGENCIA		
	Teléfono	Dirección
COMITENTE- Oficinas centrales		
CONTRATISTA- Oficinas centrales		
COMITENTE- Oficina en obra		
CONTRATISTA- Oficina en obra		
Hospital		
Policía		
Bomberos		
Municipalidad		
Defensa Civil		
Centro de Control de Emergencias		
Dirección de Medio Ambiente		
Dirección de Tránsito		

A continuación se describen las etapas del Plan de Actuación frente a un evento crítico y un esquema operativo:

ALERTA: Ante un evento crítico, cualquier persona puede detectarlo y comunicarlo a la Planta de Tratamiento. Se avisará al Jefe de Emergencia, o suplente, el cual valorará la emergencia.

INTERVENCIÓN: Si es un conato de emergencia, el equipo de Mantenimiento, se encargará de la situación.

ALARMA: Si el supervisor del departamento de mantenimiento no puede controlar la situación, dará lugar a una emergencia parcial o general, por lo que avisará la voz de alarma y avisa a los jefes del dpto. de Mantenimiento, dpto. de Seguridad e Higiene, y Medio Ambiente, para que se pongan en marcha los equipos de emergencias.

APOYO: Si los jefes del dpto. de Mantenimiento, dpto. de Seguridad e Higiene, y Medio Ambiente, consideran que no puede ser dominado el evento, se avisará a la ayuda externa.

FIN DEL EVENTO CRÍTICO: El gerente es la persona encargada de la finalización de la emergencia. Notificará a la comunidad el final de la situación del evento crítico, restablecerá la actividad normal de la planta de tratamiento y elaborará los correspondientes informes y notificaciones. Entre otros contenidos incluirá, el orden cronológico de lo sucedido, actuaciones llevadas a cabo, equipos que han intervenido, daños materiales y ambientales, investigación del accidente, posibles causas y medidas correctoras, análisis del plan de emergencia con propuesta de mejora.

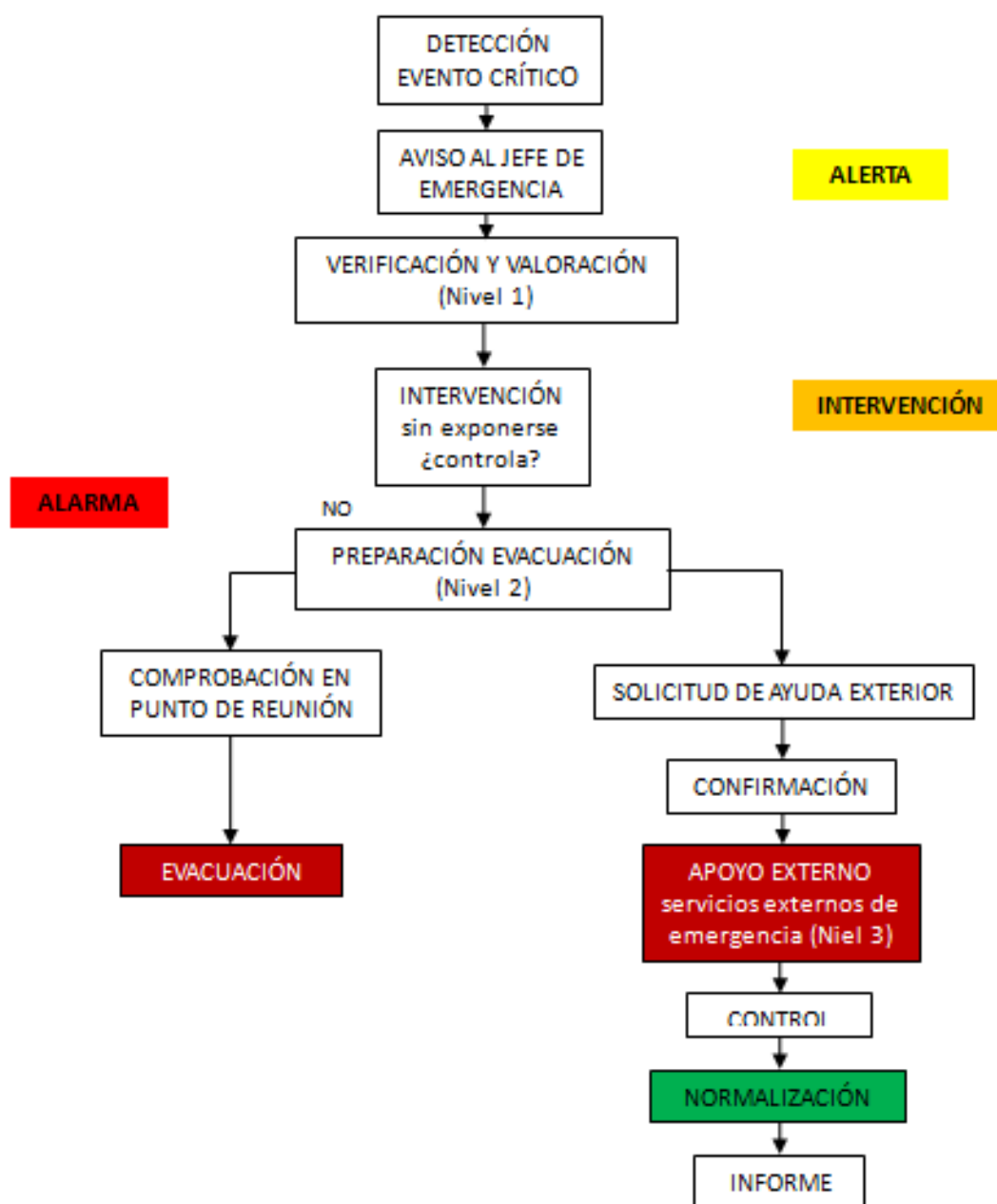


Figura 106. Esquema Operativo e Institucional del Plan de Contingencias

Por otro lado, pueden presentarse contingencias durante la operación del sistema por su mismo funcionamiento. A continuación se presenta lista de acciones que pueden preverse en caso de ocurrencia:

Corte de suministro de energía eléctrica a las estaciones de bombeo: Esta situación es quizás la más desfavorable posible, sobre todo en la estación de bombeo de ingreso, de arenas, de recirculación y bombeo de barros que impulsa todo el líquido cloacal y subproductos del mismo (barros). El corte del suministro de energía de red es superado al accionar grupos electrógenos que deben instalarse en las mismas estaciones antes mencionadas. Es fundamental incluir dentro de las rutinas de mantenimiento del sistema el control del correcto funcionamiento de los equipos electrógenos, para que estén disponibles durante esta contingencia. Por ello se recomienda hacer funcionar periódicamente el grupo aunque no falte la energía a los fines de mantenerlo en funcionamiento permanente evitando la descomposición del combustible. Además, el proyecto incluye desbordes de emergencia de las cámaras húmedas esto quedará como último recurso y para una situación extrema, puesto que el líquido derivado no habrá recibido ningún tipo de depuración.

Fallas en los equipos de bombeo: en el proyecto se deja previsto una bomba de reserva de iguales características que sus semejantes, para garantizar el correcto funcionamiento y evitar la parada y/o bypass por eventuales defectos mecánicos.

Sobrepresiones en las tuberías colectoras a causa del bypass: En el proceso de construcción de la ampliación de la actual planta de tratamiento, se realizará un canal hacia la cámara de ingreso, el cual eleva el nivel del pelo de agua, haciendo que la colectora funcione bajo carga, lo que puede provocar un aumento en las infiltraciones debido a las pérdidas que pueda tener dicho ramal. Para evitar este inconveniente se deben planificar las tareas de ampliación de modo tal que el tiempo de funcionamiento de la planta en esta condición sea mínimo.

Obstrucción de cámaras de rejillas: debido a la gran cantidad de elementos que se encuentran en dichas cámaras, se deben limpiar periódicamente, evitando el pasaje de material que pueda obstruir posteriormente el sistema o generar niveles excesivos de los líquidos en dichos recintos.

El *incumplimiento de metas* en el proceso de tratamiento de líquido cloacal puede ocurrir según las siguientes situaciones:

- Capacitación deficiente del personal dedicado a la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.
- Cortes en el suministro de energía eléctrica y simultáneamente grupos electrógenos fuera de servicio.
- Problemas en las bombas de extracción y agitadores de los tanques de compensación de calidad de los camiones atmosféricos. Esto puede provocar alteraciones en el funcionamiento de la planta por descargas orgánicas elevadas.
- Equipos de bombeo y clasificadores de arena fuera de servicio lo que provocaría imposibilidad de extracción de la misma, obturando los desarenadores con pasaje de arena hacia los sedimentadores, provocando problemas por desgaste de los barredores y bombas del sistema de extracción de barros.

- Rotura de barredores de sedimentadores primarios y secundarios. Esto puede provocar acumulación excesiva de lodo en el fondo de las unidades con flotación por descomposición y escape por los vertederos terminando finalmente sobre el cuerpo receptor.
- Fallas en el sistema de cloración
- Falla de distribuidores rotativos de lechos percoladores
- Rotura de Calderas que calefaccionan el lodo provocando olores por barro no estabilizados y de complicada deshidratación.
- Falla de sistema de venteo y reutilización de gases provenientes de la digestión de lodos.
- Obturaciones en lechos percoladores, en los orificios de los brazos distribuidores de los percoladores.
- Fallas en los filtros banda que impidan su deshidratación, provocando acumulación de barro en los digestores sin poder cargarlos con barro fresco el cual provoca que escape por los vertederos de los sedimentadores y desborden hacia el cuerpo receptor.
- Fallas por rotura u obstrucción en interconexiones de elementos.

Como contrapartida a las causantes antes mencionadas, el plan de contingencias propone, forma general, las siguientes medidas:

- Se debe minimizar la probabilidad de ocurrencias de errores humanos en la operación del sistema de tratamiento, dotando a la Planta de personal correctamente capacitado; para ello se debe diseñar un plan de capacitación de personal en forma permanente.
- Sin embargo si aún tras la implementación de programas de capacitación ocurren fallas en la depuración, es posible manipular el sistema haciendo trabajar las unidades correspondientes de manera tal que suplan la ausencia de dicho elemento, hasta que sea reparado y reincorporado al proceso de tratamiento, para esto se debe prever en el proyecto las conexiones y válvulas necesarias para realizar.
- Contratación part-time de profesionales especialistas para la supervisión regular (cada tres meses) del funcionamiento general de la planta de tratamiento.
- Cada planta de tratamiento tiene la ventaja de tener cuatro módulos. Si falla una unidad se puede cargar los demás. También, es de destacar, que al existir dos plantas de tratamiento una vez finalizado el proyecto, lo que otorga mayor flexibilidad aún frente a este algún tipo de inconveniente que pueda surgir.

El plan de contingencias propone de forma particular a las posibles causantes las siguientes medidas:

- Ante *cortes de energía eléctrica* poner en funcionamiento los grupos electrógenos instalados en la planta de tratamiento. Hacer funcionar

periódicamente el grupo aunque no falte la energía, a los fines de conocer su estado de funcionamiento, realizar mantenimiento en caso de ser necesario y evitar la descomposición del combustible.

- En caso de *falla de los barredores de los sedimentadores*, se puede llevar a cabo una acción combinada según la situación lo amerite, por un lado recargando los demás sedimentadores que funcionarán mientras se repara el que queda fuera de servicio. En caso de que los caudales de trabajo de la planta no lo permitan (muy elevados), se puede combinar esta medida con una derivación de un mayor caudal a la planta que esté funcionando correctamente.
- *Maximizar los controles para el buen funcionamiento de la planta*, se debe realizar mantenimientos preventivos de todos los componentes electromecánicos para minimizar los imprevistos, y en caso de fallas, prever con antelación el problema para poder actuar antes que se produzca el daño irreversible de los equipos.
- En caso de *escape de sólidos* por deficiencias en el sistema de tratamiento, incrementar la cantidad de cloro en el efluente de manera de garantizar un líquido desinfectado.
- De *fallar el sistema de cloración*, durante la operación deberá preverse la incorporación hipoclorito de sodio o de calcio preparado, hasta que se vuelva a restablecer el servicio. Se debe tener siempre un clorador funcionando.
- Para el caso de *mal funcionamiento de los digestores por fallas en las calderas*, se debe prever la extracción con camiones atmosféricos del barro no estabilizado, colocar en lugar apto para luego de reparado los digestores se colocarán nuevamente en el proceso de tratamiento.
- En caso de falla de las deshidratadoras, se deberán disponer directamente en las playas de secado, hasta que se restablezca su funcionamiento. Este barro al ser estabilizado, podrá removerse cuando se seque con palas cargadoras.
- Para la recepción de los camiones atmosféricos, se ha previsto tener siempre equipos de repuesto (Bomba y Agitador) fuera del tanque compensador, de manera de poder reemplazarlos en caso de fallas de estos equipos.

En caso extremo en el que la falla deje fuera del proceso a la totalidad de las unidades de tratamiento se debe como mínimo asegurar la eliminación de microorganismos haciendo pasar el líquido cloacal indefectiblemente por la etapa de desinfección. Ante esta situación se deberá dar aviso a la población restringiendo los usos del recurso superficial, según lo especificado en la sección 9 ESTUDIO DE CUERPO RECEPTOR.

En base a los modelos de difusión de contaminantes planteados, se puede determinar la zona afectada ante situaciones diferentes situaciones de planta; y proceder a demarcarla con banderas rojas a los bañistas y pescadores de que no es conveniente utilizar los ríos en ese momento, banderas amarillas por dudas o verdes sin problemas. Para esto se debe realizar además, monitoreo del río, para conocer con exactitud el comportamiento del río ante cada escenario particular que puede plantearse.

16. BIBLIOGRAFIA

- Bianchi, A. Yáñez, C. 1992. Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA. EEA Salta.
- Bianchi, A. 1996. Temperaturas Medias Estimadas Para la Región Noroeste de Argentina. INTA. EEA Salta.
- Martínez, V.H. 2011. Los peces, centinelas de los ambientes acuáticos. IBIGEO-CONICET y Facultad de Ciencias Naturales-UNSa. REVISTA IBIGEO. Vol 1, Num 2, Agosto.
- Monasterio de Gonzo, Gladys. 2003. Peces de los ríos Bermejo, Juramento y cuencas endorreicas de la provincia de Salta. Museo de Ciencias Naturales y Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta.
- Nadir, A., Chafatinos, T., 1990. Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy).
- Paoli H., Elena H., Mosciaro J., Ledesma F., Noé Y. 2011. Caracterización de las Cuencas Hídricas de las provincias de Salta y Jujuy. INTA. EEA Salta.
- Salusso, M.M. 2005. Evaluación de la calidad de los recursos hídricos superficiales en la Alta Cuenca del Juramento (Salta). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Vicente Conesa Fdez-Vitora. 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3era Ed. Ediciones Mundi-Prensa.
- Metcalf & Eddy, Inc. 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse. 3d ed. The McGraw-Hill Companies. New York, New York.

ANEXOS