



MUNICIPALIDAD DE TRELEW

**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL
DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES
DE LA CIUDAD DE TRELEW**

INFORME FINAL
Factibilidad Técnico Económica,
Anteproyectos de Obras
Y Plan Director

Tomo IV-b:
Parte III-B, Acciones Estructurales
b- Sistema de Tratamiento Zona Este
(Memoria Técnica)

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco



FACULTAD DE INGENIERIA
Departamento de Ingeniería Civil Hidráulica

Trelew, Pcia. del Chubut, Mayo de 2006



F1 - UNPSJB



PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW

Informe Final de FACTIBILIDAD TECNICO ECONOMICA, ANTEPROYECTO Y PLAN DIRECTOR

I N D I C E D E T O M O S

En Informe Final de Factibilidad, Anteproyecto y Plan Director (Junio 2006):

- Tomo I: El Proyecto. Estudios
- Tomo II: Anexo: Estudios Básicos Complementarios
- Tomo III: Acciones No Estructurales
- Tomo IVa: Acciones Estructurales, Parte I
- Tomo IVb: Acciones Estructurales, Parte II
- Tomo IVc: Acciones Estructurales. Planos Parte I
- Tomo IVd: Acciones Estructurales. Planos Parte II
- Tomo V: Factibilidad: Costos. Análisis de Precios
- Tomo VI: Informe de Impacto Ambiental
- Tomo VII: Bases para Especificaciones Técnicas de Acciones Estructurales.
- Tomo VIII: Resumen Ejecutivo y Plan Director

En Informe Parcial de Etapa II (3a), Estudios Básicos Generales (Diciembre 2005)

- Tomo I: Estudios Básicos Generales (Memoria)
- Tomo II: Anexo I: Recopilación de Información y Antecedentes (compilación: legales, administrativos)
- Tomo III: Anexo I: Recopilación de Información y Antecedentes (compilación: técnicos, administrativos, periodísticos)

En Informe Parcial de Etapa I, Análisis y Preselección de Alternativas (Noviembre 2005)

- Tomo I: Memoria Técnica
- Tomo II: Perfiles de Proyecto
- Tomo III. Anexo



TOMO IV-b

Í N D I C E

PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW

PARTE III-B COMPONENTES ESTRUCTURALES

- **b. SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (Planta de Tratamiento en Estanques y Humedal)**
- **Propuesta Alternativa Comparativa: (Perfil de Proyecto N° 26).**

PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW

PARTE III-B COMPONENTES ESTRUCTURALES

III.7. Componente: Planta de tratamiento en estanques

Memoria descriptiva (Reseña de la solución)

III.7.1. Memoria Técnica

III.7.2. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución

III.7.3. Especificaciones

III.7.4. Planos

III.8. Componente: CRER, Contorno de Reservas en Rehabilitación. Sector Norte

Memoria descriptiva (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

III.8.1. Memoria Técnica

III.8.2. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución

III.8.3. Especificaciones

III.8.4. Planos

III.9. Componente: CRER, Contorno de Reservas en Rehabilitación. Sector SUR

Memoria descriptiva (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

III.9.1. Memoria Técnica

III.9.2. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución

III.9.3. Especificaciones

III.9.4. Planos





III.10. Componente: CRER, Contorno de Reservas en Rehabilitación: Obras complementarias de protección y control aluvional

Memoria descriptiva (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

III.10.1. Memoria Técnica

III.10.2. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución

III.10.3. Especificaciones

III.10.4. Planos

III.11. Componente: (obra eventual) Sistematización de áreas de forestación o parquización en zona de reservas en rehabilitación.

III.11.1. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución

III.11.2. Planos

III.12. Componente: Planta de Tratamiento en Humedal

Memoria descriptiva (Reseña de la solución)

III.12.1. Memoria Técnica

III.12.2. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución.

III.12.3. Especificaciones

III.12.4. Planos

III.13. Componente: Planta de bombeo, derivación y descarga de agua excedente tratada al Río ChubuT

Memoria descriptiva (Reseña de la solución)

III.13.1. Memoria Técnica

III.13.2. Cómputo métrico, presupuesto y cronograma de ejecución.

III.13.3. Especificaciones

III.13.4. Planos

PROPUESTA ALTERNATIVA COMPARATIVA (PERFIL DE PROYECTO N° 26)

Memoria descriptiva (Reseña de la solución)

Memoria Técnica

Cómputo métrico presupuesto y cronograma de ejecución

Especificaciones

Planos

Términos de Referencia para Proyectos Ejecutivos

Términos de Referencia Generales

Términos de Referencia Particulares





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Componente:

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE:

PLANTA DE TRATAMIENTO EN ESTANQUES.

Plazo de Ejecución: 8 meses

Presupuesto: \$ 3.450.000





III.7. COMPONENTE: PLANTA DE TRATAMIENTO EN ESTANQUES

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

El *Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew*, prevé que una fracción de los efluentes cloacales generados por la ciudad, sea destinada a una planta de tratamiento especialmente diseñada en base a sistemas naturales de depuración (estanques), ubicada en inmediaciones de los actuales espacios lagunares II y III.

Enmarcado de dicho esquema de gestión, el presente anteproyecto se encuadra en el cumplimiento del objetivo específico de definir las condiciones de funcionamiento y dimensionar dicha planta de depuración de efluentes cloacales, teniendo por esquemas previos la obra N° 6 que se incluyó en el Perfil de Proyecto 21 del Informe de Análisis y Preselección de Alternativas (Informe de Etapa I).

La obra a realizar se compone de:

- Terraplén Norte de acceso a la cabecera de la Planta de Tratamiento, en coincidencia con la traza del terraplén norte de la obra CRER de este Plan Director,
- Modificación de la traza actual de los ductos de efluentes cloacales que provienen de las estaciones de bombeo de calle Carrasco y Cambrin, para conducirlos hasta la cámara de carga de la planta de tratamiento en estanques de estabilización natural,
- Construcción de cámara de carga y canales de alimentación a planta de estanques de estabilización,
- Construcción de los estanques de estabilización en seis líneas de dos estanques (facultativo y aeróbico) cada una,
- Construcción de obras de ingreso y egreso a los estanques y de obras de conducción entre estanques y de colección y evacuación de los líquidos depurados.

En Coincidencia con la traza del terraplén norte de circulación del CRER, entre el punto de intersección con el “terraplén de la vía” y el esquinero Noroeste de la Planta (Tramo I), y entre este punto y el esquinero Noreste de la Planta (Tramo 2), en esta obra se construirá un terraplén de circulación y servicios.

El Tramo I, tendrá una longitud estimada de 746m, taludes 1V:2H, coronamiento a cota 7,50 m, resultando en alturas variables con máximas de 1,50 metros aproximadamente. Sobre ambos paramentos llevará un revestimiento de protección de suelo granular con alto contenido de gravas. El volumen total de esta parte de la obra alcanza los 7.500 m³ de rellenos.





El Tramo II, constituye el límite norte de la Planta de Tratamiento Este. Tiene una longitud estimada de 844m, taludes 1V:2,5H en paramento mojado y 1V:2H en paramento seco, coronamiento 8,40 m (IGM), con 2,4 m de altura media, resultando en un volumen total de 23.800m³ de rellenos. El perfil de la obra será levemente asimétrico, en función del diseño de los estanques de la planta de tratamiento. Ambos paramentos llevarán un revestimiento de protección similar al dispuesto en el Tramo I.

La longitud total de ambos tramos de terraplenes de circulación y servicios principales es de 1.590m. La transición de cotas y secciones entre tramos 1 y 2 será gradual en una extensión de 100m

La modificación de la traza de los actuales conductos de cloacales, hasta la cámara de carga de la planta de tratamiento en estanques de estabilización natural se efectuará sobre el primer y tramo del terraplén descrito, y sobre la primer mitad de su segundo tramo, hasta la cámara de carga ubicada en el centro de la cabecera de los seis estanques (mitad del segundo tramo del terraplén. La Longitud de la cañería estimada es de 1.166m, para cada uno de los dos ductos de AC 600mm y de PVC 500mm. En su extremo de llegada descarga en la cámara de carga de la planta.

La cámara de carga donde acometen los conductos de cloacales de alimentación, se construirá sobre el terraplén de los estanques facultativos de la planta, entre el tercero y cuarto estanque, y corresponde a una obra civil elaborada en hormigón armado, provista de dos cámaras partidoras en las que ingresan los líquidos provenientes de cada una de las estaciones de elevación con que cuenta la ciudad, permitiendo, mediante compuertas la mezcla total o parcial de estos líquidos entre sí y descargándolos en dos canales que alimentarán a las seis líneas de estanques que compondrán a la planta. La cota de referencia de entrega de agua es 8,30m IGM.

Los conductos de alimentación serán dos canales abiertos uno de ellos destinado a alimentar a tres de las líneas de estanques (Oeste) y tendrá sección variable en su longitud, en tanto que el restante alimentará a las otras tres líneas de estanques facultativos (Este) y será de sección uniforme, para permitir la evacuación de la totalidad del caudal de la planta en caso de necesidad operativa. Cada canal de alimentación contará con dos cámaras de carga por cada uno de los estanques (seis cámaras por uno de los dos tramos de canal alimentador). Dichas cámaras contarán con compuertas para habilitar o no su descarga en el estanque correspondiente.

Los estanques se construirán realizando corte desmalezamiento, quema y limpieza, desmonte, escarificado, relleno donde se requiera, compactado y rasado del terreno destinado al efecto, con una nivelación plana hasta la cota especificada (6,00 en estanques facultativos y 6,10m en estanques aeróbicos). El mismo tratamiento requerirá la fundación de los terraplenes circundantes y divisorios.

Los terraplenes de los estanques cuentan con un coronamiento de 3m o de 4m según si disponen de canales de interconexión, con taludes 1H:2,5V en paramentos mojados y 1V:2H en paramentos secos. La altura total de los





estanques facultativos es de 2,2 m en tanto que la de los aeróbicos es de 1,8 m, siendo los tirantes de agua en servicio de 1,4m y 1m respectivamente. Los seis estanques facultativos serán de 131 m por 379 m a la altura de la coronación, mientras que los seis aeróbicos serán de 105 m por 204 m.

La construcción de obras de ingreso y egreso a los estanques y de obras de conducción entre estanques y de colección y evacuación de los líquidos depurados comprenden:

- En el caso de los ingresos, éstos se realizan en número de dos por estanque facultativo y uno por cada estanque aeróbico y constan de soportes para las tuberías de ingresos y atenuadores de descarga.
- Las obras de egreso resultan de la construcción de gargantas de rebase con posibilidades de graduación del nivel de salida, y de conducciones a través del dique hasta una cámara de registro y colección situada en éste.
- Las conducciones entre estanques se realizarán mediante la construcción de dos canales abiertos, uno de ellos que colecta los efluentes de las tres primeras líneas de estanques facultativos descargando los líquidos en los tres estanques aeróbicos correspondientes. El restante canal colecta los efluentes de las tres líneas restantes y los transporta a los correspondientes estanques aeróbicos, distribución adoptada en función de la búsqueda de una reducción de pérdidas de niveles en el mencionado transporte de fluidos.
- Por su parte las salidas de efluentes finalmente depurados por los estanques aeróbicos se realizarán con tuberías plásticas soterradas en los diques y contarán con cámaras de registro en los puntos de intersección de la colección con los aportes de cada una de las líneas de estanques.





III.7.1. MEMORIA TÉCNICA

La evaluación de los perfiles de proyecto, y su ponderación en base a un método de puntuación basado en el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental llevó a la selección de las alternativas más propicias.

El anteproyecto que se describe en esta memoria técnica, es por ello una parte constitutiva de la solución seleccionada y se encuentra avalado en su adopción por aquellos trabajos de estudios básicos, diagnóstico general del problema y planteo y selección de alternativas que se citaron.

Para el desarrollo de la presente memoria técnica, el cúmulo de información acopiada y elaborada se desglosa y ordena según la necesidad del caso, dando lugar a los tres componentes que siguen y para los cuales se desarrollan sus contenidos en los correspondientes apartados:

- Antecedentes y estudios básicos asociados al anteproyecto
- Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto
- Memorias técnicas, descriptiva y de cálculo, de las partes que componen el anteproyecto

Antecedentes y estudios básicos asociados al anteproyecto

Recopilación de antecedentes

El ***Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew***, que comprende a este anteproyecto, fue elaborado oportunamente apelando a un acopio de información existente y a la realización de estudios básicos multidisciplinarios, todo lo cual permitió contar con las mejores condiciones prácticas y técnicas de diagnóstico, las que a su vez llevaron al planteo de los posibles perfiles de proyecto, que contemplaron aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Tal recopilación de antecedentes, a modo de referencia general, puede ser consultada en los documentos que componen los tomos de los Informes II (Análisis de alternativas) y III (estudios básicos), de la primera y segunda etapa del Convenio celebrado entre la Municipalidad de Trelew y la Universidad, en tanto que seguidamente se exponen aquellos antecedentes o estudios que fueron llevados a cabo y que tienen una fuerte y directa vinculación con el presente anteproyecto.

Investigaciones de Campo y Estudios Básicos

Las investigaciones de campo y estudios básicos realizados para esta obra se encuentran desarrolladas y detalladas en el punto “II.2 Investigaciones de campo” y sus referencias, del Informe Final del “Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew”.

Se resume a continuación sólo una selección de partes más relevantes de los estudios básicos específicos de esta obra. Sin perjuicio de lo aquí expuesto, la





totalidad de los estudios básicos que sostienen este proyecto se desarrollan y amplían en los respectivos informes del plan citado.

Topografía local, geomorfología e hidrología.

El proyecto de esta obra está basado en el mapa base planialtimétrico detallado en los informes de estudios básicos generales y sus relevamientos complementarios.

Este plano base fue preparado con información catastral municipal y provincial, relevamientos topográficos de campo, relevamientos batimétricos de las depresiones identificadas como I, III, IV, V y VI y tierras bajas circundantes, con apoyo de modelo digital de terreno con definición de píxel 60-90m aproximadamente, imagen satelital georreferenciada y otra información planimétrica.

Con relación a esta obra, en el área de localización de este proyecto se relevaron con GPS y nivel geométrico puntos complementarios del terreno natural, que apoyaron el trazado de curvas de nivel aptas a nivel de factibilidad y anteproyecto.

Los informes que detallan los relevamientos topográficos de campo y gabinete se desarrollan en el punto “II.2.1.6. Topografía de apoyo” y el Anexo “II.5.2. Topografía: Relevamientos complementarios” del Informe Final, o referencian a tomos y capítulos de informes anteriores.

Del catastro municipal, surge que parte de las tierras donde se instalará la planta de tratamiento es de propiedad municipal y parte son chacras o predios privados, debiendo preverse su expropiación o instrumentos legales que habiliten la obra.

En el área próxima al emplazamiento de la planta depuradora en estanques de estabilización, también se llevaron a cabo estudios de campo, de laboratorio y de gabinete tendientes a conocer la freaticimetría del sitio, caracterizándose así aspectos geohidrológicos generales y características litológicas e hidrológicas de los pozos freaticimétricos, manteniéndose hasta el presente el seguimiento de dichas perforaciones. Estas experiencias y sus conclusiones se exponen en el Informe III antes citado, Punto 7- FREATIMETRÍA.

La planta de tratamiento se ubicará en una gran depresión de génesis fluvio marítima, con potentes depósitos aluviales y coluviales, al pie de las bardas de la meseta o terraza intermedia. En el punto II.5.5 se describe detalladamente la Geología y Geomorfología general del área de estudio.

Los Informes de Hidrología expuestos o referidos en el punto “II.5.1. Hidrología Superficial” muestran una dinámica de aguas superficiales propia de un subsistema hídrico no típico o paisaje de llanura, dentro de un sistema mayor tal es la cuenca del Río Chubut. Aunque la localización sea en un terreno natural sobreelevado en relación a las tierras circundantes, pertenecen a una depresión con lagunamientos temporarios durante lluvias extraordinarias o desbordes del Río Chubut. Esta particularidad ha sido tenida presente en el diseño del proyecto, mediante la conformación de





terraplenes y defensas que consideran los caudales y escorrentías probables y su recurrencia asociada. La mayor frecuencia de anegamientos en el área se ha dado en los últimos años, como consecuencia del sostenido crecimiento de las lagunas II y III por volcado de efluentes cloacales, conforme se analiza y describe en estos estudios y que el plan de manejo y gestión procura remediar.

Asimismo, se ha tenido presente en el diseño de las defensas, la influencia de cañadones y pequeños cuencos aluvionales que drenan desde la terraza intermedia. Tales crecidas, no tienen incidencia con riesgo de afectación en el área de proyecto.

Por último, los caudales que ingresan a la Laguna II desde el sistema pluvial de zona norte de Trelew (canal prolongación conducto ovoide), cuentan con obras de canalizaciones y defensas que permiten conducir estos efluentes pluviales a los espacios identificados como Lagunas II y V, sin afectar el área de la planta de tratamiento de este proyecto.

Estudios de suelo del área

Se efectuaron en el lugar dos calicatas para muestreos y ensayos de suelos. En el punto “II.5.3 Suelos y Geotecnia” de este Informe Final, se muestran los ensayos de suelos realizados, ubicación y resultados obtenidos. En el área de ubicación de esta obra se realizaron dos pozos de 3m de profundidad, con 4 muestreos por pozo (0-1m, 1,4m, 2m y 2,5m).

Se infieren capas superficiales de suelos arcillosos (arcillas negras) en un espesor cercano a 1m, impermeables, asentados en mantos de depósitos arenosos y areno-arcillosos.

Un mayor detalle de las características de los suelos del área y su estructura geológica puede verse en los respectivos anexos de estudios básicos ya citados.

Los estanques o piletas facultativas tendrán una superficie aproximada de 30,6 Has y de piletas aeróbicas de 13,4 Has, sumando una superficie total aproximada de 44 Has. Los fondos de los estanques o piletas se asentaran en el manto superficial de suelos arcillosos existentes, de alta plasticidad y baja permeabilidad, a los que se aseguraran mediante tratamientos especiales de su fundación.

Estudios climáticos

El estudio que analiza datos climáticos de relevancia para el presente anteproyecto, puede ser observado en el Punto 10 HIDROMETEOROLOGÍA del Informe III ya mencionado anteriormente.

En dicho informe que compone los “Estudios Básicos Generales” del presente proyecto, se realizó una recopilación y valoración de antecedentes, evaluándose parámetros meteorológicos de trascendental importancia para el diseño de las unidades de depuración de la planta tales como lo son las temperaturas media ambiente para los meses de verano e invierno, datos de





nubosidad y duración del día, velocidades de viento y evaporación entre otros.

A cada uno de estos datos se hará mención oportunamente en los apartados que los emplean como base o referencia de diseño.

Caracterización de los efluentes a tratar

La caracterización cualitativa y cuantitativa de los efluentes a tratar es una de las consideraciones de importancia en el presente anteproyecto.

El acopio de información existente, de más de veinte años a la actualidad y originada en distintas fuentes de estudio y análisis, ha permitido una buena caracterización de los actuales efluentes, la cual puede ser consultada en el Punto 3- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO-BACTERIOLÓGICO DE AGUAS Y SEDIMENTOS EN EL SISTEMA DE LAGUNAS, Tomo 1 del Informe de “ESTUDIOS BÁSICOS GENERALES” y sirve de marco para la identificación preliminar de las cualidades de los líquidos a atender en la planta que se diseñará.

Lo atinente a la cantidad de efluentes vertidos en el conjunto de lagunas de atenuación natural donde hoy se descargan los líquidos colectados en la ciudad, ha sido evaluada con gran confiabilidad a partir de los datos de bombeo desde la única impulsión de los mismos a su destino, cual es la planta de elevación situada en la calle Carrasco de Trelew. La existencia, tanto de datos históricos como de variación a lo largo del día de los caudales bombeados, ha permitido alcanzar la evaluación final que da cuenta el apartado “ESCENARIOS Y SITUACIONES ANALIZADAS” que consta en el punto “7.1.1. Simulación de balance hídrico superficial en el sistema de lagunas (paso medio mensual)” del Anexo 7 (Tomo I) del Informe II presentado oportunamente a la Municipalidad de Trelew como parte del Convenio establecido para la realización de los presentes trabajos.

Si bien los datos mencionados han aportado una adecuada caracterización cualitativa y cuantitativa del efluente que se descarga actualmente en las lagunas, los líquidos a tratar en las plantas que se proyectan distarán de los actuales muy particularmente en cuanto a su calidad debido a la situación resultante de la implementación del Plan de Manejo que prevé una separación de los actuales cloacales según sus calidades en cuanto a salinidad, una reducción de aportes de infiltraciones, la eliminación de aportes pluviales domiciliarios y la reducción de consumos unitarios por habitante.

Por tales circunstancias, para la estimación de la calidad de los líquidos que se tratarán en el Sistema de Tratamiento Este, se trabajó en base a la consideración de su estimación a través de adecuaciones de los datos estadísticos hallados y los valores que la práctica de diseño aconseja como modalidades conservativas de cálculo, procedimiento éste que se describe más adelante en el apartado correspondiente a criterios de cálculo y de dimensionamiento.





Aspectos paisajísticos, calidad estética o turística

El área en que se ubicará el Sistema de Tratamiento Este, y en particular la Planta de Tratamiento en Estanques Naturales que se presenta en este anteproyecto corresponde a un espacio localizado al Sur del extremo oriental de la Laguna II o de la Base, extendiéndose entre el viejo terraplén del ferrocarril y la prolongación hacia el Este de la mencionada laguna.

El ambiente y particularmente el paisaje de esta área se encuentran sumamente degradados por la acción antrópica, con abundantes depósitos de basuras urbanas e industriales en los alrededores de la Laguna II y con una degradación de suelos significativa por efectos de salinizaciones.

Las obras habrán de ejercer sobre este paisaje deteriorado un efecto de recuperación ambiental a consecuencia de la construcción de más de una de las obras que compone el Plan de Manejo, tal es el caso de la presente Planta y el terraplén de derivación de pluviales que representará el límite Norte de la Planta de Tratamiento.

Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto

Uno de los criterios definidos para el presente anteproyecto es que el mismo, debido a los objetivos perseguidos y a la evolución del envío de efluentes al Sistema de Tratamiento Zona Este en que se encuentra, no habrá de tener etapas evolutivas en su dimensionamiento, comprendiendo con su diseño al horizonte final de proyecto.

Efectivamente, dado que uno de los objetivos de este componente del Plan es alcanzar el cese del volcado de efluentes cloacales sin tratamiento en el sistema de lagunas de atenuación actual, desde el mismo momento de su puesta en marcha, la planta de depuración objeto del presente anteproyecto, habrá de recibir caudales próximos a los del horizonte final del año 2032, en razón de que las acciones de reducción de consumo de agua, así como las de derivación de cloacales a la Planta de Tratamiento situada en el Parque Industrial de Trelew (PIT), habrán de experimentar un efecto gradual que es cercanamente compensado por el crecimiento del consumo como consecuencia del incremento de la población, llevando a caudales a recibir en el sistema de tratamiento que el diseño del mismo en base estos valores lleva a dimensiones de estanques de volúmenes tales que no justifican la construcción en etapas.

Conceptualmente los estanques de estabilización natural son depósitos conformados por medio de un diseño ingenieril particular, que garantiza que la masa de líquidos contenidos en los mismos cuenten, a partir de procesos naturales basados en la disponibilidad de oxígeno disuelto y de otras condiciones necesarias para dar lugar a un proceso simbiótico entre algas y bacterias que posibilitan la degradación de la materia orgánica presente, así como a la reducción de coliformes totales y fecales, parásitos y virus contenidos en los líquidos cloacales.





En este tipo de estanques, el oxígeno no es suministrado por medios artificiales sino que proviene principalmente a partir de la fotosíntesis experimentada por flora acuática desarrollada en el medio y por transferencia por acción del viento sobre la superficie libre del líquido del depósito.

Los estanques son clasificados según sus características de funcionamiento en anaeróbicos, facultativos (donde coexisten una zona de fondo anaeróbica y una superficial aeróbica) y aeróbicos cuando en todo el perfil del líquido existe presencia de oxígeno disuelto.

Por lo general, las plantas de tratamiento en base a estanques de estabilización natural, están compuestas de configuraciones tales que cuentan con más de uno de estos tipos. Asimismo es de uso en los diseños que los estanques se dispongan de forma tal que funcionen en grupos de ellos, grupos estos en los que se distribuyen los líquidos en serie o paralelo.

En virtud de los prolongados tiempos de retención impuestos por el diseño de estas unidades depuradoras, el efecto de disminución de la carga de bacterias de los líquidos crudos es significativo, existiendo bibliografía que cita a estos tratamientos como los más efectivos en esta materia, lo cual es corroborado por la práctica y las experiencias.

La reducción de la carga orgánica suele alcanzar niveles próximos al 95 % de los valores ingresados cuando se eliminan las algas que se generan en el proceso y que acompañan al efluente tratado.

En lo que respecta al diseño y esquema de funcionamiento de la planta de estanques de depuración del presente anteproyecto el mismo será de características modulares de manera que permita la distribución de los cloacales a tratar en distintas líneas de procesamiento, repartiendo el caudal total en las mismas, con absoluta discrecionalidad por parte del operador en cuanto a opciones de derivación. Esto último es necesario debido a que el progresivo accionar de introducción de mejoras integrales en la red colectora podrá ir generando distintas calidades de cloacales que será menester destinar a sectores diferenciados de la planta para permitir el mantenimiento de la calidad de los mismos y su posible reuso en forestación.

La secuencia de circulación de los líquidos, en cada uno de los módulos o líneas de estanques, corresponde al ingreso del efluente crudo en los estanques facultativos, de donde pasará a los estanques aeróbicos, según el esquema que se observa más adelante.

Una vez tratado, el efluente abandonará los estanques aeróbicos y, de acuerdo con la calidad del líquido obtenido en cada uno de los mismos en cuanto a sus contenidos de sales disueltas, se los destinará a los cuerpos lagunares para su evaporación o a un tratamiento de afinamiento mediante el empleo de humedales construidos, los que darán la calidad suficiente para su disposición en el cuerpo receptor elegido.

La caracterización cualitativa y cuantitativa del efluente a tratar en este componente del Plan Director, tal como se mencionara anteriormente no se



ha establecido a partir de mediciones directas de caudales y análisis de muestras de los actuales líquidos.

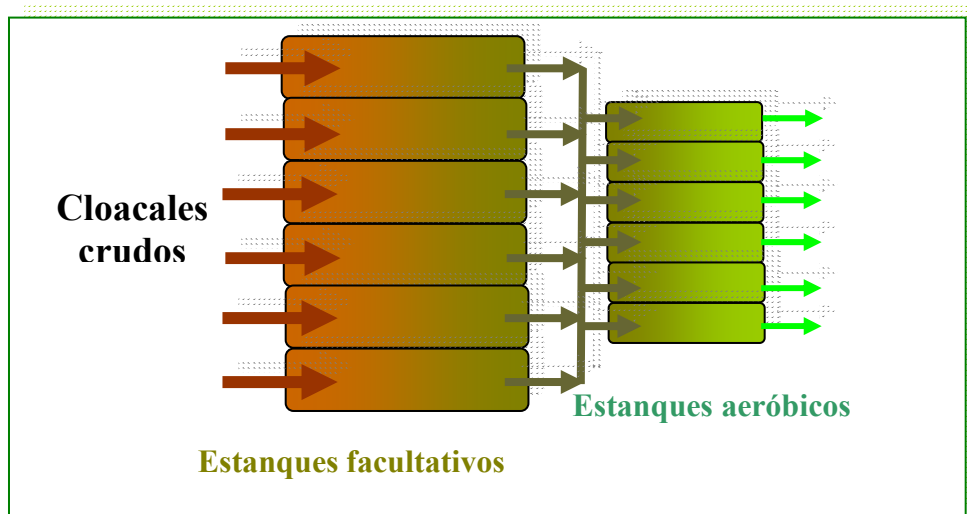


Fig. III.7.1.a. Esquema de disposición y funcionamiento de los estanques de la planta depuradora

En lo que respecta a la cantidad de efluentes a considerar para el diseño, se ha optado por emplear el caudal de escenario final de proyecto, debido a que los caudales a recibir en los primeros años de funcionamiento de la planta, habrán de ser menores al elegido pero no lo suficiente como para definir más de una etapa constructiva.

En tanto que, la premisa del proyecto de derivar efluentes de buena calidad en cuanto a tenores de sólidos totales disueltos (STD) hacia una planta de barros activados situada en el sector Oeste de la ciudad, da cuenta de un seguro alejamiento de la calidad de los actuales cloacales respecto de los que se habrán de enviar a la planta objeto del presente anteproyecto.

Por los motivos antes mencionados, la caracterización cualitativa de los cloacales a tratar en esta planta ha sido realizada mediante estimaciones de cargas orgánicas y de los principales componentes que definen condiciones de diseño, basados en generaciones unitarias típicas y de uso para situaciones como la descrita en este caso, en tanto que los valores hallados se cotejaron con los resultantes de los estudios básicos para verificar su coherencia.

De tal manera, bajo los criterios generales de diseño antes mencionados, los datos básicos de cálculo se detallan seguidamente indicando en cada caso las consideraciones pertinentes. (Tabla III.7.1.a.)



Datos de población		
Población total a escenario final de proyecto	142500	habitantes
Población servida total (se consideró un 95% de la población conectada a colectora)	135375	habitantes
Datos de generación de efluentes		
Dotación de agua potable	0,280	m ³ /hab día
Coeficiente de reducción (% de descarga a red)	84	%
Situación de red cloacal (M= mejoras, MI= mejoras integrales)	MI	Supone una reducción de caudal de 26 %
Descarga final total de cloacales a la red (diaria)	23601	m ³ /día
Descarga final total de cloacales a la red (horaria)	983,4	m ³ /hora
Descarga unitaria a la red a final de proyecto	0,174	m ³ /hab día
Carga orgánica por habitante	40	gDBO ₅ /hab día
Carga orgánica resultante del efluente crudo	229	mg DBO ₅ /l
Carga másica orgánica total diaria	5415	Kg DBO ₅ /día
Corrientes y cargas a distintos sitios		
Descarga total diaria a otros destinos (Planta PIT)	9000	m ³ /día
Descarga total diaria a planta Este (estanques de estabilización natural)	14601	m ³ /día
Descarga total horaria a planta Este (estanques de estabilización natural)	608,4	m ³ /hora
Carga másica orgánica diaria a Sistema de Tratamiento Este (Planta de estanques de estabilización natural)	3350	Kg DBO ₅ /día
Otros datos de calidad del cloacal a tratar		
Temp. media líquido período invernal	9	°C*
Temp. media líquido período estival	15	°C
Temperatura promedio del líquido de la actual laguna III período invierno/otoño	7,4	°C **
Temperatura media ambiente meses de verano	21	°C (estadística)
Temperatura media ambiente meses de invierno	6,3	°C (estadística)

Tabla III.7.1.a. Datos básicos de cálculo

* Adoptado con 2°C menos que el promedio de la temperatura medida en los efluentes actuales como medida de seguridad

** Corresponde a aproximadamente el 90% del valor real (8,1 °C) adoptado así como medida de seguridad

Partes del anteproyecto

La planta de tratamiento que es objeto del presente anteproyecto está basada en un sistema de depuración a partir de estanques de estabilización natural con los cuales se persigue la finalidad de producir una disminución de los niveles de carga orgánica y de microorganismos contenidos en los líquidos que se incorporan al mismo, produciendo con ello un tratamiento secundario





biológico de los efluentes cloacales colectados, persiguiendo el objetivo de que de la instalación egresen líquidos en condiciones de su reuso, si las características de salinidad así lo permiten, o bien puedan ser objeto de su disposición en un cuerpo receptor final después de la implementación de un tratamiento terciario.

En el sentido antedicho, los efluentes de esta planta deberán alcanzar niveles de calidad tal que se adecuen a tales objetivos, y en tal sentido se proyectarán sus partes constitutivas.

Para el diseño de este tipo de instalaciones de tratamiento se emplean criterios de calidad múltiple, los que tienen en cuenta dichas circunstancias y requerimientos de calidad de los efluentes.

En este caso como ya se explicitó, y de acuerdo con los resultados de los cálculos realizados, el sistema de estanques de estabilización natural estará compuesto de:

- Un número de 6 (seis) líneas de estanques en serie que se reparten el caudal de proyecto en forma proporcional e igualitaria.
- Cada línea de estanques estará compuesta de uno funcionando en régimen facultativo, y los líquidos que de él egresan pasan a un estanque diseñado para funcionar en régimen aeróbico.
- Por lo tanto existirán en total doce estanques, seis facultativos y seis aeróbicos.

El esquema de distribución de estos estanques dentro de la planimetría del sitio escogido para su implantación responde a la geometría impuesta por las tierras disponibles, y puede ser observado en el plano 6.1 “Obra: Planta de Tratamiento en estanques Naturales, Ubicación y Planta General de las Obras”, donde se observará que el sitio mencionado impidió una distribución geométrica con la cual respetar simetrías y reducir conducciones.

Las instalaciones de los estanques se complementan con obras accesorias correspondientes a cámaras de carga, canales de distribución de los caudales, aforadores Parshall, cámaras partidoras, instalaciones de ingreso y egreso de los líquidos a los estanques, caminos de acceso a nivel, espacio para la implantación en instalación de un cerco forestal y un alambrado perimetral y accesos por la coronación de los estanques.

El detalle constructivo de las instalaciones se indica en los apartados que siguen.

Dimensionamiento de los estanques

La búsqueda de reducción de carga orgánica y de microorganismos, así como la de calidades determinadas del efluente para el reuso, lleva invariablemente a la conformación de los distintos depósitos que componen el sistema de estanques de estabilización natural en esquemas de celdas múltiples cuya combinación permite alcanzar el objetivo buscado.





En este caso se ha adoptado, como régimen de trabajo normal, al correspondiente a la partición del caudal de alimentación en seis corrientes iguales que alimentan sendas líneas de estanques en serie, compuesta cada una de ellas de dos unidades que funcionan, la primera de ellas en régimen facultativo, según el sentido de ingreso de los líquidos, en tanto que la segunda de las mismas lo hace en régimen aeróbico recibiendo los efluentes de la primera.

El esquema de funcionamiento es el que se expuso en el diagrama de bloques de la Figura 1 de páginas anteriores.

Por su parte, el dimensionamiento de cada unidad de tratamiento del sistema responde al siguiente detalle de cálculo.

Estanques de Estabilización Natural Facultativos

El dimensionamiento de los Estanques Facultativos se realizó a través de la determinación de sus superficies mediante el método que emplea, como base de cálculo a la carga de materia orgánica máxima admitida.

Debido a que este parámetro de diseño es una función de la temperatura del líquido a tratar, se empleó en el cálculo del mismo los resultados de los estudios efectuados por Suwannakarn y Gloyna quienes desarrollaron la siguiente expresión, adecuada especialmente para climas no tropicales.

$$C_m = 357,4 \cdot 1,085^{T-20}$$

Donde:

C_m es la carga máxima de DBO_5 aplicable para que el estanque mantenga comportamiento facultativo, y

T es la temperatura del líquido contenido en el estanque. En este caso, la cantidad de datos existentes de las actuales lagunas permiten conocer el comportamiento de los líquidos en los estanques una vez ingresado a los mismos y después de un tiempo de retención en ellos. De este modo se adoptó un valor de $7,4^\circ C$ que corresponde a un 90% de la temperatura promedio de los muestreos de las aguas de la actual Laguna III en el período otoño/invierno, que es el más riguroso para la cinética de la reacción de degradación

Con lo que:

$$C_m = 127,9 \text{ Kg } DBO_5 / \text{ ha día}$$

A efectos de asignar a este parámetro un valor conservativo se afecta al mismo de un factor de seguridad que lleva al valor de la carga másica máxima al parámetro de diseño que será C_a , cuyo valor es:

$C_a = 121,5 \text{ Kg } DBO_5 / \text{ ha día}$, que corresponde al 95% del anterior valor anteriormente hallado.

Con este parámetro de diseño la superficie media resultante de los estanques será:

$$S_p = C_0 / C_a$$

16





Donde:

S_p es la superficie media total necesaria de los estanques, y

C_0 es la carga orgánica diaria incorporada (Kg DBO₅/día)

Así

$$S_p = \{3350 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3\} / 121,5 \text{ Kg DBO}_5 / \text{ha día} = 27,56 \text{ ha}$$

$$\equiv 275612 \text{ m}^2$$

para una profundidad útil de los líquidos contenidos en los estanques, de

$$P_f = 1,4 \text{ m},$$

el volumen total de los estanques será de:

$$V_p = S_p \cdot P_f = 275612 \text{ m}^2 \cdot 1,4 \text{ m} = 385857 \text{ m}^3.$$

Para este volumen se calcula el tiempo de retención resultante en el conjunto de estanques primarios, el que debe ser superior a 10 días como premisa para alcanzar en estos depósitos una eficiente eliminación de parásitos y garantizar el funcionamiento facultativo. De tal manera el tiempo de retención τ es:

$$\tau = V_p / Q = 385857 \text{ m}^3 / 14601 \text{ m}^3/\text{día} = 26,43 \text{ días}.$$

Con lo que se responde ampliamente a la premisa establecida como criterio de eliminación de parásitos y se obtendrán buenas condiciones de funcionamiento en régimen facultativo.

Estos valores de volumen, profundidad y superficie media de los estanques facultativos, dan lugar a la determinación de la forma de los mismos y de sus detalles de construcción.

Para proceder a definir la forma de los estanques se adoptó para los mismos una sección rectangular cuya relación entre el ancho a largo sea de 0,33; mientras que se fija una pendiente de 0,4 entre el alto y la base de los taludes internos y de 0,4 también para los externos.

Para el volumen total de estanques facultativos hallados, que tuvo un valor de 358857 m³ y estableciendo una cantidad de seis estanques como ya se mencionó, el volumen y la superficie media de cada uno de ellos será:

$$V_f = 64310 \text{ m}^3,$$

$$S_f = 45935 \text{ m}^2$$

De ello y de las premisas de cálculo antes mencionadas, para cada estanque se desprenden las siguientes dimensiones finales de los estanques facultativos:

$$\text{Ancho de la solera o base de cada EF} = 120 \text{ m}$$

$$\text{Largo de la solera o base de cada EF} = 368 \text{ m}$$

$$\text{Ancho a la altura de los líquidos} = 127 \text{ m}$$

$$\text{Largo a la altura de los líquidos} = 375 \text{ m}$$





A la altura del nivel del líquido en el estanque, que garantiza el volumen necesario para la depuración, debe agregarse una altura adicional de talud denominada revancha y que es el resultado de la sumatoria de una componente correspondiente al oleaje esperado, más un margen de seguridad.

Para evaluar la revancha por oleaje se emplea la ecuación según la cual la altura de oleaje esperado se expresa con:

$$h = 0,007 \cdot V_v \cdot L^{1/2}$$

Donde:

- h es la altura máxima de ola esperada, expresada en metros
- V_v es la velocidad del viento expresada en Km/h. En este caso se adopta como margen de seguridad 120 Km/h, y
- L es la dimensión libre expuesta al viento, expresada en Km.

Con ello y con una revancha de seguridad que distintos autores recomiendan en valores entre 0,6 y 0,8 metro, y que en este caso fue adoptado en 0,29 m se tiene:

Revancha total = revancha de oleaje + revancha de seguridad = 0,8 m

Con este último valor de la altura de la revancha, se está en condiciones de definir las dimensiones de cada estanque facultativo en la coronación del talud, con lo que se tiene:

Ancho de los EF en la coronación = 131 m

Largo de los EF en la coronación = 379 m,

Mientras que la altura o profundidad total para la coronación habrá de ser de 2,20 m.

Para este dimensionamiento, y para las condiciones operativas elegidas, la eficiencia de los Estanques de Estabilización Natural Facultativos en cuanto a la remoción de carga orgánica puede estimarse a partir de correlaciones desarrolladas para tal fin, las que responden a los siguientes conceptos.

La tasa de degradación global de carga orgánica a 20°C y para el tiempo de retención establecido en los estanques facultativos calculados, está dada por la ecuación:

$$k_{20^{\circ}\text{C}} = \tau / (A + B \cdot \tau)$$

Donde τ es el tiempo de retención en el estanque y “A” y “B” son constantes propias del sistema con valores de -5,276 y 2,317 respectivamente

De allí se tendrá:

$$k_{20^{\circ}\text{C}} = 0,472 \text{ día}^{-1}$$

A su vez el valor de la tasa de degradación para otra temperatura k_t , distinta de 20°C, se calcula a partir de una forma de ecuación de Arrhenius modificada, tal que:





$$k_t = k_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \theta^{T-20}$$

Introduciendo en esta ecuación el valor antes calculado para $k_{20^{\circ}\text{C}}$ y asignando θ un valor de 1,07, y para una temperatura del agua como la ya definida de 7,4 °C, con lo que se ubica, con un margen de seguridad, en un noventa por ciento menos del valor de la temperatura promedio de las mediciones realizadas para los meses de otoño e invierno, se tendrá:

$$k_t = k_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \theta^{T-20} = 0,201 \text{ día}^{-1}$$

y este valor proporciona el dato esperado para la concentración de carga orgánica a la salida de los estanques, por aplicación de la relación:

$$\text{DBO}_{\text{salida}} = [\text{DBO}_{\text{entrada}}] / 1 + k_t \tau$$

La que ofrece un dato de 36,3 mg DBO₅ / l a las salidas de estos estanques facultativos.

Con lo que la eficiencia de los estanques facultativos se ubica en 84 %

Por otra parte, es importante verificar, para los valores de diseño hallados, los niveles de eficiencia de remoción de parásitos, coliformes y salmonella

Los trabajos realizados por varios especialistas en relación con la capacidad de remoción de microorganismos mediante el uso de estanques de estabilización natural, muestran que para la eliminación de prácticamente la totalidad de los parásitos se requiere de tiempos de retención, en uno o más estanques, del orden de los 10 días, mientras que para asegurar la eliminación total se recomiendan usos de 20 días de tiempos de retención, lo cual está satisfecho sólo con las unidades primarias ya diseñadas.

La eficiencia de eliminación de coliformes y de salmonella se estima a partir de la expresión:

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

Donde

N es el conteo de coliformes fecales a la salida del estanque

N_0 es el conteo de coliformes fecales a la entrada al estanque

e la base de los logaritmos naturales

d el coeficiente de dispersión, para este caso y dimensiones de estanques 0,43

a está definido por:

$$a = \sqrt{1 + 4k_{bt}d\tau}$$

al tiempo que

$$k_{bt} = 0,841 \times 1,07^{-14}$$





De estos datos se desprende que la remoción de coliformes fecales es del 98,025 %, con lo que el ingreso de fecales al conjunto de estanques secundarios será del orden de 2×10^6 , considerando un ingreso de NMP $1 \times 10^8/100\text{ml}$.

Estanques de Estabilización Natural Aeróbicos

Los valores previstos de depuración en los primeros estanques facultativos dan cuenta de la existencia de un nivel de depuración importante con valores de carga orgánica suficientemente baja como para descargar, en el marco de las normas vigentes, sus efluentes en un cuerpo receptor.

Independientemente de lo anterior, el criterio de calidad múltiple empleado en este tipo de dimensionamiento, reclama la instalación de un segundo grupo de estanques de características aeróbicas, en el cual se complementa la reducción de parásitos y de microorganismos tales como coliformes fecales sumándose así a lo ya logrado en esta materia en el primer grupo de estanques.

A su vez, este grupo de estanques también contribuirán a la reducción adicional de la carga orgánica remanente en el líquido efluente de los depósitos facultativos.

Para el dimensionamiento de estos estanques se opera por aproximaciones sucesivas utilizando el mismo modelo de dispersión y la misma tasa neta de mortalidad de bacterias (k_{bt}) que se utilizara para evaluar la eficiencia del primer grupo de estanques.

De este modo, apelando al auxilio de la gráfica elaborada por Thirumurthi para representar en distintos regímenes de dispersión la relación entre N/N_0 y $k_{bt} \cdot \tau$, se tiene que para una eliminación de 90%, una tasa de mortalidad $k_{bt} = 0,326 \text{ días}^{-1}$ y un coeficiente de dispersión $d = 0,41$; el valor de τ resultante es de:

$$\tau = 8 \text{ días;}$$

Con lo que el volumen de los estanques de estabilización natural aeróbica deberá ser de:

$$V_{\text{Total de las LENAer}} = Q \cdot \tau = 116807 \text{ m}^3$$

Para este tipo de estanques, en que las condiciones de oxigenación deben darse en todo su perfil vertical, se adoptan profundidades de líquidos suficientemente bajas como para permitir el buen ingreso de la luz solar y la actividad de las algas en el líquido, responsables de la oxigenación en las horas de luz del día.

Por lo expresado, se adoptó para estos estanques una profundidad útil de líquidos de 1 metro.

Con ello, el área media total de los estanques aireados (EA) será de:

$$S_m = 116807 \text{ m}^2$$





Así los principales valores de las dimensiones de los estanques secundarios resultan de la conformación que se les otorgue, lo cual se describe seguidamente.

En función de los valores de los volúmenes y superficies medias hallados para este grupo de estanques aeróbicos, se procede a darle forma a cada uno de los estanques, para poder luego definir su ubicación espacial en la planimetría disponible, acción en la que se tendrán en cuenta factores topográficos, de características de los suelos (resultantes de los estudios realizados), de conveniencia de distribución y de la más eficiente relación entre largo y ancho de cada uno de los grupos de unidades de tratamiento.

Como se expresó, los valores de volumen, profundidad y superficie media de los estanques aeróbicos, dan lugar a la determinación de la forma de los mismos y de sus detalles de construcción.

Para proceder a definir la forma de los estanques se adoptó para los mismos una sección rectangular cuya relación entre el ancho a largo sea de 0,50; mientras que se fija una pendiente de 0,40 entre el alto y la base de los taludes internos y de 0,40 también para los externos.

Para el volumen total de estanques aeróbicos hallados, que tuvo un valor de 116807 m³ y estableciendo una cantidad de seis estanques como ya se mencionó, el volumen y la superficie media de cada uno de ellos será:

$$V_m = 19468 \text{ m}^3$$

$$S_m = 19468 \text{ m}^2$$

Asimismo, adoptando una revancha de 0,8 m y la profundidad de líquido adoptada, se tienen las siguientes dimensiones finales de los estanques aeróbicos.

Ancho de la solera o base de cada EA	= 96 m
Largo de la solera o base de cada EA	= 195 m
Ancho a la altura de los líquidos en los EA	= 101 m
Largo a la altura de los líquidos en los EA	= 200 m
Ancho en la coronación de cada EA	= 105 m
Largo en la coronación de cada EA	= 204 m

Por su parte, al igual que en el caso de los estanques facultativos, en estos se debe verificar las eficiencias que los mismos alcanzarán tanto para la eliminación de carga orgánica como para la reducción de bacterias.

En el caso de la eficiencia de remoción de carga orgánica, y para los valores hallados en el diseño, la eficiencia de eliminación en los EA puede estimarse a partir de las correlaciones

$$DBO_{salida} = [DBO_{entrada}] / 1 + k_t \tau$$

Donde $k_t = k_{20^\circ C} \cdot \theta^{T-20}$





Introduciendo en esta ecuación el valor recomendado por la bibliografía para $k_{20^{\circ}\text{C}}$ de $0,48 \text{ días}^{-1}$ se tendrá, para la temperatura del líquido de $7,4^{\circ}\text{C}$:

$$k_t = 0,205 \text{ día}^{-1}$$

Valor que ofrece, a partir de la anterior ecuación la siguiente concentración de carga orgánica a la salida de los estanques:

$$\text{DBO}_{\text{salida}} = \cong 14 \text{ mg DBO}_5 / \text{l}$$

Y a partir de él se tiene el valor de la eficiencia de eliminación de la carga orgánica es próxima al 62%.

Por su parte la eficiencia de remoción de parásitos, coliformes y Salmonella, tal como se expresó anteriormente, a partir de los estudios efectuados por especialistas en relación con la capacidad de remoción de microorganismos mediante el uso de estanques de estabilización natural, la adición de los 8 días de tiempo de retención de los estanques secundarios, generan un tiempo total de retención cercano a los 34 días, lo que garantiza la total eliminación de parásitos y una elevada mortandad de coliformes y Salmonella.

El remanente de microorganismos coliformes fecales, que resulta de interés para evaluar la posible presencia de otros organismos patógenos, se estima a través de la eficiencia de remoción que se definió como premisa de cálculo anteriormente, con lo que se tiene que los valores esperables en la descarga de los estanques aeróbicos, final de esta parte del tratamiento sea del orden de los $\text{NMP } 2 \times 10^5 / 100\text{ml}$.

Por otra parte, en cuanto eficiencia de eliminación de la carga orgánica en la totalidad del sistema se verifica que la misma es de un valor próximo a los 94 %

Conformación de las obras

Terraplenes de accesos, circulación y sevicias en línea de cabecera de estanques facultativos (traza en coincidencia con obra CRER)

El Tramo I, tendrá una longitud estimada de 746m, taludes 1V:2H, ancho de coronamiento de 7m, coronamiento a cota 7,50 m, resultando en alturas variables con máximas de 1,50 metros aproximadamente. Sobre ambos paramentos llevará un revestimiento de protección de suelo granular con alto contenido de gravas. El volumen total de esta parte de la obra alcanza los 7.500 m³ de rellenos.

El cuerpo principal del Tramo I del terraplén, se construirá con materiales de grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 3" y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %. La capa superior, de 20 cm de espesor, destinada al tránsito vehicular, tendrá un tamaño máximo de 1".

El Tramo II, constituye el límite norte de la Planta de Tratamiento Este. Tiene una longitud estimada de 844m, taludes 1V:2,5H en paramento mojado y 1V:2H en paramento seco, ancho de coronamiento de 7m, coronamiento 8,40 m (IGM), con 2,4 m de altura media, resultando en un volumen total de





23.800m³ de rellenos. El perfil de la obra será levemente asimétrico, en función del diseño de los estanques de la planta de tratamiento. Ambos paramentos llevarán un revestimiento de protección similar al dispuesto en el Tramo I.

El cuerpo principal del Tramo II del terraplén, se construirá con materiales de grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 3" y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %. La capa superior, de 20 cm de espesor, destinada al tránsito vehicular, tendrá un tamaño máximo de 1". Sobre el paramento mojado (Talud 1V;2,5H) se colocará una capa de suelos arcillosos, de 0,30m de espesor, con diente o pié de 0,60m x 0,40m de espesor, compactados. Sobre esta capa impermeable, se dispondrá una capa de piedras de protección contra oleaje o rip-rap.

La longitud total de ambos tramos de terraplenes de circulación y servicios principales es de 1.590m. La transición de cotas y secciones entre tramos 1 y 2 será gradual en una extensión de 100m.

Bases de Estanques y terraplenes

El terreno natural, es llano, con cotas medias cercanas a los 6m (IGM), y según se ha ya expresado de suelos superficiales arcillosos. Se deberá prever posible sobreelevación de la napa freática, siendo el período más propicio para su construcción los meses de Diciembre a Marzo.

Para asegurar la impermeabilidad del lecho de los estanques se efectuará un tratamiento especial de la fundación con el objeto de procurar alcanzar permeabilidades del orden de 1E-09 cm/s o menores.

El tratamiento de las fundaciones de estanques y terraplenes comprenderá la preparación del terreno, desmalezamiento y quita de raíces completa, quema y limpieza. Se procederá al escarificado de la capa superior en una profundidad no menor a 0,30m y compactación por medios mecánicos apropiados (pata de cabra y rodillo) hasta alcanzar la meta de permeabilidad y alisamiento indicados. Se nivelarán los suelos, mediante rellenos necesarios del mismo material o de suelos arcillosos especificados, hasta lograr una superficie forma plana, y cotas de proyecto (cota 6,00m IGM fondo de estanques facultativos y 6,10m en estanques aeróbicos).

El material arcilloso sobrante apto para terraplenes será dispuesto en lugares cercanos para la construcción de los mismos. El fondo será compactado, conforme se detalle en las especificaciones técnicas.

La preparación de fundaciones extenderá su superficie a las bases de los terraplenes.

Diques (Terraplenes)

Los estanques se conformarán mediante terraplenes de materiales compactados, provenientes en general de canteras locales o cercanas.





Por su forma y tipología se distinguen según se trate de estanques facultativos o aeróbicos, y si en su coronamiento lleva o no canal de derivación de efluentes.

La geometría general del terraplén es de taludes 1V:2,5H en paramentos mojados y de 1V:2H en paramentos secos. En caso de tramos donde ambos paramentos son mojados los taludes se conforman homogéneos en 1V:2,5H.

El ancho de coronamiento es de 3m para tramos de terraplenes sin canal de distribución, y de 4m para tramos con canal de distribución.

La altura de los terraplenes varía de 1,8 en estanques aeróbicos a 2,4 en facultativos. La longitud total de estos terraplenes es de 5.456m (sin computar el terraplén de acceso, circulación y servicios al norte de las facultativas), de los cuales 2.060m son de los terraplenes más bajos (1,8m).

Se deberá prever el tránsito vehicular de servicio por sobre los terraplenes facilitando la maniobra en esquíneros y retornos mediante ensanchamientos.

La geometría y volúmenes de obra se indican en el gráfico III.7.1.c, la planilla de la Tabla III.7.d., en los planos de obra, y las que se indicarán en las especificaciones y técnicas en el Proyecto Ejecutivo.

La construcción de los diferentes tramos de terraplenes deberá prever donde se construirán los canales de distribución de efluentes.

Los materiales a utilizar para la construcción de todos los terraplenes son los que se describen a continuación.

Materiales constitutivos de los terraplenes

Suelo Tipo 1:

Estará constituido por grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 3”.

Suelo Tipo 2:

Se utilizará como recubrimiento del coronamiento para la conformación de la capa superior del terraplén destinada al tránsito vehicular.

Estará constituido por grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 3” y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %. La capa superior, de 20 cm de espesor, destinada al tránsito vehicular, tendrá un tamaño máximo de 1”.

Suelo Tipo 3:

Estará constituido por mezclas de arcillas o arcillas limosas de alta plasticidad, con un contenido mínimo de sesenta por ciento (60 %) de materiales que pasan el tamiz de malla N° 200.

Protección de enrocado tipo 4:

Estará formado por rocas volcánicas inalterables, libres de fracturas, procedentes de canteras o plantas de corte de la zona.





El cincuenta por ciento (50 %) del material deberá estar bien graduado con piedras de un tamaño comprendido entre 0,05 m y 0,10 m. El cuarenta por ciento (40 %) deberá estar bien graduado con piedras comprendidas entre 0,05 m y 0,03 m.

Canales de distribución e interconexión

La conexión entre estanques o piletas será a través canales de sección rectangular, contruidos en hormigón armado. La base de fondo es variable entre 0,35m y 0,70m y la altura entre 0,35m y 0,70m, con un espesor uniforme de 0,10, conforme se indica en la. Los hormigones a utilizar serán de calidad tipo H17 con las armaduras que se indiquen en el proyecto ejecutivo.

En el gráfico III.7.1.b las Tablas III.7.b y III.7.c. se muestran los datos básicos y un detalle de los parámetros hidráulicos de diseño de la red de canales de intercomunicación.

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE					
Planta de Tratamiento en Estanques Naturales					
Caudales ingresantes en la cámara de descarga: Situaciones previstas					
1- Cuadal EC de ingreso (Maximo)	23601	m3/día	273.2	l/s	(1)
2- Cuadal EC de ingreso (diseño)	14601	m3/día	169.0	l/s	(2)
3- Cuadal EC de ingreso (2006)	12262	m3/día	141.9	l/s	(3)
Pendiente fondo canal distribuidor	0.0007				(4)
Revancha en terraplenes	0.8	m			
Cota p.a. en Cámara de Descarga	8.30	m			
Cota Fondo Canal inicial ("D")	7.85	m			
Datos geométricos básicos	largo (L)	Ancho (b)	Profundidad	Fondo piletas (en largo)	
				Inicial	Final
	m	m	m	m	m
Estanques Facultativos	383	132	1.40	6.10	6.00
Estanques Aeróbicos	106	206.5	1.00	6.00	5.95
Notas:					
1- Condición Diseño a 25 años, sin derivar al PIT (Contingencia en el PIT)					
2- Condición Diseño a 25 años, con derivación de 9000 m3/día al PIT					
3- Condición 2006, con derivación de 9000 m3/día al PIT					
4- Pendiente media canal distribuidor (0,70 m por Km)					

Tabla III.7.1.b. Datos básicos para el dimensionamiento de red de canales de interconexión entre estanques.



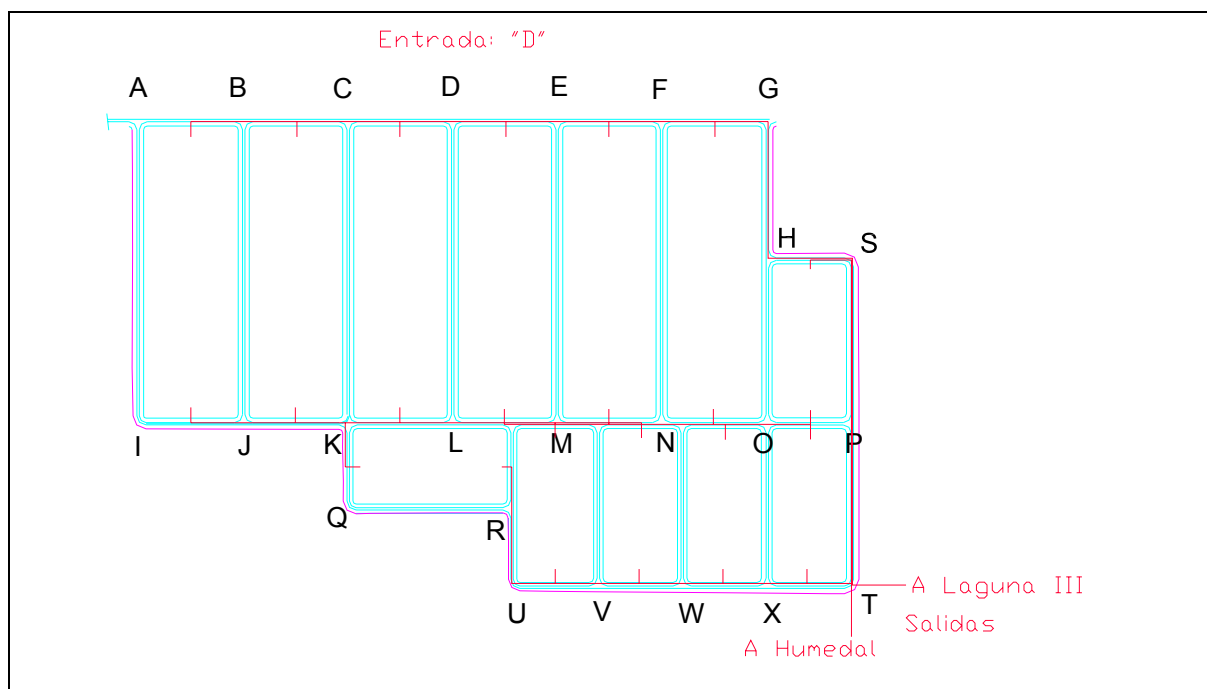


Fig. III.7.1.b. Esquema de disposición y funcionamiento de los estanques de la planta depuradora

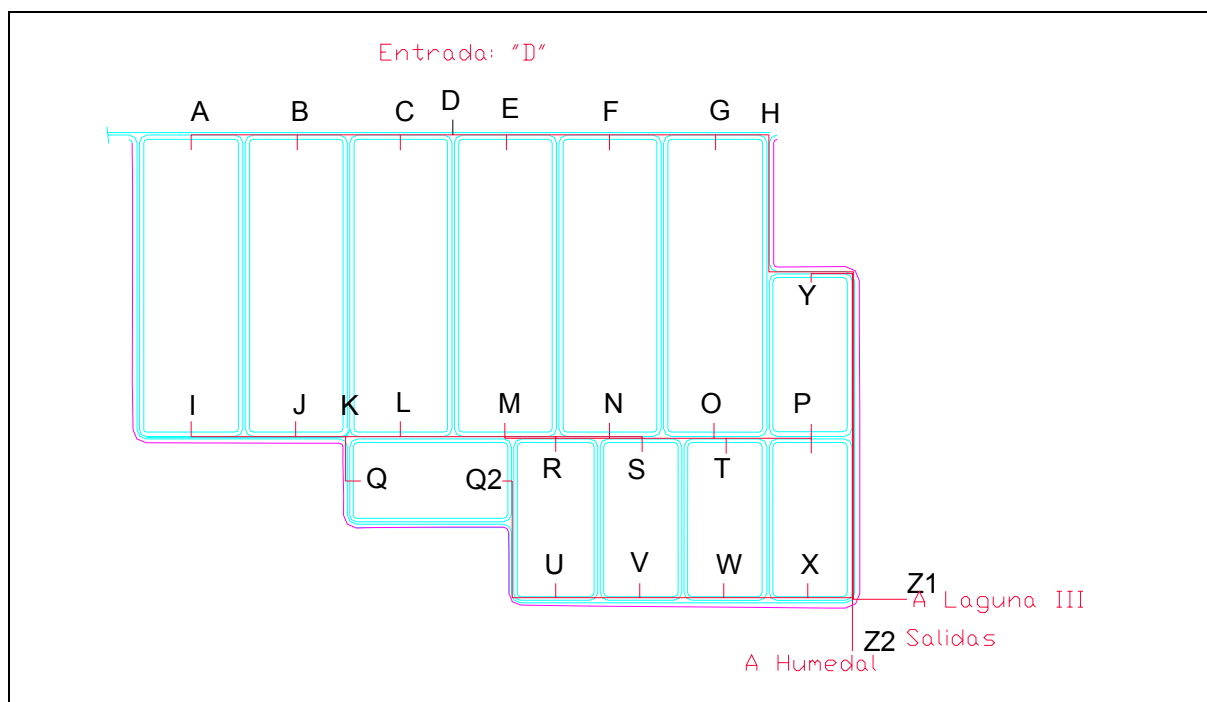


Fig. III.7.1.c. Esquema de disposición y funcionamiento de los estanques de la planta depuradora





Canal distribuidor y by pass (Descarga en Vértice 'D')															
Tramo				Caudales				Tirantes				Velocidades Medias			
Rf.	Progresiva		Base Fondo	1- Q Max		2- Q Diseño	3- Q inicial	1- Q Max		2- Q Diseño	3- Q inicial	1- Q Max		2- Q Diseño	3- Q inicial
	Desde	Hasta	b	By Pass	Piletas	Piletas	Piletas	By Pass	Piletas	Piletas	Piletas	By Pass	Piletas	Piletas	Piletas
Tramo, desde	m	m	m	l/s	l/s	l/s	l/s	m	m	m	m	m/s	m/s	m/s	m/s
AB	0	134	0.35	0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36
BC	134	266	0.50	0	91.1	56.3	47.3	0.00	0.37	0.26	0.23		0.5	0.44	0.42
CD	266	398	0.60	0	136.6	84.5	71.0	0.00	0.42	0.28	0.26	0	0.52	0.48	0.47
DE	398	435	0.70	273.2	136.6	84.5	71.0	0.60	0.36	0.25	0.21	0.64	0.55	0.48	0.46
EF	435	530	0.70	273.2	91.1	56.3	47.3	0.60	0.26	0.18	0.17	0.64	0.5	0.43	0.41
FG	530	662	0.70	273.2	45.5	28.2	23.7	0.60	0.16	0.12	0.11	0.64	0.4	0.35	0.33
GH	662	729	0.70	273.2	0.0	0.0	0.0	0.60	0.00	0.00		0.64	0	0	0

Canales desde Facultativa a Aeróbicas															
Canal: I-S	Pérdida de carga localizada en la descarga, mínima					0.1 m									
IJ	0	132	0.35	0.0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36
JL	132	264	0.50	0.0	91.1	56.3	47.3	0.00	0.37	0.26	0.23		0.5	0.44	0.42
LR	264	460	0.60	0.0	136.6	84.5	71.0	0.00	0.42	0.28	0.26	0	0.52	0.48	0.47
RS	460	569	0.60	0.0	136.6	84.5	71.0	0.00	0.42	0.28	0.26	0	0.52	0.48	0.47





Canal M-P	Pérdida de carga localizada en la descarga, mínima					0.4 m		0.4 m		0.4 m		0.4 m		0.4 m		0.4 m		0.4 m	
	0	64	0.35	0.0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36	0.42	0.47	0.48	0.47
MN	0	64	0.35	0.0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36	0.42	0.47	0.48	0.47
NO	64	132	0.50	0.0	91.1	56.3	47.3	0.00	0.37	0.26	0.23		0.5	0.44	0.42	0.47	0.48	0.48	0.47
OT	132	173	0.60	0.0	136.6	56.3	47.3	0.00	0.42	0.28	0.26	0	0.52	0.48	0.47	0.48	0.48	0.48	0.47
TP	173	264	0.60	0.0	136.6	56.3	47.3	0.00	0.42	0.28	0.26	0	0.52	0.48	0.47	0.48	0.48	0.48	0.47

Descargas finales (Lag III y Humedal)	Pérdida de carga localizada en la descarga, mínima					0.1 m		0.1 m		0.1 m		0.1 m		0.1 m		0.1 m		0.1 m	
	0	750	0.35	0.0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36	0.42	0.47	0.48	0.47
YZ1	0	750	0.35	0.0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36	0.42	0.47	0.48	0.47
QZ22	0	640	0.35	0.0	45.5	28.2	23.7	0.00	0.32	0.22	0.19	0	0.41	0.37	0.36	0.42	0.47	0.48	0.47
HZ1	729	1489	0.70	273.2	0.0	0.0	0.0	0.60	0.00	0.00	0.00	0.64	0	0	0	0	0	0	0

Canal distribuidor y by pass (Descarga en Vértice 'D')																			
Tramo			Pérdida de Carga			Altura		Cota Fondo Canal		Cotas p.a. (2- Q Diseño)			Coronamiento Terraplenes						
Rf.			Locales			Total		Inicial		Final			Estimado						
0																			
Tramo, desde			m			m		m		m			m						
AB			0.09			0.12		7.57		7.79			8.30		8.30				
BC			0.09			0.12		7.67		7.93			8.30		8.30				
CD			0.03			0.12		7.76		8.04			8.30		8.30				
DE			0.03			0.06		7.85		8.10			8.30		8.30				
EF			0.03			0.10		7.82		8.00			8.30		8.30				
FG			0.03			0.12		7.76		7.88			8.30		8.30				
GH			0.03			0.08		7.67		7.62			8.30		8.30				





Canales desde Facultativa a Aeróbicas									
Canal: I-S	Pérdida de carga localizada en la descarga, mínima						0.1		
	0.09	0.03	0.12	0.6	7.47		7.38	7.69	7.00
IJ	0.09	0.03	0.12	0.7	7.38		7.29	7.64	7.00
JL	0.14	0.03	0.17	0.7	7.29		7.15	7.57	7.00
LR	0.08	0.03	0.11	0.7	7.15		7.07	7.43	7.00
RS	0.03	0.03	0.06	0.7	7.06		6.97	7.35	7.00

Canal M-P	Pérdida de carga localizada en la descarga, mínima					0.4						
		0.04	0.03	0.07	0.6	7.38		7.34	7.60	7.56	7.00	7.80
MN		0.05	0.03	0.08	0.7	7.34		7.29	7.60	7.55	7.00	8.00
NO		0.03	0.03	0.06	0.7	7.29		7.26	7.57	7.54	7.00	8.00
OT		0.03	0.03	0.06	0.7	7.26		7.20	7.54	7.48	7.00	8.00
TP		0.03	0.03	0.06	0.7	7.26		7.20	7.54	7.48	7.00	8.00

Descargas finales (Lag III y Humedal)	Pérdida de carga localizada en la descarga, mínima						0.1		
	0.09	0.03	0.12	0.6	7.16		6.63	7.38	6.85
YZ1	0.09	0.03	0.12	0.6	7.16		6.80	7.25	7.02
QZZ2	0.09	0.03	0.12	0.6	7.25		7.09	7.62	7.09
HZ1	0.53	0.05	0.12	0.75	7.62		7.09	7.62	7.09
									830 - 8.20

Tabla III.7.1.c. . Detalle de cálculo de la red de canales de interconexión entre estanques





PLANTA DE TRATAMIENTO EN ESTANQUES: TERRAPLENES (DIQUES) (Sistema de Tratamiento de EC Zona Este)														
Vértice	Cota IGM	Traza		Terraplén					Taludes Mojados	Suelos				
				Lado	Longitud	Cota med. TN	z1	z2		h media	c	Sec. Trv. Med.	Tipo 1	Tipo 2
	m		Id	m	m	m	m	m	m2	u	m3	m3	m3	m3
Terraplén CRER y Entradas a Estanques Facultativos (anaeróbicos) (Ref.: A-G)														
Tramo I	7.5													
	6.00	Tramo I	746	6.0	2.0	2.0	1.50	7.0	15.0	0	9862	1567	0	0
Tramos A-G	8.40													
Tramo II:														
A		AB	132	6.0	2.5	2.0	2.40	7.0	29.8	1	3174	277	276	244
B		BC	132	6.0	2.5	2.0	2.40	7.0	29.8	1	3174	277	276	244
C		CD	132	6.0	2.5	2.0	2.40	7.0	29.8	1	3174	277	276	244
D		DE	132	6.0	2.5	2.0	2.40	7.0	29.8	1	3174	277	276	244
E		EF	132	6.0	2.5	2.0	2.40	7.0	29.8	1	3174	277	276	244
F		FG	132	6.0	2.5	2.0	2.40	7.0	29.8	1	3174	277	276	244
G														
Suma:			792								28904	3230	1654	1464





Terraplén entre Estanques Facultativos (anaeróbicos) y Estanques Aeróbicos (Ref.: I-O)																
Tramos A-G	8.40															
I		IJ	132	6.0	2.5	2.0	2.40	4.0	22.6	1	2342	158	276	244		
J		JK	132	6.0	2.5	2.0	2.40	4.0	22.6	1	2342	158	276	244		
K		KL	132	6.0	2.5	2.5	2.40	4.0	24.0	2	2012	158	551	488		
L		LM	132	6.0	2.5	2.5	2.40	4.0	24.0	2	2012	158	551	488		
M		MN	132	6.0	2.5	2.5	2.40	4.0	24.0	2	2012	158	551	488		
N		NO	132	6.0	2.5	2.5	2.40	4.0	24.0	2	2012	158	551	488		
O																
Suma:			792								12734	950	2757	2440		

Terraplenes divisorios e interiores (largos) en Estanques Facultativos																
Tramos A-G	8.40															
		AI	379	6.0	2.5	2.0	2.40	3.0	20.2	1	5929	341	792	701		
		BJ	379	6.0	2.5	2.5	2.40	3.0	21.6	2	4982	341	1583	1401		
		CK	379	6.0	2.5	2.5	2.40	3.0	21.6	2	4982	341	1583	1401		
		DL	379	6.0	2.5	2.5	2.40	3.0	21.6	2	4982	341	1583	1401		
		EM	379	6.0	2.5	2.5	2.40	3.0	21.6	2	4982	341	1583	1401		
		FN	379	6.0	2.5	2.5	2.40	3.0	21.6	2	4982	341	1583	1401		
		GO	379	6.0	2.5	2.0	2.40	3.5	21.4	1.5	5580	398	1187	1051		
Suma:			2,653								36419	2445	9895	8758		

Tabla III.7.1.d. Detalle de cálculo materiales en terraplenes





Cota IGM	Traza		Cota med. TN	Terraplén					Taludes Mojados	Suelos			
	Lado	Longitud		z1	z2	h media	c	Sec. Trv. Med.		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
m	Id	m	m	m	m	m	m	m2	u	m3	m3	m3	m3
7.80													
	QR	204	6.1	2.5	2.0	1.70	4.0	13.3	1	1962	507	311	0
	M1U	204	6.1	2.5	2.5	1.70	3.5	13.2	1.5	1680	607	466	0
	M2V	204	6.1	2.5	2.5	1.70	3.0	12.3	2	1251	707	621	0
	NW	204	6.1	2.5	2.5	1.70	3.0	12.3	2	1251	707	621	0
	OX	204	6.1	2.5	2.5	1.70	3.0	12.3	2	1251	707	621	0
	SP	204	6.1	2.5	2.0	1.70	4.0	13.3	1	1962	507	311	0
	PT	204	6.1	2.5	2.0	1.70	4.0	13.3	1	1962	507	311	0
		1,428								11318	4248	3263	0
7.80													
	KQ	105	6.1	2.5	2.0	1.70	4.0	13.3	1	1010	261	160	0
	HS	105	6.1	2.5	2.5	1.70	3.5	13.2	1	1012	245	160	0
	UV	105	6.1	2.5	2.5	1.70	3.0	12.3	1	939	229	160	0
	VW	105	6.1	2.5	2.5	1.70	3.0	12.3	1	939	229	160	0
	WX	105	6.1	2.5	2.0	1.70	4.0	13.3	1	1010	261	160	0
	XT	105											
		630								4909	1225	800	0
		6295								94283	12098	18369	12662

Tabla III.7.1.e. Detalle de cálculo de la red de canales de interconexión entre estanques





La construcción de los diques responde en sus detalles constructivos al diseño que se observa en el plano 6.2 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Obras Complementarias”.

Cámaras de carga

Con la finalidad de recibir los cloacales en un sitio que permita su distribución en cada uno de los seis pares de estanques (facultativo/aeróbico) que componen la planta de tratamiento, los cloacales que arriban al sitio de emplazamiento de la instalación depuradora, y que provendrán de las dos estaciones de bombeo de la ciudad, ingresan a una cámara de carga tal que permite, mediante tabiques y compuertas internas, el manejo de los distintos caudales citados en forma independiente o conjunta.

La cámara de carga responde en sus detalles constructivos al diseño que se observa en el plano 6.2 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Obras Complementarias”.

En el mismo puede observarse que la cámara de carga se encuentra dividida en dos compartimentos de iguales dimensiones calculados de manera tal que la totalidad del líquido que arriba a esta unidad es descargado por un vertedero cuya sección posibilita ampliamente la erogación del caudal pico a manejar (0,296 l/s).

La operación conveniente de las compuertas situadas en el tabicado interno permite alcanzar la mezcla total de los líquidos provenientes de los dos conductos antes mencionados, así como su desvinculación total, dando lugar así a su manejo independiente, según corresponda a las calidades y a la línea de pares de estanques a que se los decida remitir.

Las principales dimensiones de esta cámara, que se divide en dos secciones rectangulares iguales son las siguientes:

Lado interno corto de cada hemicámara:	2,0	m
Lado interno largo de cada hemicámara:	2,5	m
Profundidad del líquido en las cámaras:	0,7	m
Revancha al borde de las cámaras desde el líquido:	0,6	m
Ancho interno de la garganta de vertedero:	0,5	m

Canales de distribución de los caudales

Una vez que los cloacales abandonan la cámara de carga los mismos ingresan a los canales con que se los conducen a la planta de estanques de estabilización natural.

Dichos canales abiertos se encuentran contruidos en paralelo uno a otro compartiendo su tabique central, según el detalle que puede observarse en el diseño contenido en el plano 6.2 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Obras Complementarias”.

Mediante estos canales paralelos es posible realizar la distribución de los cloacales que arriban a la planta de depuración en cada una de las seis líneas





de estanques según sea la calidad de los líquidos y los caudales que se encuentren bombeando las dos estaciones elevadoras de Cambrin y Carrasco.

La conveniente apertura de las distintas compuertas localizadas a lo largo de cada uno de los canales, permitirá aquella tarea.

Tramo	Base Fondo	H Canal	Longitud	e	Secar. Hº	Vol. Hº
	m	m	m	m	m2	m3
AB	0.35	0.55	134	0.1	0.165	22.1
BC	0.50	0.55	132	0.1	0.180	23.8
CD	0.60	0.60	132	0.1	0.200	26.4
DE	0.70	0.75	37	0.1	0.240	8.9
EF	0.70	0.75	95	0.1	0.240	22.8
FG	0.70	0.75	132	0.1	0.240	31.7
GH	0.70	0.75	67	0.1	0.240	16.1
SUMA:						151.7
Canales desde Facultativa a Aeróbicas						
Canal: I-S						
IJ	0.35	0.60	132	0.1	0.175	23.1
JL	0.50	0.70	132	0.1	0.210	27.7
LR	0.60	0.70	196	0.1	0.220	43.1
RS	0.60	0.70	109	0.1	0.220	24.0
SUMA:						117.9
Canal M-P						
MN	0.35	0.60	64	0.1	0.175	11.2
NO	0.50	0.70	68	0.1	0.210	14.3
OT	0.60	0.70	41	0.1	0.220	9.0
TP	0.60	0.70	91	0.1	0.220	20.0
SUMA:						54.5
Descargas finales (Lag III y Humedal)						
Q2Z2	0.35	0.60	640	0.1	0.175	112.0
HZ1	0.70	0.75	760	0.1	0.240	182.4
SUMA:						294.4
TOTAL HORMIGON ARMADO [m3]					620	

Tabla III.7.1f. Dimensiones de canales de distribución e interconexión entre estanques

Los canales contarán con veinticuatro descargas situadas a distancias coincidentes con los ingresos de líquidos a los estanques que vuelcan sus líquidos en sendas cámaras de carga de 0,7 m de altura con sección cuadrada de 0,6 m, las que en sus bases desaguan hacia las tuberías de carga de cada alimentación a los estanques, con ello se posibilita la alimentación de cada una de las líneas de estanques desde cualquiera de los canales. A efectos de habilitar un conjunto de descargas y





deshabilitar las restantes, cada punto de descarga de los canales contará con compuertas de cierre cuyo detalle constructivo puede observarse en el plano 6.2 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Obras Complementarias”.

Aforadores en canales

En el primer tramo de cada canal de distribución se construirán sendos aforadores Parshall destinados a registrar los caudales que por cada canal se destina a los estanques.

Las dimensiones del aforador Parshall se muestran en el plano 6.2 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Obras Complementarias”.

Instalaciones de transferencia, de colección y de ingreso y egreso de los líquidos a los estanques

Las instalaciones de ingreso de líquidos de los estanques son de similar diseño para la totalidad de los mismos, cubriendo el objetivo de distribuir lo más uniformemente posible a los líquidos en cada ingreso a los estanques. Para ello también, en cada estanque se ubicarán dos ingresos, con lo que la distribución de sólidos no se habrá de focalizar en un área única en el ingreso al estanque.

Los ingresos de líquidos se realizarán a 10 m del borde del estanque, a una altura de 0,70 metro del fondo en las lagunas facultativas y a 0,50 metro en las aeróbicas. Las descargas se realizan mediante una curva que descarga los líquidos hacia abajo. Las localizaciones de estas alimentaciones y sus detalles constructivos pueden verse en los planos 6.1 y 6.2

Las unidades de egreso serán únicas por estanque y su localización será en el centro del estanque y a una distancia de 10 m del extremo de salida del mismo, según se muestra en el plano 6.1 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Ubicación y Planta General de las Obras”.

Los líquidos que abandonan los estanques facultativos e ingresan a los aeróbicos, lo hacen a través de instalaciones de transferencia compuestas por tuberías de cloruro de polivinilo soterradas en los diques de los estanques y sus diseños respetarán que no se sobrepase una pérdida de energía de 0,1 m. estas conducciones en ciertos casos cubren cientos de metros para llegar a los estanques correspondientes lo cual puede observarse en el plano 6.1.

Las instalaciones auxiliares de la planta de estanques se completan con la existencia de cámaras de registro localizadas en intersecciones de las tuberías destinadas a interconectar estanques o a coleccionar los líquidos que abandonan el sistema de tratamiento.

Las citadas cámaras se ubican en los terraplenes de los estanques y sus características constructivas corresponden a las de los sistemas colectores de efluentes cloacales, siendo sus dimensiones y ubicaciones los que se detallan en el plano 6.2 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Obras Complementarias”; y en el plano 6.1 “OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques Naturales, Ubicación y Planta General de las Obras”.





III.7.2. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras

ITEM	D E S I G N A C I O N	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
Ducto de descarga					
1	Derivación ductos principales AC 600mm y PVC 500mm (1166m c/u ductos)	2334	ml	\$ 40,00	\$ 93.360,00
2	Cámara carga y vertedero	1	Gl	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Bases de estanques y terraplenes					
3	Escarificado, limpieza y desmonte, compactado	45	Has	\$ 2.000,00	\$ 90.000,00
4	Excavaciones, Relleno y nivelación de bases estanques)	15000	M3	\$ 12,00	\$ 180.000,00
Terraplenes (Diques)					
5	Rellenos Suelo Tipo 1 (gravas, arenas, limos)	94283	M3	\$ 12,00	\$ 1.131.401,00
6	Rellenos Suelo Tipo 2	12098	M3	\$ 16,00	\$ 193.564,00
7	Rellenos Suelo Tipo 3	18369	M2	\$ 15,00	\$ 275.530,00
8	Rip-rap y protecciones	12662	M2	\$ 40,00	\$ 506.496,00
Canales y Obras hidráulicas complementarias					
9	Canales (Hormigón Armado, juntas estancas)	620	m3	\$ 1.050,00	\$ 651.000,00
10	Obras de carga, conducto, rejas, compuertas, de Canales a Estanques	12	u	\$ 2.000,00	\$ 24.000,00
11	Obras de descarga, compuertas, de estanques a canales	12	u	\$ 4.000,00	\$ 48.000,00
12	Accesorios y complementos	1	Gl	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
Maquinarias y equipos de operación, servicio y mantenimiento					
13	Pala cargadora y retroexcavadora chica	1	Gl	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
14	Acoplado de carga, chico	1	Gl	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
15	Accesorios para oficina técnica	1	Gl	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
16	Utilitario tipo Cuatriciclón	1	Gl	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
17	Gastos varios y ajuste				\$ 4.650,00

TOTAL	\$ 3.450.000,00
--------------	------------------------

Tabla III.7.2.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

Los precios incluidos en la Tabla III.7.2.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ducto de descarga										
1	Derivación ductos principales AC 600mm y PVC 500mm (1166m c/u ductos)	2,71%	93.360	20%	30%	40%	10%				
2	Cámara carga y vertedero	0,58%	20.000	20%	40%	40%					
	Bases de estanques y terraplenes										
3	Escarificado, limpieza y desmonte, compactado	2,61%	90.000	20%	20%	30%	30%				
4	Excavaciones, Relleno y nivelación de bases estanques)	5,22%	180.000		20%	30%	30%	20%			
	Terraplenes (Diques)										
5	Rellenos Suelo Tipo 1 (gravas, arenas, limos)	32,79%	1.131.401	10%	20%	20%	20%	20%	10%		
6	Rellenos Suelo Tipo 2	5,61%	193.564	10%	10%	15%	15%	20%	20%	10%	
7	Rellenos Suelo Tipo 3	7,99%	275.530	10%	15%	15%	15%	20%	15%	10%	
8	Rip-rap y protecciones	14,68%	506.496		15%	20%	20%	20%	15%	10%	
	Canales y Obras hidráulicas complementarias										
9	Canales (Hormigón Armado, juntas estancas)	18,87%	651.000		5%	20%	20%	20%	20%	15%	
10	Obras de carga, conducto, rejas, compuertas, de Canales a Estanques	0,70%	24.000		10%	15%	15%	20%	20%	20%	
11	Obras de descarga, compuertas, de estanques a canales	1,39%	48.000		10%	10%	15%	20%	25%	20%	
12	Accesorios y complementos	0,43%	15.000		10%	15%	15%	20%	20%	20%	
13 - 17	Maquinarias y equipos de operación, servicio y mantenimiento	6,42%	221.649							50%	50%
		100,00%	\$ 3.450.000								
Previsto	% de avance del mes			5,82%	14,32%	19,28%	18,31%	17,54%	12,15%	9,37%	3,21%
	% de avance acumulado			5,818%	20,143%	39,422%	57,727%	75,263%	87,413%	96,788%	100%
	Inversion del mes (\$)			\$ 200.722	\$ 494.198	\$ 665.137	\$ 631.529	\$ 604.998	\$ 419.157	\$ 323.433	\$ 110.825
	Inversion acumulada (\$)			\$ 200.722	\$ 694.920	\$ 1.360.057	\$ 1.991.587	\$ 2.596.585	\$ 3.015.742	\$ 3.339.175	\$ 3.450.000

Tabla III.7.2.b. Plan de Trabajo e Inversiones



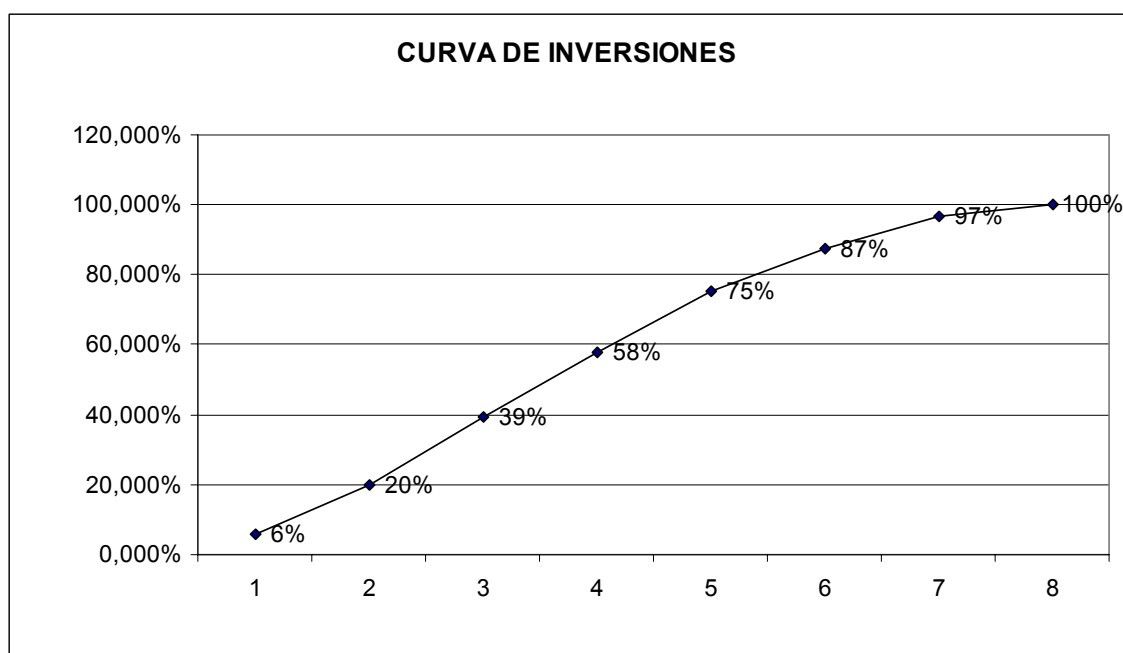


Fig. III.7.2.a. Curva de Inversiones

III.7.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones que correspondan a esta obra se propondrán en la etapa ejecutiva del proyecto, conforme se definen en los respectivos Términos de Referencia de dicho Proyecto Ejecutivo.

III.7.4. PLANOS

III.B.b	Nº	SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
	1	Ubicación y Planta General de las Obras
7		OBRA: Planta de Tratamiento en Estanques
	1	Ubicación y Planta General de las Obras
	2	Obras complementarias

Tabla III.7.4.a., Detalle de Planos





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Componente:

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE:

CRER, CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN. SECTOR NORTE

**CORREDOR DE TERRAPLENES Y CAMINOS DE ACCESO CON FUNCIONALIDAD
MÚLTIPLE - SECTOR NORTE**

Plazo de Ejecución: 9 meses

Presupuesto: \$ 2.620.000.-





III.8. COMPONENTE: CRER, CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN. SECTOR NORTE

CORREDOR DE TERRAPLENES Y CAMINOS DE ACCESO CON FUNCIONALIDAD MÚLTIPLE - SECTOR NORTE

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

El *Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew*, prevé que una parte de los efluentes cloacales generados por la ciudad, sea derivada al sistema de tratamiento de zona Este, con las siguientes características funcionales:

- Suprime el actual vertido de efluentes cloacales crudos a la Laguna III, y construye una planta de tratamiento en estanques de estabilización y humedales donde se depuraran los efluentes cloacales restantes, que por su elevado tenor salino no resultan actualmente aptos para el reuso en riego.
- Procura un nuevo equilibrio hidroambiental del sistema de lagunas para lo cual reduce sustancialmente los efluentes tratados que deriva hacia las lagunas III y IV, aísla estos efluentes tratados del resto de las aguas pluviales, reduce sustancialmente la masa hídrica del sistema y consecuentemente la superficie actualmente inundada.
- Propone remediar progresivamente las áreas degradadas en torno a las actuales lagunas, manteniendo niveles compatibles con el equilibrio ecológico y particularmente su avifauna, contando para ello con las obras del corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple del “Contorno de Reservas en Rehabilitación” (CRER), acompañada de acciones no estructurales que refuerzan y complementan esta fortaleza del plan.
- Para los riesgos derivados de los volúmenes excedentes a la capacidad de disposición final en reuso o en evaporación en lagunas, se construye una tercer planta de tratamiento, donde los líquidos ya depurados son refinados en humedales, previendo su derivación al mar a través del Río Chubut en cercanías de su desembocadura, garantizando así la seguridad hídrica del sistema de lagunas.

Las principales acciones estructurales a realizar sobre la zona este de la ciudad de Trelew, comprenden la construcción de una Planta de Tratamiento de Efluentes y de una serie de obras destinadas a la recuperación de áreas afectadas por el funcionamiento del sistema lagunar en las condiciones actuales. Los efluentes tratados en la citada planta serán dispuestos finalmente en las Lagunas III y IV. Una parte de la misma recibirá un tratamiento en humedales en previsión de su desvío al Río Chubut.

Esta obra, responde al componente del “Contorno de Reservas en Rehabilitación, CRER”, que como se ha señalado tiene por objeto construir





un corredor de terraplenes y caminos de accesos de múltiples funcionalidades.

Demás de los componentes estructurales, el CRER se complementa con el componentes no estructurales, particularmente el CEDIEA, Centro de Documentación, Información y Educación Ambiental, y su sub programa de infraestructura, previsto al ingreso del corredor de terraplenes-accesos con un auditorio, sala de exhibición, sala de proyección, oficina, sanitarios y playa de estacionamiento.

Las funcionalidades múltiples previstas para el Corredor de Terraplenes-Accesos, son:

- Delimitar físicamente el contorno de las reservas lagunares a rehabilitar mediante la ejecución del Plan Director, separando los ecosistemas lagunares de acuerdo al grado de salinidad de sus aguas, a los fines de una rehabilitación específica a cada uno de ellos.
- 3.1.2. Delimitar físicamente el contorno de las reservas lagunares a rehabilitar a los fines de re-plantear en forma permanente en el terreno las áreas que no podrán ser ocupadas o destinadas a otros usos que no sean vinculados a la rehabilitación del área (usos habitacionales, producción agrícola, pastoreo, cría de animales domésticos no destinados a uso recreativo, etc.
- 3. 1.3 Suministrar una vía de acceso que permita la realización de las siguientes funciones:
 - 3.1.3.1 Sendero de Interpretación de Sistemas Acuáticos Continentales. La función requiere el acceso de vehículos de mediano porte con capacidad de hasta 15 personas, para el desarrollo de visitas guiadas con fines educativos, recreativos, de educación ambiental.
 - 3.1.3.2 Suministrar una vía de acceso para vehículos de con fines de investigación y monitoreo del sistema lagunar.
 - 3.1.3.3 Suministrar una vía de acceso para el tránsito de vehículos de servicio relacionados con obras de mantenimiento del sistema lagunar.
 - 3.1.3.4 Permitir el uso como bicisenda (dos manos a cada lado de la senda de automotores).
 - 3.1.3.5 Permitir el uso como senda para tránsito equino (en tramos especiales sin carpeta asfáltica).
 - 3.1.3.6 Actuar como defensa de eventuales crecidas en el sistema lagunar.

Para ello, se construirán una serie de obras a efectos de materializar una separación de las lagunas III y IV de las áreas destinadas a la recepción y el tránsito de aguas pluviales, incluyendo las lagunas II y V y el sector comprendido entre la Laguna IV y la barda norte.





Por otra parte, el contorno de las lagunas II y IV asegurará el control de los aportes a las mismas para todas las condiciones de funcionamiento previstas, incluidas aquellas de carácter extraordinario, y evitará todo tipo de desbordes o sobrepaso hacia el sur de las mismas.

Las acciones estructurales del CRER se han subdividido en tres componentes: CRER Norte, CRER Sur y CRER: Obras complementarias de protección y control aluvional.

- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple
 - Sector Norte: Incluye terraplén y camino de acceso iniciando en el extremo noreste de la Planta de Tratamiento (referencia 11) y con trayectoria al norte de las lagunas III y IV, culminando al este de esta última (ref. 8). Asimismo, son parte de esta obra los canales a dragar en Laguna II (ref. 3), entre Laguna II y Laguna V (ref. 4), y el canal de drenaje pluvial entre Laguna V y Laguna VI (ref. 7). El último canal llevará además las obras de arte destinadas al cruce del canal de riego bajo el tramo final del canal y una de alcantarillado en el camino de acceso a chacras ubicado en el mismo sector (ref. 12)
- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple
 - Sector Sur: Incluye terraplén y camino de acceso iniciando en la referencia (1) y con trayectoria al sur de la planta de tratamiento y de las lagunas III y IV, culminando en el extremo de la obra norte (ref. 8)
- Obras Complementarias de Protección y Control Aluvional: Incluye la defensa aluvional (ref. 6) por aportes del cañadón indicado en la figura como “B”, y un tramo de camino de empalme entre los caminos perimetrales a la Laguna IV y la red de caminos vecinales existente (ref. 13).
- Se ha previsto, en consecuencia, la construcción de una serie de terraplenes y obras complementarias cuyos objetivos fundamentales son:
 - la separación de las lagunas en rehabilitación que recibirán aguas pluviales y de escorrentía local (II y V) de aquellas que recibirán aguas tratadas (III y IV)
 - la defensa del sistema de tratamiento de efluentes cloacales en oportunidad de grandes crecidas
 - la definición de cotas máximas de inundación previstas y delimitación de las áreas afectadas por el sistema a efectos de impedir el asentamiento habitacional no-planificado
 - el acceso al área de lagunas para su inspección y servicio de mantenimiento
 - el acceso público a efectos de la expansión de las oportunidades de esparcimiento de la zona

Esta obra en particular, comprende la configuración de los terraplenes del CRER “NORTE”, subdividido en cuatro tramos, que siguen a los de acceso a la Planta de Tratamiento de zona Este.



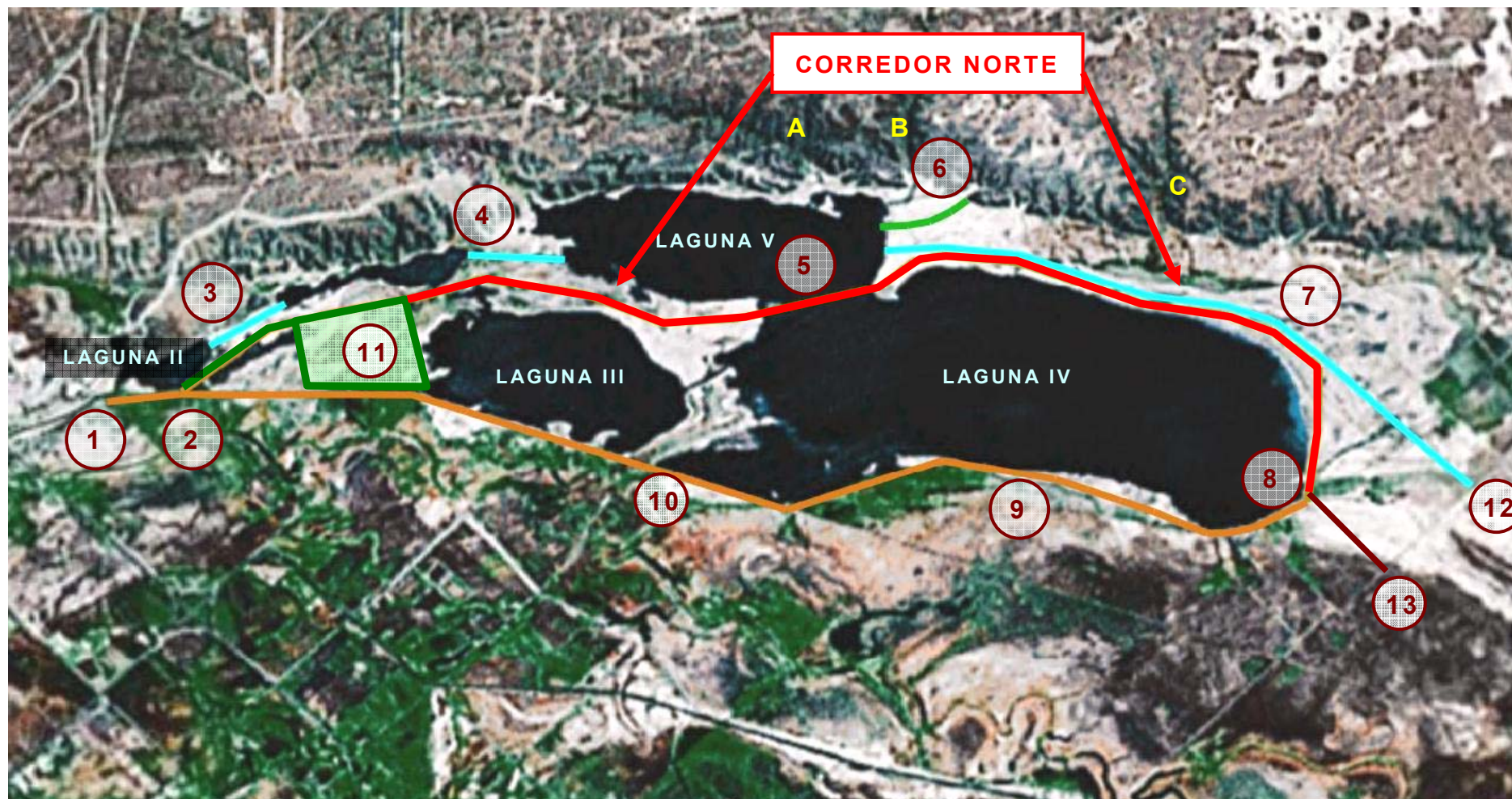


Fig. III.8.a. –Contorno de Reservas en Rehabilitación- CRER. Disposición General de Obras y Ubicación del Corredor Norte





III.8.1. MEMORIA TÉCNICA

Este anteproyecto, corresponde a la Obra “III.B.b.8- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple - Sector Norte” del “Plan Director de Acciones Estructurales y No estructurales”, prevista en el marco del “Plan de Manejo y Gestión de Efluentes Cloacales de la ciudad de Trelew”, conforme los Informes Parciales y su Informe Final.

La obra se integra al grupo identificado como “III.B.b.”, correspondiente al conjunto de obras que componen la “PLANTA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES)”.

Componen esta memoria técnica en general, todos los Informes que componen el Plan señalado, y en particular, las partes de los Informes Parciales e informe Final que en cada caso se cita o referencia.

a) Antecedentes y estudios previos

Recopilación de antecedentes.

El Tomo I (Estudios Básicos Generales) del Informe Parcial 3a (Diciembre 2005), desarrolla el grueso de las investigaciones de campo y estudios generales para el análisis de alternativas, factibilidad, anteproyecto y elaboración de este Plan Director.

El Capítulo 2 del Tomo I (Estudios Básicos generales), describe en detalle la “Recopilación de Información y Antecedentes” que se considera de interés al desarrollo de este Convenio y que ha sido incorporada, con la cita de su origen o fuente, para su utilización o tratamiento.

Topografía

El “Capítulo 8, Topografía de Apoyo” del “Informe Parcial 3a: Estudios Básicos Generales”, describe relevamientos topográficos efectuados de apoyo a georreferenciación de imágenes satelitales y validación del modelo digital de terreno (MDT), que conformó en gran parte el plano base planialtimétrico.

Todas las coordenadas planas y geográficas están expresadas en Sistema WGS84-Proyección GAUSS KRUGER (Posgar). Las cotas consignadas están en el Sistema de referencia altimétrico IGM.

En el punto “II.2.6 Topografía de Apoyo” de la sección “II.2 Investigaciones de Campo” de este Informe Final se describen los trabajos de Topografía complementarios realizados para el desarrollo de los anteproyectos que componen el Plan de Acciones Estructurales.

Los trabajos incorporados en esta etapa comprenden relevamientos topobatimétricos en la zona de Lagunas III, IV y V, que se suman a la documentación técnica existente y que ampliaron la información para la construcción del plano base planialtimétrico. Se complementa además, con reconocimientos expeditivos de campo y aéreos que son expuestos seguidamente en los respectivos Anexos.





La información cartográfica y topográfica recopilada, los nuevos relevamientos de campo, el modelo digital de terreno y la interpretación digital de imágenes satelitales georreferenciadas, permitió la construcción de un plano base planialtimétrico (Ref. Plano N° III.5.3) y su ampliación a escala de proyecto en la zona de ejecución de los reservorios y lagunas temporales de evaporación. (Ref. (II.2.6. del Informe Final).

El Proyecto Ejecutivo deberá efectuar relevamientos detallados de campo para el ajuste de geometría de terraplenes conforme los parámetros de diseño que se proveen en estos estudios.

Trazas

La traza del Corredor Norte y su obras complementarias, con los principales datos geométricos, quedan definidas según los planos respectivos, donde se muestran las coordenadas Gauss Krüger (IGM), (sistema de referencias WGS84 – POSGAR).

Hidrología

En el punto “7.1. Hidrología: Análisis Preliminar de Balance Hídrico en Cuerpos Lagunares” del tomo Anexo, del Informe de Etapa I: Análisis y Pre-Selección de Alternativas”, se desarrollan los conceptos básicos del modelo de simulación hidráulica utilizado para analizar el funcionamiento y estimar los parámetros hidráulicos de los reservorios.

El “Capítulo II.2 Investigaciones de Campo” del Informe Final, contiene un apartado específico “II.2. Hidrología Superficial” que describe los estudios de Hidrología realizados. El Capítulo “II.5 Anexos: Estudios Básicos Complementarios y Otros Estudios” en el punto “II.5.1. Hidrología Superficial (estudios complementarios)” desarrolla los siguientes puntos:

- II.5.1.1 Análisis de crecidas máximas de torrentes que aportan al área de lagunas II, III, IV, V y VI (Escorrentías rurales o desde meseta). El objeto del apartado es analizar crecidas máximas de torrentes que aportan al área de lagunas II, III, IV, V y VI (escorrentías rurales o desde meseta).
- II.5.1.2. Ajuste de simulación de balance hídrico superficial en el sistema de lagunas (paso medio mensual). El objeto del apartado es la determinación de estimadores del balance hídrico superficial de los cuerpos de aguas para la situación con proyecto (A21).

Suelos

En el Capítulo “II.5.3. Suelos y Geotecnia” de este Informe Final de Factibilidad, Anteproyecto y Plan Director, se informan los ensayos de suelos realizados en campo para una decena de calicatas y pozos de muestreo, y ensayos de laboratorio en un promedio de 3(tres) muestras por cada pozo o calicata de profundidad aproximada a 3,0 m.

Los ensayos realizados por el LABIEVI (Laboratorio de Investigaciones y Ensayos de Suelos), comprenden la determinación de distintas constantes





físicas (humedad, índice plástico, granulometría, factor de número de golpes), inspección expeditiva, e informe detallado de los resultados. La ubicación de los pozos y calicatas se presenta en el Plano N° II.5.4.

Para el área de trabajo, en la zona de desarrollo del Corredor Norte, se ejecutaron 4(cuatro) sondeos, Rf. 1, 8, 9 y 11, ubicados sobre el área existente entre la Laguna IV y la barda norte.

Si bien a partir de ello se cuenta con una caracterización de los suelos a excavar y a ser utilizados parcialmente para la construcción de terraplenes, y de las condiciones de los suelos donde serán fundados gran parte de los mismos, en la etapa de Proyecto Ejecutivo deberán realizarse nuevos sondeos en coincidencia con los trazados definitivos y en cantidad acorde a la extensión y características del proyecto.

En particular, dentro de los estudios a realizar en la etapa de Proyecto Ejecutivo, deberán ejecutarse sondeos sobre los sitios actualmente sumergidos que soportarán el terraplén divisorio entre las lagunas V y IV.

Hidrometeorología

El Capítulo 10 del Informe Parcial 3a “Estudios Básicos Generales” resume las diversas situaciones meteorológicas observadas en el área de influencia de la ciudad de Trelew.

Se basa en los análisis y resúmenes presentados en el estudio de “Información meteorológica de la ciudad de Trelew – Análisis estadístico y clasificación climatológica” (Chachero, M. J., 2005). En este informe se presentan datos registrados, analizados y computados por diferentes organismos, aunque se da un especial énfasis al estudio de precipitaciones, por su incidencia fundamental en el balance hidrológico.

Desde un punto de vista ambiental, se hace indispensable la descripción de las variables meteorológicas a fin de describir y clasificar el clima de la región en estudio, e identificar los posibles impactos que pueden devenir del mismo, y las correspondientes acciones que deberán preverse para mitigarlos.

Aspectos ambientales

Para la selección del emplazamiento de los corredores se ha procurado optimizar el resultado de los efectos ambientales buscados, minimizando además los impactos negativos derivados de la construcción de las obras.

El análisis de los aspectos ambientales del proyecto se incluye en el Capítulo IV.2 del Informe Final.

b) Conformación de las obras

Comprende las obras civiles destinadas a asegurar la separación de las áreas destinadas a la recepción y tránsito de aguas pluviales y de escorrentía local de aquellas que recibirán efluentes tratados, incluyendo las obras destinadas a asegurar el escurrimiento de excedentes pluviales en su dirección natural hacia el este.





Corredor de Terraplenes y Caminos

La obra principal está constituida por un terraplén que nace en la margen sur de la Laguna II, en el extremo noreste de la Planta de Tratamiento (III.8.a.-Ref. 11), con dirección ENE.

El trazado del terraplén define un nuevo contorno máximo para la Laguna II, pasando luego entre las lagunas V y III siguiendo los sectores naturales de mayor altura. Continúa luego materializando una división entre las lagunas V y IV (ref. 5) en el sector donde alcanza su mayor altura sobre la fundación, para continuar bordeando la Laguna IV sobre su margen Norte y, finalmente, Este.

El cuerpo del terraplén estará constituido por arcillas y limos plásticos originados en excavaciones del área comprendida entre la Laguna IV y la barda norte del valle; tendrá generalmente un coronamiento de 3,50 metros de ancho y taludes laterales 2H:1V. Llevará un enripiado superior para el tránsito y protecciones de taludes, según se describe a continuación.

En sitios específicos distantes no más de 500 m entre si, cuya ubicación se determinará en el Proyecto Ejecutivo, se producirán ensanchamientos que permitan el estacionamiento o sobre paso de vehículos sobre los terraplenes.

Los volúmenes de obra que se indican a continuación, utilizados para la formulación del presupuesto de los trabajos, surge de la base topográfica disponible y se hallan sujetos a los ajustes que surjan de los relevamientos y verificaciones a ejecutar en la etapa de Proyecto Ejecutivo.

El **Tramo I**, de casi 1.500 m de longitud, recorre desde el extremo de la Planta de Tratamiento Este hasta el comienzo del sector de separación de las lagunas V y IV.

Su coronamiento alcanzará la cota 7,50, resultando en alturas variables con máximas de 1,50 metros aproximadamente.

Sobre ambos paramentos llevará un revestimiento de protección de suelo granular con alto contenido de gravas.

El volumen total de esta parte de la obra alcanza los 15.000 m³ de rellenos.

El **Tramo II**, con una longitud de cercana a los 1.800 m, constituye el sector de mayor compromiso de la obra, por ser el de mayor altura y requerir su construcción con presencia de las aguas que ocupan el área de implantación. Con su coronamiento a cota 7,50 m, alcanzará una altura máxima de 4,25 m sobre el terreno natural.

Su coronamiento tendrá 4,50 m de ancho y llevará revestimiento de protección sobre ambos paramentos. En los sectores de menor altura, a lo largo de 1.100 m en que el nivel de terreno natural es mayor o igual a 5,00 m, se dispondrá una protección de gravas, mientras que en los de mayor altura, con una longitud de 700 m, se colocará un enrocado tipo rip rap protegiendo la zona superior de los paramentos.





Para la construcción del sector de la obra actualmente bajo agua se ha previsto, asumiendo la hipótesis de nivel de agua menor o igual a la cota 5,00 m en la época de construcción, el procedimiento que se describe a continuación.

Se construirán desde los extremos secos dos terraplenes de avance laterales con compactación por tránsito en tramos que podrán tener una longitud de unas pocas decenas de metros. Ejecutado un tramo se unirán sus extremos mojados y se procederá al vaciado del recinto resultante para la construcción del sector central del cuerpo del terraplén, el que seguirá un procedimiento de colocación y compactación del material plástico bien controlado, intercalando filtros con el relleno lateral.

Una vez cerrado el recinto del tramo siguiente, se removerá el sector central del tramo anterior ejecutado sobre agua para lograr la continuidad del núcleo impermeable central.

La obra avanzará en sucesivos tramos desde ambos extremos secos hasta alcanzar su cierre definitivo en el sector de mayor profundidad.

Dentro de este tramo se construirá una obra de vinculación hidráulica tipo alcantarillado con compuertas entre ambas lagunas, constituida por un tubo de PVC de 500 mm de diámetro que atravesará en terraplén y, en ambos extremos, obras de cabecera de hormigón armado equipadas con compuertas panas de acero, con sus guías, elementos de estanqueidad y mecanismos de maniobra.

Se ha previsto para esta para esta parte de la obra un volumen aproximado de 42.000 m³ de rellenos.

La obra correspondiente al **Tramo III**, de 2.450 m de longitud, consiste en la construcción del camino perimetral sobre la margen Norte de la Laguna IV, con 3,5 m de ancho de calzada. Se ha previsto para ello el destape, la compactación de los suelos del lugar, el aporte de suelos plásticos y el enripiado final hasta alcanzar la cota de coronamiento prevista que, como mínimo, seguirá un plano que comienza en 7,50 m y finaliza en 7,00 siguiendo una pendiente uniforme en su recorrido. En todos los casos se asegurará que la calzada quede sobreelevada un mínimo de 0,50 m con respecto al terreno natural del sector.

El volumen total de rellenos para esta parte de la obra se ha calculado en 9.500 m³ aproximadamente.

Finalmente, el **Tramo IV** bordea la margen Este de la Laguna IV, con un desarrollo de 750 m, constituyendo un camino de características similares a las del Tramo III, con el agregado de un revestimiento de protección de enrocado sobre el paramento mojado (lado Oeste, sobre la laguna).

El volumen total de esta parte de la obra alcanza los 3.200 m³ de rellenos.





La longitud total del Corredor de Terraplenes y Caminos descrito alcanza aproximadamente unos 6.500 metros. Para su construcción serán necesarios unos 51.000 m³ de relleno de suelo Tipo 1, procedente de la excavación del Canal V-VI, y unos 19.000 m³ de materiales de cantera (suelos Tipo 2, 3 y 4), totalizando cerca de 70.000 m³ de relleno.

Los materiales constitutivos de los terraplenes se han clasificado como:

Suelo Tipo 1:

El material a utilizar para la conformación del cuerpo de los terraplenes estará constituido por mezclas de limos y arcillas de mediana a alta plasticidad, con un contenido mínimo de cuarenta por ciento (40 %) de materiales que pasan el tamiz de malla N° 200.

Se prevé la disponibilidad de este tipo de suelo a partir de las excavaciones a practicar para la construcción del canal de drenaje entre las lagunas V y VI.

Suelo Tipo 2:

Se utilizará como recubrimiento de protección en paramentos mojados de sitios no sometidos a fuerte proceso de erosión por oleaje, y para la conformación de la capa superior del terraplén destinada al tránsito vehicular.

Estará constituido por grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 3" y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %. La capa superior, de 20 cm de espesor, destinada al tránsito vehicular, tendrá un tamaño máximo de 1".

Filtro Tipo 3:

Se utilizará como transición entre los espaldones formados con suelos Tipo 2 y el núcleo de suelo Tipo 1 en la zona central del Tramo IV, por debajo de la cota 5,00 m.

Estará constituido por arenas, cuya granulometría será determinada en la etapa de Proyecto Ejecutivo en función del origen y la composición del suelo Tipo 2 a utilizar.

Protección de enrocado tipo 4:

Estará formado por rocas volcánicas inalterables, libres de fracturas, procedentes de canteras o plantas de corte de la zona.

El cincuenta por ciento (50 %) del material deberá estar bien graduado con piedras de un tamaño comprendido entre 0,10 m y 0,16 m. El cuarenta por ciento (40 %) deberá estar bien graduado con piedras comprendidas entre 0,10 m y 0,05 m (2").

Canales dragados entre Laguna II y Laguna V

La intercepción del escurrimiento natural de las aguas a producir mediante el terraplenado sobre la Laguna II lleva a la necesidad de recuperar la continuidad de las vías de flujo de las aguas pluviales mediante canalizaciones, según se indican con las referencias 3 y 4 de la Fig.III.8.a.





El **Canal II** (ref. 3), tendrá 550 m de longitud aproximada, mientras el **Canal II-V** tendrá unos 600 m de longitud.

Se ha previsto en ambos casos el dragado de canales con una solera de 15 metros de ancho a cota 5,00 m y taludes laterales 2,5H:1V.

Los materiales producto de las excavaciones serán depositados en el área comprendida entre el Canal V-VI y el camino perimetral norte de la Laguna IV, evitando su depósito en zonas de posible arrastre por el escurrimiento de aguas pluviales hacia el canal.

Canal de drenaje pluvial Laguna V – Laguna VI

El canal a construir, denominado **Canal V-VI**, tendrá 4.000 metros de longitud aproximada, y se hallará totalmente excavado en los suelos naturales existentes a lo largo del trazado. Su trazado será en gran parte del recorrido paralelo al camino perimetral norte de la Laguna IV, previendo una distancia mínima entre ejes de ambas obras de 75 metros.

La embocadura en la Laguna V se materializará con la solera a cota 5,00 m, y tendrá una pendiente uniforme de 0,0375 %, resultante de un desnivel de 1,50 m a lo largo de su recorrido.

La solera del canal tendrá 8 m a lo largo de los primeros 2.500 m en que su función es de tipo preventivo y prácticamente no recibe aportes laterales de la barda norte.

En el último tramo, de unos 1500 metros de longitud, el canal se ensancha para alcanzar una solera de 25 m de ancho y coleccionar los aportes del cañadón c3 (s/hidrología) procedente de la terraza intermedia.

La obra a realizar incluye la canalización del ingreso del citado cañadón al Canal V-VI, cuya definición surgirá del Proyecto Ejecutivo en función del relevamiento topográfico a realizar en el área.

En todos los casos se ha previsto una sección trapecial que tendrá los taludes con una inclinación 2H:1V, con un coeficiente de rugosidad estimado en 0,033.

El dimensionamiento del canal tiene por objeto brindar un margen de seguridad al sistema de drenaje pluvial para evitar el ingreso de aportes a la Laguna IV.

En el primer tramo solo se prevé la eventualidad de ocurrencia de pequeños excedentes desde la Laguna V, mientras que en el segundo tramo se incorporan los caudales surgidos del estudio hidrológico de la subcuenca correspondiente, todos ellos a ser derivados hacia la Laguna VI.

Las tablas III.8.1.a. y III.8.1.b. presentan las características hidráulicas del escurrimiento en los tramos de canal indicados, bajo la hipótesis simplificada de considerar una pendiente uniforme a lo largo de los dos tramos, como si el aporte de la última subcuenca se sumara con la misma cota de la superficie que presenta el Tramo I.





Tirante h (m)	Ancho Sup. B (m)	Area A (m ²)	Vel. Media U (m/s)	Caudal Q (m ³ /s)	Nº Froude F -	Energía Ppia. H (m)	Cota Lag. V (m)
0,05	8,20	0,41	0,079	0,03	0,11	0,05	5,05
0,10	8,40	0,82	0,124	0,10	0,13	0,10	5,10
0,20	8,80	1,68	0,193	0,32	0,14	0,20	5,20
0,30	9,20	2,58	0,249	0,64	0,15	0,30	5,30
0,40	9,60	3,52	0,297	1,04	0,15	0,40	5,40
0,50	10,00	4,50	0,339	1,53	0,15	0,51	5,51
0,60	10,40	5,52	0,378	2,09	0,16	0,61	5,61
0,70	10,80	6,58	0,413	2,72	0,16	0,71	5,71
0,80	11,20	7,68	0,446	3,43	0,16	0,81	5,81
0,85	11,40	8,25	0,462	3,81	0,16	0,86	5,86
0,90	11,60	8,82	0,477	4,21	0,16	0,91	5,91
1,00	12,00	10,00	0,506	5,06	0,16	1,01	6,01
1,10	12,40	11,22	0,534	5,99	0,16	1,11	6,11
1,20	12,80	12,48	0,561	7,00	0,16	1,22	6,22
1,25	13,00	13,13	0,573	7,53	0,16	1,27	6,27
1,30	13,20	13,78	0,586	8,07	0,16	1,32	6,32
1,40	13,60	15,12	0,610	9,23	0,16	1,42	6,42
1,50	14,00	16,50	0,634	10,45	0,17	1,52	6,52
1,57	14,28	17,49	0,649	11,36	0,17	1,59	6,59
1,60	14,40	17,92	0,656	11,76	0,17	1,62	6,62
1,70	14,80	19,38	0,678	13,14	0,17	1,72	6,72
1,80	15,20	20,88	0,699	14,60	0,17	1,82	6,82
1,90	15,60	22,42	0,720	16,14	0,17	1,93	6,93
1,96	15,84	23,36	0,732	17,10	0,17	1,99	6,99
2,00	16,00	24,00	0,740	17,76	0,17	2,03	7,03
2,10	16,40	25,62	0,760	19,46	0,17	2,13	7,13
2,20	16,80	27,28	0,779	21,25	0,17	2,23	7,23
2,30	17,20	28,98	0,798	23,12	0,17	2,33	7,33
2,40	17,60	30,72	0,816	25,07	0,17	2,43	7,43

Tabla III.8.1.a. Características de funcionamiento del Canal V-VI Tramo 1, B=8m





Tirante h (m)	Ancho Sup. B (m)	Area A (m ²)	Vel. Media U (m/s)	Caudal Q (m ³ /s)	Nº Froude F -	Energía Ppia. H (m)	Cota Lag. V (m)
0,05	25,20	1,26	0,079	0,10	0,11	0,05	5,05
0,10	25,40	2,52	0,126	0,32	0,13	0,10	5,10
0,20	25,80	5,08	0,198	1,01	0,14	0,20	5,20
0,30	26,20	7,68	0,258	1,98	0,15	0,30	5,30
0,40	26,60	10,32	0,311	3,21	0,16	0,40	5,40
0,50	27,00	13,00	0,358	4,66	0,16	0,51	5,51
0,60	27,40	15,72	0,402	6,33	0,17	0,61	5,61
0,70	27,80	18,48	0,443	8,20	0,17	0,71	5,71
0,80	28,20	21,28	0,482	10,26	0,17	0,81	5,81
0,85	28,40	22,70	0,501	11,36	0,17	0,86	5,86
0,90	28,60	24,12	0,519	12,51	0,17	0,91	5,91
1,00	29,00	27,00	0,554	14,95	0,18	1,02	6,02
1,10	29,40	29,92	0,587	17,56	0,18	1,12	6,12
1,20	29,80	32,88	0,619	20,34	0,18	1,22	6,22
1,25	30,00	34,38	0,634	21,80	0,18	1,27	6,27
1,30	30,20	35,88	0,649	23,30	0,18	1,32	6,32
1,40	30,60	38,92	0,679	26,43	0,18	1,42	6,42
1,50	31,00	42,00	0,708	29,73	0,18	1,53	6,53
1,57	31,28	44,18	0,727	32,13	0,19	1,60	6,60
1,60	31,40	45,12	0,735	33,19	0,19	1,63	6,63
1,70	31,80	48,28	0,762	36,81	0,19	1,73	6,73
1,80	32,20	51,48	0,789	40,59	0,19	1,83	6,83
1,90	32,60	54,72	0,814	44,54	0,19	1,93	6,93
1,96	32,84	56,68	0,829	46,98	0,19	2,00	7,00
2,00	33,00	58,00	0,839	48,64	0,19	2,04	7,04
2,10	33,40	61,32	0,863	52,91	0,19	2,14	7,14
2,20	33,80	64,68	0,886	57,33	0,19	2,24	7,24
2,30	34,20	68,08	0,909	61,92	0,19	2,34	7,34
2,40	34,60	71,52	0,932	66,66	0,19	2,44	7,44

Tabla III.8.1.b. Características de funcionamiento del Canal V-VI Tramo 2, B=25m

El material producto de la excavación que no sea aprovechado para la conformación de cuerpos de terraplén en otros sectores de la obra, será dispuesto en el área comprendida entre el canal y el camino perimetral norte de la Laguna IV, evitando su depósito en zonas de posible arrastre por el escurrimiento de aguas pluviales hacia el canal.

Obras de arte

En el tramo final del canal se presentan algunas interferencias que deberán ser adecuadamente resueltas.

Cruce del canal de riego

Se ha previsto que el canal de drenaje pluvial cruce por encima del canal de riego que abastece la chacra N° 62 B.





Para ello, se construirá un sifón invertido en hormigón armado, adoptando para ello una sección interior cuadrada de 1,0 m de lado, con una longitud total de 35 metros.

Alcantarillado camino vecinal

En el cruce del canal con el camino de acceso a la Chacra N° 62B se producirán mejoras en la infraestructura vial existente asegurando la máxima transitabilidad del camino, aún con aportes pluviales desde la Laguna V.

Para ello, se dispondrá una alcantarilla de hormigón armado con sus respectivas cabeceras, dimensionada para los caudales máximo previstos para un período de retorno de 10 años. Se ha previsto para ello una sección compuesta por 13 vanos de 2 m de ancho por 1,0 m de altura y 4,0 m de largo (en el sentido del canal). La misma será dimensionada para funcionar como vado para crecidas cuyos tirantes superen la altura de la estructura.

La cota de solera será al atravesar la alcantarilla de 3,50 m, previendo además que la cota de la calzada será de 4,75 m. Se completará la obra con la adecuación del camino en las proximidades del cruce.

Descarga a la Laguna VI

Aguas abajo del alcantarillado anterior se realizarán los movimientos de suelos necesarios para adecuar la descarga a la Laguna VI, mediante una transición suave que facilite el escurrimiento hacia el reservorio.

El diseño final de la misma se realizará en la etapa de Proyecto Ejecutivo luego del relevamiento topográfico del sector.





III.8.2. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras que integran el componente III.B.b.8.

ITEM	DESIGNACION	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
Nº	Descripción			(\$/U)	(\$)
Corredor de Terraplenes y Caminos					
Tramo I					
1	Limpieza y destape	13500	m ²	1,1	14580
2	Relleno de Suelo Tipo 1	10320	m ³	15,0	154800
3	Relleno de Suelo Tipo 2	4577	m ³	16,0	73238
Tramo III					
4	Limpieza y destape	18728	m ²	\$ 1,10	\$ 20.226,00
5	Relleno de Suelo Tipo 1	32626	m ³	\$ 15,00	\$ 489.238,00
6	Relleno de Suelo Tipo 2	6050	m ³	\$ 16,00	\$ 96.802,00
7	Filtro Tipo 3	1165	m ³	\$ 30,00	\$ 34.962,00
8	Recubrimiento Tipo 4	2442	m ³	\$ 50,00	\$ 122.108,00
9	Obra de alcantarillado con compuertas	1	Gl.	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Tramo IV					
10	Limpieza y destape	14700	m ²	\$ 1,10	\$ 15.876,00
11	Relleno de Suelo Tipo 1	6493	m ³	\$ 15,00	\$ 97.338,00
12	Relleno de Suelo Tipo 2	3014	m ³	\$ 16,00	\$ 48.216,00
Tramo V					
13	Limpieza y destape	3975	m ²	\$ 1,10	\$ 4.293,00
14	Relleno de Suelo Tipo 1	1350	m ³	\$ 15,00	\$ 20.250,00
15	Relleno de Suelo Tipo 2	1485	m ³	\$ 16,00	\$ 23.760,00
16	Recubrimiento Tipo 4	386	m ³	\$ 50,00	\$ 19.294,00
Subtotal I					\$ 1.280.175,00
Canales dragados entre Lagunas II y V					
17	Dragado de canales	20125	m ³	\$ 9,50	\$ 191.188,00
Subtotal II					\$ 191.188,00
Canal V - VI					
18	Excavación en suelos	141000	m ³	\$ 6,80	\$ 951.750,00
19	Sifón invertido p/cruce canal de riego	1	Gl.	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00
20	Alcantarillado camino vecinal	1	Gl.	\$ 85.400,00	\$ 85.400,00
21	Descarga a Laguna VI	1	Gl.	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Subtotal III					\$ 1.145.150,00
22	Gastos varios y ajuste				\$ 3.488,00

TOTAL	\$ 2.620.000,00
--------------	------------------------

Tabla III.8.2.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras





Los precios incluidos en la Tabla III.8.2.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





MUNICIPALIDAD DE TRELEW
PROVINCIA DEL CHUBUT
PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW



PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Corredor de Terraplenes y Caminos														
	Tramo I														
1	Limpieza y destape	0,56%	14.580	40%	30%	30%									
2	Relleno de Suelo Tipo 1	5,91%	154.800		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%	15%		
3	Relleno de Suelo Tipo 2	2,80%	73.238				10%	15%	15%	15%	15%	15%	10%	5%	
	Tramo III														
4	Limpieza y destape	0,77%	20.226	30%	40%	30%									
5	Relleno de Suelo Tipo 1	18,68%	489.383		10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	5%			
6	Relleno de Suelo Tipo 2	3,69%	96.802					20%	20%	20%	20%	20%			
7	Filtro Tipo 3	1,33%	34.962					30%	30%	30%	10%				
8	Recubrimiento Tipo 4	4,66%	122.108					30%	30%	30%	10%				
9	Obra de alcantarillado con compuertas	1,72%	45.000							30%	30%	40%			
	Tramo IV														
10	Limpieza y destape	0,61%	15.876				20%	20%	15%	15%	15%	15%			
11	Relleno de Suelo Tipo 1	3,72%	97.388					10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	
12	Relleno de Suelo Tipo 2	1,84%	48.216						15%	15%	20%	20%	20%	10%	
	Tramo V														
13	Limpieza y destape	0,16%	4.293						20%	20%	30%	30%			
14	Relleno de Suelo Tipo 1	0,77%	20.250							20%	20%	20%	20%	20%	
15	Relleno de Suelo Tipo 2	0,91%	23.760								20%	20%	20%	20%	20%
16	Recubrimiento Tipo 4	0,74%	19.294												100%
	Canales dragados entre Lagunas II y V														
17	Dragado de canales	7,30%	191.188										50%	40%	10%
	Canal V - VI														
18	Excavación en suelos	36,33%	951.750		10%	12%	12%	12%	12%	12%	14%	16%			
19	Sifón invertido p/cruce canal de riego	1,83%	48.000										50%	50%	
20	Alcantarillado camino vecinal	3,26%	85.400								30%	40%	30%		
21	Alcantarillado camino vecinal	2,29%	60.000									50%	50%		
22	Gastos varios y ajuste	0,13%	3.488												100%
		100,00%	\$ 2.620.000												
Previsto	% de avance del mes			0,454%	6,57%	7,22%	8,15%	11,20%	11,67%	12,34%	13,13%	13,33%	9,11%	5,05%	1,78%
	% de avance acumulado			0,454%	7,021%	14,238%	22,390%	33,592%	45,258%	57,593%	70,724%	84,052%	93,167%	98,219%	100%
	Inversión del mes (\$)			\$ 11.900	\$ 172.058	\$ 189.070	\$ 213.596	\$ 293.478	\$ 305.645	\$ 323.195	\$ 344.028	\$ 349.198	\$ 238.811	\$ 132.369	\$ 46.653
	Inversión acumulada (\$)			\$ 11.900	\$ 183.958	\$ 373.028	\$ 586.624	\$ 880.103	\$ 1.185.747	\$ 1.508.942	\$ 1.852.970	\$ 2.202.168	\$ 2.440.979	\$ 2.573.348	\$ 2.620.000

Tabla III.8.2.b. Plan de Trabajo e Inversiones



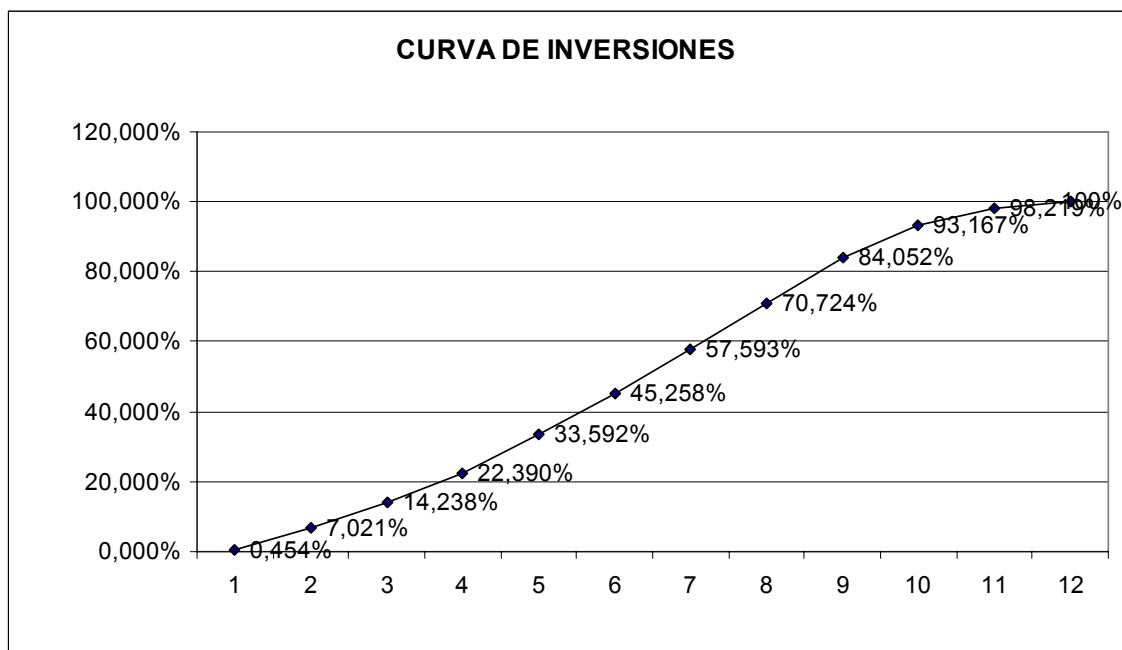


Fig. III.8.2.a.. Curva de Inversiones

III.8.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones que correspondan esta obra se propondrán en la etapa ejecutiva del proyecto, conforme se definen en los respectivos Términos de Referencia de dicho Proyecto Ejecutivo.

III.8.4. PLANOS

III.B.b		SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
	1	Ubicación y Planta General de las Obras
8		CRER: Contorno de Reservas en Rehabilitación.Sector Norte
	1	Planta, Perfil Longitudinal y Sección Típica - Tramo I
	2	Planta, Perfiles Longitudinales y Secciones Típicas - Tramo II
	3	Secciones Transversales - Tramo I
	4	Secciones Transversales - Tramo II
	5	Obras de Arte

Tabla III.8.4.a. Detalle de Planos





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Componente:

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE:

CRER, CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN. SECTOR SUR

**CORREDOR DE TERRAPLENES Y CAMINOS DE ACCESO CON FUNCIONALIDAD
MÚLTIPLE - SECTOR SUR**

Plazo de Ejecución: 9 meses

Presupuesto: \$ 1.175.000.-





III.9. COMPONENTE: CRER, CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN. SECTOR SUR

CORREDOR DE TERRAPLENES Y CAMINOS DE ACCESO CON FUNCIONALIDAD MÚLTIPLE - SECTOR SUR

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

El *Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew*, prevé que una parte de los efluentes cloacales generados por la ciudad, sea derivada al sistema de tratamiento de zona Este, con las siguientes características funcionales:

- Suprime el actual vertido de efluentes cloacales crudos a la Laguna III, y construye una planta de tratamiento en estanques de estabilización y humedales donde se depuraran los efluentes cloacales restantes, que por su elevado tenor salino no resultan actualmente aptos para el reuso en riego.
- Procura un nuevo equilibrio hidroambiental del sistema de lagunas para lo cual reduce sustancialmente los efluentes tratados que deriva hacia las lagunas III y IV, aísla estos efluentes tratados del resto de las aguas pluviales, reduce sustancialmente la masa hídrica del sistema y consecuentemente la superficie actualmente inundada.
- Propone remediar progresivamente las áreas degradadas en torno a las actuales lagunas, manteniendo niveles compatibles con el equilibrio ecológico y particularmente su avifauna, contando para ello con las obras del corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple del “Contorno de Reservas en Rehabilitación” (CRER), acompañada de acciones no estructurales que refuerzan y complementan esta fortaleza del plan.
- Para los riesgos derivados de los volúmenes excedentes a la capacidad de disposición final en reuso o en evaporación en lagunas, se construye una tercer planta de tratamiento, donde los líquidos ya depurados son refinados en humedales, previendo su derivación al mar a través del Río Chubut en cercanías de su desembocadura, garantizando así la seguridad hídrica del sistema de lagunas.

Las principales acciones estructurales a realizar sobre la zona este de la ciudad de Trelew, comprenden la construcción de una Planta de Tratamiento de Efluentes y de una serie de obras destinadas a la recuperación de áreas afectadas por el funcionamiento del sistema lagunar en las condiciones actuales. Los efluentes tratados en la citada planta serán dispuestos finalmente en las Lagunas III y IV. Una parte de la misma recibirá un tratamiento en humedales en previsión de su desvío al Río Chubut.

Esta obra, responde al componente del “Contorno de Reservas en Rehabilitación, CRER”, que como se ha señalado tiene por objeto construir





un corredor de terraplenes y caminos de accesos de múltiples funcionalidades.

Demás de los componentes estructurales, el CRER se complementa con el componentes no estructurales, particularmente el CEDIEA, Centro de Documentación, Información y Educación Ambiental, y su sub programa de infraestructura, previsto al ingreso del corredor de terraplenes-accesos con un auditorio, sala de exhibición, sala de proyección, oficina, sanitarios y playa de estacionamiento.

Las funcionalidades múltiples previstas para el Corredor de Terraplenes-Accesos, son:

- Delimitar físicamente el contorno de las reservas lagunares a rehabilitar mediante la ejecución del Plan Director, separando los ecosistemas lagunares de acuerdo al grado de salinidad de sus aguas, a los fines de una rehabilitación específica a cada uno de ellos.
- 3.1.2. Delimitar físicamente el contorno de las reservas lagunares a rehabilitar a los fines de re-plantear en forma permanente en el terreno las áreas que no podrán ser ocupadas o destinadas a otros usos que no sean vinculados a la rehabilitación del área (usos habitacionales, producción agrícola, pastoreo, cría de animales domésticos no destinados a uso recreativo, etc.
- 3. 1.3 Suministrar una vía de acceso que permita la realización de las siguientes funciones:
 - 3.1.3.1 Sendero de Interpretación de Sistemas Acuáticos Continentales. La función requiere el acceso de vehículos de mediano porte con capacidad de hasta 15 personas, para el desarrollo de visitas guiadas con fines educativos, recreativos, de educación ambiental.
 - 3.1.3.2 Suministrar una vía de acceso para vehículos de con fines de investigación y monitoreo del sistema lagunar.
 - 3.1.3.3 Suministrar una vía de acceso para el tránsito de vehículos de servicio relacionados con obras de mantenimiento del sistema lagunar.
 - 3.1.3.4 Permitir el uso como bicisenda (dos manos a cada lado de la senda de automotores).
 - 3.1.3.5 Permitir el uso como senda para tránsito equino (en tramos especiales sin carpeta asfáltica).
 - 3.1.3.6 Actuar como defensa de eventuales crecidas en el sistema lagunar.

Para ello, se construirán una serie de obras a efectos de materializar una separación de las lagunas III y IV de las áreas destinadas a la recepción y el tránsito de aguas pluviales, incluyendo las lagunas II y V y el sector comprendido entre la Laguna IV y la barda norte.





Por otra parte, el contorno de las lagunas II y IV asegurará el control de los aportes a las mismas para todas las condiciones de funcionamiento previstas, incluidas aquellas de carácter extraordinario, y evitará todo tipo de desbordes o sobrepaso hacia el sur de las mismas.

Las acciones estructurales del CRER se han subdividido en tres componentes: CRER Norte, CRER Sur y CRER: Obras complementarias de protección y control aluvional.

- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple - Sector Norte: Incluye terraplén y camino de acceso iniciando en el extremo noreste de la Planta de Tratamiento (referencia 11) y con trayectoria al norte de las lagunas III y IV, culminando al este de esta última (ref. 8). Asimismo, son parte de esta obra los canales a dragar en Laguna II (ref. 3), entre Laguna II y Laguna V (ref. 4), y el canal de drenaje pluvial entre Laguna V y Laguna VI (ref. 7). El último canal llevará además las obras de arte destinadas al cruce del canal de riego bajo el tramo final del canal y una de alcantarillado en el camino de acceso a chacras ubicado en el mismo sector (ref. 12)
- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple - Sector Sur: Incluye terraplén y camino de acceso iniciando en la referencia (1) y con trayectoria al sur de la planta de tratamiento y de las lagunas III y IV, culminando en el extremo de la obra norte (ref. 8)
- Obras Complementarias de Protección y Control Aluvional: Incluye la defensa aluvional (ref. 6) por aportes del cañadón indicado en la figura como “B”, y un tramo de camino de empalme entre los caminos perimetrales a la Laguna IV y la red de caminos vecinales existente (ref. 13).

Se ha previsto, en consecuencia, la construcción de una serie de terraplenes y obras complementarias cuyos objetivos fundamentales son:

- la separación de las lagunas en rehabilitación que recibirán aguas pluviales y de escorrentía local (II y V) de aquellas que recibirán aguas tratadas (III y IV)
- la defensa del sistema de tratamiento de efluentes cloacales en oportunidad de grandes crecidas
- la definición de cotas máximas de inundación previstas y delimitación de las áreas afectadas por el sistema a efectos de impedir el asentamiento habitacional no-planificado
- el acceso al área de lagunas para su inspección y servicio de mantenimiento
- el acceso público a efectos de la expansión de las oportunidades de esparcimiento de la zona

Esta obra en particular, comprende la configuración de los terraplenes del CRER “SUR”, subdividido tramos que van desde el sur de la Planta de Tratamiento de zona Este, hasta el perilago Este de la Laguna IV, siguiendo en general la traza del antiguo terraplén de la vía.





Fig. III.9.a. –Contorno de Reservas en Rehabilitación- CRER. Disposición General de Obras y Ubicación del Corredor Sur





III.9.1. MEMORIA TÉCNICA

Este anteproyecto, corresponde a la Obra “III.B.b.9.- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple - Sector Sur” del “Plan Director de Acciones Estructurales y No estructurales”, prevista en el marco del “Plan de Manejo y Gestión de Efluentes Cloacales de la ciudad de Trelew”, conforme los Informes Parciales y su Informe Final.

La obra se integra al grupo identificado como “III.B.b.”, correspondiente al conjunto de obras que componen la “PLANTA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES)”.

Componen esta memoria técnica en general, todos los Informes que componen el Plan señalado, y en particular, las partes de los Informes Parciales e informe Final que en cada caso se cita o referencia.

a) Antecedentes y estudios previos

Recopilación de antecedentes.

El Tomo I (Estudios Básicos Generales) del Informe Parcial 3a (Diciembre 2005), desarrolla el grueso de las investigaciones de campo y estudios generales para el análisis de alternativas, factibilidad, anteproyecto y elaboración de este Plan Director.

El Capítulo 2 del Tomo I (Estudios Básicos generales), describe en detalle la “Recopilación de Información y Antecedentes” que se considera de interés al desarrollo de este Convenio y que ha sido incorporada, con la cita de su origen o fuente, para su utilización o tratamiento.

Topografía

El “Capítulo 8, Topografía de Apoyo” del “Informe Parcial 3a: Estudios Básicos Generales”, describe relevamientos topográficos efectuados de apoyo a georreferenciación de imágenes satelitales y validación del modelo digital de terreno (MDT), que conformó en gran parte el plano base planialtimétrico.

Todas las coordenadas planas y geográficas están expresadas en Sistema WGS84-Proyección GAUSS KRUGER (Posgar). Las cotas consignadas están en el Sistema de referencia altimétrico IGM.

En el punto “II.2.6 Topografía de Apoyo” de la sección “II.2 Investigaciones de Campo” de este Informe Final se describen los trabajos de Topografía complementarios realizados para el desarrollo de los anteproyectos que componen el Plan de Acciones Estructurales.

Los trabajos incorporados en esta etapa comprenden relevamientos topobatimétricos en la zona de Lagunas III, IV y V, que se suman a la documentación técnica existente y que ampliaron la información para la construcción del plano base planialtimétrico. Se complementa además, con reconocimientos expeditivos de campo y aéreos que son expuestos seguidamente en los respectivos Anexos.





La información cartográfica y topográfica recopilada, los nuevos relevamientos de campo, el modelo digital de terreno y la interpretación digital de imágenes satelitales georreferenciadas, permitió la construcción de un plano base planialtimétrico (Ref. Plano N° III.5.3) y su ampliación a escala de proyecto en la zona de ejecución de los reservorios y lagunas temporales de evaporación. (Ref. (II.2.6. del Informe Final).

El Proyecto Ejecutivo deberá efectuar relevamientos detallados de campo para el ajuste de geometría de terraplenes conforme los parámetros de diseño que se proveen en estos estudios.

Trazas

La traza del Corredor Sur, con los principales datos geométricos, quedan definidas según los planos respectivos, donde se muestran las coordenadas Gauss Krüger (IGM), (sistema de referencias WGS84 – POSGAR).

Hidrología

En el punto “7.1. Hidrología: Análisis Preliminar de Balance Hídrico en Cuerpos Lagunares” del tomo Anexo, del Informe de Etapa I: Análisis y Pre-Selección de Alternativas”, se desarrollan los conceptos básicos del modelo de simulación hidráulica utilizado para analizar el funcionamiento y estimar los parámetros hidráulicos de los reservorios.

El “Capítulo II.2 Investigaciones de Campo” del Informe Final, contiene un apartado específico “II.2. Hidrología Superficial” que describe los estudios de Hidrología realizados. El Capítulo “II.5 Anexos: Estudios Básicos Complementarios y Otros Estudios” en el punto “II.5.1. Hidrología Superficial (estudios complementarios)” desarrolla los siguientes puntos:

- II.5.1.1 Análisis de crecidas máximas de torrentes que aportan al área de lagunas II, III, IV, V y VI (Escorrentías rurales o desde meseta). El objeto del apartado es analizar crecidas máximas de torrentes que aportan al área de lagunas II, III, IV, V y VI (escorrentías rurales o desde meseta).
- II.5.1.2. Ajuste de simulación de balance hídrico superficial en el sistema de lagunas (paso medio mensual). El objeto del apartado es la determinación de estimadores del balance hídrico superficial de los cuerpos de aguas para la situación con proyecto (A21).

Suelos

En el Capítulo “II.5.3. Suelos y Geotecnia” de este Informe Final de Factibilidad, Anteproyecto y Plan Director, se informan los ensayos de suelos realizados en campo para una decena de calicatas y pozos de muestreo, y ensayos de laboratorio en un promedio de 3(tres) muestras por cada pozo o calicata de profundidad aproximada a 3,0 m.

Los ensayos realizados por el LABIEVI (Laboratorio de Investigaciones y Ensayos de Suelos), comprenden la determinación de distintas constantes físicas (humedad, índice plástico, granulometría, factor de número de golpes),





inspección expeditiva, e informe detallado de los resultados. La ubicación de los pozos y calicatas se presenta en el Plano N° II.5.4.

Para el área de trabajo, en la zona Oeste dentro del desarrollo del Corredor Sur, se ejecutaron 3 (tres) sondeos, Rf. 3, 4 y 5, ubicados sobre el área sur de las Lagunas II y III, contando asimismo con las referencias de los resultados de los 4 (cuatro) sondeos en el área del Corredor Norte, Ref. 1, 8, 9 y 1, que complementan la información de la zona y de los suelos a utilizar para la formación del cuerpo de los terraplenes.

No obstante ello, en la etapa de Proyecto Ejecutivo deberán realizarse nuevos sondeos en coincidencia con los trazados definitivos y en cantidad acorde a la extensión y características del proyecto.

Hidrometeorología

El Capítulo 10 del Informe Parcial 3a “Estudios Básicos Generales” resume las diversas situaciones meteorológicas observadas en el área de influencia de la ciudad de Trelew.

Se basa en los análisis y resúmenes presentados en el estudio de “Información meteorológica de la ciudad de Trelew – Análisis estadístico y clasificación climatológica” (Chachero, M. J., 2005). En este informe se presentan datos registrados, analizados y computados por diferentes organismos, aunque se da un especial énfasis al estudio de precipitaciones, por su incidencia fundamental en el balance hidrológico.

Desde un punto de vista ambiental, se hace indispensable la descripción de las variables meteorológicas a fin de describir y clasificar el clima de la región en estudio, e identificar los posibles impactos que pueden devenir del mismo, y las correspondientes acciones que deberán preverse para mitigarlos.

Aspectos ambientales

Para la selección del emplazamiento de los corredores se ha procurado optimizar el resultado de los efectos ambientales buscados, minimizando además los impactos negativos derivados de la construcción de las obras.

El análisis de los aspectos ambientales del proyecto se incluye en el Capítulo IV.2 del Informe Final.

b) Conformación de las obras

Comprende las obras civiles destinadas a asegurar el confinamiento por su límite Sur de las áreas del sistema lagunar que comprende a las lagunas II, III y IV, separándolas de las áreas destinadas a la recepción y tránsito de aguas de escorrentía local.

La obra principal está constituida por un terraplén que nace en la margen sur de la Laguna II (Fig.III.9.a. Ref. 1) con dirección al Este, y recorre las lagunas III y IV por su borde Sur.

El cuerpo del terraplén estará constituido por gravas arcillosas; tendrá un coronamiento de 3,50 metros de ancho y taludes laterales 2H:1V. Llevará un





enripiado superior para el tránsito sobre su coronamiento y protecciones de taludes según se describe a continuación.

El **Tramo I**, abarcando los primeros 450 metros, se desarrolla sobre el trazado del ex – Ferrocarril Nacional Patagónico con dirección Oeste-Este, sobre la margen Sur de la Laguna II desde la llegada del canal de drenaje pluvial (ref. 1) hasta el arranque del Corredor Norte (ref. 2).

Su coronamiento alcanzará la cota 7,50 m, resultando en alturas variables de hasta 1,50 metros aproximadamente sobre la cota de terreno actual.

Sobre ambos paramentos llevará un revestimiento de protección de suelo granular con alto contenido de gravas.

El volumen total de esta parte de la obra se aproxima a los 4.500 m³ de rellenos.

El **Tramo II** queda definido entre el arranque del Corredor Norte (ref. 2) y el final de la Planta de Tratamiento Este (ref. 11), siguiendo el trazado del ex – FNP, con una longitud aproximada de 1.450 m. Su coronamiento alcanzará la cota 7,00 m, resultando en alturas variables de hasta 1,50 metros aproximadamente sobre la cota de terreno actual.

El perfil transversal de este tramo de obra es similar al del Tramo I, con revestimiento de protección de gravas sobre ambos paramentos.

Se ha previsto para esta para esta parte de la obra un volumen aproximado de 14.400 m³ de rellenos.

El **Tramo III**, de casi 2.150 m de longitud, se desarrolla también sobre el trazado del ex – Ferrocarril Nacional Patagónico con dirección ONE-ESE, sobre las orillas de las lagunas III y IV.

Con su coronamiento a cota 7,00 m, alcanzará alturas variables con un máximo de 1,6 metros aproximadamente, y llevará revestimiento de protección de suelo granular con alto contenido de gravas sobre ambos paramentos.

El volumen total de rellenos para esta parte de la obra se ha calculado en 21.400 m³ aproximadamente.

En el **Tramo IV** el terraplén se aleja del antiguo trazado ferroviario, siguiendo un recorrido definido entre la orilla de la Laguna IV y el canal de riego que atraviesa el sector muy cerca de aquella.

Con una longitud de 3.220 m aproximadamente, su trazado y sección transversal se hallan condicionados por la proximidad del canal de riego a la laguna. Se ha previsto el coronamiento a cota 7,00 m, alcanzando alturas máximas de 1,5 m sobre el terreno natural.

Se ha previsto para esta para esta parte de la obra un volumen aproximado de 32.000 m³ de rellenos.

Sumados los cuatro tramos, la longitud total del Corredor de Terraplenes y Caminos descrito para el sector Sur alcanza aproximadamente unos 7.270





metros. Para su construcción serán necesarios unos 50.000 m³ de relleno de suelo Tipo 1, procedente de la excavación del Canal V-VI, y unos 22.000 m³ de materiales de cantera (suelos Tipo 2, 3 y 4), totalizando cerca de 72.000 m³ de relleno.

Los materiales constitutivos de los terraplenes se han clasificado como:

Suelo Tipo 1:

El material a utilizar para la conformación del cuerpo de los terraplenes estará constituido por mezclas de limos y arcillas de mediana a alta plasticidad, con un contenido mínimo de cuarenta por ciento (40 %) de materiales que pasan el tamiz de malla N° 200.

Se prevé la disponibilidad de este tipo de suelo a partir de las excavaciones a practicar para la construcción del canal de drenaje entre las lagunas V y VI.

Suelo Tipo 2:

Se utilizará como recubrimiento de protección en paramentos mojados de sitios no sometidos a fuerte proceso de erosión por oleaje, y para la conformación de la capa superior del terraplén destinada al tránsito vehicular.

Estará constituido por grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 3" y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %. La capa superior, de 20 cm de espesor, destinada al tránsito vehicular, tendrá un tamaño máximo de 1".





III.9.2. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras que integran el componente III.B.b.9.

ITEM	D E S I G N A C I O N	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
Nº	Descripción			(\$/U)	(\$)
Corredor de Terraplenes y Caminos					
Tramo I					
1	Limpieza y destape	3,915	m ²	\$ 1,08	\$ 4.228,00
2	Relleno de Suelo Tipo 1	3,096	m ³	\$ 15,00	\$ 46.440,00
3	Relleno de Suelo Tipo 2	1,373	m ³	\$ 16,00	\$ 21.972,00
Tramo II					
4	Limpieza y destape	12,615	m ²	\$ 1,08	\$ 13.624,00
5	Relleno de Suelo Tipo 1	9,976	m ³	\$ 15,00	\$ 149.640,00
6	Relleno de Suelo Tipo 2	4,425	m ³	\$ 16,00	\$ 70.797,00
Tramo III					
7	Limpieza y destape	18,705	m ²	\$ 1,08	\$ 20.201,00
8	Relleno de Suelo Tipo 1	14,792	m ³	\$ 15,00	\$ 221.880,00
9	Relleno de Suelo Tipo 2	6,561	m ³	\$ 16,00	\$ 104.975,00
Tramo IV					
10	Limpieza y destape	28,014	m ²	\$ 1,08	\$ 30.255,00
11	Relleno de Suelo Tipo 1	22,154	m ³	\$ 15,00	\$ 332.304,00
12	Relleno de Suelo Tipo 2	9,826	m ³	\$ 16,00	\$ 157.218,00
13	Gastos varios y ajuste				\$ 1.465,00
TOTAL				\$1.175.000	

Tabla III.9.2.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

Los precios incluidos en la Tabla III.9.2.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Corredor de Terraplenes y Caminos														
	Tramo I														
1	Limpieza y destape	0,36%	4.228	30%	50%	20%									
2	Relleno de Suelo Tipo 1	3,95%	46.440		10%	15%	20%	15%	15%	15%	5%	5%			
3	Relleno de Suelo Tipo 2	1,87%	21.972				10%	15%	15%	15%	15%	15%	10%	5%	
	Tramo II														
4	Limpieza y destape	1,16%	13.624		30%	30%	40%								
5	Relleno de Suelo Tipo 1	12,74%	149.640			20%	25%	25%	20%	10%					
6	Relleno de Suelo Tipo 2	6,03%	70.797				25%	25%	25%	20%	5%				
	Tramo III														
7	Limpieza y destape	1,72%	20.201			10%	20%	30%	30%	10%					
8	Relleno de Suelo Tipo 1	18,88%	221.880				10%	20%	20%	20%	10%				
9	Relleno de Suelo Tipo 2	8,93%	104.975						10%	15%	15%	20%	20%	20%	
	Tramo IV														
10	Limpieza y destape	2,57%	30.255						15%	20%	20%	20%	15%	10%	
11	Relleno de Suelo Tipo 1	28,28%	332.304							15%	20%	20%	20%	25%	
12	Relleno de Suelo Tipo 2	13,38%	157.218								20%	20%	20%	20%	20%
13	Gastos varios y ajuste	0,12%	1.465												100%
		100,00%	\$ 1.175.000												
Previsto	% de avance del mes			0,108%	0,92%	3,73%	8,36%	9,86%	10,50%	13,40%	14,74%	13,00%	10,69%	11,88%	2,80%
	% de avance acumulado			0,108%	1,031%	4,763%	13,126%	22,982%	33,481%	46,879%	61,622%	74,623%	85,315%	97,199%	100%
	Inversion del mes (\$)			\$ 1.268	\$ 10.845	\$ 43.847	\$ 98.272	\$ 115.807	\$ 123.361	\$ 157.424	\$ 173.235	\$ 152.756	\$ 125.635	\$ 139.639	\$ 32.909
	Inversion acumulada (\$)			\$ 1.268	\$ 12.114	\$ 55.961	\$ 154.233	\$ 270.041	\$ 393.402	\$ 550.826	\$ 724.061	\$ 876.818	\$ 1.002.453	\$ 1.142.091	\$ 1.175.000

Tabla III.9.2.b. Plan de Trabajo e Inversiones



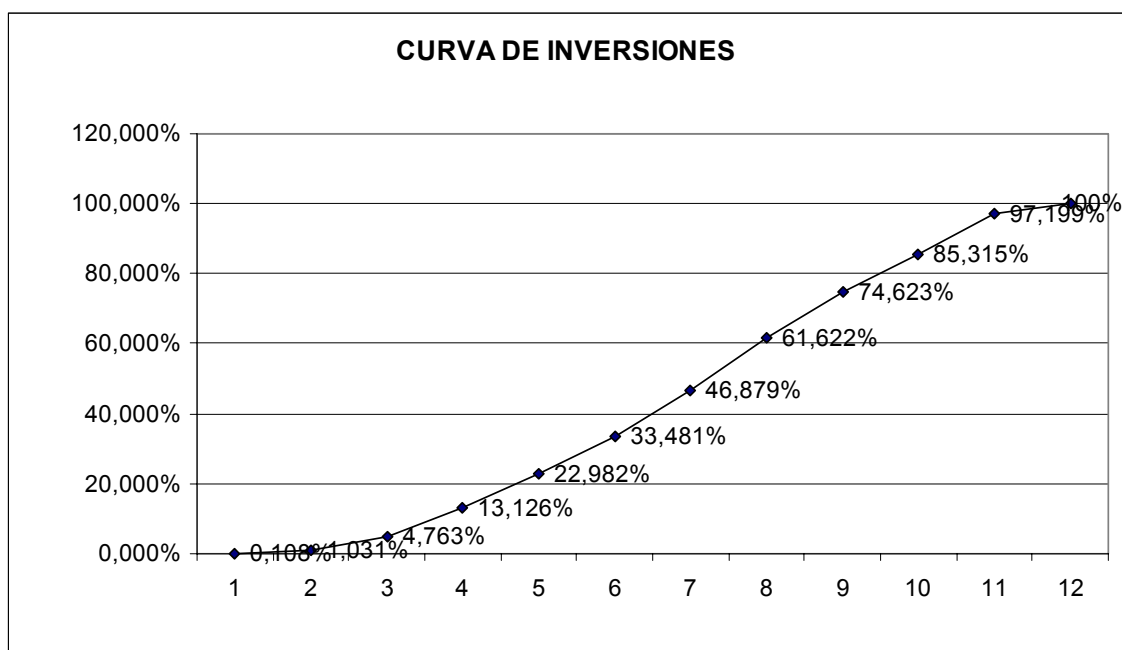


Fig. III.9.2.a.. Curva de Inversiones

III.9.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones que correspondan a esta obra se propondrán en la etapa ejecutiva del proyecto, conforme se definen en los respectivos Términos de Referencia de dicho Proyecto Ejecutivo.

III.9.4. PLANOS

III.B.b		SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
9	1	Ubicación y Planta General de las Obras CRER: Contorno de Reservas en Rehabilitación. Sector Sur
	1	Planta y Perfil Longitudinal (1/2)
	2	Planta y Perfil Longitudinal (2/2)
	3	Secciones Transversales (1/2)
	4	Secciones Transversales (2/2)

Tabla III.9.4.a. Detalle de Planos





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Componente:

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE:

**CRER, CONTORNO DE RESERVAS EN
REHABILITACIÓN: OBRAS COMPLEMENTARIAS DE
PROTECCIÓN Y CONTROL ALUVIONAL**

Plazo de Ejecución: 6 meses

Presupuesto: \$ 170.000





III.10.COMPONENTE: CRER, CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN: OBRAS COMPLEMENTARIAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL ALUVIONAL

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

El *Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew*, prevé que una parte de los efluentes cloacales generados por la ciudad, sea derivada al sistema de tratamiento de zona Este, con las siguientes características funcionales:

- Suprime el actual vertido de efluentes cloacales crudos a la Laguna III, y construye una planta de tratamiento en estanques de estabilización y humedales donde se depuraran los efluentes cloacales restantes, que por su elevado tenor salino no resultan actualmente aptos para el reuso en riego.
- Procura un nuevo equilibrio hidroambiental del sistema de lagunas para lo cual reduce sustancialmente los efluentes tratados que deriva hacia las lagunas III y IV, aísla estos efluentes tratados del resto de las aguas pluviales, reduce sustancialmente la masa hídrica del sistema y consecuentemente la superficie actualmente inundada.
- Propone remediar progresivamente las áreas degradadas en torno a las actuales lagunas, manteniendo niveles compatibles con el equilibrio ecológico y particularmente su avifauna, contando para ello con las obras del corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple del “Contorno de Reservas en Rehabilitación” (CRER), acompañada de acciones no estructurales que refuerzan y complementan esta fortaleza del plan.
- Para los riesgos derivados de los volúmenes excedentes a la capacidad de disposición final en reuso o en evaporación en lagunas, se construye una tercer planta de tratamiento, donde los líquidos ya depurados son refinados en humedales, previendo su derivación al mar a través del Río Chubut en cercanías de su desembocadura, garantizando así la seguridad hídrica del sistema de lagunas.

Las principales acciones estructurales a realizar sobre la zona este de la ciudad de Trelew, comprenden la construcción de una Planta de Tratamiento de Efluentes y de una serie de obras destinadas a la recuperación de áreas afectadas por el funcionamiento del sistema lagunar en las condiciones actuales. Los efluentes tratados en la citada planta serán dispuestos finalmente en las Lagunas III y IV. Una parte de la misma recibirá un tratamiento en humedales en previsión de su desvío al Río Chubut.

Esta obra, responde al componente del “Contorno de Reservas en Rehabilitación, CRER”, que como se ha señalado tiene por objeto construir un corredor de terraplenes y caminos de accesos de múltiples funcionalidades.





Demás de los componentes estructurales, el CRER se complementa con el componentes no estructurales, particularmente el CEDIEA, Centro de Documentación, Información y Educación Ambiental, y su sub programa de infraestructura, previsto al ingreso del corredor de terraplenes-accesos con un auditorio, sala de exhibición, sala de proyección, oficina, sanitarios y playa de estacionamiento.

Las funcionalidades múltiples previstas para el Corredor de Terraplenes-Accesos, son:

- Delimitar físicamente el contorno de las reservas lagunares a rehabilitar mediante la ejecución del Plan Director, separando los ecosistemas lagunares de acuerdo al grado de salinidad de sus aguas, a los fines de una rehabilitación específica a cada uno de ellos.
- 3.1.2. Delimitar físicamente el contorno de las reservas lagunares a rehabilitar a los fines de re-plantear en forma permanente en el terreno las áreas que no podrán ser ocupadas o destinadas a otros usos que no sean vinculados a la rehabilitación del área (usos habitacionales, producción agrícola, pastoreo, cría de animales domésticos no destinados a uso recreativo, etc.
- 3. 1.3 Suministrar una vía de acceso que permita la realización de las siguientes funciones:
 - 3.1.3.1 Sendero de Interpretación de Sistemas Acuáticos Continentales. La función requiere el acceso de vehículos de mediano porte con capacidad de hasta 15 personas, para el desarrollo de visitas guiadas con fines educativos, recreativos, de educación ambiental.
 - 3.1.3.2 Suministrar una vía de acceso para vehículos de con fines de investigación y monitoreo del sistema lagunar.
 - 3.1.3.3 Suministrar una vía de acceso para el tránsito de vehículos de servicio relacionados con obras de mantenimiento del sistema lagunar.
 - 3.1.3.4 Permitir el uso como bicisenda (dos manos a cada lado de la senda de automotores).
 - 3.1.3.5 Permitir el uso como senda para tránsito equino (en tramos especiales sin carpeta asfáltica).
 - 3.1.3.6 Actuar como defensa de eventuales crecidas en el sistema lagunar.

Para ello, se construirán una serie de obras a efectos de materializar una separación de las lagunas III y IV de las áreas destinadas a la recepción y el tránsito de aguas pluviales, incluyendo las lagunas II y V y el sector comprendido entre la Laguna IV y la barda norte.

Por otra parte, el contorno de las lagunas II y IV asegurará el control de los aportes a las mismas para todas las condiciones de funcionamiento previstas,





incluidas aquellas de carácter extraordinario, y evitará todo tipo de desbordes o sobrepaso hacia el sur de las mismas.

Las acciones estructurales del CRER se han subdividido en tres componentes: CRER Norte, CRER Sur y CRER: Obras complementarias de protección y control aluvional.

- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple
 - Sector Norte: Incluye terraplén y camino de acceso iniciando en el extremo noreste de la Planta de Tratamiento (referencia 11) y con trayectoria al norte de las lagunas III y IV, culminando al este de esta última (ref. 8). Asimismo, son parte de esta obra los canales a dragar en Laguna II (ref. 3), entre Laguna II y Laguna V (ref. 4), y el canal de drenaje pluvial entre Laguna V y Laguna VI (ref. 7). El último canal llevará además las obras de arte destinadas al cruce del canal de riego bajo el tramo final del canal y una de alcantarillado en el camino de acceso a chacras ubicado en el mismo sector (ref. 12)
- Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple
 - Sector Sur: Incluye terraplén y camino de acceso iniciando en la referencia (1) y con trayectoria al sur de la planta de tratamiento y de las lagunas III y IV, culminando en el extremo de la obra norte (ref. 8)
- Obras Complementarias de Protección y Control Aluvional: Incluye la defensa aluvional (ref. 6) por aportes del cañadón indicado en la figura como “B”, y un tramo de camino de empalme entre los caminos perimetrales a la Laguna IV y la red de caminos vecinales existente (ref. 13).
- Se ha previsto, en consecuencia, la construcción de una serie de terraplenes y obras complementarias cuyos objetivos fundamentales son:
 - la separación de las lagunas en rehabilitación que recibirán aguas pluviales y de escorrentía local (II y V) de aquellas que recibirán aguas tratadas (III y IV)
 - la defensa del sistema de tratamiento de efluentes cloacales en oportunidad de grandes crecidas
 - la definición de cotas máximas de inundación previstas y delimitación de las áreas afectadas por el sistema a efectos de impedir el asentamiento habitacional no-planificado
 - el acceso al área de lagunas para su inspección y servicio de mantenimiento
 - el acceso público a efectos de la expansión de las oportunidades de esparcimiento de la zona

Esta obra en particular, comprende el “CRER: Obras complementarias de protección y control aluvional”, a desarrollarse al norte de las lagunas IV y V.



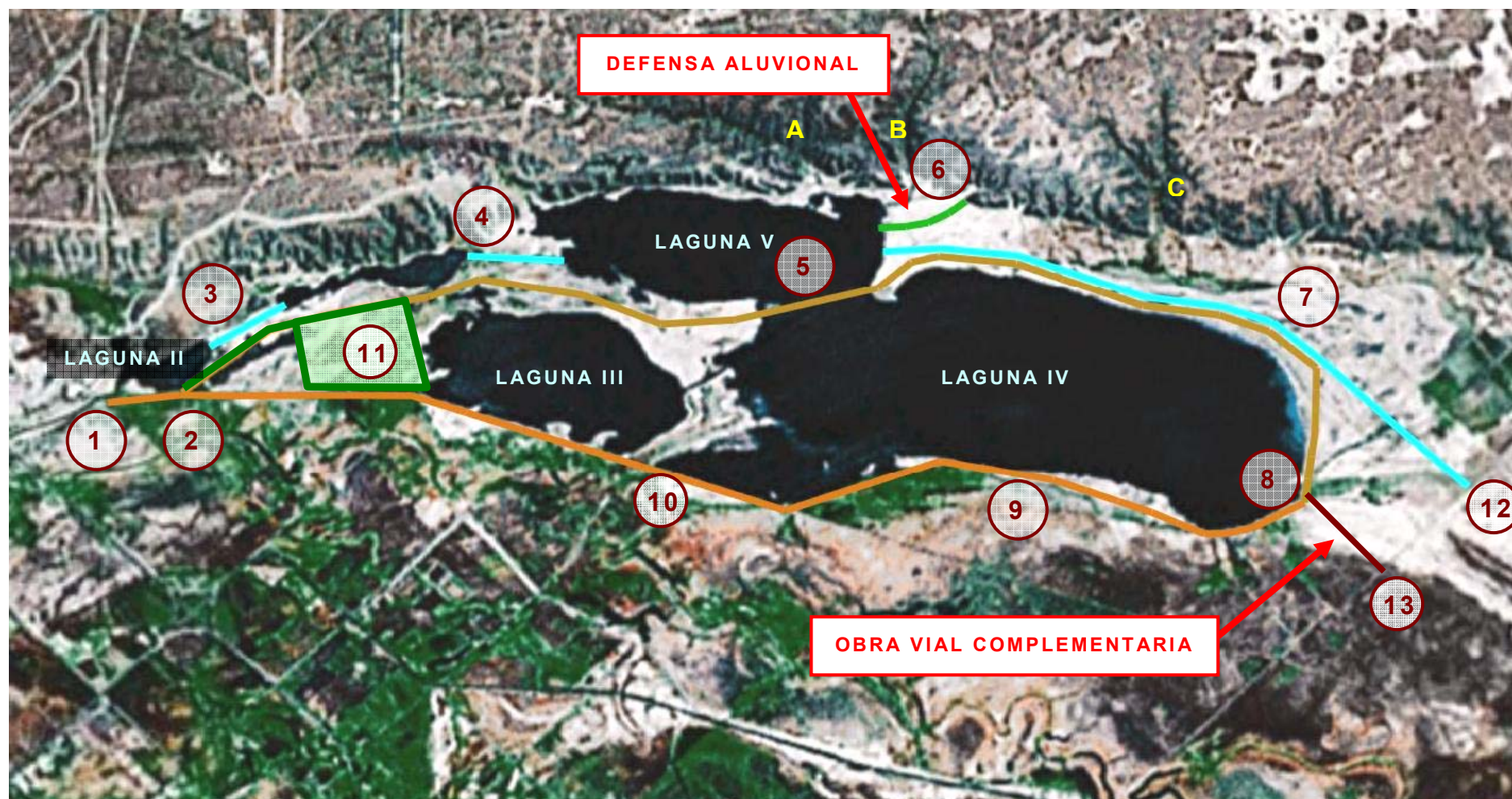


Fig. III.10.a. -Contorno de Reservas en Rehabilitación- CRER. Disposición General y Ubicación de Obras Complementarias





III.10.1. MEMORIA TÉCNICA

Este anteproyecto, corresponde a la Obra “III.B.b.9.- Obras complementarias de protección y control aluvional” del “Plan Director de Acciones Estructurales y No estructurales”, prevista en el marco del “Plan de Manejo y Gestión de Efluentes Cloacales de la ciudad de Trelew”, conforme los Informes Parciales y su Informe Final.

La obra se integra al grupo identificado como “III.B.b.”, correspondiente al conjunto de obras que componen la “PLANTA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES)”.

Componen esta memoria técnica en general, todos los Informes que componen el Plan señalado, y en particular, las partes de los Informes Parciales e informe Final que en cada caso se cita o referencia.

a) Antecedentes y estudios previos

Recopilación de antecedentes.

El Tomo I (Estudios Básicos Generales) del Informe Parcial 3a (Diciembre 2005), desarrolla el grueso de las investigaciones de campo y estudios generales para el análisis de alternativas, factibilidad, anteproyecto y elaboración de este Plan Director.

El Capítulo 2 del Tomo I (Estudios Básicos generales), describe en detalle la “Recopilación de Información y Antecedentes” que se considera de interés al desarrollo de este Convenio y que ha sido incorporada, con la cita de su origen o fuente, para su utilización o tratamiento.

Topografía

El “Capítulo 8, Topografía de Apoyo” del “Informe Parcial 3a: Estudios Básicos Generales”, describe relevamientos topográficos efectuados de apoyo a georreferenciación de imágenes satelitales y validación del modelo digital de terreno (MDT), que conformó en gran parte el plano base planialtimétrico.

Todas las coordenadas planas y geográficas están expresadas en Sistema WGS84-Proyección GAUSS KRUGER (Posgar). Las cotas consignadas están en el Sistema de referencia altimétrico IGM.

En el punto “II.2.6 Topografía de Apoyo” de la sección “II.2 Investigaciones de Campo” de este Informe Final se describen los trabajos de Topografía complementarios realizados para el desarrollo de los anteproyectos que componen el Plan de Acciones Estructurales.

Los trabajos incorporados en esta etapa comprenden relevamientos topobatemétricos en la zona de Lagunas III, IV y V, que se suman a la documentación técnica existente y que ampliaron la información para la construcción del plano base planialtimétrico. Se complementa además, con reconocimientos expeditivos de campo y aéreos que son expuestos seguidamente en los respectivos Anexos.





La información cartográfica y topográfica recopilada, los nuevos relevamientos de campo, el modelo digital de terreno y la interpretación digital de imágenes satelitales georreferenciadas, permitió la construcción de un plano base planialtimétrico (Ref. Plano N° III.5.3) y su ampliación a escala de proyecto en la zona de ejecución de los reservorios y lagunas temporales de evaporación. (Ref. (II.2.6. del Informe Final).

El Proyecto Ejecutivo deberá efectuar relevamientos detallados de campo para el ajuste de geometría de terraplenes conforme los parámetros de diseño que se proveen en estos estudios.

Trazas

Las trazas de la obra de defensa aluvional y de la obra vial complementaria quedan definidas según los planos respectivos, donde se muestran las coordenadas GK y cota aproximada (IMG), (sistema de referencias WGS84 - POSGAR), longitudes de los segmentos entre vértices. La Fig III.10.a. muestra un esquema de la traza con una imagen satelital de fondo.

Hidrología

En el punto “7.1. Hidrología: Análisis Preliminar de Balance Hídrico en Cuerpos Lagunares” del tomo Anexo, del Informe de Etapa I: Análisis y Pre-Selección de Alternativas”, se desarrollan los conceptos básicos del modelo de simulación hidráulica utilizado para analizar el funcionamiento y estimar los parámetros hidráulicos de los reservorios.

El “Capítulo II.2 Investigaciones de Campo” del Informe Final, contiene un apartado específico “II.2. Hidrología Superficial” que describe los estudios de Hidrología realizados. El Capítulo “II.5 Anexos: Estudios Básicos Complementarios y Otros Estudios” en el punto “II.5.1. Hidrología Superficial (estudios complementarios)” desarrolla los siguientes puntos:

- II.5.1.1 Análisis de crecidas máximas de torrentes que aportan al área de lagunas II, III, IV, V y VI (Escorrentías rurales o desde meseta). El objeto del apartado es analizar crecidas máximas de torrentes que aportan al área de lagunas II, III, IV, V y VI (escorrentías rurales o desde meseta).
- II.5.1.2. Ajuste de simulación de balance hídrico superficial en el sistema de lagunas (paso medio mensual). El objeto del apartado es la determinación de estimadores del balance hídrico superficial de los cuerpos de aguas para la situación con proyecto (A21).

Suelos

En el Capítulo “II.5.3. Suelos y Geotecnia” de este Informe Final de Factibilidad, Anteproyecto y Plan Director, se informan los ensayos de suelos realizados en campo para una decena de calicatas y pozos de muestreo, y ensayos de laboratorio en un promedio de 3(tres) muestras por cada pozo o calicata de profundidad aproximada a 3,0 m.

Los ensayos realizados por el LABIEVI (Laboratorio de Investigaciones y Ensayos de Suelos), comprenden la determinación de distintas constantes físicas (humedad, índice plástico, granulometría, factor de número de golpes),





inspección expeditiva, e informe detallado de los resultados. La ubicación de los pozos y calicatas se presenta en el Plano N° II.5.4.

Para el área de trabajo, en la zona Oeste dentro del desarrollo del Corredor Norte, se ejecutaron 2 (dos) sondeos, Rf. 1 y 11, ubicados en proximidades de la Laguna V, entre la Laguna IV y la barda norte, brindando una caracterización de los suelos disponibles en el sitio para la construcción de terraplenes, y de las condiciones de los suelos donde serán fundada la obra de defensa.

No obstante ello, en la etapa de Proyecto Ejecutivo deberán realizarse nuevos sondeos en coincidencia con los trazados definitivos y en cantidad acorde a la extensión y características del proyecto.

Hidrometeorología

El Capítulo 10 del Informe Parcial 3a “Estudios Básicos Generales” resume las diversas situaciones meteorológicas observadas en el área de influencia de la ciudad de Trelew.

Se basa en los análisis y resúmenes presentados en el estudio de “Información meteorológica de la ciudad de Trelew – Análisis estadístico y clasificación climatológica” (Chachero, M. J., 2005). En este informe se presentan datos registrados, analizados y computados por diferentes organismos, aunque se da un especial énfasis al estudio de precipitaciones, por su incidencia fundamental en el balance hidrológico.

Desde un punto de vista ambiental, se hace indispensable la descripción de las variables meteorológicas a fin de describir y clasificar el clima de la región en estudio, e identificar los posibles impactos que pueden devenir del mismo, y las correspondientes acciones que deberán preverse para mitigarlos.

Aspectos ambientales

Para la selección del emplazamiento de los corredores se ha procurado optimizar el resultado de los efectos ambientales buscados, minimizando además los impactos negativos derivados de la construcción de las obras.

El análisis de los aspectos ambientales del proyecto se incluye en el Capítulo IV.2 del Informe Final.

b) Conformación de las obras

Comprende las obras civiles destinadas a proteger el primer tramo del canal de drenaje pluvial entre las Lagunas V y VI, y las destinadas a la vinculación de los corredores del Contorno de Reservas en Recuperación (CRER) con la red de caminos vecinales de la zona.

Defensa Aluvional

Se ha previsto en este caso la construcción de un terraplén de protección tendiente a consolidar el curso de los aportes de los cañadones de la barda Norte que desembocan en el extremo Este de la Laguna V y pudieren perjudicar el funcionamiento del primer tramo del canal de drenaje pluvial que conducirá los excedentes hídricos de la Laguna V hacia la Laguna VI.





La obra definida para ello consiste en un terraplén de trazado curvo que nace al pie de la barda Norte con dirección NE-SO y se orienta progresivamente hacia el Oeste.

El desarrollo total de la obra es cercano a los 500 metros de longitud, arrancando a nivel del terreno natural a cota 11,0 m, y culminando en correspondencia con la cota 5,0 m en el terreno natural con su coronamiento a cota 7,50 m.

Para su construcción se utilizarán suelos producto de la canalización del cauce del cañadón más próximo (al oeste) debidamente compactados y perfilados con una sección transversal que incluye un ancho de coronamiento de 4,00 m, talud exterior (sur) con una inclinación 2H:1V y talud interior (norte) con una inclinación 3H:1V.

Para fijación de los suelos y protección a la erosión del terraplén, el talud interior (norte) y el coronamiento serán forestados con especies resistentes a la aridez y déficit hídrico propio de la región, y a las condiciones edáficas locales. La geomorfología local es propia de cono aluvial en la zona de bardas entre la terraza intermedia y la planicie deprimida del valle inferior, con suelos superficiales arenosos y limosos sueltos, a capas inferiores de suelos más arcillosos. La napa freática se ubica cercana, a cota aproximada actualmente de 5 a 6m, tanto el agua freática como los suelos superficiales son de elevado tenor salino.

Las especies a implantar son del género acacia y tamarix, especialmente tamarix sp. Las plantaciones se realizarán sobre el talud norte, en su intersección con el terreno natural hacia el coronamiento, en tres líneas de estacas separadas 1m cada línea; la distancia entre plantas es de 2m dispuestas en forma de trebolillo, haciendo un total estimado de 750 plantas. Los costos de este ítem suman gastos de transporte y distribución, y tareas de marcación, hoyado y plantación estimadas en 15 jornales. El contratista deberá mantener y preservar la plantación, y efectuar reposición de plantas durante un período de 180 días posteriores a la implantación.

Obra Vial Complementaria

La obra complementaria prevista en este caso corresponde al desmonte y terraplenado de un tramo recto de 550 metros de longitud comprendido entre el extremo Este de los corredores de terraplenes y caminos Norte y Sur y el camino vecinal que conduce a la chacra N° 62B desde la Ruta Prov. N° 7.

Se ha dispuesto en este caso la conformación de una calzada de 6,0 metros de ancho, con una sobreelevación media de 0,60 m respecto de la cota del terreno natural.

Se utilizarán para ello suelos Tipo 2, constituidos por gravas o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 2" y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %. La capa superior, de 20 cm de espesor, destinada al tránsito vehicular, tendrá un tamaño máximo de 1".





III.10.2. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras que integran el componente III.B.b.10.

ITEM	D E S I G N A C I O N	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
Nº	Descripción			(\$/U)	(\$)
Defensa Aluvional					
1	Limpieza y destape	4500	m ²	\$ 1,08	\$ 4.860,00
2	Relleno y perfilado de terraplén	7650	m ³	\$ 15,00	\$ 114.750,00
3	Forestación	1,00	Gl.	\$ 37.500,00	\$ 7.500,00
	Subtotal I				\$ 157.110,00
Obra Vial Complementaria					
4	Limpieza y destape	3960	m ²	\$ 1,08	\$ 4.277,00
5	Relleno de Suelo Tipo 2	2,992	m ³	\$ 12,50	\$ 37.400,00
6	Subtotal II				\$ 41.677,00
7	Gastos varios y ajuste				\$ 1.213,00

TOTAL	\$	170.000,00
--------------	-----------	-------------------

Tabla III.10.2.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

Los precios incluidos en la Tabla III.10.2.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	
	Defensa Aluvional								
1	Limpieza y destape	2,86%	\$ 4.860,00	40%	60%				
2	Relleno y perfilado de terraplén	67,50%	\$ 114.750,00		30%	30%	30%	10%	
3	Forestación	4,41%	\$ 7.500,00					50%	5
	Obra Vial Complementaria								
4	Limpieza y destape	2,52%	\$ 4.276,80	30%	40%	30%			
5	Relleno de Suelo Tipo 2	22,00%	\$ 37.400,00		20%	20%	30%	30%	
6	Gastos varios y ajuste	0,71%	\$ 1.213,20						10
		100,00%	\$ 170.000,00						
Previsto	% de avance del mes			1,90%	27,37%	25,40%	26,85%	15,56%	2,
	% de avance acumulado			1,898%	29,270%	54,675%	81,525%	97,080%	10
	Inversión del mes (\$)			\$ 3.227	\$ 46.532	\$ 43.188	\$ 45.645	\$ 26.445	
	Inversión acumulada (\$)			\$ 3.227	\$ 49.759	\$ 92.947	\$ 138.592	\$ 165.037	\$ 1

Tabla III.10.2.b. Plan de Trabajo e Inversiones



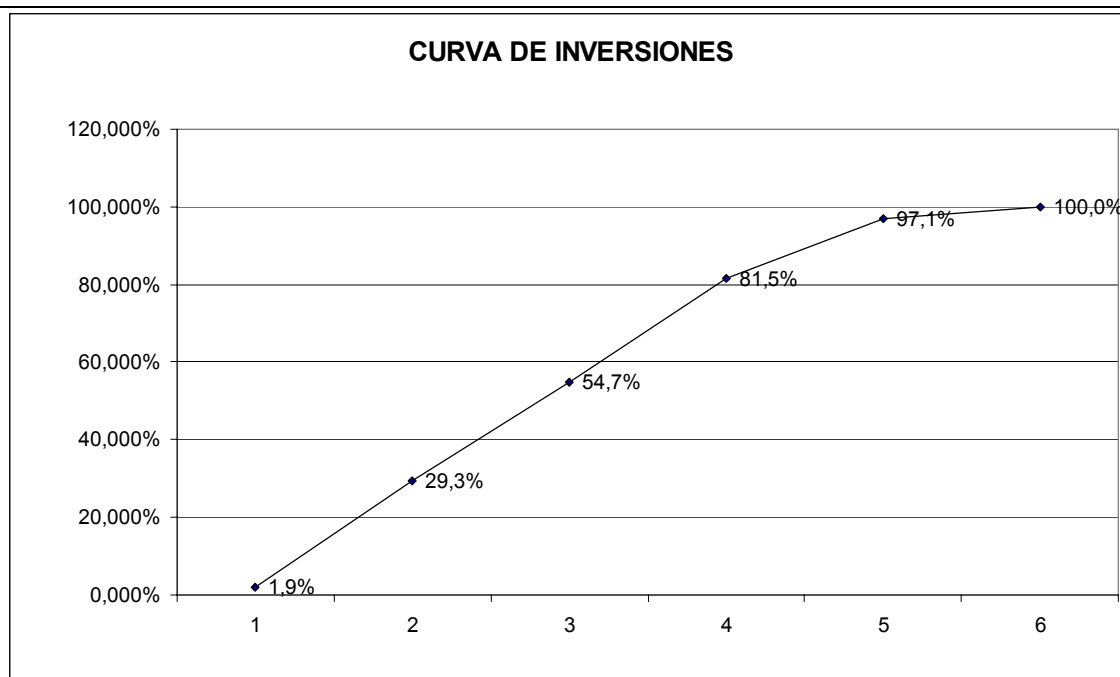


Fig. III.10.2.a. Curva de Inversiones

III.10.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones que correspondan a esta obra se propondrán en la etapa ejecutiva del proyecto, conforme se definen en los respectivos Términos de Referencia de dicho Proyecto Ejecutivo.

III.10.4. PLANOS

III.B.b		SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
10	1	Ubicación y Planta General de las Obras
		CRER. Obras complementarias de protección y control aluvional
	1	Ubicación y Planta General de las Obras
	2	Perfiles de cañadones con obras de control aluvional
	3	Obra de control aluvional tipo. Planta, Cortes y detalles

Tabla III.10.4.a.. Detalle de Planos





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Componente:

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE:

**(OBRA EVENTUAL) SISTEMATIZACIÓN DE ÁREAS DE
FORESTACIÓN O PARQUIZACIÓN EN ZONA DE
RESERVAS EN REHABILITACIÓN**

50 Has

Plazo de Ejecución: 6 meses

Presupuesto: \$ 160.000:





III.11. COMPONENTE: (OBRA EVENTUAL) SISTEMATIZACIÓN DE ÁREAS DE FORESTACIÓN O PARQUIZACIÓN EN ZONA DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN.

Este anteproyecto corresponde a la Obra “III.B.b.11.- Sistematización de áreas de forestación o parquización en zona de Reservas en Rehabilitación” del “Plan Director de Acciones Estructurales y No estructurales”, prevista como obra eventual en el marco del “Plan de Manejo y Gestión de Efluentes Cloacales de la ciudad de Trelew”, conforme los Informes Parciales y su Informe Final.

La obra se integra al grupo identificado como “III.B.b.”, correspondiente al conjunto de obras que componen la “SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES Y HUMEDAL)”.

El carácter eventual de esta obra, sujeto al avance del Plan Director y las características de salinidad del efluente tratado, llevan a considerar el desarrollo del proyecto ejecutivo condicionado a la disponibilidad de efluente.

Para el desarrollo del proyecto, se adopta la memoria descriptiva, memoria técnica y costos unitarios desarrollados en la obra “III.B.a.4.- Sistematización de áreas de forestación o parquización en zona norte (reuso) PIT)” del grupo de obras “III.B.a “SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA NOROESTE”.del “Plan Director de Acciones Estructurales y No estructurales”, aplicado a una superficie forestable de 50 Hectáreas





III.11.1. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras:

ITEM	D E S I G N A C I O N	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
1	Proyecto y Dirección Técnica	50	Ha	\$ 224,00	\$ 11.200,00
Desmante y Nivelación					
2	Desmante y nivelación de suelos, canalizaciones	50	Ha	\$ 1.450,00	\$ 72.500,00
Preparación del suelo					
3	Arado	50	Ha	\$ 168,00	\$ 8.400,00
4	Rastreado	50	Ha	\$ 168,00	\$ 8.400,00
5	Cuadranteado	50	Ha	\$ 80,00	\$ 3.975,00
6	Subsolado	50	Ha	\$ 80,00	\$ 3.975,00
Plantación					
7	Plantas	50	Ha	\$ 417,00	\$ 20.850,00
8	Marcado, hoyado y plantación	50	Ha	\$ 455,00	\$ 22.725,00
Labores culturales					
9	Bordeado	50	Ha	\$ 15,00	\$ 750,00
10	Control de plangas	50	Ha	\$ 16,00	\$ 800,00
Otros gastos					
11	Supervisión Técnica	50	Ha	\$ 65,00	\$ 3.250,00
12	Gastos Administrativos	50	Ha	\$ 50,00	\$ 2.500,00
13	Otros gastos	1	Gl	\$ 675,00	\$ 675,00
TOTAL				\$ 160.000,00	

Tabla III.11.1.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

Los precios incluidos en la Tabla III.11.1.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	6
	Forestación Zona PIT								
1	Proyecto y Dirección Técnica	7,00%	11.200	40%	10%	10%	20%	10%	10%
	Desmonte y Nivelación								
2	Desmonte y nivelación de suelos, canalizaciones	45,31%	72.500	20%	40%	40%			
	Preparación del suelo								
3	Arado	5,25%	8.400		40%	40%	20%		
4	Rastreado	5,25%	8.400		10%	30%	30%	30%	
5	Cuadranteado	2,48%	3.975		10%	30%	30%	30%	
6	Subsolado	2,48%	3.975			10%	50%	40%	
	Plantación								
7	Plantas	13,03%	20.850			50%	50%		
8	Marcado, hoyado y plantación	14,20%	22.725				50%	50%	
	Labores culturales								
9	Bordeado	0,47%	750				40%	40%	20%
10	Control de plagas	0,50%	800				30%	30%	40%
	Otros gastos								
11	Supervisión Técnica	2,03%	3.250	10%	10%	20%	20%	20%	20%
12	Gastos Administrativos	1,56%	2.500	20%	15%	15%	15%	15%	20%
13	Otros gastos	0,42%	675						100%
		100,00%	\$ 160.000						
Previsto	% de avance del mes			12,38%	22,14%	30,65%	20,61%	12,09%	2,13%
	% de avance acumulado			12,378%	34,514%	65,164%	85,772%	97,866%	100%
	Inversion del mes (\$)			\$ 19.805	\$ 35.418	\$ 49.040	\$ 32.973	\$ 19.350	\$ 3.415
	Inversion acumulada (\$)			\$ 19.805	\$ 55.223	\$ 104.263	\$ 137.235	\$ 156.585	\$ 160.000

Tabla III.11.1.b. Plan de Trabajo



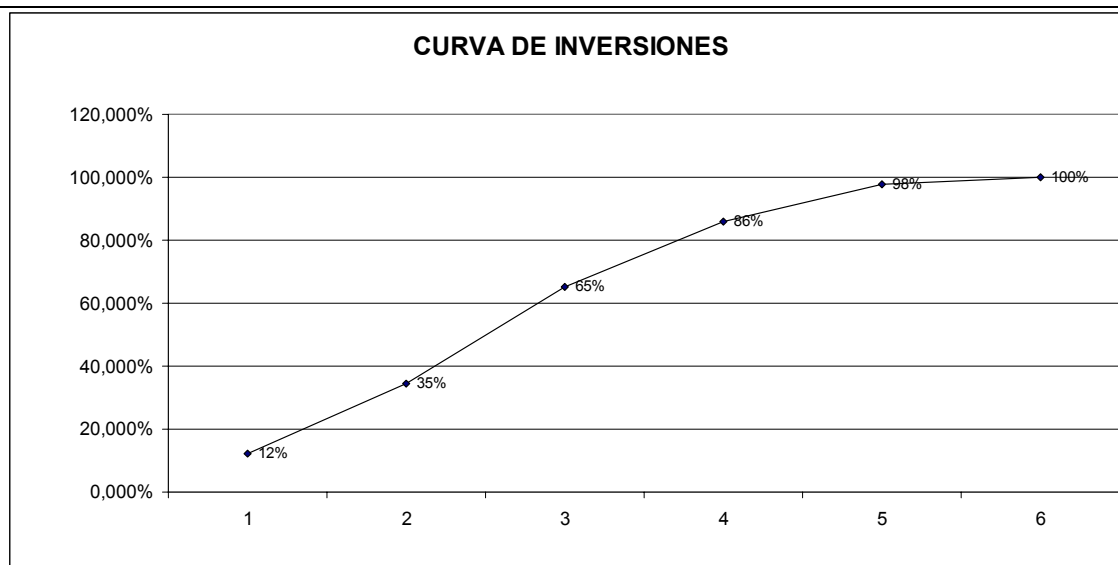


Tabla III.11.1.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

III.11.2. PLANOS

III.B.b	N	SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
	1	Ubicación y Planta General de las Obras

Tabla III.11.4.a. Detalle de Planos





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Obra:

SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE:

PLANTA DE TRATAMIENTO EN HUMEDAL ETAPA I

Etapas I: 1 Ha.

Plazo de Ejecución: 8 meses

Presupuesto: \$ 510.000





III.12. COMPONENTE: PLANTA DE TRATAMIENTO EN HUMEDAL

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

El *Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew*, prevé que una fracción de los efluentes cloacales generados por la ciudad, sea destinada a una planta de tratamiento especialmente diseñada en base a sistemas naturales de depuración (estanques), ubicada en inmediaciones de los actuales espacios lagunares II y III, y que parte de los efluentes de estos estanques sea tratado, a nivel terciario de depuración, mediante el uso de humedales artificiales o construidos.

Enmarcado en dicho esquema de gestión, el presente anteproyecto se encuadra en el cumplimiento del objetivo específico de definir las condiciones de funcionamiento y dimensionar dicha planta de afinamiento de los líquidos efluentes de la planta de estanques naturales de estabilización.

En igual sentido, este anteproyecto satisface la obra N° 7 que se incluyó oportunamente en el Perfil de Proyecto 21 que integró el conjunto de veintiséis alternativas de solución al manejo y gestión de efluentes cloacales de la ciudad de Trelew.

Tal Perfil de Proyecto prevé el tratamiento de afinamiento en este humedal, de los excedentes líquidos del sistema lagunar. Estos excedentes resultan de la diferencia entre lo que ingresa a la Planta de Tratamiento Este, de la que el humedal forma parte y lo que se evapora en las lagunas más lo que se emplee en otros destinos (tal el caso de los posibles usos en riego, etc.).

En los años iniciales del Plan de Manejo y Gestión, la derivación de aportes cloacales de la ciudad (9000 m³/día) al parque industrial de Trelew, y la eliminación de aportes pluviales a los espacios lagunares III y IV, infieren la inexistencia de excedentes requeridos derivar fuera del sistema de lagunas. En este período se asume habrá una reducción significativa de cota y superficie de inundación del cuerpo lagunar IV. (Ref.: II.5.1. Hidrología superficial (estudios complementarios). Esto, en la premisa de cumplimiento estricto de las acciones estructurales y no estructurales del plan.

En previsión de variaciones en la demanda, a fin de garantizar el equilibrio del sistema de lagunas y la seguridad hídrica en su entorno, se adopta una obra de derivación de excedentes al mar, a través del Río Chubut en zona cercana a la desembocadura (actual descarga de efluentes de la planta de tratamiento de la ciudad de Rawson, previendo su ingreso en servicio en el año 5 del plan. Para mejorar la calidad final del efluente tratado a disponer en esta descarga, se ha dispuesto esta obra de humedal, a construirse en dos etapas, la primera etapa de una dimensión inicial aproximada a 1 Ha.

Lo expuesto limita la magnitud de esta primera etapa a la construcción de celdas en número y cantidad tal que satisfagan la hectárea predefinida.





La obra a realizar se compone de:

- Construcción de cámara de carga y conductos de distribución en los tres módulos de celdas,
- Construcción de los tres módulos de ocho celdas cada uno, que componen el humedal artificial,
- Construcción de obras de ingreso y egreso a los módulos de celdas y de obras de conducción, de colección y evacuación de los líquidos depurados.

La cámara de carga donde acometen los líquidos de alimentación al humedal artificial, corresponde a una obra civil elaborada en hormigón armado, provista de una cámara de carga que vuelca los líquidos ingresantes en tres cámaras partidoras, las que derivan los mismos a cada uno de los tres módulos de celdas del humedal.

Los mencionados conductos de derivación serán tres tuberías soterradas que transportan los líquidos hasta una cámara partidora que los descarga en un canal abierto por el que se los ingresa a cada una de las celdas del módulo mediante las obras de ingreso.

Los módulos del humedal artificial se construirán realizando un desmote y rasado del terreno destinado al efecto, nivelación hasta la cota especificada, aporte de materiales de relleno y compactación de solera y diques e impermeabilización final de todo el conjunto (soleras y diques) mediante el agregado y compactación de arcillas.

Los terraplenes de las ocho celdas de cada uno de los módulos cuentan con una coronación de tres metros de ancho en los casos en que éstos son perimetrales y de 0,4 m en los interiores. Las pendientes internas y externas serán de 0,4 (1v/2,5h) para una altura total de estos terraplenes o diques de 1,0 metro.

El fondo de las celdas será horizontal en todo su ancho con una pendiente de 0,5 % en el sentido de escurrimiento de los líquidos.

Las dimensiones de las celdas serán de 15 m por 39,5 m para la dimensión de la coronación, en tanto que las dimensiones de la solera serán de 10m de ancho por 34,5 m de largo, para una altura de terraplenes o diques de 1,0 m.

Por su parte, la construcción de obras de ingreso y egreso a las celdas y de colección y evacuación de los líquidos depurados, descriptivamente comprenden:

En el caso de los ingresos, éstos se realizan mediante la inserción de una tubería en forma de te que, ranurada en todo su largo, ocupa todo el ancho del cabezal de la celda y es cubierta por piedra de granulometría entre 80 y 150 mm.

Las obras de egreso resultan de la colocación de una tubería colectora situada en el fondo de la celda, la que estará ranurada en todo su largo y abarcará todo el ancho de la misma siendo protegida, como en el caso del ingreso con material pétreo. Esta tubería acomete en una cámara que cuenta con la





posibilidad de graduar el nivel de agua a través de un codo con el que se varía la altura de la salida, variando así la carga hidráulica de la celda y la altura de agua que se le da a la misma.

Los líquidos que egresan de las cámaras de colección de salidas son conducidos hacia el sitio de disposición final o hacia la estación elevadora final, previo paso por una cámara de desinfección.





III.12.1. MEMORIA TÉCNICA

Esta alternativa constituye una variante de la ingeniería sanitaria a las tradicionalmente planteadas, de eficiencia comprobada mientras se proceda celosamente tanto en su diseño como en su construcción, operación, servicio y mantenimiento.

En varios lugares del mundo estas instalaciones, basadas en principios de depuración natural de los efluentes cloacales, funcionan tratando un muy variado rango de caudales que van en su menor escala desde los de tipo domiciliario o de pequeños conglomerados habitacionales, hasta alcanzar niveles de tratamientos municipales con caudales en el orden de los miles de metros cúbicos diarios¹.

El principio de funcionamiento de estos sistemas corresponde al de verdaderos humedales (mallines) contruidos artificialmente, en aquellos casos en que no se usan directamente humedales naturales. En el presente caso, se ha decidido para esta alternativa el diseño ingenieril y la construcción de humedales artificiales, los que constan de un lecho de material granular, dispuesto sobre el sitio elegido, suelo éste que es acondicionado cuidadosamente para alcanzar condiciones de compactación y de impermeabilidad que garanticen estabilidad física e hidráulica de modo de evitar deformaciones en las tareas que se realizan sobre esta solera así como pérdidas que podrían contaminar aguas subterráneas.

El material granular es dispuesto en celdas de dimensiones resultantes de un diseño que garantiza niveles de flujo laminar en los espacios libres del mismo, sobre el que se forma una película de material biológico vivo que es la responsable de la depuración de los líquidos que atraviesan este manto granular, asimismo, en ese lecho se realiza la implantación de especies vegetales que contribuyen a la depuración, produciendo una simbiosis entre la parte radicular de la planta y los microorganismos responsables directos de la depuración.

La instalación corrientemente se complementa con un tratamiento primario consistente en un grupo de estanques de estabilización natural facultativos ubicados en forma previa a las celdas de humedales, los que en este anteproyecto no se describen puesto que esta etapa de tratamiento estará satisfecha como consecuencia de la concreción de otro proyecto asociado que a su vez integra el plan de Manejo y Gestión, cual es la Planta de Tratamiento mediante estanques de estabilización natural facultativos-aeróbicos.

Estos humedales artificiales pueden ser diseñados según diversas formas de flujos y persiguiendo distintos objetivos de depuración, los que serán descriptos más adelante en el apartado correspondiente a la memoria técnica del presente anteproyecto.

¹ En los años 90' en el estado de Louisiana de los Estados Unidos de Norteamérica operaba una planta cuyo flujo de diseño era de 13.000 m³/día.





La evaluación de los perfiles de proyecto que compusieron el planteo de alternativas de solución al caso de la gestión de cloacales de Trelew, y su ponderación en base a un método de puntuación basado en el análisis de sus factibilidades técnicas, económicas y ambientales, llevó a la selección de las alternativas más propicias.

El anteproyecto que se describe en esta memoria técnica, es por ello una parte constitutiva de la solución seleccionada por el comitente y se encuentra avalado en su adopción por aquellos trabajos de estudios básicos, diagnóstico general del problema y planteo y selección de alternativas que se citaron.

Para el desarrollo de la presente memoria técnica, el cúmulo de información acopiada y elaborada se desglosa y ordena según la necesidad del caso, dando lugar a los tres componentes que siguen y para los cuales se desarrollan sus contenidos en los correspondientes apartados:

- Antecedentes y estudios básicos asociados al anteproyecto
- Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto
- Memorias técnicas, descriptiva y de cálculo, de las partes que componen el anteproyecto

a) Antecedentes y estudios previos

Recopilación de antecedentes

El ***Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew***, que comprende a este anteproyecto, fue elaborado oportunamente apelando a un acopio de información existente y a la realización de estudios básicos multidisciplinarios, todo lo cual permitió contar con las mejores condiciones prácticas y técnicas de diagnóstico, las que a su vez llevaron al planteo de los posibles perfiles de proyecto, que contemplaron aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Tal recopilación de antecedentes, a modo de referencia general, puede ser consultada en los documentos que componen los tomos de los Informes II (Análisis de alternativas) y III (estudios básicos), de la primera y segunda etapa del Convenio celebrado entre la Municipalidad de Trelew y la Universidad, en tanto que seguidamente se exponen aquellos antecedentes o estudios que fueron llevados a cabo y que tienen una fuerte y directa vinculación con el presente anteproyecto.

Investigaciones de Campo y Estudios Básicos

Las investigaciones de campo y estudios básicos realizados para esta obra se encuentran desarrolladas y detalladas en el punto “II.2 Investigaciones de campo” y sus referencias, del Informe Final del “Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew”.

Se resume a continuación sólo una selección de partes más relevantes de los estudios básicos específicos de esta obra. Sin perjuicio de lo aquí expuesto, la





totalidad de los estudios básicos que sostienen este proyecto se desarrollan y amplían en los respectivos informes del plan citado.

Topografía local, geomorfología e hidrología.

El proyecto de esta obra está basado en el mapa base planialtimétrico detallado en los informes de estudios básicos generales y sus relevamientos complementarios.

Este plano base fue preparado con información catastral municipal y provincial, relevamientos topográficos de campo, relevamientos batimétricos de las depresiones identificadas como I, III, IV, V y VI y tierras bajas circundantes, con apoyo de modelo digital de terreno con definición de píxel 60-90m aproximadamente, imagen satelital georreferenciada y otra información planimétrica.

Con relación a esta obra, en el área de localización de este proyecto se relevaron con GPS y nivel geométrico puntos complementarios del terreno natural, que apoyaron el trazado de curvas de nivel aptas a nivel de factibilidad y anteproyecto.

Los informes que detallan los relevamientos topográficos de campo y gabinete se desarrollan en el punto “II.2.1.6. Topografía de apoyo” y el Anexo “II.5.2. Topografía: Relevamientos complementarios” del Informe Final, o referencian a tomos y capítulos de informes anteriores.

Del catastro municipal, surge que todas las tierras donde se instalará esta parte de la Planta de Tratamiento Este son de propiedad municipal.

En el área próxima al emplazamiento de la planta depuradora mediante humedales artificiales, también se llevaron a cabo estudios de campo, de laboratorio y de gabinete tendientes a conocer la freaticimetría del sitio, caracterizándose así aspectos geohidrológicos generales y características litológicas e hidrológicas de los pozos freaticimétricos, manteniéndose hasta el presente el seguimiento de dichas perforaciones. Estas experiencias y sus conclusiones se exponen en el Informe III antes citado, Punto 7-FREATIMETRÍA.

La totalidad de la planta de tratamiento Este se ubicará en una gran depresión de génesis fluvio marítima, con potentes depósitos aluviales y coluviales, al pie de las bardas de la meseta o terraza intermedia. En el punto II.5.5 se describe detalladamente la Geología y Geomorfología general del área de estudio.

Los Informes de Hidrología expuestos o referidos en el punto “II.5.1. Hidrología Superficial” muestran una dinámica de aguas superficiales propia de un subsistema hídrico no típico o paisaje de llanura, dentro de un sistema mayor tal es la cuenca del Río Chubut. Aunque la localización sea en un terreno natural sobreelevado en relación a las tierras circundantes, pertenecen a una depresión con lagunamientos temporarios durante lluvias extraordinarias o desbordes del Río Chubut. Esta particularidad ha sido tenida presente en el diseño del proyecto, mediante la conformación de terraplenes y defensas que consideran los caudales y escorrentías probables y





su recurrencia asociada. La mayor frecuencia de anegamientos en el área se ha dado en los últimos años, como consecuencia del sostenido crecimiento de las lagunas II y III por volcado de efluentes cloacales, conforme se analiza y describe en estos estudios y que el plan de manejo y gestión procura remediar.

Asimismo, se ha tenido presente en el diseño de las defensas, la influencia de cañadones y pequeños cuencos aluvionales que drenan desde la terraza intermedia. Tales crecidas, no tienen incidencia con riesgo de afectación en el área de proyecto.

Por último, los caudales que ingresan a la Laguna II desde el sistema pluvial de zona norte de Trelew (canal prolongación conducto ovoide), cuentan con obras de canalizaciones y defensas que permiten conducir estos efluentes pluviales a los espacios identificados como Lagunas II y V, sin afectar el área de la planta de tratamiento de este proyecto.

La topografía general del área se relevó con carácter de apoyo para georreferenciar imágenes satelitales, elaborándose un Modelo Digital del Terreno mediante el uso de Puntos de validación.

El detalle de estos trabajos se encuentra en el Punto 8- TOPOGRAFÍA DE APOYO del Informe III antes citado.

En igual sentido, se realizaron trabajos de georreferenciación de imágenes satelitales a través de las cuales se accedió a la clasificación de las áreas lagunares actuales, a la medición de sus superficies y, asimismo, a la identificación de posibles áreas de localización de la planta de tratamiento en estanques de estabilización natural y en la de los humedales artificiales que son objeto del presente anteproyecto.

Suelos

Se efectuaron en el lugar dos calicatas para muestreos y ensayos de suelos. En el punto “II.5.3 Suelos y Geotecnia” de este Informe Final, se muestran los ensayos de suelos realizados, ubicación y resultados obtenidos. En el área de ubicación de esta obra se realizaron dos pozos de 3m de profundidad, con 4 muestreos por pozo (0-1m, 1,4m, 2m y 2,5m).

Se infieren capas superficiales de suelos arcillosos (arcillas negras) en un espesor cercano a 1m, impermeables, asentados en mantos de depósitos arenosos y areno-arcillosos.

Un mayor detalle de las características de los suelos del área y su estructura geológica puede verse en los respectivos anexos de estudios básicos ya citados.

Los fondos de los estanques humedales se asentaran en el manto superficial de suelos arcillosos existentes, de alta plasticidad y baja permeabilidad, a los que se aseguraran mediante tratamientos especiales de su fundación.





Hidrometeorología

El estudio que analiza datos climáticos de relevancia para el presente anteproyecto, puede ser observado en el Punto 10 HIDROMETEOROLOGÍA del Informe III ya mencionado anteriormente.

En dicho informe que compone los “Estudios Básicos Generales” del presente proyecto, se realizó una recopilación y valoración de antecedentes, evaluándose parámetros meteorológicos de trascendental importancia para el diseño de las celdas de depuración del humedal artificial, tales como lo son las temperaturas media ambiente para los meses de verano e invierno, datos de nubosidad y duración del día, velocidades de viento y evaporación entre otros.

A cada uno de estos datos se hará mención oportunamente en los apartados que los emplean como base o referencia de diseño.

Caracterización de los efluentes a tratar

La caracterización cualitativa y cuantitativa de los efluentes a tratar en los humedales artificiales es una de las consideraciones de importancia en el presente anteproyecto.

Si bien no se cuenta con datos de la realidad de las características de los mismos en razón de que su origen habrá de ser la salida de los estanques aeróbicos de la planta de tratamiento en estanques de estabilización natural, cuya construcción, en base a diseño, propone el Plan de Manejo y Gestión del Tratamiento de los Efluentes de la Ciudad de Trelew, es posible estimar con buena confiabilidad las características que habrán de tener estos afluentes a los humedales artificiales, tomando como base para ello los datos de los líquidos de las actuales lagunas de derrame y valores expresados por la bibliografía.

En tal sentido el acopio de información existente, para la última parte del conjunto de lagunas de derrame actuales, que registra más de quince años de seguimientos, ha permitido una buena caracterización en cuanto a parámetros tales como nutrientes, SST, DBO₅, y coliformes totales y fecales, que son de necesidad para las consideraciones de diseño de los humedales artificiales.

La totalidad de los datos de origen de estos parámetros pueden ser observados en detalle en el Punto 3- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO-BACTERIOLÓGICO DE AGUAS Y SEDIMENTOS EN EL SISTEMA DE LAGUNAS, Tomo 1 del Informe de “ESTUDIOS BÁSICOS GENERALES”.

Lo atinente a la cantidad de efluentes que serán tratados en el humedal artificial que se diseña para esta etapa corresponde al que una instalación de las dimensiones elegidas (1 ha) es capaz de tratar.

De tal manera, los valores de calidad y cantidad que dan la caracterización de los líquidos a tratar en el humedal artificial que se proyecta, se definen oportunamente en cada apartado de la presente memoria que referencia a los mismos.





Aspectos paisajísticos, calidad estética o turística

El área en que se ubicará la planta de tratamiento Este, y en particular el humedal artificial objeto del presente anteproyecto corresponde a un espacio localizado al Noreste de la ciudad, entre los actuales espacios lagunares II y III, en vecindad con la nueva planta de tratamiento en estanques naturales.

El ambiente y particularmente el paisaje de esta área se encuentra sumamente degradado por la acción antrópica, con áreas afectadas por infiltraciones de aguas salinas de las actuales lagunas lo que generó una degradación de suelos significativa.

Las obras habrán de ejercer sobre este paisaje deteriorado un efecto de recuperación ambiental a consecuencia de la construcción de más de una de las obras que compone el Plan de Manejo, tal es el caso de la presente Planta, el terraplén de derivación de pluviales que representará el límite Norte dicha Planta de Tratamiento y los mismos humedales artificiales que componen el presente anteproyecto.

Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto

Tal como se mencionó en el punto 1.- Memoria Descriptiva, el criterio definido para el presente anteproyecto es que el mismo, se desarrolle en etapas y que la primera etapa alcance aproximadamente una cuarta parte del total de final de proyecto, construyendo un humedal artificial de una hectárea.

En ese sentido, el caudal que habrá de alimentar este humedal artificial de primera etapa será, como máximo el que más adelante se describe, que corresponde al que su diseño admite.

De los dos tipos de diseños que existen para estas instalaciones (flujo libre superficial y flujo subsuperficial), se ha adoptado el correspondiente al flujo subsuperficial en tanto en el mismo el líquido fluye por debajo del lecho soporte de la vegetación resultando conveniente ello por varios motivos de carácter ambiental, entre los que corresponde mencionar como más destacables a la no-proliferación de mosquitos, la mejor respuesta depuradora en climas fríos, la mayor eficiencia depuradora con el empleo de menores superficies, y la prácticamente nula generación de olores desagradables.

Como contrapartida, puede mencionarse que en grandes caudales a tratar la restante variante de diseño resulta más económica constructivamente, pero en este caso, esta componente no es de mayor relevancia debido a que la ecuación económica comienza a presentar conveniencia para el diseño no elegido, precisamente en caudales diarios situados por encima del de este proyecto.

El gráfico muestra el esquema de las unidades de tratamiento que componen al sistema propuesto en esta alternativa.



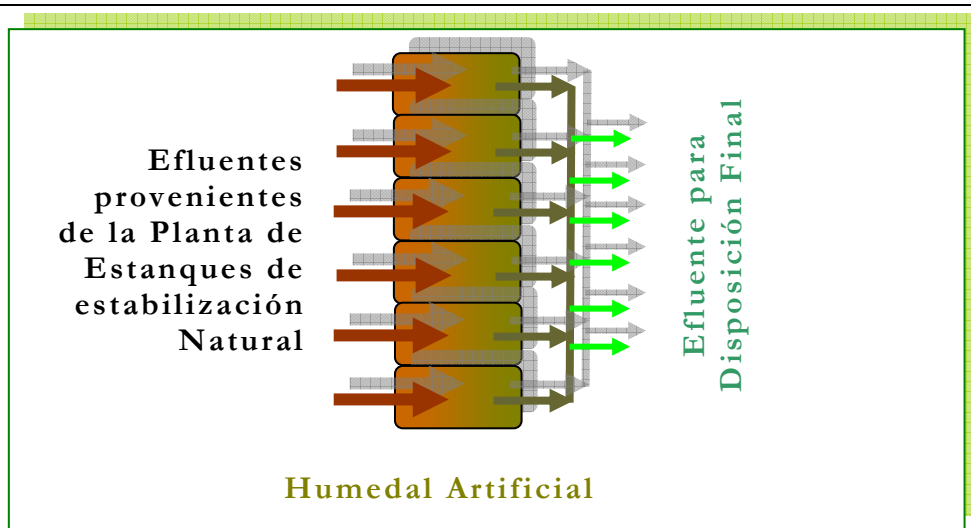


Fig. III.12.a. Esquema conceptual de funcionamiento del humedal artificial

Conceptualmente los humedales artificiales pueden responder en su diseño a diferentes objetivos según se persiga con ellos la reducción de carga orgánica, de nutrientes o de otro tipo de sustancia indeseada que se presente en los líquidos a tratar.

De esa forma, cada objetivo comprende un modo de diseño de las celdas que componen al humedal artificial, llevando a diferentes dimensiones finales cada uno de ellos.

El criterio seguido en el presente anteproyecto es el de asignar a este humedal artificial la responsabilidad de reducir los nutrientes presentes en los líquidos tratados en la planta de estanques de estabilización natural. Particularmente ello en la búsqueda de una reducción de compuestos nitrogenados presentes en los efluentes de los mencionados estanques, que son consecuencia de la nitrificación del nitrógeno orgánico que en ellos se produce.

Independientemente de que el diseño responderá a ese objetivo, el humedal artificial contribuirá también a la disminución de la ya escasa carga orgánica saliente de los estanques y a la reducción del número de bacterias que logran abandonar dicha planta de depuración.

En lo que respecta al diseño y esquema de funcionamiento del humedal artificial, el mismo estará compuesto de un conjunto de celdas que se repartirán el flujo destinado a ser tratado en el mismo.

Una vez tratado, el efluente abandonará el humedal artificial siendo en los primeros años destinado a las reservas en rehabilitación, mientras que una vez que dicho destino no pueda ser empleado, el líquido será bombeado a su destino final en el cuerpo receptor, para lo cual se realizarán las obras correspondientes de bombeo y conducción.

En lo que respeta a la cantidad de efluentes a considerar para el diseño, el mismo es resultado de la fijación realizada de la superficie del humedal



artificial en 1 ha, y el mismo se describe más adelante en el apartado correspondiente al diseño del humedal artificial.

Para la caracterización cualitativa del líquido a tratar se emplearon los valores estadísticos consecuencia del procesamiento de datos analíticos correspondientes a las lagunas de disposición final actuales, donde se realiza en forma natural un proceso depurativo similar al que hará la planta de tratamiento en estanques de estabilización natural a construir. Los valores usados se referenciarán al momento de su empleo en la memoria de cálculo de las partes del humedal artificial que se desarrolla más adelante.

Descripción general de la planta

La planta de tratamiento que es objeto del presente anteproyecto está basada en un sistema de depuración a partir de humedales artificialmente contruidos, los que funcionarán en régimen subsuperficial y en los que el diseño se ha basado en la depresión de los valores de nitrógeno contenidos en los efluentes depurados en la planta de tratamiento de estanques de estabilización natural.

Se desarrolla a continuación la configuración básica de la obra, sin perjuicio que conforme a las especificaciones particulares que determine el llamado a licitación, se podrán ofertar tecnologías alternativas competitivas de probada experiencia y trayectoria en el planeamiento, diseño, servicio y mantenimiento de tecnologías similares. La presentación de ofertas alternativas requerirá de la documentación técnica adicional de proyecto, con su resumen, memoria técnica, especificaciones técnicas, cómputo métrico, presupuesto y plano.

Consideraciones para el diseño:

- El humedal artificial se diseñó de manera tal que permita alcanzar un valor de nitratos (NO_3^-) en los efluentes finales que sea inferior al que contiene el cuerpo receptor, para lo cual se adoptó una concentración de nitratos de:

Concentración de NO_3^- en el efluente final de: 0,005 mg/l

- La concentración de NO_3^- en el afluente al humedal artificial se tomó a partir de las concentraciones de esta especie, determinada en las campañas de muestreos que se llevaron a cabo en los últimos veinte años, el que arrojó un valor promedio de:

Concentración de NO_3^- en el afluente: 13,1 mg/l

- La estimación del caudal que habrá de tratar la hectárea de humedal artificial que se adoptó como superficie a construir en la etapa inicial, se realizó a través de las ecuaciones de reacción de primer orden, características para este tipo de diseños.
- La temperatura de los líquidos se adoptó en un valor inferior en más de dos grados respecto de la temperatura observada en las actuales lagunas de derrame, siendo su valor:





Temperatura del líquido afluente

9,0 °C

- El material de relleno del humedal artificial será una grava media con dimensiones de tamaño efectivo (D10) de 30 mm, diámetro de partículas entre 4 y 40mm, al que se le asigna una conductividad hidráulica (Ks) de 12500 m³/m²día y una porosidad (n) de 0,38 expresada como porcentual.
- La altura (y) del lecho de relleno en el humedal artificial será de 0,6 m lo que coincidirá con el nivel de líquidos en el mismo.

Con estas premisas de cálculo, y adoptando el modelo de diseño dado por la ecuación $As=Q*\ln(Co/Ce)/Kt*y*n$ y despejando de la misma el valor del caudal a ingresar se tendrá:

Caudal de primera etapa

1150 m³/día

Este valor representa aproximadamente la cuarta parte del valor final de caudal que se prevé podría pasar por el humedal artificial de final de proyecto.

Por su parte, la distribución de la superficie adoptada para esta primera etapa (1 ha) en celdas de tratamiento lleva a la adopción de 24 unidades de éstas con una superficie de 414 m² cada una, lo que se desprende del uso de ecuaciones que determinan el ancho óptimo de celda, que se ubica en una tercera parte del largo de la unidad de tratamiento.

Con estos cálculos, las restantes dimensiones principales de diseño del humedal artificial son:

Cantidad total de celdas de la primera etapa	24	c/u
Superficie de cada celda	414	m ²
Incremento de altura (m) en la cabecera del humedal	0,1	% decimal
Con lo que el ancho medio de cada celda es	11,5	m
y el largo medio de cada celda es	36,0	m

Quedando una relación largo a ancho de 3,1 que se corresponde bien con el valor deseado de 3.

Para tales dimensiones medias del lecho de las celdas del humedal artificial, y para la conformación de los diques elegida se tiene:

Largo de la solera de cada celda	34,5	m
Ancho de la solera de cada celda	10,0	m
Largo de cada celda en su coronación	39,5	m
Ancho de cada celda en su coronación	15,0	m

La implantación de los vegetales del humedal artificial se realizará con carrizos (*Phragmites communis* o *Phragmites australis*) cuya distribución natural en el área resultará en una fácil obtención de la especie.





Por otra parte, caben ser mencionadas algunas propiedades de estas plantas, que, asociadas a lo anteriormente mencionado, las hacen ideales para su adopción. De ellas una de las más singulares es la adaptabilidad de las mismas y su tolerancia a altos tenores salinos de las aguas en que se desarrollan, los que pueden alcanzar valores de hasta 45 por mil de sales disueltas en los líquidos o lo que corresponde a 45000 mg/l.

En otro orden, crecimiento rápido, vía rizomas, tienen un desplazamiento lateral de 1 metro por año, lo que lleva a una densa cobertura cuando se espacian las plantas en hasta 0,6 m entre sí.

Las plantas cuentan con una penetración de sus raíces que no es muy importante en la grava del relleno, reconociendo la literatura especializada valores de 0,4 m, lo que no llevaría a interferencias con el tipo de impermeabilización adoptado, cuando la profundidad del lecho elegida es de 0,6 m, como en este caso.

Los valores de estas plantas como hábitat de animales son bajos ya que no son buscadas como alimento por ellos.

Esta especie es muy empleada en las experiencias de humedales construidos realizados en Europa y en los Estados Unidos de Norte América, donde se los emplea debido al bajo interés de nutrias y otros roedores en alimentarse de ellas, lo cual al mismo tiempo lleva a la construcción de madrigueras y a la destrucción parcial de las celdas construidas.

Distribución de celdas en el humedal artificial

Con las dimensiones definidas por el cálculo para las celdas, la distribución de las mismas en la planimetría del terreno responderá a la conformación de tres módulos de ocho celdas cada uno, con lo que el caudal total a tratar será repartido en forma igualitaria en cada uno de estos módulos.

La distribución mencionada puede observarse en el Plano 11.1 “OBRA: Humedal, Ubicación y Planta General de las Obras”.

Conformación de las obras

Los detalles constructivos del humedal artificial, principalmente radican en la distribución de sus celdas en la planimetría existente, con miras a su posterior integración con las celdas de la segunda etapa, en la confección de los diques o taludes que separan a las celdas, esto último tanto por los materiales utilizados como por lo atinente a las prácticas de compactación y dimensiones con que se los construye.

Bases de celdas y terraplenes

El terreno natural, es llano, con cotas medias cercanas a los 6m (IGM), y según se ha ya expresado de suelos superficiales arcillosos. Se deberá prever posible sobre elevación de la napa freática, siendo el período más propicio para su construcción los meses de Diciembre a Marzo.

Para asegurar la impermeabilidad del lecho de las celdas se efectuará un tratamiento especial de la fundación con el objeto de procurar alcanzar





permeabilidades del orden de $1\text{E}-08$ cm/s o menores. El proyecto Ejecutivo (o en caso de preverse la ingeniería de detalle), podrá proponer como alternativa la colocación de membrana especial, sus especificaciones técnicas, cómputos y presupuesto.

El tratamiento de las fundaciones de celdas y terraplenes comprenderá la preparación del terreno, desmalezamiento y quita de raíces completas, quema y limpieza. Se procederá al escarificado de la capa superior en una profundidad no menor a 0,30m y compactación por medios mecánicos apropiados (pata de cabra y rodillo) hasta alcanzar la meta de permeabilidad y alisamiento indicados. Se nivelarán los suelos, mediante rellenos necesarios del mismo material o de suelos arcillosos especificados, hasta lograr una superficie forma plana, y cotas de proyecto.

El material arcilloso sobrante apto para terraplenes será dispuesto en lugares cercanos para la construcción de los mismos. El fondo será compactado, conforme se detalle en las especificaciones técnicas. El material sobrante será retirado de la zona de obra y depositado en lugares que indique las especificaciones técnicas.

La preparación de fundaciones extenderá su superficie a las bases de los terraplenes.

Terraplenes

Las celdas se conformarán mediante terraplenes de 1m de altura nominal.

El material a utilizar para la conformación del cuerpo de los terraplenes estará constituido por mezclas de limos y arcillas de alta plasticidad, con un contenido mínimo de cuarenta por ciento (40 %) de materiales que pasan el tamiz de malla N° 200, obtenido de suelos existentes en la zona de obra, (Suelos Tipo 1). Para la capa de coronamiento de los terraplenes, en un espesor de 0,20m, se utilizará grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, con un tamaño máximo de 1" y un Índice de Plasticidad de entre el 2% y el 6 %, (Suelos Tipo 2).

La sección transversal de estos diques se construirá con una pendiente de talud de 1V/2H. El ancho de coronamiento es de 3m para los terraplenes principales, para tránsito vehicular de servicio, y de 0,4m para los terraplenes interiores, con leves pendientes laterales para facilitar el escurrimiento de lluvias.

Las tuberías que atraviesan los diques en obras de conducción de líquidos entre celdas, en alimentaciones y egresos, deberán estar dotadas de collares contra la infiltración o niples pasamuros que sobresalgan al menos 0,6 metro sobre la tubería.

La construcción de los diques responde en sus detalles constructivos al diseño que se observa en el plano 11.2 "OBRA: Humedal, Obras Complementarias".





Estimación de volúmenes de suelos.

Terraplenes con circulación vehicular de servicio y cañerías de distribución e interconexión:

Los terraplenes exteriores de la planta y los de la cañería de distribución tienen un ancho de coronamiento previsto para la circulación de vehículos utilitarios y servicios. Las dimensiones geométricas son las siguientes:

Ancho de coronamiento	3	m
Talud:	1V:2H	
Altura media	1	m
Sección transversal promedio	5	m ²
Longitud acumulada:	560	m
Volumen de suelos sobre T.N..	2.800	m ³ .

Fig. III.12.a. Dimensiones de los terraplenes exteriores

Ancho de coronamiento	0.4	m
Talud:	1V:2H	
Altura media:	1	m
Sección transversal promedio:	5	m ²
Longitud acumulada:	820	m
Volumen de suelos sobre T.N	2000	m ³ .
Volumen Total de suelos:	4800	

Fig. III.12.b. Dimensiones de los terraplenes interiores

Del total del volumen estimado, 340m³ son de suelos de recubrimiento del coronamiento aptos para el tránsito en los terraplenes principales.

Obras hidráulicas

Canal de Estanques aeróbicos a Cámara de Carga del humedal

Desde las descargas de los tres primeros estanques aeróbicos, se construirá un canal colector que derivará hacia el Humedal. El canal, tendrá una longitud estimada de 200m, de sección rectangular de 0,5m de base de fondo, 0.27m de tirante máximo, con una altura constructiva de 0,5m. El tirante de servicio en esta primera etapa será de 0.26.

El canal será construido en Hormigón Armado, con normas equivalentes a un tipo H17. La fundación del canal se preparará mediante limpieza de una capa superficial no menor a 0,2m, y un terraplén de ancho de coronamiento 1m, taludes 1H:2V, suelos de relleno tipo 2 conforme la especificación ya indicada.





Hidráulica de Canales - Flujo Uniforme - Fórmula de Manning: PLANILLA H - Q								
h	Q	A	Chi	T	R	D	C	V
-	-	-	0.50	0.50	-	-	-	-
0.02	0.00	0.01	0.54	0.50	0.02	0.02	36.74	0.16
0.04	0.00	0.02	0.58	0.50	0.03	0.04	40.75	0.24
0.06	0.01	0.03	0.62	0.50	0.05	0.06	43.12	0.30
0.08	0.01	0.04	0.66	0.50	0.06	0.08	44.77	0.35
0.10	0.02	0.05	0.70	0.50	0.07	0.10	46.01	0.39
0.12	0.03	0.06	0.74	0.50	0.08	0.12	46.99	0.42
0.14	0.03	0.07	0.78	0.50	0.09	0.14	47.79	0.45
0.16	0.04	0.08	0.82	0.50	0.10	0.16	48.46	0.48
0.18	0.05	0.09	0.86	0.50	0.10	0.18	49.03	0.50
0.20	0.05	0.10	0.90	0.50	0.11	0.20	49.53	0.52
0.22	0.06	0.11	0.94	0.50	0.12	0.22	49.96	0.54
0.24	0.07	0.12	0.98	0.50	0.12	0.24	50.33	0.56
0.26	0.07	0.13	1.02	0.50	0.13	0.26	50.67	0.57
0.28	0.08	0.14	1.06	0.50	0.13	0.28	50.97	0.59
0.30	0.09	0.15	1.10	0.50	0.14	0.30	51.25	0.60
0.32	0.10	0.16	1.14	0.50	0.14	0.32	51.49	0.61
0.34	0.11	0.17	1.18	0.50	0.14	0.34	51.72	0.62
0.36	0.11	0.18	1.22	0.50	0.15	0.36	51.92	0.63
0.38	0.12	0.19	1.26	0.50	0.15	0.38	52.11	0.64
0.40	0.13	0.20	1.30	0.50	0.15	0.40	52.29	0.65

Tabla III.12.b. Parámetros hidráulicos del canal de conducción de efluentes tratados desde Estanques aeróbicos a Humedal

Cámara de carga y distribución de caudales de ingreso

Los líquidos de alimentación, que provienen de la planta de tratamiento en estanques, ingresarán a una cámara de carga tal que permite, mediante la partición del caudal total en tres, el manejo de caudales en forma discrecional por parte del operador. La cámara está dividida en cuatro compartimentos, en el primero de los cuales el líquido que arriba se acumula para ser descargado por rebalse, a través de un vertedero, o por medio de compuertas, en los restantes tres compartimentos, cuyas secciones posibilitan ampliamente la erogación de los caudales pico a manejar.

La operación conveniente de las compuertas situadas en el tabicado interno permite alcanzar la distribución de caudales que la operación de los distintos módulos de celdas requiera.

Las principales dimensiones de esta cámara son las siguientes:

Ancho interno:	2,6m
Largo interno:	1,8 m
Altura:	1m
Profundidad del líquido en las cámaras:	0,7m

Distribución de los caudales en los módulos

Conductos principales: Transportan los efluentes desde la cámara de carga hasta el ingreso de cada uno de los tres módulos (una conducción por módulo), y se ubican en el terraplén principal al Oeste del humedal. Las tres conducciones son de 300mm, con longitudes de 6m, 52m y 94m.





Conducciones de distribución en módulos e ingresos a celdas: tres tramos de conducciones de 250mm y 150m c/u, ($Q=4,4$ l/s). Este conducto, en la cabecera de cada celda lleva una cámara de carga, construida en hormigón armado, de medidas 0,60 m x 0,60m y 1m de altura, $e=0,10$ m, con entrada y salida del caño distribuidor y un ingreso por desborde al caño de 250mm que conduce al interior de la celda.

Conducciones de distribución en celdas: Se construirán en caño de PVC ranurado, diámetro 150mm, de 12m cada celda. Longitud total: 288m.

El detalle constructivo de estas conducciones y canales puede observarse en el plano 11.2 “OBRA: Humedal, Obras Complementarias”.

Aforadores en canales

En el primer tramo de cada canal de descarga a las celdas se construirán aforadores Parshall destinados a registrar los caudales que por cada módulo se tratará.

Las dimensiones del aforador Parshall se muestran en el plano 11.2 “OBRA: Humedal, Obras Complementarias”.

Instalaciones de egreso de los líquidos

Los líquidos que arriban al extremo final de cada celda son capturados por un sistema colector compuesto por una tubería ranurada que, ubicada en el fondo de la celda y protegida con piedra bola de 100 mm, ocupa todo el ancho de la misma y conduce a los fluidos hasta la cámara de egreso situada fuera de la celda.

Por su parte a la citada cámara de egreso de líquidos tratados acomete la tubería colectora por su fondo la que cuenta con un codo al que se une un chicote de tubo con posibilidad de rebatirlo, determinando de esta manera el perfil de agua dentro de la celda. Las dimensiones de esta cámara de egreso son las siguientes:

El detalle constructivo del colector y de la cámara de egreso se expone en el Plano 11.2 “OBRA: Humedal, Obras Complementarias”.

Conducciones de egreso de los líquidos

Los líquidos que abandonan las cámaras de egreso, son descargados en un canal que los transporta hasta el sitio de derivación a las reservas en rehabilitación o a la cámara de desinfección para su acondicionamiento final para su vuelco al cuerpo receptor.





III.12.2. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras:

ITEM	DESIGNACION	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
Ducto de descarga					
1	Canal de conducción desde Planta de Estanques aeróbicos 1,2 y3 a Cámara de carga Humedal	200	ml	\$ 160,00	\$ 32.000,00
2	Cámara carga y vertedero	1	Gl	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
Bases de celdas humedales					
3	Limpieza, quema, escarificado, desmonte	1,7	Ha	\$ 5.000,00	\$ 8.500,00
4	Relleno, compactado	1,7	Ha	\$ 20.000,00	\$ 34.000,00
4	Suelos y filtros en celdas	10000	m3	\$ 30,00	\$ 300.000,00
Rellenos					
5	Rellenos Suelo Tipo 1	4460	M3	\$ 15,00	\$ 66.900,00
6	Rellenos Suelo Tipo 2	340	M3	\$ 16,00	\$ 5.440,00
Canales y Obras hidráulicas complementarias					
7	Conductos principales de 315mm, PVC clase 4, cloacal	152	ml	\$ 65,00	\$ 9.880,00
8	Conductos de distribución de 250mm, PVC clase 4, cloacal	300	ml	\$ 50,00	\$ 15.000,00
9	Conductos de celdas de 160mm, PVC clase 4, cloacal	255	ml	\$ 25,00	\$ 6.375,00
10	Plantaciones	1	GL	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
11	Gastos varios y Ajustes	1	Gl	\$ 3.905,00	\$ 3.905,00
TOTAL				\$ 510.000,00	

Tabla III.12.2.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

Los precios incluidos en la Tabla III.12.2.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ducto de descarga										
1	Canal de conducción desde Planta de Estanques aeróbicos 1, 2 y 3 a Cámara de carga Humedal	6,27%	32.000	10%	30%	40%	20%				
2	Cámara carga y vertedero	0,59%	3.000	30%	30%	40%					
	Bases de celdas humedales										
3	Limpieza, quema, escarificado, desmonte	1,67%	8.500	40%	50%	10%					
4	Relleno, compactado	6,67%	34.000		30%	40%	30%				
5	Suelos y filtros en celdas	58,82%	300.000		20%	30%	30%	20%			
	Rellenos										
6	Rellenos Suelo Tipo 1	13,12%	66.900		20%	20%	30%	15%	10%	5%	
7	Rellenos Suelo Tipo 2	1,07%	5.440		15%	15%	20%	20%	20%	10%	
	Canales y Obras hidráulicas complementarias										
8	Conductos principales de 315mm, PVC clase 4, cloacal	1,94%	9.880		10%	15%	15%	20%	20%	20%	
9	Conductos de distribución de 250mm, PVC clase 4, cloacal	2,94%	15.000							50%	50%
10	Conductos de celdas de 160mm, PVC clase 4, cloacal	1,25%	6.375							50%	50%
11	Plantaciones	4,90%	25.000							50%	50%
12	Gastos varios y Ajustes	0,77%	3.905								100%
		100,00%	\$ 510.000								
Previsto	% de avance del mes			1,47%	19,63%	26,30%	25,34%	14,33%	1,91%	5,70%	5,31%
	% de avance acumulado			1,471%	21,105%	47,404%	72,745%	87,079%	88,991%	94,688%	100%
	Inversion del mes (\$)			\$ 7.500	\$ 100.134	\$ 134.128	\$ 129.240	\$ 73.099	\$ 9.754	\$ 29.053	\$ 27.093
	Inversion acumulada (\$)			\$ 7.500	\$ 107.634	\$ 241.762	\$ 371.002	\$ 444.101	\$ 453.855	\$ 482.908	\$ 510.000

Tabla III.12.2.b. Plan de Trabajo e Inversiones



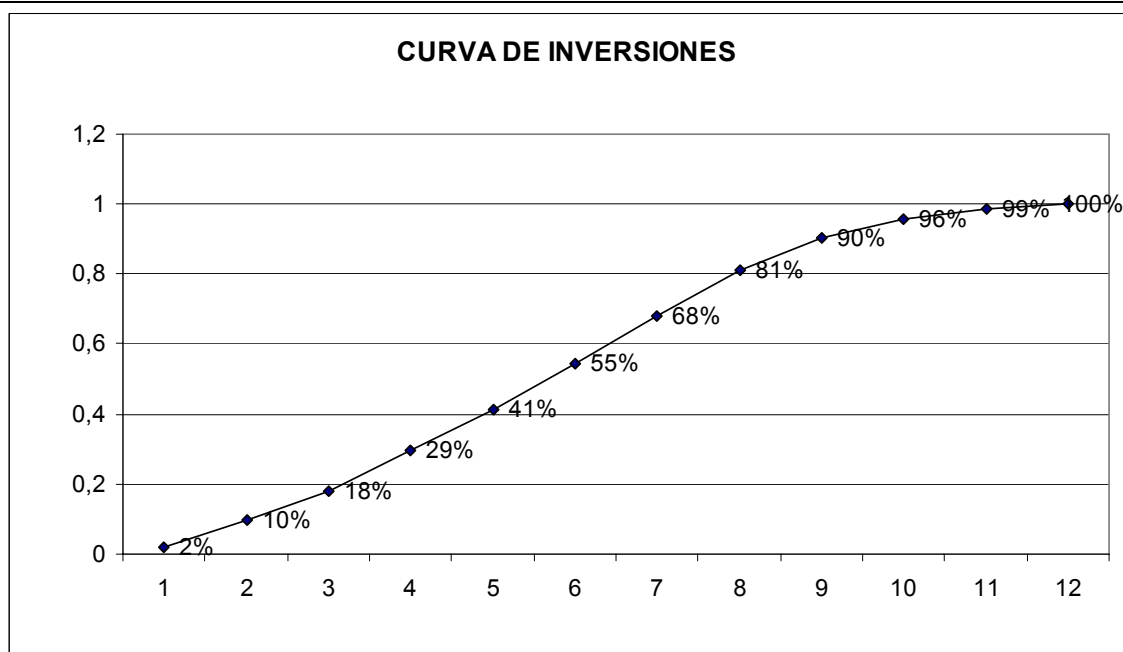


Fig. III.12.2.a. Curva de Inversiones

III.12.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones que correspondan a esta obra se propondrán en la etapa ejecutiva del proyecto, conforme se definen en los respectivos Términos de Referencia de dicho Proyecto Ejecutivo.

III.12.4. PLANOS

III.B.b		SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
12	1	Ubicación y Planta General de las Obras OBRA: Planta de Tratamiento en Humedal
	1	Ubicación y Planta General de las Obras
	2	Obras complementarias

Tabla III.12.4.a. Detalle de Planos





Nivel:

Factibilidad Técnica - Anteproyecto

Obra:

**SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE
(ESTANQUES Y HUMEDAL):**

**PLANTA DE BOMBEO, DERIVACIÓN Y DESCARGA DE
AGUA EXCEDENTE TRATADA AL RÍO CHUBUT**

Plazo de Ejecución: 9 meses

Presupuesto: \$ 4.732.000





III.13. COMPONENTE: PLANTA DE BOMBEO, DERIVACIÓN Y DESCARGA DE AGUA EXCEDENTE TRATADA AL RÍO CHUBUT

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

La presente memoria corresponde al proyecto de Planta de bombeo, derivación y descarga de agua excedente tratada al Río Chubut. Incluye cámara de carga, estación de bombeo, cañería de impulsión, y obra de descarga en el Río Chubut.

La estación de bombeo tendrá una capacidad instalada de 60 l/s. La impulsión tendrá una longitud de 16.600,00 metros, en diámetro 315 mm, estando prevista su construcción en PVC, con un dispositivo antiariete compuesto por tres tanques hidroneumáticos que eviten el colapso de la cañería.

Se han realizado los cálculos y el diseño previendo su construcción en cañerías de PVC Clase 6, con las válvulas de esclusas de corte, válvulas de desagüe y válvulas de aire adecuadas al tipo de líquido a transportar.

Constará además con un dispositivo antiariete el cuál estará compuesto por un tanque hidroneumático y accesorios que eviten el colapso de la cañería.

Se han previsto utilizar tableros y comandos electrónicos con variadores de velocidad, que permitan el arranque y parada suave de las electrobombas, amortiguando electrónicamente el golpe de ariete. Este tanque hidroneumático trabajará únicamente en los cortes de energía eléctrica.

Para controlar el caudal bombeado se ha previsto la instalación de un medidor de caudal apto para líquidos tratados del tipo magneto inductivo.





III.13.1. MEMORIA TÉCNICA

Objetivo

Los efluentes tratados en el sistema de tratamiento Zona Este serán derivados por medio de una impulsión de 16.600 metros hasta la descarga actual de la Planta de Tratamiento de la ciudad de Rawson.

Caudales:

El sistema de Tratamiento Zona Este tendrá un excedente de agua tratada de 2.300.000 m³/año, asumiendo un coeficiente de pico de 1,20; el caudal a impulsar será de 60 l/s.

Ubicación de la Estación de bombeo:

La estación de bombeo se ubicará dentro de las instalaciones del sistema de Tratamiento Zona Este.

Impulsión:

El diámetro de la impulsión se selecciono aplicando el método del Diámetro económico y el diagrama de Camerer (ver planilla Anexa). Para esta impulsión el diámetro más económico es de D° 315 mm.

La pérdida de carga unitaria para el caudal de diseño (216 m³/h) es de 2,04 mm/m, la pérdida total en toda la longitud de la tubería es de 33,90 m.

La Estación de Bombeo del Sistema de Tratamiento Zona Este se ubica aproximadamente en cota 6 (IGM) y la descarga en el Río Chubut a cota +3. La diferencia de altura nominal entre el nivel de salida y el de llegada es de 3,00 m. Por lo tanto la altura de bombeo es de 36,90 m.

Válvulas de desagüe y seccionamiento

Se dispondrán en las impulsiones de válvulas de desagüe y seccionamiento espaciadas cada 1.000 metros a lo largo de la línea, para aislar secciones ante casos de mantenimiento o reparación, y para limpieza de la impulsión.

Válvulas de aire

En todos los puntos altos se dispondrá de válvulas de aire, elementos que permiten la eliminación del aire que suele llevar consigo el efluente, y además permiten la incorporación de aire rápidamente para equilibrar la presión interna de la tubería con la atmosférica cuando se produce un vaciado brusco de la misma.

Válvula anticipadora de onda:

Se dispondrá de una válvula Anticipadora de Presión poco después de las bombas para contrarrestar la onda positiva y negativa.

Esta válvula será del tipo automática y estará calibrada para proteger bombas y la tubería del daño resultante de los cambios bruscos de velocidad del flujo





ocasionados por el arranque y detención de las bombas, especialmente en el caso de detención abrupta a causa de una falla en el suministro de energía.

La disposición y forma de construir las cámaras para sus distintas funciones se describen en el plano IIIBa1-7 (Cámaras Planos Tipo).

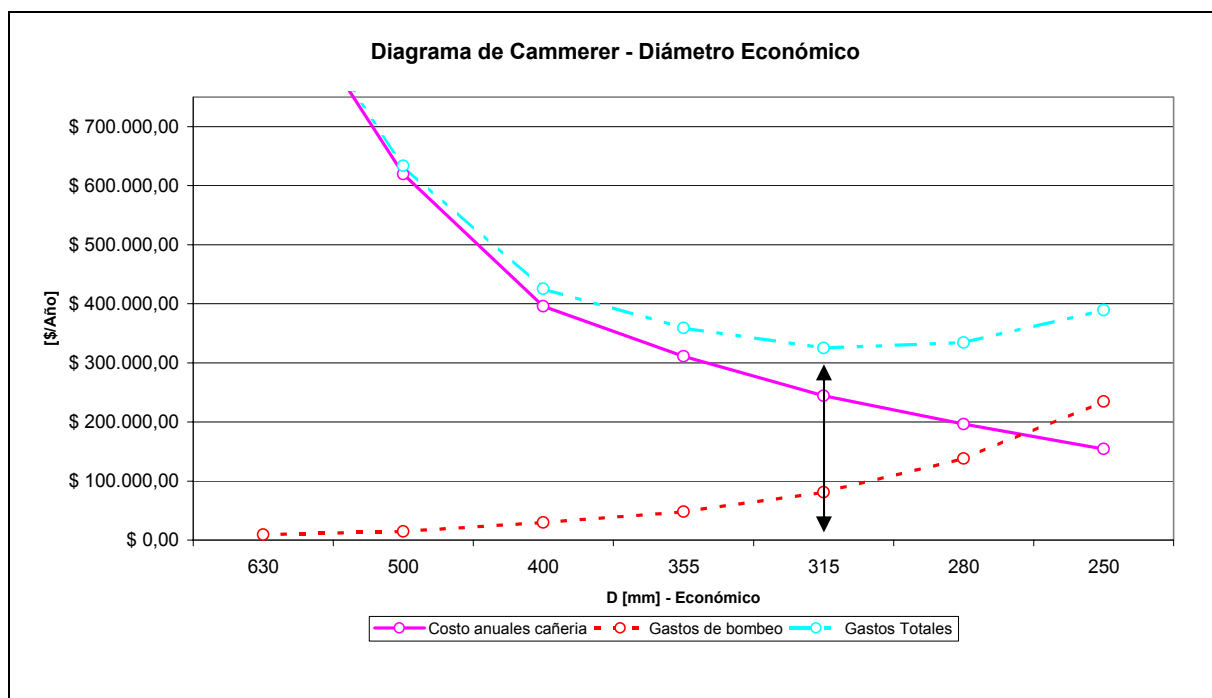


Fig. III.13.a. Planta de bombeo agua excedente tratada al Río Chubut

Dispositivo Antiariete

Para la impulsión se ha previsto un dispositivo antiariete para proteger la instalación toda vez que ésta se vea afectada por los estados transitorios.

Dado que se cuenta con variadores de velocidad capaces de controlar el arranque y la detención normal de las electrobombas, se realizó el cálculo del dispositivo antiariete para la situación más desfavorable: corte de energía eléctrica con todas las bombas funcionando.

El sistema de protección contempla la instalación de tres (3) tanques tipo ARAA – Antiariete con Reposición Automática de Aire para la impulsión.

Los mismos se instalarán en la misma estación elevadora conforme lo indican los planos.

Predimensionamiento de los Tanque ARAA

El volumen de aire necesario en régimen permanente puede estimarse analizando la transferencia de energía producida en la interfase aire-agua en la cámara. El cilindro de agua puesto en movimiento durante el transitorio puede considerarse como rígido, por lo que la dinámica de transferencia de energía se resume en la siguiente expresión:





$$\frac{1}{2}mU^2 = 2,3.p_0.\tau_0.\log\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

Donde:

- m = masa del cilindro líquido.
- U = Velocidad media en la tubería de impulsión.
- P0 = Presión en el líquido (y en el aire en contacto con él) antes del comienzo del transitorio.
- P = Presión alcanzada en el bolsón de aire al absorber la energía brindada por el cilindro.

Esta ecuación, entonces, implica la igualdad de la energía cinética del cilindro líquido con la energía absorbida en un proceso isotérmico por la burbuja de aire.

Por lo tanto el volumen de aire inicial será:

$$\tau_0 = \frac{28,25.L.Q^2}{D^2 p_0.\log\left(\frac{p}{p_0}\right)}$$

Donde:

L = Longitud de la impulsión.

Q = Caudal

D = Diámetro de la impulsión

Entonces, teniendo en cuenta que τ_0 constituye aproximadamente 1/2 del volumen total de la cámara, se podrá predimensionar la misma en base a este dato (siempre teniendo en cuenta que, de tratarse de un dispositivo constituido por N cámaras, el predimensionado de cada una deberá realizarse con $\tau_0' = \tau_0/N$).





Tubería Material: PVC Clase: 6

Variable	Unidad	Descripción
ε	21600	kgf/cm ² Modulo de elasticidad del agua para T = 20°C
E	28000	kgf/cm ² Módulo de elasticidad del material
ρ	1000	kg/m ³ Densidad del agua
e	9,2	mm Espesor de la cañería
De	315	mm Diámetro de la cañería externo
Di	296,6	mm Diámetro de la cañería interno
c	278	m/s Celeridad
g	9,81	m/s ² Aceleración de la gravedad
Q	5184	m ³ /día Caudal diario
	216	m ³ /h Caudal horario
	0,060	m ³ /s Caudal
Ω	0,069	m ² Sección de la tubería
U	0,87	m/s Velocidad media del tubería
Δh	20,4	m Sobrepresión

Tiempo de Cierre			
L	16600	m	Longitud de la impulsión
Tc	144	s	Tiempo de cierre critico

Presión Máxima			
Pnom	6,00	kgf/cm ²	Presión nominal
Pserv	5,00	kgf/cm ²	Presión servicio
Pmax	7,04	kgf/cm ²	Presión maxima
Pmadm	9,00	kgf/cm ²	Presión maxima admisible

Balon de aire			
p/po	1,41		Relación de presiones
γ	1000	kgf/m ³	Peso especifico del efluente
τ_o	2,58	m ³	Volumen inicial

Tabla III.13.a. Dispositivo Antiariete para impulsión

Característica según Proyecto Ejecutable	Valor del parámetro
Caudal total (l/s)	60
Longitud / diámetro de la impulsión (m)	16600
Celeridad de la onda (m/s)	230
Cantidad de tanques ARAA	3
Volumen unitario (m ³)	1,72
Diámetro del tanque (mm)	1100
Altura del tanque (mm)	1810
Altura de instalación sobre el eje de la tubería (mm)	650
Altura total sobre el eje de la tubería (mm)	2100

Tabla III.13.b. Parámetros Dispositivo Antiariete para impulsión





Estación de Bombeo

La estación de bombeo será de emplazamiento indirecto, o cámara seca.

Deberá derivar al Reservorio un caudal de 60 l/s. La instalación electromecánica estará constituida por 3(tres) bombas tipo eje horizontal, 2(dos) en servicio y la tercera en reserva.

Las bombas deberán ser de las siguientes características:

- Electrobomba centrífuga de eje horizontal.
- Las bombas serán de una o más etapas pero en ningún caso la velocidad de giro superará las 1.500 r.p.m.
- Motor eléctrico de 20 kW a 1450 rpm con aislación clase H (180°C). La puesta en marcha de los motores será progresiva, utilizándose dispositivos de arranque individuales para cada motor, ubicados en el tablero general. Deberá ser de eje horizontal, del tipo asíncrono, trifásico con rotor en corto-circuito, para trabajar con una tensión de 3 x 380V-50Hz, servicio permanente, cerrado autoventilado. El motor estará dimensionado para desarrollar una potencia equivalente al 125% de la requerida por la bomba en el régimen garantizado de mayor demanda, sin que la temperatura de sus arrollamientos se eleve a valores superiores a los estipulados en la Norma IRAM 2008. Será como mínimo de 20 kw con factor de servicio de 1.1.
- El motor deberá contar con protección por sobre temperatura, a través de sondas tipo RTD (una por fase), embebidas en el bobinado del estator. El rotor de la máquina estará estática y dinámicamente equilibrado para asegurar un funcionamiento libre de vibraciones, marcha prácticamente silenciosa y larga duración de los cojinetes. El eje del rotor será de acero, de calidad no inferior a la indicada en la normalización SAE 1045, perfectamente rectificado. La carcasa y los escudos porta cojinetes deberán ser construidos en fundición de hierro gris o chapa de acero laminado. Los núcleos de los bobinados se construirán en laminaciones de acero de alta permeabilidad magnética. Los cojinetes serán a bolilla y/o rodillos, lubricados por grasa o aceite y deberán permitir un funcionamiento prolongado con atención mínima.
- Comando y control. El arranque se realizará mediante variador de velocidad, de modo tal que en la puesta en marcha de los motores, la intensidad estatórica sea lo más pequeña posible compatible con la cupla requerida. Las operaciones de arranque se realizarán automáticamente, una vez accionado el comando desde el tablero de maniobra y control.
- Cada grupo electrobomba deberá estar provisto de los instrumentos necesarios para la detención automática de los equipos combinados con la puesta en funcionamiento de alarmas acústicas y ópticas, cuando por circunstancias imprevistas descienda el nivel del agua en la reserva que alimenta el múltiple de aspiración por debajo de los valores aconsejables.





- El diámetro del impulsor seleccionado deberá ser menor o igual que el 90 % del máximo diámetro de impulsor permitido por la carcasa. Su diseño permitirá reducir el empuje axial sobre los cojinetes, y al mismo tiempo limitar la presión en la caja de empaquetaduras.
- El impulsor estará construido en fundición de bronce de calidad ASTM B 145 - 836 (SAE 40) o superior y deberá soportar sin desgaste en los ensayos correspondientes, la velocidad máxima tangencial especificada para el material indicado.
- La carcasa de la bomba será diseñada para soportar una presión igual a la presión máxima de succión especificada, más la altura desarrollada con el impulsor de diámetro máximo admisible por la carcasa, operando con el fluido correspondiente, con la válvula de salida totalmente cerrada. La misma estará construida en fundición de hierro gris de calidad ASTM A 48 Cl. 30 B o superior.
- La carcasa y el impulsor deberán estar provistos de aros de desgaste renovables. Cuando en el primer impulsor no sea posible el uso del aro de desgaste, el mismo podrá omitirse. El fabricante deberá aclarar ésta particularidad en la oferta.
- Los aros de desgaste a colocar en el cuerpo de la bomba y en el impulsor estarán contruoidos en bronce de calidad ASTM B 584 - 4 A CA 836 y bronce ASTM B 271 - 3 B respectivamente y sus durezas mínimas deberán ser superiores a 300 Brinell, con diferencia mínima de 50 Brinell entre las caras de contacto. El aro de dureza inferior será montado sobre el impulsor.
- El eje será de construcción robusta, apto para transmitir al impulsor toda la potencia que éste requiera para todo el rango de operación del equipo. El mismo se contruuirá en acero inoxidable al cromo níquel de refinación de calidad AISI 410/420 y tendrá manguitos de protección reemplazables, ajustados de manera tal de prevenir su rotación sobre el eje, y se dispondrá de sellado entre el rotor y manguito para evitar fugas.
- La curva característica caudal - altura tendrá un incremento de la altura al disminuir el caudal hasta cero.
- Las bridas de succión y descarga serán para el mismo rango de presión y de acuerdo a la norma ANSI / AWWA C-207/94.
- Las cañerías para sellos o empaquetaduras serán de acero sin costura de acuerdo a la norma ASTM A-53 (tipo S), A-106, A-524 ó API 5L, grado A ó B. Para los tamaños de 2¹/₂ " y mayores se usará Schedule 40, para tamaños desde ½ " a 2" se usará como mínimo Schedule 80. Los materiales de accesorios, válvulas y bridas de acero deberán ajustarse a la norma ASTM A-105 y A-181, las uniones y accesorios roscados serán de acero forjado serie 3.000. No se admitirán diámetros nominales menores de ½ " ANSI, ni caños con costura.





- Los rodamientos serán del tipo standard con soportes separados de la carcasa y seleccionados para una vida media de seis (6) años (50.000 horas) como mínimo, para operación continua en las condiciones nominales de la bomba, pero no menos de 32.000 horas bajo máxima carga axial y radial. Para las bombas con carcasas partidas horizontalmente, el soporte de rodamientos será bipartido.
- Las juntas de acoplamiento serán del tipo elástico o flexible, con espaciador. La longitud del espaciador deberá permitir el control y las sustituciones de las partes rotantes de las bombas, sin remoción del accionamiento.

Apta para las siguientes condiciones de servicio:

$$Q = 30 \text{ l/s}$$

$$H = 40 \text{ m.c.a.}$$

Electrobombas

Característica	Valor del parámetro	Observaciones
Caudal máximo efluente (l/s)	60	Corresponde al caudal máximo horario futuro
Cantidad total de bombas en funcionamiento	2	Corresponde al caudal máximo horario futuro
Cantidad total de bombas a proveer	3	La 3° bomba permanece en reserva
Potencia unitaria (kW)	20	
Potencia total instalada de bombeo (kW)	40	
Diámetro de la impulsión (mm)	315	
Longitud de la impulsión (m)	16600	Desde la Estación Elevadora hasta la Cámara de carga de PT-PIT.

Tabla III.13c. Características de diseño de las electrobombas.





Anexo - Planilla Calculo Diámetro Económico

Tubería (Clase 6)	Diámetro Interno	Sección	Velocidad	Costo Unitario Tubería	Costo Total	Costo anuales cañería			Pérdida de carga		Altura de Bombeo	Gastos de bombeo	Gastos Totales
DN	Di	A	v		Ct	A	M	Gc	j	J	H	Gb	Gc+Gb
mm	mm	m2	m/s	\$/m	\$	\$/Año	\$/Año	\$/Año	m/m	m	m	\$/año	\$/año
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
630	593,2	0,276	0,22	306,63	5090058,0	476830,4	509005,80	985836,22	0,00007	1,16	4,16	9087,5	994923,7
500	470,8	0,174	0,34	192,65	3197990,0	299583,8	319799,00	619382,80	0,00022	3,57	6,57	14359,6	633742,4
400	376,6	0,111	0,54	123,09	2043294,0	191413,3	204329,40	395742,69	0,00064	10,59	13,59	29704,0	425446,7
355	334,2	0,088	0,68	96,71	1605386,0	150390,6	160538,60	310929,20	0,00114	18,95	21,95	47970,3	358899,5
315	296,6	0,069	0,87	76,05	1262430,0	118262,9	126243,00	244505,90	0,00204	33,90	36,90	80617,6	325123,5
280	263,6	0,055	1,10	60,98	1012268,0	94828,0	101226,80	196054,83	0,00363	60,20	63,20	138098,4	334153,2
250	235,4	0,044	1,38	47,98	796468,0	74612,1	79646,80	154258,95	0,00629	104,46	107,46	234786,7	389045,6
225	211,8	0,035	1,70	46,00	763600,0	71533,1	76360,00	147893,12	0,01053	174,73	177,73	388335,8	536228,9
200	188,2	0,028	2,16	42,00	697200,0	65312,8	69720,00	135032,84	0,01871	310,63	313,63	685252,2	820285,0
160	150,6	0,018	3,37	33,00	547800,0	51317,2	54780,00	106097,24	0,05540	919,66	922,66	2015953,4	2122050,6

Tabla III.13.d. 'Planilla Calculo Diámetro Económico Impulsión Planta de Tratamiento Zona Este – Descarga Río Chubut





III.13.2. CÓMPUTO MÉTRICO, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

Se presenta la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras:

ITEM	DESIGNACION	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
1	Estación de Bombeo				
1.1	Cámara de carga agua tratada				
1.1.1	Excavación, relleno y compactación	m3	42	\$ 19,85	\$ 833,49
1.1.2	Hormigón de limpieza, 5 cm de espesor.	m3	1,05	\$ 531,27	\$ 557,83
1.1.3	Estructura de hormigón armado.	m3	13,8	\$ 2.213,44	\$ 30.545,42
				Sub total:	\$ 31.936,75
1.2	Estación de bombeo agua tratada				
	Obra Civil				
1.2.1	Excavación, relleno y compactación	m3	138,6	\$ 26,63	\$ 3.691,37
1.2.2	Hormigón de limpieza, 5 cm de espesor.	m3	4,2	\$ 531,27	\$ 2.231,33
1.2.3	Estructura de hormigón armado.	m3	37,44	\$ 2.213,44	\$ 82.871,06
1.2.4	Mampostería de ladrillo de 30 cm	m2	104	\$ 204,91	\$ 21.310,26
1.2.5	Mampostería de ladrillo de 15 cm	m2	20	\$ 96,34	\$ 1.926,76
1.2.6	Aislación hidrófuga	m2	7,8	\$ 24,07	\$ 187,78
1.2.7	Revoque grueso	m2	200	\$ 41,87	\$ 8.373,99
1.2.8	Revoque fino	m2	200	\$ 25,59	\$ 5.118,99
1.2.9	Contrapisos	m2	54	\$ 37,81	\$ 2.041,85
1.2.10	Piso de cemento rodillado	m2	54	\$ 36,14	\$ 1.951,49
1.2.11	Impermeabilización techo	m2	42	\$ 50,66	\$ 2.127,57
1.2.12	Carpintería metálica	Global	1	\$ 10.176,56	\$ 10.176,56
1.2.13	Pintura para revoque interior y exterior	m2	400	\$ 31,12	\$ 12.448,16
1.2.14	Pintura para aberturas	Global	1	\$ 6.422,63	\$ 6.422,63
1.2.15	Instalación Sanitaria	Global	1	\$ 4.117,29	\$ 4.117,29
1.2.16	Instalación de Gas	Global	1	\$ 4.527,22	\$ 4.527,22
1.2.17	Veredas perimetrales	m2	22	\$ 82,74	\$ 1.820,18
1.2.18	Cerco perimetral y portón	Global	1	\$ 9.463,43	\$ 9.463,43
				Sub total:	\$ 180.807,92
	Obras Electromecánica				
1.2.19	Electrobombas	Nro	3	\$ 50.314,51	\$ 150.943,54
1.2.20	Múltiple colector de Acero D° 250 mm	Global	1	\$ 16.943,26	\$ 16.943,26
1.2.21	Salida de bombas Acero D° 150 mm	Global	1	\$ 12.867,47	\$ 12.867,47
1.2.22	Válvula esclusa D° 150 mm	Nro	6	\$ 5.322,14	\$ 31.932,85
1.2.23	Válvula de retención D° 150 mm	Nro	3	\$ 5.272,40	\$ 15.817,21
1.2.24	Aparejo monorriel	Nro	1	\$ 12.808,46	\$ 12.808,46
1.2.25	Sistema de ventilación	Nro	1	\$ 10.196,11	\$ 10.196,11
1.2.26	Sistema de puesta a tierra	Global	1	\$ 12.767,60	\$ 12.767,60
1.2.27	Tablero	Global	1	\$ 74.387,50	\$ 74.387,50
1.2.28	Cables de baja tensión y comando	Global	1	\$ 20.991,52	\$ 20.991,52
1.2.29	Sistema de iluminación y tomacorrientes interior y exterior	Global	1	\$ 25.845,72	\$ 25.845,72
1.2.30	Bandejas portacables, caños, accesorios, etc.	Global	1	\$ 3.042,92	\$ 3.042,92
1.2.31	Sistema de protección contra incendio	Global	1	\$ 2.013,10	\$ 2.013,10
				Sub total:	\$ 390.557,25





2	Cañería de Impulsión				
2.1.1	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno y profundidad, con depresión de napa, ejecución de colchón de arena, relleno, compactación y retiro del material sobrante: incluido rotura y reparación de pavimentos y veredas.	m	16.600	\$ 82,97	\$ 1.377.359,94
2.1.2	Provisión de cañerías de PVC DN 315 mm, incluido aros	m	16.600	\$ 115,82	\$ 1.922.645,90
2.1.3	Acarreo y colocación de cañería de PVC y piezas especiales, D° 315 mm, incluido ejecución de juntas, prueba hidráulica, Planialtimetría y balizado de la cañería	m	16.600	\$ 23,37	\$ 387.973,56
2.2	Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas D° 300 mm, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas, p/ bloqueo y salida acueducto.-	N°	4,00	\$ 13.827,28	\$ 55.309,12
2.3	Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas D° 150 mm, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas, p/desagüe.-	N°	8,00	\$ 9.680,51	\$ 77.444,11
2.4	Provisión, acarreo y colocación de ventosas combinadas y válvulas esféricas, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas.	N°	8,00	\$ 6.922,13	\$ 55.377,06
3	Alimentación Externa de Energía				
3.1	Línea Aérea de 13,2 Kv	Gl	1,00	\$ 194.947,26	\$ 194.947,26
3.2	Subestación 13,2 /0,400 0,213 250 Kv	Gl	1,00	\$ 57.641,14	\$ 57.641,14
					\$ 252.588,40
	TOTAL			\$ 4.732.000,00	

Tabla III.13.2.a. Cómputo y Presupuesto de las Obras

Los precios incluidos en la Tabla III.13.2.a. corresponden a precios totales para cada uno de los ítems de obra, incluyendo las alícuotas correspondientes a Gastos Generales, Gastos Financieros, Beneficio e Impuesto al Valor Agregado.





MUNICIPALIDAD DE TRELEW
PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW



PROVINCIA DEL CHUBUT

PLAN DE TRABAJOS E INVERSIONES

ITEM	DESIGNACION	% DE INCIDENCIA	MONTO ITEM (\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Estación de Bombeo y Cañería Impulsión Planta Este a descarga Rawson.														
1.1	Cámara de carga agua tratada	0,67%	\$ 31.936,75	20%	30%	30%	20%								
	Estación de Bombeo														
	Obra Civil	3,82%	\$ 180.807,92		10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%	15%		
	Obras Electromecánica	8,25%	\$ 390.557,25				10%	15%	15%	15%	15%	15%	10%	5%	
2	Cañería de Impulsión														
	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno y profundidad, con depresión de napa, ejecución de colchón de arena, relleno, compactación y retiro del material sobrante: incluido rotura y reparación de pavimentos y veredas.	29,11%	\$ 1.377.359,94			15%	15%	15%	15%	15%	5%	10%	10%		
2.1.1	Provisión de cañerías de PVC DN 315 mm, incluidos arcos	40,63%	\$ 1.922.645,90		16%	15%	13%	12%	12%	17%	15%				
2.1.2	Acarreo y colocación de cañería de PVC y piezas especiales, D° 315 mm, incluido ejecución de juntas, prueba hidráulica, planialtimetría y balizado de la cañería	8,20%	\$ 387.973,56									30%	35%	30%	5%
2.1.3	Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas D° 300 mm, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas, p/ bloqueo y salida acueducto.-	1,17%	\$ 55.309,12				20%	25%	20%	15%	10%	10%			
2.2	Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas D° 150 mm, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas, p/desague.-	1,64%	\$ 77.444,11							20%	20%	20%	20%	20%	
2.3	Provisión, acarreo y colocación de ventosas combinadas y válvulas esféricas, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas.	1,17%	\$ 55.377,06						15%	15%	15%	15%	15%	25%	
2.4															
3	Alimentación Externa de Energía	5,34%	\$ 252.588,40							30%	30%	40%			
		94,66%	\$ 4.732.000,00												
Previsto	% de avance del mes			0,135%	7,09%	11,05%	11,22%	11,15%	11,27%	15,17%	11,39%	9,94%	7,68%	3,49%	0,41%
	% de avance acumulado			0,135%	7,220%	18,266%	29,490%	40,644%	51,915%	67,088%	78,480%	88,416%	96,098%	99,590%	100%
	Inversión del mes (\$)		\$ 6.387,35	\$ 335.285,16	\$ 522.662,69	\$ 531.133,65	\$ 527.813,16	\$ 533.354,26	\$ 717.986,44	\$ 539.032,07	\$ 470.194,49	\$ 363.499,03	\$ 165.253,01	\$ 19.398,68	
	Inversión acumulada (\$)		\$ 6.387,35	\$ 341.672,51	\$ 864.335,20	\$ 1.395.468,85	\$ 1.923.282,01	\$ 2.456.636,27	\$ 3.174.622,71	\$ 3.713.654,79	\$ 4.183.849,27	\$ 4.547.348,30	\$ 4.712.601,32	\$ 4.732.000,00	

Tabla III.13.2.a. Plan de Trabajo e Inversiones



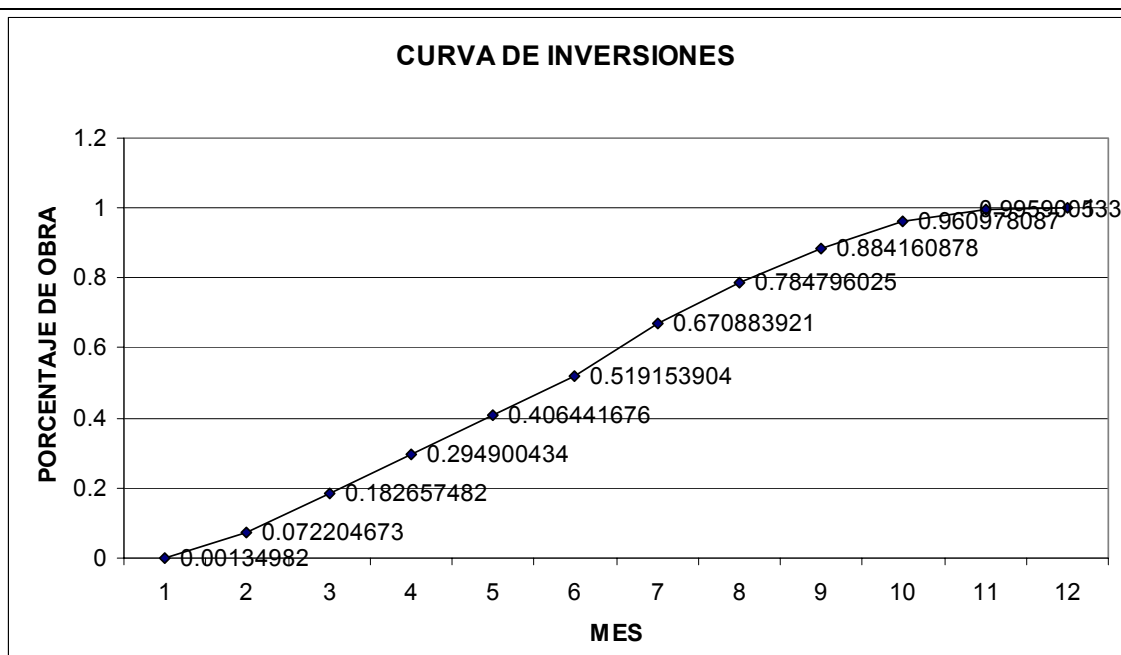


Fig. III.13.2.a.. Curva de Inversiones

III.13.3. ESPECIFICACIONES

Las especificaciones técnicas que correspondan a esta obra se propondrán en la etapa ejecutiva del proyecto, teniendo presente las “Bases para Especificaciones Técnicas de Acciones Estructurales” detalladas en el Tomo VII.

III.13.4. PLANOS

III.B.b		SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES y HUMEDAL)
13		OBRA: Planta de bombeo, derivación y descarga de agua excedente tratada al Río Chubut
	1	Ubicación y Planta General de las Obras

Tabla III.13.4.a. Detalle de Planos





PROPUESTA ALTERNATIVA COMPARATIVA (PERFIL DE PROYECTO N° 26)

MEMORIA DESCRIPTIVA (RESEÑA DE LA SOLUCIÓN)

El rasgo distintivo de esta alternativa comparativa es producir el tratamiento de la totalidad de los efluentes cloacales de la ciudad en plantas de tratamiento tipo convencional de barros activados. Una parte de los efluentes, de menor tenor salino, colectados en la zona norte y centro para ser derivados al Parque Industrial de Trelew y depurados en la planta de tratamiento de CORFO chubut (reacondicionada).

Otra parte, de los efluentes cloacales generados por la ciudad, de elevada salinidad, derivada a una planta de tratamiento a ubicarse en el espacio que media entre el antiguo terraplén de la vía y las Lagunas II y III. Esta Planta, (al igual que la planta del PIT) funcionará en base a tratamiento biológico con barros activados en régimen convencional de mezcla completa. El tratamiento se complementará con una planta de tratamiento terciario para eliminar nutrientes y bacterias, mediante la aplicación de los efluentes tratados en un humedal artificial diseñado y construido al efecto.

El Sistema de Tratamiento Noroeste es el mismo de la propuesta básica, por lo que no se expone en el presente (Ref. Obras III.B.a).

El sistema de Tratamiento de Zona Este, a diferencia de la propuesta básica, no comprende las obras de la planta de tratamiento en estanques ni las obras del CRER. El Humedal es ampliado de 4 a 8,5 Has aproximadamente. (quedan excluidas de esta propuesta alternativa todas las obras III.B.b las que se reemplazan por las obras que se describen en este capítulo).

Una diferencia sustancial entre la propuesta básica (que surge del desarrollo Perfil de Proyecto N° 21) y esta propuesta alternativa (Perfil de Proyecto N° 26), es la construcción de la planta convencional en reemplazo del sistema en estanques naturales, y un humedal de tratamiento terciario de mayores dimensiones. Otra diferencia sustancial es el lugar de volcado del efluente tratado en el Sistema Este, el cual se dispone directamente en el Río Chubut en zona de “Cinco Esquinas”, sin derrame a las lagunas.

Se exponen a continuación solo las obras de la propuesta alternativa que se diferencian de la propuesta básica:

- Construcción de cámara de carga, y mezcla de efluentes crudos con barros de recirculación, en el ingreso de líquidos crudos de la Planta de Barros Activados en Mezcla Completa (BAMC),
- Construcción de la planta de BAMC,
- Construcción de conductos de evacuación de los efluentes depurados por la planta de BAMC y transporte hasta el Humedal Artificial de tratamiento terciario,





-
- Construcción de la cámara de la planta de tratamiento terciario en humedales artificiales,
 - Construcción de la totalidad de los módulos de celdas que componen la planta de humedales artificiales,
 - Construcción de las obras de desinfección y evacuación de los efluentes tratados, hasta su destino final.

Asimismo, por su parte, estos ítems de obra presentan los siguientes componentes:

- Preparación del terreno para alojar las instalaciones de depuración de la planta de BAMC y construcción de una cámara de carga y mezcla, de hormigón, sobreelevada del terreno natural hasta la cota 8,40.
- Construcción de cuatro cámaras de aireación de sección cuadrada de 14 m de lado y tres metros y medio de profundidad promedio, con fondo tronco cónico.
- Construcción de cuatro cámaras de digestión de barros activados de sección cuadrada de 14 m de lado y tres metros y medio de profundidad promedio, con fondo tronco cónico.
- Construcción de instalaciones civiles para alojar el equipamiento de aireación de las cámaras de oxidación y de digestión de la planta, el que se realizará mediante sopladores y dispersión del aire en las cámaras por medio de dispersores porosos.
- Construcción de cámaras de elevación de barros activados hacia las operaciones de recirculación y purga.
- Construcción de eras de secado de barros digeridos en una superficie de 4.800 metros cuadrados en la localización próxima a la planta de BAMC establecida en la memoria técnica.
- Instalación de conducciones hidráulicas de interconexión entre las distintas unidades de tratamiento antes mencionadas.
- Desmalezamiento, limpieza, nivelación y preparación del terreno para la construcción de la planta de tratamiento terciario en humedales artificiales, en una superficie próxima a las 13 hectáreas.
- Acondicionamiento de la superficie de la base de las celdas del humedal artificial mediante el aporte de materiales arcillosos impermeables y su compactación hasta alcanzar los niveles de infiltración descriptos en la memoria técnica.
- Construcción de los diques internos y perimetrales laterales de la planta de tratamiento en humedal artificial, según las cantidades de módulos y dimensiones establecidas en la memoria técnica.
- Preparación, clasificación, limpieza y disposición del material granular de relleno de las celdas del humedal.





- Construcción de una cámara de carga y distribución de caudales para la alimentación de los módulos del humedal artificial.
- Instalación de conducciones de alimentación a los distintos módulos que componen la planta.
- Instalaciones de alimentación y evacuación de los líquidos a tratar en las celdas de los distintos módulos del humedal artificial.
- Instalación de las conducciones de colección de efluentes tratados para su desinfección y disposición final.
- Construcción de las instalaciones de desinfección del efluente y de elevación hasta su destino final.
- Los volúmenes de hormigón armado involucrados en la construcción de las instalaciones de la planta de BAMC, responden al siguiente detalle:
 - volumen total de estructuras para planta de Tratamiento: 720 m^3
 - volumen de la Estación de Bombeo: 100 m^3

Los volúmenes de suelo y materiales involucrados en la construcción de las instalaciones de la planta de tratamiento terciario en humedales, responden al siguiente detalle:

- volumen de suelos y filtros en interior celdas: 51.460 m^3
- volumen de rellenos:
 - Tipo 1: 68.820 m^3 .
 - Tipo 2: 5.180 m^3

Para la disposición final del efluente tratado en la planta convencional de barros activados, luego en humedales, se ha previsto la descarga al río Chubut, en zona cercana al paraje de Ruta N° 7 “Cinco Esquinas”.

En esta memoria, se desarrolla a nivel de anteproyecto la Planta de Bombeo, cañería de derivación y obra de descarga de agua tratada al Río Chubut.

La Estación de Bombeo tendrá una capacidad de $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$. La impulsión tendrá una longitud de 3.450 metros, en diámetro 500 mm, estando prevista su construcción en PVC, con un dispositivo antiariete compuesto por dos tanques hidroneumáticos que eviten el colapso de la cañería.

Se han previsto utilizar tableros y comandos electrónicos con variadores de velocidad, que permitan el arranque y parada suave de las electrobombas, amortiguando electrónicamente el golpe de ariete. El tanque hidroneumático trabajará únicamente en los cortes de energía eléctrica.

Para controlar el caudal bombeado al Río Chubut, se ha previsto la instalación de un medidor de caudal apto para líquidos tratados del tipo magneto inductivo.





MEMORIA TÉCNICA

El Informe de Análisis y Preselección de Alternativas de la Etapa I, evaluó como los 3(tres) mejores Perfiles de Proyecto, de los veintiséis perfiles analizados, a los N° 21, 20 y 26, en ese orden de mérito.

La evaluación institucional efectuada por el comitente seleccionó como propuesta básica el mejor calificado, el Perfil de Proyecto N° 21, y como alternativa comparativa el Perfil de Proyecto N° 26, en razón de alto puntaje obtenido, y las posibilidades de efectuar la totalidad del tratamiento en plantas convencionales y disposición final directa en el Río Chubut.

El anteproyecto que se describe en esta memoria técnica, es por ello una parte constitutiva de la solución seleccionada y se encuentra avalado en su adopción por aquellos trabajos de estudios básicos, diagnóstico general del problema y planteo y selección de alternativas que se citaron.

Para el desarrollo de la presente memoria técnica, el cúmulo de información acopiada y elaborada se desglosa y ordena según la necesidad del caso, dando lugar a los tres componentes que siguen y para los cuales se desarrollan sus contenidos en los correspondientes apartados:

- Antecedentes y estudios básicos asociados al anteproyecto
- Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto
- Memorias técnicas, descriptiva y de cálculo, de las partes que componen el anteproyecto

Antecedentes y estudios básicos asociados al anteproyecto

Recopilación de antecedentes

El ***Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew***, que comprende a este anteproyecto, fue elaborado oportunamente apelando a un acopio de información existente y a la realización de estudios básicos multidisciplinarios, todo lo cual permitió contar con las mejores condiciones prácticas y técnicas de diagnóstico, las que a su vez llevaron al planteo de los posibles perfiles de proyecto, que contemplaron aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Tal recopilación de antecedentes, a modo de referencia general, puede ser consultada en los documentos que componen los tomos de los Informes II (Análisis de alternativas) y III (estudios básicos), de la primera y segunda etapa del Convenio celebrado entre la Municipalidad de Trelew y la Universidad, en tanto que seguidamente se exponen aquellos antecedentes o estudios que fueron llevados a cabo y que tienen una fuerte y directa vinculación con el presente anteproyecto.

Investigaciones de Campo y Estudios Básicos

Las investigaciones de campo y estudios básicos realizados para esta obra se encuentran desarrolladas y detalladas en el punto “II.2 Investigaciones de





campo” y sus referencias, del Informe Final del “Plan de Manejo y Gestión Integral del Sistema de Tratamiento de Efluentes de la Ciudad de Trelew”.

Se resume a continuación sólo una selección de partes más relevantes de los estudios básicos específicos de esta obra. Sin perjuicio de lo aquí expuesto, la totalidad de los estudios básicos que sostienen este proyecto se desarrollan y amplían en los respectivos informes del plan citado.

Topografía local, geomorfología e hidrología.

El proyecto de esta obra está basado en el mapa base planialtimétrico detallado en los informes de estudios básicos generales y sus relevamientos complementarios.

Este plano base fue preparado con información catastral municipal y provincial, relevamientos topográficos de campo, relevamientos batimétricos de las depresiones identificadas como I, III, IV, V y VI y tierras bajas circundantes, con apoyo de modelo digital de terreno con definición de píxel 60-90m aproximadamente, imagen satelital georreferenciada y otra información planimétrica.

Con relación a esta obra, en el área de localización de este proyecto se relevaron con GPS y nivel geométrico puntos complementarios del terreno natural, que apoyaron el trazado de curvas de nivel aptas a nivel de factibilidad y anteproyecto.

Los informes que detallan los relevamientos topográficos de campo y gabinete se desarrollan en el punto “II.2.1.6. Topografía de apoyo” y el Anexo “II.5.2. Topografía: Relevamientos complementarios” del Informe Final, o referencian a tomos y capítulos de informes anteriores.

Del catastro municipal, surge que parte de las tierras donde se instalará la planta de tratamiento es de propiedad municipal y parte son chacras o predios privados, debiendo preverse su expropiación o instrumentos legales que habiliten la obra.

En el área próxima al emplazamiento de las plantas depuradoras, también se llevaron a cabo estudios de campo, de laboratorio y de gabinete tendientes a conocer la freaticimetría del sitio, caracterizándose así aspectos geohidrológicos generales y características litológicas e hidrológicas de los pozos freaticimétricos, manteniéndose hasta el presente el seguimiento de dichas perforaciones. Estas experiencias y sus conclusiones se exponen en el Informe III antes citado, Punto 7- Freaticimetría.

Las plantas de tratamiento se ubicarán en una gran depresión de génesis fluvio marítima, con potentes depósitos aluviales y coluviales, al pie de las bardas de la meseta o terraza intermedia. En el punto II.5.5 se describe detalladamente la Geología y Geomorfología general del área de estudio.

Los Informes de Hidrología expuestos o referidos en el punto “II.5.1. Hidrología Superficial” muestran una dinámica de aguas superficiales propia de un subsistema hídrico no típico o paisaje de llanura, dentro de un sistema mayor tal es la cuenca del Río Chubut.





Aunque la localización sea en un terreno natural sobreelevado en relación a las tierras circundantes, pertenecen a una depresión con enlagueamientos temporarios durante lluvias extraordinarias o desbordes del Río Chubut.

Esta particularidad ha sido tenida presente en el diseño del proyecto, mediante la conformación de terraplenes y defensas que consideran los caudales y escorrentías probables y su recurrencia asociada.

La mayor frecuencia de anegamientos en el área se ha dado en los últimos años, como consecuencia del sostenido crecimiento de las lagunas II y III por volcado de efluentes cloacales, conforme se analiza y describe en estos estudios y que el plan de manejo y gestión procura remediar.

En esta alternativa, la totalidad del efluente cloacal tratado en el sistema de zona Este es derivado al Río Chubut, en forma directa, si volcados al sistema lagunar.

El sistema hídrico que conforman las lagunas I, II, III, IV y V quedan pues resumidos a los volúmenes de aportes pluviales superficiales y subterráneos, con una reducción sustancial de niveles y superficies. Conforme la simulación hidrológica e hidráulica obrada en el Capítulo

El Informe de Hidrología Superficial (estudios complementarios) del Tomo “II.5. ANEXOS: Estudios básicos complementarios y otros estudios” de este Informe Final, concluye que para el caso de un escenario “sin efluentes cloacales” (tratados o no), muestra una importante reducción de superficies y niveles de anegamientos totales acumulados en todas las lagunas (II a V), variable a un orden de entre 70 Has y 200 Has anegadas en período de lluvias normales, que alcanzan a unas 400 Has en años de lluvias extremas.

Se presume para años secos un hidroambiente superficial resumido a unas pocas hectáreas, correspondiendo - en caso de prosperar el proyecto ejecutivo - profundizar algunos aspectos de impacto ambiental negativo por esta fuerte reducción.

Estudios de suelos del área

Se efectuaron en el lugar 2(dos) calicatas para muestreos y ensayos de suelos. En el punto “II.5.3 Suelos y Geotecnia” de este Informe Final, se muestran los ensayos de suelos realizados, ubicación y resultados obtenidos.

En el área de ubicación de esta obra se realizaron 2(dos) pozos de 3m de profundidad, con 4(cuatro) muestreos por pozo (0-1m, 1,4m, 2m y 2,5m).

Se infieren capas superficiales de suelos arcillosos (arcillas negras) en un espesor cercano a 1m, impermeables, asentados en mantos de depósitos arenosos y areno-arcillosos.

Un mayor detalle de las características de los suelos del área y su estructura geológica puede verse en los respectivos anexos de estudios básicos ya citados.

Las plantas de tratamiento, en una superficie aproximada de 11 Has, se asentarán en el manto superficial de suelos arcillosos existentes.





La limpieza y preparación del terreno comprenderá la remoción total de la capa superficial mínima de 0,20m de espesor, hasta alcanzar las cotas de fundación de cada unidad de depuración, según lo que se indica en los planos adjuntos. El Proyecto Ejecutivo perfeccionará el diseño y sus especificaciones técnicas.

Estudios climáticos

El estudio que analiza datos climáticos de relevancia para el presente anteproyecto, puede ser observado en el Punto 10 Hidrometeorología, del Informe III ya mencionado anteriormente.

En dicho informe que compone los “Estudios Básicos Generales” del presente proyecto, se realizó una recopilación y valoración de antecedentes, evaluándose parámetros meteorológicos de trascendental importancia para el diseño de las unidades de depuración de la planta tales como lo son las temperaturas media ambiente para los meses de verano e invierno, datos de nubosidad y duración del día, velocidades de viento y evaporación entre otros.

A cada uno de estos datos se hará mención oportunamente en los apartados que los emplean como base o referencia de diseño.

Caracterización de los efluentes a tratar

La caracterización cualitativa y cuantitativa de los efluentes a tratar es una de las consideraciones de importancia en el presente anteproyecto.

El acopio de información existente, de más de veinte años a la actualidad y originada en distintas fuentes de estudio y análisis, ha permitido una buena caracterización de los actuales efluentes, la cual puede ser consultada en el Punto 3- Análisis físico-químico-bacteriológico de aguas y sedimentos en el sistema de lagunas, tomo 1 del informe de “Estudios Básicos Generales” y sirve de marco para la identificación preliminar de las cualidades de los líquidos a atender en la planta que se diseñará.

Lo atinente a la cantidad de efluentes vertidos en el conjunto de lagunas de atenuación natural donde hoy se descargan los líquidos colectados en la ciudad, ha sido evaluada con gran confiabilidad a partir de los datos de bombeo desde la única impulsión de los mismos a su destino, cual es la planta de elevación situada en la calle Carrasco de Trelew.

La existencia, tanto de datos históricos como de variación a lo largo del día de los caudales bombeados, ha permitido alcanzar la evaluación final de que da cuenta el apartado “ESCENARIOS Y SITUACIONES ANALIZADAS” . Éste consta en el punto “7.1.1. Simulación de balance hídrico superficial en el sistema de lagunas (paso medio mensual)” del Anexo 7 (Tomo I) del Informe II presentado oportunamente a la Municipalidad de Trelew como parte del Convenio establecido para la realización de los presentes trabajos.

Si bien los datos mencionados han aportado una adecuada caracterización cualitativa y cuantitativa del efluente que se descarga actualmente en las lagunas, los líquidos a tratar en las plantas que se proyectan distarán de los





actuales muy particularmente en cuanto a su calidad debido a la situación resultante de la implementación del Plan de Manejo que prevé una separación de los actuales efluentes cloacales, según sus calidades en cuanto a salinidad, una reducción de aportes de infiltraciones, la eliminación de aportes pluviales domiciliarios y la reducción de consumos unitarios por habitante.

Por tales circunstancias, para la estimación de la calidad de los líquidos que se tratarán en las plantas que componen este anteproyecto, se trabajó en base a la consideración de su estimación a través de adecuaciones de los datos estadísticos hallados y los valores que la práctica de diseño aconseja como modalidades conservativas de cálculo, procedimiento éste que se describe más adelante en el apartado correspondiente a criterios de cálculo y de dimensionamiento.

Aspectos paisajísticos, calidad estética o turística

El área en que se ubicarán las plantas de tratamiento del presente anteproyecto corresponde a un espacio localizado al Sur del extremo oriental de la Laguna II o de la Base, extendiéndose entre el viejo terraplén del ferrocarril y la prolongación hacia el Este de la mencionada laguna.

El ambiente y particularmente el paisaje de esta área se encuentran sumamente degradados por la acción antrópica, con abundantes depósitos de basuras urbanas e industriales en los alrededores de la Laguna II y con una degradación de suelos significativa por efectos de salinizaciones.

Las obras habrán de ejercer sobre este paisaje deteriorado un efecto de recuperación ambiental a consecuencia de la construcción de más de una de las obras que compone el Plan de Manejo, tal es el caso de la Planta de BAMC que nos ocupa, el terraplén de derivación de pluviales que representará el límite Norte de dicha planta y la misma planta de tratamiento terciario en humedales artificiales que se presentará a la vista como una remediación del área mediante una significativa cobertura de superficies con vegetación autóctona.

Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto

Uno de los criterios definidos para el presente anteproyecto es que el mismo, debido a los objetivos perseguidos en el Plan de Manejo y a la evolución del envío de efluentes al área de Tratamiento en la Zona Este en que se encuentra, no habrá de tener etapas evolutivas en su dimensionamiento, comprendiendo con su diseño al horizonte final de proyecto.

Efectivamente, dado que uno de los objetivos de este componente del Plan es alcanzar el cese del volcado de efluentes cloacales sin tratamiento en el sistema de lagunas de atenuación actual, desde el mismo momento de su puesta en marcha, las plantas de depuración objeto del presente anteproyecto, habrán de recibir caudales próximos a los del horizonte final del año 2032, en razón de que las acciones de reducción de consumo de agua, así como las de derivación de cloacales a la Planta de Tratamiento situada en el Parque Industrial de Trelew (PIT), habrán de experimentar un efecto gradual que es





cercanamente compensado por el crecimiento del consumo como consecuencia del incremento de la población, llevando a caudales a recibir en el sistema de tratamiento que el diseño del mismo en base estos valores lleva a dimensiones tales que no justifican la construcción de las plantas en etapas.

Conceptualmente el esquema de tratamiento elegido busca obtener un efluente seguro y de calidad tal que permita su vuelco al cuerpo receptor final que es el Río Chubut cumpliendo las normas establecidas y asimismo ciertos criterios de calidad no regulados aun por la legislación vigente.

Para ello el tratamiento depurador se ha basado en el empleo de una planta de barros activados donde se producirá la degradación de la carga orgánica carbonosa y la nitrificación del nitrógeno presente en los cloacales crudos, para después permitir la desnitrificación mediante el tratamiento terciario de los líquidos con humedales artificiales.

Es de desatacar que la variante de tratamiento mencionada, cuenta con suficientes experiencias a nivel mundial que avalan las eficiencias que se pretenden alcanzar, incorporando niveles tales de simplicidad operativa en la etapa de desnitrificación que la hacen singularmente atractiva, segura, y confiable, alcanzando, al mismo tiempo, niveles de reducción de nutrientes que los procesos desnitrificadores en barros activados no suelen brindar.

De tal manera, la planta de BAMC habrá de funcionar en un esquema como el que se expone en la figura 1 de más adelante.

Esquema de funcionamiento de la planta de barros activados en mezcla completa del Sector Este

La planta que se proyecta responde al diseño de una planta de barros activados convencional funcionando en régimen de mezcla completa, sin sedimentación primaria.

En dicho sentido, los efluentes colectados en la ciudad, que son bombeados desde las plantas elevadoras Cambrin y Carrasco, habrán de ingresar a la planta a través de una cámara de carga y mezcla. De esta unidad los líquidos ingresarán al conjunto de cámaras de aireación a través de una cámara partidora central. En estas cámaras de aireación u oxidación, el efluente crudo se contactará con los barros activados biológicos por espacio de un determinado tiempo de retención hidráulico que asegura la íntima vinculación de la masa biológica con los compuestos orgánicos a biodegradar.

Los líquidos mezcla de las cámaras de aireación abandonarán las mismas por los vertederos que los conducirán a las unidades de sedimentación donde el efluente sobrenadante, ya depurado será eliminado del sistema en tanto que los barros biológicos, concentrados por efecto de la sedimentación, serán derivados a la cámara de bombeo desde donde se los dirigirán a recirculación en las cámaras de aireación; o se los purgarán del sistema derivándolos a las cámaras de digestión aeróbica para su estabilización y posterior secado.

Los efluentes depurados en cuanto a su carga orgánica carbonosa y a la conversión del nitrógeno presente en nitratos (nitrificación), serán enviados a



su depuración terciaria (desnitrificación) en la planta de humedales artificiales.

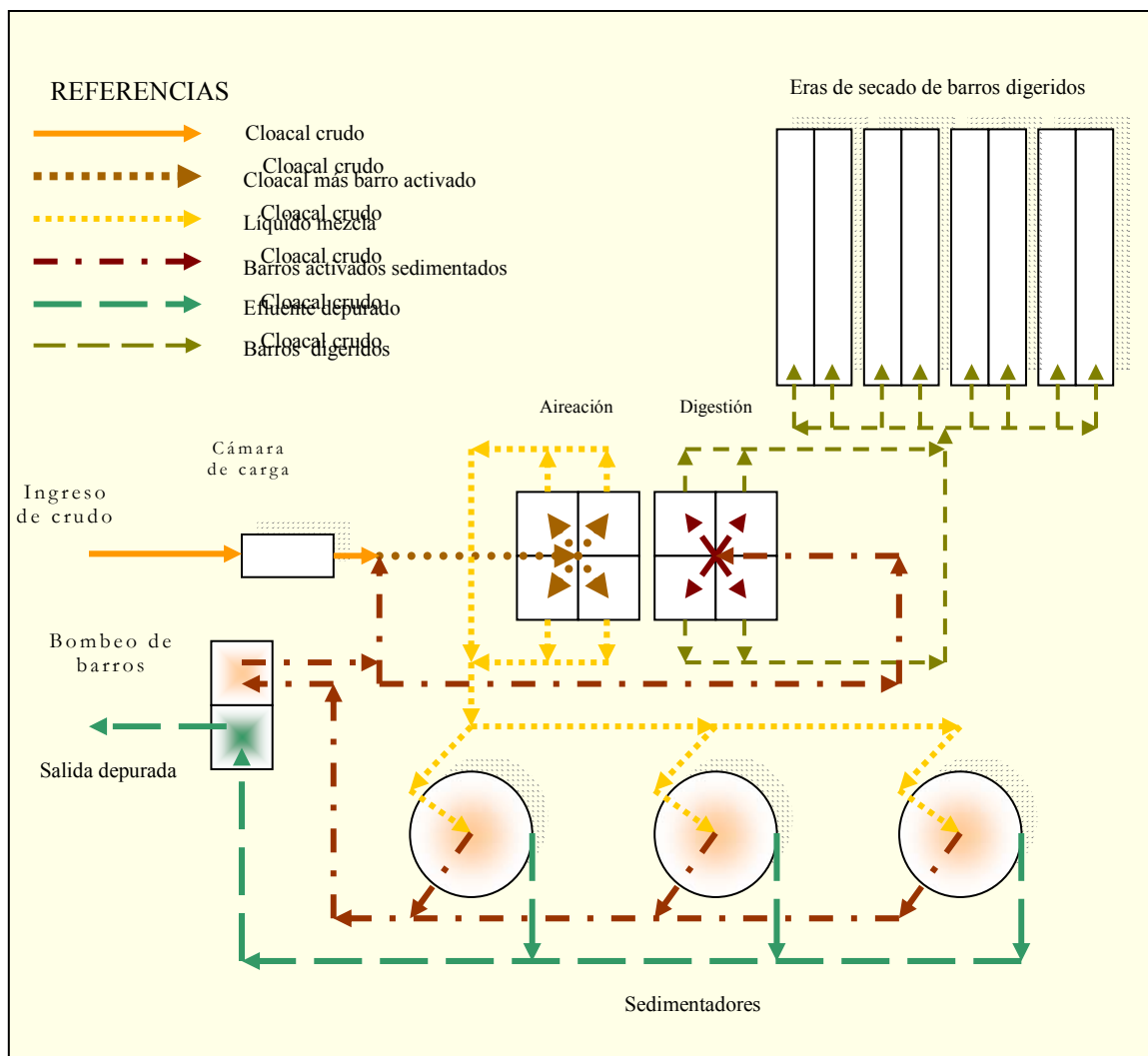


Fig. a. Esquema de funcionamiento de la planta de BAMC

La caracterización cualitativa y cuantitativa del efluente a tratar en este componente del Plan Director, tal como se mencionara anteriormente no se ha establecido a partir de mediciones directas de caudales y análisis de muestras de los actuales líquidos.

En lo que respecta a la cantidad de efluentes a considerar para el diseño, se ha optado por emplear el caudal de escenario final de proyecto, debido a que los caudales a recibir en los primeros años de funcionamiento de la planta, habrán de ser menores al elegido pero no lo suficiente como para definir más de una etapa constructiva.

En tanto que, la premisa del proyecto de derivar efluentes de buena calidad en cuanto a tenores de sólidos totales disueltos (STD) hacia una planta de barros activados situada en el sector Oeste de la ciudad, da cuenta de un



seguro alejamiento de la calidad de los actuales cloacales respecto de los que se habrán de enviar a la planta objeto del presente anteproyecto.

Por los motivos antes mencionados, la caracterización cualitativa de los cloacales a tratar en esta planta ha sido realizada mediante estimaciones de cargas orgánicas y de los principales componentes que definen condiciones de diseño, basados en generaciones unitarias típicas y de uso para situaciones como la descripta en nuestro caso, en tanto que los valores hallados se cotejaron con los resultantes de los estudios básicos para verificar su coherencia.

De tal manera, bajo los criterios generales de diseño antes mencionados, los datos básicos de cálculo se detallan seguidamente indicando en cada caso las consideraciones pertinentes.

Datos de población

Población total a escenario final de proyecto	142500	habitantes
Población servida total (se consideró un 95% de la población conectada a colectora)	135375	habitantes
Datos de generación de efluentes		
Dotación de agua potable	0,280	m ³ /hab día
Coeficiente de reducción (% de descarga a red)	84	%
Situación de red cloacal (M= mejoras, MI= mejoras integrales)	MI	Supone reducción de caudal de 26 %
Descarga final total de cloacales a la red (diaria)	23601	m ³ /día
Descarga final total de cloacales a la red (horaria)	983,4	m ³ /hora
Descarga unitaria a la red a final de proyecto	0,174	m ³ /hab día
Carga orgánica por habitante	40	gDBO ₅ /hab día
Carga orgánica resultante del efluente crudo	229	mg DBO ₅ /l
Carga másica orgánica total diaria	5415	Kg DBO ₅ /día
Corrientes y cargas a distintos sitios		
Descarga total diaria a otros destinos (Planta PIT)	9000	m ³ /día
Descarga total diaria al área Este (planta de BAMC y humedal artificial)	14601	m ³ /día
Descarga total horaria al área Este (planta de BAMC y humedal artificial)	608,4	m ³ /hora
Carga másica orgánica diaria al área Este (planta de BAMC y humedal artificial)	3350	Kg DBO ₅ /día
Otros datos de calidad del cloacal a tratar		
Temp. media líquido período invernal	9	°C*
Temp. media líquido período estival	15	°C
Temperatura promedio del líquido de la actual laguna III período invierno/otoño	7,4	°C **
Temperatura media ambiente meses de verano	21	°C (estadística)
Temperatura media ambiente meses de invierno	6,3	°C (estadística)

* Adoptado con 2°C menos que el promedio de la temperatura medida en los efluentes actuales como medida de seguridad

** Corresponde a aproximadamente el 90% del valor real (8,1 °C) adoptado así como medida de seguridad





Memoria técnica de la planta de tratamiento de barros activados

La planta de tratamiento que es objeto del presente anteproyecto está basada, como ya se mencionó, en un sistema de depuración biológico en base a barros activados en régimen de mezcla completa, con tiempo de retención celular suficiente para garantizar la nitrificación total de los compuestos nitrogenados presentes en los cloacales crudos.

Posteriormente a esta depuración, los líquidos habrán de ser ingresados a un tratamiento terciario de eliminación de nutrientes mediante un humedal artificial para su disposición final en el Río Chubut.

En el marco de los sistemas de tratamiento aeróbico biológico basados en barros activados, la variante de operación bajo el esquema de “Mezcla Completa” constituye una de las más empleadas cuando se busca un funcionamiento estable, flexibilidad, baja complejidad en materia de equipamiento asociado y exigencias de operación no muy significativas.

El uso de este esquema de funcionamiento es versátil en cuanto a las poblaciones que puede servir, reservándose generalmente para generaciones de efluentes mayores a los 4.000 m³/día de cloacales crudos.

Este esquema de tratamiento requiere de la estabilización de los barros activados que se purgan del sistema, para lo cual se ha optado por la aplicación a los mismos de una digestión aeróbica con secado de los barros estabilizados mediante eras de secado.

Las partes constitutivas de la instalación depuradora estarán dadas por la secuencia de unidades de tratamiento que se mencionan a continuación:

- Cámara de carga y mezcla
- Celdas de aireación
- Sedimentación secundaria
- Estación de bombeo para recirculación de barros
- Celdas de digestión aeróbica de barros
- Eras de secado de barros estabilizados

El esquema de bloques que representa al sistema de tratamiento es el que se describió anteriormente en la Figura 1

El dimensionamiento de cada una de las unidades en que se realizan estas operaciones es el siguiente:

Cámaras de aireación

Para este esquema de tratamiento, de acuerdo a la bibliografía, a la experiencia y a lo recomendado por normas de uso en otros países para el diseño de estas unidades, la relación entre la carga orgánica a alimentar diariamente y la masa biológica con que opera el sistema (F/M), debe mantenerse en determinados valores los que según distintos autores deben encontrarse entre los 0,2 y 0,6 Kg DBO/Kg SSVLM día





Para el presente cálculo se adopta el valor conservativo de:

$$F/M = 0,3 \text{ Kg DBO/Kg SSVLM día}$$

La concentración máxima aconsejable para los sólidos suspendidos volátiles en el líquido mezcla (SSVLM) debe encontrarse en el rango de los 3.000 y 6.000 mg/l, para condiciones de operación con una relación de recirculación promedio de 65%, un índice volumétrico de fangos de 100 (con el que se consigue buena sedimentación de los mismos).

Como medida conservativa, se adopta una concentración menor la cual será de:

$$\text{SSVLM} = 4000 \text{ mg/l.}$$

De tal manera, el cálculo de las dimensiones de la cámara de aireación resultará del empleo de la ecuación que define a la relación “alimentos / microorganismos”, según lo siguiente:

$$F/M = 0,3 = Q \times C_0 / \text{SSVLM} \times V$$

De donde

$$V = 2094 \text{ m}^3$$

Se debe corroborar si el valor hallado respeta el tiempo mínimo de retención hidráulico establecido para este esquema de funcionamiento, el que se debe ubicar entre las 3 y 5 horas, en nuestro caso nos ubicamos en las 5 hs con lo que el volumen de la cámara de aireación deberá ser de:

$$V_{\text{total de aireación}} = 3042 \text{ m}^3$$

Por lo que se adopta este último valor ya que el anterior es menor.

Por razones operativas resultará conveniente dividir en cuatro partes iguales el volumen resultante del cálculo teniéndose así 4(cuatro) unidades de tratamiento por aireación que podrán funcionar en forma conjunta o bien de a una según lo requieran las cantidades y calidades de los líquidos que arriban a la instalación.

Cada unidad tendrá un volumen útil de:

$$V_{\text{útil de cada cámara}} = 760 \text{ m}^3$$

y contará con una profundidad útil de los líquidos de 3 m, adoptando una sección cuadrada.

Las cuatro celdas estarán conformadas como cámaras construidas en hormigón armado y dispuestas en forma contigua de modo de reducir costos de obra civil. Con igual criterio, como ya se describirá, se instalan aprovechando los tabiques laterales de las cámaras, las unidades de estabilización o digestión de los barros purgados del sistema.

Los equipos aireadores adoptados serán por difusión de aire y soplado a través de equipamiento duplicado situado en inmediaciones de las unidades de depuración que se están describiendo.





Las cámaras serán de sección cuadrada con una profundidad útil de 3(tres) metros y sus lados serán de 16(dieciséis) metros de longitud interna.

El fondo será piramidal invertido, con una pendiente suave de sus caras (1:8). Se agregará a la profundidad útil del líquido una revancha de 0,75 m para evitar salpicaduras por el efecto conjunto de la agitación de los líquidos por el agregado de aire y por el efecto del viento.

Requerimiento y suministro de oxígeno, dimensionamiento de aireadores.

El cálculo de los requerimientos de oxígeno, destinado a garantizar el normal desarrollo de los microorganismos, es realizado por medio de estimaciones teóricas o empíricas, cuyos resultados luego son transformados en la necesidad de suministro de volúmenes de aire y en base a ello en las necesidades de potencia de los equipos, asimismo los resultados también se confrontan y ajustan con otros parámetros de diseño que deben ser satisfechos y que se relacionan con el suministro de oxígeno a la masa de “líquido mezcla”.

En nuestro caso, para el cálculo del requerimiento de oxígeno, empleamos la fórmula adjudicada a Eckenfelder, citadas por diversos autores (Mecalf, Eddy), y cuya expresión es la siguiente:

$$KgO_2/día = \alpha \cdot DBO_r + \beta \cdot SSVLM$$

Donde:

α = Coeficiente de unidades Kg O₂ /Kg DBO_r;

β = Coeficiente, de unidades Kg O₂ / Kg de SSVLM.

DBO_r = Demanda biológica de oxígeno removida.

SSVLM = sólidos suspendidos volátiles en el líquido mezcla.

Considerando que se alcanzará una eficiencia de eliminación de carga orgánica del orden del 90 % se pueden calcular los valores de carga removida y de sólidos suspendidos volátiles en el líquido mezcla, los que introducidos en la anterior ecuación de Eckenfelder nos dan la cantidad de oxígeno necesaria por día, que resulta ser:

$$Kg O_2/día = 3271 Kg O_2/día$$

El cálculo de la potencia necesaria para los aireadores, se realiza a partir del valor de la tasa de normal de transferencia de oxígeno por unidad de potencia suministrada.

Para los aireadores por difusión de aire, de acuerdo al actual nivel de desarrollo de estos equipos, se suelen consignar valores que se sitúan entre 1,1 y 1,94 Kg O₂/Kw h de potencia suministrada.

En este predimensionamiento asignamos a la tasa normal de transferencia un valor conservativo de:

$$N_o = 1,35 Kg O_2/Kw h$$





Esta la tasa normal de transferencia en tanto es establecida para determinadas características de presión, temperatura y calidad del agua, debe ser corregida para responder a las condiciones climáticas y de trabajo que se habrán de tener en la localidad de Trelew. Para ello se calcula el *factor de corrección* para las reales condiciones de trabajo, estimándose el mismo para la temporada de verano, que es la más desventajosa en materia de transferencia de oxígeno, para la cual el factor responde a la expresión:

$$f = \frac{\beta \times C_{sat} - C_l}{9,17} \times (1,024)^{T-20} \times \alpha$$

y el reemplazo de los valores asignados a los distintos factores que en la misma intervienen, (β = Factor de corrección por salinidad; α = Factor de corrección de transferencia de oxígeno, C_{sat} = Concentración de saturación de oxígeno para el agua a la temperatura y altitud dadas, C_l = Concentración de oxígeno disuelto deseado en el funcionamiento, T = Temperatura media de los meses de verano, de la estadística climatológica a la que se accedió resulta un valor de 21°C.

De este modo se tiene que el *factor de corrección* es:

$$f = 0,540$$

La corrección de la tasa normal a la real se realiza por medio de:

$$N = N_o \cdot f$$

Por lo tanto tenemos:

$$N = 1,35 \text{ Kg O}_2/\text{Kw-h} \cdot 0,540 = 0,73 \text{ Kg O}_2/\text{Kw-h}$$

De este último valor se tiene que la potencia requerida de los aireadores de superficie para suministrar el cantidad de oxígeno antes será:

$$P_t = [3271 \text{ Kg O}_2/\text{día}] / [0,73 \text{ Kg O}_2/\text{Kw-día} \times 24 \text{ Hs/día}] = 187 \text{ Kw}$$

De acuerdo a tablas, la potencia a instalar debe también responder a los requerimientos de mezclado, para las condiciones de trabajo en mezcla completa, las exigencias de potencia para alcanzar una mezcla adecuada se encuentra entre: 0,013 y 0,026 Kw/m³ de cámara.

A efectos de situarnos en una condición desventajosa, se adopta el valor mayor de los sugeridos por la bibliografía, de tal manera la exigencia de potencia para garantizar una buena mezcla será de:

$$P_m = 3042 \text{ m}^3 \cdot 0,026 \text{ Kw/m}^3 = 79,09 \text{ Kw}$$

Valor que quedará satisfecho con la potencia calculada para el suministro de oxígeno necesario en la aireación, por lo que, de los valores hallados adoptamos el mayor de los mismos. Así, la potencia a instalar deberá ser de:

$$P = 187 \text{ Kw.}$$

Sedimentadores secundarios

La etapa de sedimentación de los barros activados que egresan de las cámaras de aireación transportados por el líquido mezcla, se llevará a cabo en





4(cuatro) sedimentadores de sección circular, de fondo cónico con leve pendiente hacia el centro, dotado de barredores de fondo y de superficie accionado desde un pontón que apoya en rieles situados en la coronación del sedimentador y un electromecanismo que lo arrastra a una velocidad menor de 0,3m/min.

Los barros serán retirados de la tolva central de acumulación por medio de la carga hidráulica ejercida en el equipo y la conveniente apertura de las válvulas de descarga de lodos concentrados, los que serán conducidos por los conductos que los transportan hacia la cámara de barros para su recirculación o purga del sistema, según lo requiera el proceso.

El cálculo de esta etapa del tratamiento se realiza en función de los valores recomendados para la carga hidráulica superficial en este tipo de equipos, la cual se ubica entre 0,34 y 0,80 m³/m² hora.

En función de la gravitación que esta etapa del proceso de tratamiento tiene en la eficiencia del mismo, se adopta un valor conservativo para este parámetro de diseño, o sea 0,51 m³/m²hora con lo que se tendrá, para el caudal a manejar en la planta diariamente, la siguiente superficie de la etapa de sedimentación:

$$S = 1.193 \text{ m}^2.$$

Por razones de confiabilidad y para otorgar flexibilidad a la instalación resultante, se adoptará un esquema de 4(cuatro) unidades de sedimentación cuyas superficies serán de:

$$S_s = 299 \text{ m}^2$$

Siendo por ello sus diámetros internos de 19,5 m cada una, a las que se le asignará una profundidad media útil de 3 m.

El dato de la superficie de sedimentación de cada uno de los equipos sedimentadores debe ser corroborada en cuanto a la satisfacción de otros parámetros de diseño tales como la tasa máxima de carga de sólidos y la carga de vertedero, se realizaron las verificaciones correspondientes observándose que los valores asignados por la bibliografía para estos parámetros se cumplen holgadamente.

Estación de bombeo para recirculación de barros

En función de que la relación de recirculación es de 0,7 el caudal de recirculación de barros corresponde a:

$$Q_r = 10220 \text{ m}^3/\text{día}$$

Debido a que el funcionamiento de estas electrobombas es continuo no se calculan en estos casos los volúmenes de los pozos de aspiración, los cuales contarán con un volumen dependiente principalmente de las necesidades de instalación y operación de las bombas y equipos.

Se define un volumen total de cada cámara de bombeo de

$$V_{cb} = 182 \text{ m}^3$$





Con lo que el tiempo de residencia en las mismas será de aproximadamente 24 minutos.

Memoria técnica de la planta de tratamiento terciario mediante humedales artificiales

Esta alternativa constituye una variante de la ingeniería sanitaria a las tradicionalmente planteadas, de eficiencia comprobada mientras se proceda celosamente tanto en su diseño como en su construcción.

En varios lugares del mundo estas instalaciones, basadas en principios de depuración natural de los efluentes cloacales, funcionan tratando un muy variado rango de caudales que van en su menor escala desde los de tipo domiciliario o de pequeños conglomerados habitacionales, hasta alcanzar niveles de tratamientos municipales con caudales en el orden de los miles de metros cúbicos diarios².

El principio de funcionamiento de estos sistemas corresponde al de verdaderos humedales (mallines) contruidos artificialmente, en aquellos casos en que no se usan directamente humedales naturales.

En el caso que nos ocupa, se ha decidido para esta alternativa el diseño ingenieril y la construcción de humedales artificiales, los que constan de un lecho de material granular, dispuesto sobre el sitio elegido, suelo éste que es acondicionado cuidadosamente para alcanzar condiciones de compactación y de impermeabilidad que garanticen estabilidad física e hidráulica de modo de evitar deformaciones en las tareas que se realizan sobre esta solera así como pérdidas que podrían contaminar aguas subterráneas.

El material granular es dispuesto en celdas de dimensiones resultantes de un diseño que garantiza niveles de flujo laminar en los espacios libres del mismo, sobre el que se forma una película de material biológico vivo que es la responsable de la depuración de los líquidos que atraviesan este manto granular, asimismo, en ese lecho se realiza la implantación de especies vegetales que contribuyen a la depuración, produciendo una simbiosis entre la parte radicular de la planta y los microorganismos responsables directos de la depuración.

Estos humedales artificiales pueden ser diseñados según diversas formas de flujos y persiguiendo distintos objetivos de depuración, los que serán descriptos más adelante en el apartado correspondiente a la memoria técnica del presente anteproyecto.

En nuestro caso el diseño está dirigido a dimensionar las unidades de tratamiento de manera que respondan al objetivo de disminuir los tenores de nitratos con que los efluentes tratados salen de la planta de BAMC así como a reducir su carga bacteriana.

² En los años 90' en el estado de Louisiana de los Estados Unidos de Norteamérica operaba una planta cuyo flujo de diseño era de 13.000 m³/día.





Caracterización de los efluentes a tratar

La caracterización cualitativa y cuantitativa de los efluentes a tratar en los humedales artificiales es una de las consideraciones de importancia en el presente anteproyecto.

Si bien no se cuenta con datos de la realidad de las características de los mismos en razón de que su origen habrá de ser la salida de la planta de BAMC, cuya construcción, en base a diseño, propone el Plan de Manejo y Gestión del Tratamiento de los Efluentes de la Ciudad de Trelew, es posible estimar con buena confiabilidad las características que habrán de tener estos afluentes a los humedales artificiales, tomando como base para ello los datos de bibliografía relacionada con estudios de casos de plantas de tratamiento de barros activados que funcionan en oxidación hasta la nitrificación como será el caso que nos ocupa.

En tal sentido el acopio de información, ha permitido una buena caracterización en cuanto a parámetros tales como nutrientes, SST, DBO₅, y coliformes totales y fecales, que son de necesidad para las consideraciones de diseño de estos humedales artificiales.

Lo atinente a la cantidad de efluentes que serán tratados en el humedal artificial corresponde a igual valor que el ingreso de cloacales crudos a la planta de BAMC y se corresponde con el caudal último de diseño de aquella instalación.

De tal manera, los valores de calidad y cantidad que dan la caracterización de los líquidos a tratar en el humedal artificial que se proyecta, se definen oportunamente en cada apartado de la presente memoria que referencia a los mismos.

Criterios de cálculo y de dimensionamiento de las partes del anteproyecto

Tal como se mencionó anteriormente, el criterio definido para el presente anteproyecto es que el mismo no cuenta con etapas de desarrollo, siendo su diseño el que coincide con el caudal final de proyecto.

De los dos tipos de diseños que existen para estas instalaciones (flujo libre superficial y flujo subsuperficial), se ha adoptado el correspondiente al flujo subsuperficial en tanto en el mismo el líquido fluye por debajo del lecho soporte de la vegetación resultando conveniente ello por varios motivos de carácter ambiental, entre los que corresponde mencionar como más destacables a la no-proliferación de mosquitos, la mejor respuesta depuradora en climas fríos, la mayor eficiencia depuradora con el empleo de menores superficies, y la prácticamente nula generación de olores desagradables.

El gráfico muestra el esquema de las unidades de tratamiento que componen al sistema propuesto en esta alternativa.



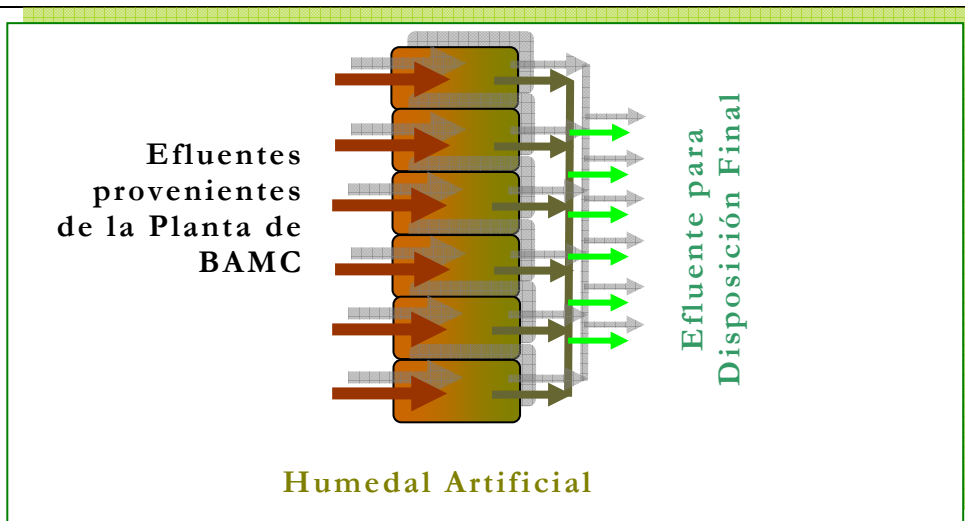


Fig. b. Esquema conceptual de funcionamiento del humedal artificial

Conceptualmente los humedales artificiales pueden responder en su diseño a diferentes objetivos según se persiga con ellos la reducción de carga orgánica, de nutrientes o de otro tipo de sustancia indeseada que se presente en los líquidos a tratar.

De esa forma, cada objetivo comprende un modo de diseño de las celdas que componen al humedal artificial, llevando a diferentes dimensiones finales cada uno de ellos.

El criterio seguido en el presente anteproyecto es el de asignar a este humedal artificial la responsabilidad de reducir los nutrientes presentes en los líquidos tratados en la planta de BAMC. Particularmente ello en la búsqueda de una reducción de compuestos nitrogenados presentes en los efluentes de la mencionada instalación, que son consecuencia de la nitrificación del nitrógeno orgánico que en ellos se produce.

Independientemente de que el diseño responderá a ese objetivo, el humedal artificial contribuirá también a la disminución de la ya escasa carga orgánica saliente de los estanques y a la reducción del número de bacterias, y otros microorganismos patógenos que logran abandonar dicha planta de depuración.

En lo que respecta al diseño y esquema de funcionamiento del humedal artificial, el mismo estará compuesto de un conjunto de módulos de celdas que se repartirán el flujo destinado a ser tratado en el mismo.

Una vez tratado, el efluente abandonará el humedal artificial siendo destinado a su disposición final en el Río Chubut.

Memoria técnica

La planta de tratamiento que es objeto del presente anteproyecto está basada en un sistema de depuración a partir de humedales artificialmente contruidos, los que funcionarán en régimen subsuperficial y en los que el



diseño se ha basado en la depresión de los valores de nitrógeno contenidos en los efluentes depurados en la planta de BAMC.

Para proceder al diseño y dimensionamiento del humedal artificial se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones principales:

El humedal artificial se diseñó de manera tal que permita alcanzar un valor de nitratos (NO_3^-) en los efluentes finales que sea inferior al que contiene el cuerpo receptor, para lo cual se adoptó una concentración de nitratos de:

Concentración de NO_3^- en el efluente final de: 0,1 mg/l

La concentración de NO_3^- en el afluente de la planta de BAMC se tomó a partir de las concentraciones de esta especie, encontrada en la bibliografía para estudios de caso similares a lo que será la planta de BAMC, el que arrojó un valor promedio de:

Concentración de NO_3^- en el afluente: 21 mg/l

La temperatura de los líquidos se adoptó en un valor inferior en más de dos grados respecto de la temperatura observada en los efluentes cloacales que hoy llegan a las actuales lagunas de derrame, siendo su valor fijado en:

Temperatura del líquido afluente 9,0 °C

El material de relleno del humedal artificial será una grava media con dimensiones de tamaño efectivo (D_{10}) de 30 mm al que se le asigna una conductividad hidráulica (K_s) de $12.500 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{día}$ y una porosidad (n) de 0,38 expresada como porcentual.

La altura (y) del lecho de relleno en el humedal artificial será de 0,6 m lo que coincidirá con el nivel de líquidos en el mismo.

Con estas premisas de cálculo, y adoptando el modelo de diseño dado por la ecuación $As = Q \cdot \ln(Co/Ce) / Kt \cdot y \cdot n$ se tendrá:

Área efectiva de humedal 85.760 m^2

Por su parte, la distribución de la superficie adoptada en celdas de tratamiento lleva a la adopción de 300 unidades de éstas con una superficie de 286 m^2 cada una, lo que se desprende del uso de ecuaciones que determinan el ancho óptimo de celda, que se ubica en una tercera parte del largo de la unidad de tratamiento.

Con estos cálculos, las restantes dimensiones principales de diseño del humedal artificial son:

Cantidad total de celdas	300	c/u
Superficie de cada celda	286	m^2
Incremento de altura (m) en la cabecera del humedal	0,1	% decimal
Con lo que el ancho medio de cada celda es	9,6	m
y el largo medio de cada celda es	29,7	m
Quedando una relación largo a ancho de	3,08	





Que se corresponde bien con el valor deseado de 3.

Para tales dimensiones medias del lecho de las celdas del humedal artificial, y para la conformación de los diques elegida se tiene:

Largo de la solera de cada celda	8,1 m
Ancho de la solera de cada celda	28,2 m
Largo de cada celda en su coronación	33,2 m
Ancho de cada celda en su coronación	13,1 m

La implantación de los vegetales del humedal artificial se realizará con carrizos (*Phragmites communis* o *Phragmites australis*) cuya distribución natural en el área resultará en una fácil obtención de la especie.

Por otra parte, caben ser mencionadas algunas propiedades de estas plantas, que, asociadas a lo anteriormente mencionado, las hacen ideales para su adopción.

De ellas una de las más singulares es la adaptabilidad de las mismas y su tolerancia a altos tenores salinos de las aguas en que se desarrollan, los que pueden alcanzar valores de hasta 45 por mil de sales disueltas en los líquidos o lo que corresponde a 45.000 mg/l.

En otro orden, crecimiento rápido, vía rizomas, tienen un desplazamiento lateral de 1 metro por año, lo que lleva a una densa cobertura cuando se espacian las plantas en hasta 0,6 m entre sí.

Las plantas cuentan con una penetración de sus raíces que no es muy importante en la grava del relleno, reconociendo la literatura especializada valores de 0,4 m, lo que no llevaría a interferencias con el tipo de impermeabilización adoptado, cuando la profundidad del lecho elegida es de 0,6 m, como en nuestro caso.

Los valores de estas plantas como hábitat de animales son bajos ya que no son buscadas como alimento por ellos.

Esta especie es muy empleada en las experiencias de humedales construidos realizados en Europa y en los Estados Unidos de Norte América, donde se los emplea debido al bajo interés de nutrias y otros roedores en alimentarse de ellas, lo cual al mismo tiempo lleva a la construcción de madrigueras y a la destrucción parcial de las celdas construidas.

Distribución de celdas en el humedal artificial

Con las dimensiones definidas por el cálculo para las celdas, la distribución de las mismas en la planimetría del terreno responderá a la conformación de 10 (diez) módulos de 30 (treinta) celdas cada uno, con lo que el caudal total a tratar será repartido en forma igualitaria en cada uno de estos módulos.

Detalles constructivos del humedal artificial

Los detalles constructivos del humedal artificial, principalmente radican en la distribución de sus celdas en la planimetría existente y en la confección de los diques o taludes que separan a las celdas, esto último tanto por los





materiales utilizados como por lo atinente a las prácticas de compactación y dimensiones con que se los construye.

En lo que respecta a las dimensiones de estos diques, las mismas resultan de los valores de diseño que se detallaron en la memoria de cálculo de los apartados anteriores para la profundidad del lecho de relleno, siendo sus dimensiones finales las resultantes de agregar a esa altura de lecho elegida una revancha de 0,4 m con lo que la altura total del talud de separación entre celdas es de 1,0 metro.

La sección vertical de estos diques se construirá con una pendiente de talud de 1V/2H tanto para los taludes internos como para los externos de los estanques. Respecto de los materiales empleados en su construcción, los mismos corresponderán a suelos de fácil compactación, es decir de bajo contenidos de gravas o arenas, a los que se les eliminarán residuos orgánicos vegetales de magnitud relevante y se compactarán mediante la acción de maquinaria y adecuación de su humedad.

Los taludes deberán ser impermeabilizados, al igual que el resto de la superficie de la solera del humedal artificial mediante la aplicación de un procedimiento de impermeabilización que esté construido con materiales que posean adecuadas propiedades de resistencia química y la suficiente resistencia mecánica y espesor para evitar fallas debidas a los gradientes de presión (incluyendo cargas hidrostáticas y cargas hidrogeológicas externas); el contacto físico con los líquidos que se tratarán; a las condiciones climáticas; a los esfuerzos de instalación y las condiciones originadas en la operación diaria del humedal artificial.

Asimismo la impermeabilización deberá estar instalada sobre una preparación tal de la base, capaz de proveer soporte al impermeabilizante y resistencia a los gradientes de presión que pudieran actuar por encima y por debajo del mismo, a fin de evitar su posible colapso por asentamiento, compresión o subpresión.

Los materiales a emplear en esta impermeabilización deberán tener propiedades químicamente resistentes a los líquidos a retener.

En caso de utilizarse suelos de alta permeabilidad éstos deben contar con una capa de arcillas compactada no menor de 0,2 metro y que permita alcanzar una permeabilidad de K_f menor o igual a 1×10^{-7} cm/seg.

La coronación de los diques entre celdas contará con un ancho de 0,4 m, como para permitir la circulación de un operario caminando y se le asignará una pendiente tal que permita el escurrimiento de las aguas de lluvias, sin acumulación en su superficie.

En el caso de los diques perimetrales, sus coronaciones serán de un ancho de 3,0 metros.





Disposición final de efluente tratado en el Río Chubut (Planta de bombeo y ducto de derivación)

Objetivo

Los efluentes tratados en la Planta de Tratamiento de Barros Activados y Humedal serán derivados por medio de una impulsión de 3450 metros hasta la descarga en el Río Chubut ubicada en el ejido de Trelew.

Caudales:

La Planta de Tratamiento de Barros Activados y Humedal derivará 24.000 m³/día de agua tratada al Río Chubut.

Ubicación de la Estación de bombeo:

La estación de bombeo se ubicará dentro de las instalaciones de los límites de la Planta de Tratamiento.

Impulsión:

El diámetro de la impulsión se selecciona aplicando el método del Diámetro económico y el diagrama de Cammerer (ver planilla Anexa). Para esta impulsión el diámetro más económico es de 500 mm.

La pérdida de carga unitaria para el caudal de diseño (1000 m³/h) es de 3,66 mm/m, la pérdida total en toda la longitud de la tubería es de 12,64 m. La Estación de Bombeo se ubica aproximadamente en cota +6,00.

La diferencia de altura entre el nivel de salida y el de llegada es de -2,00 m. Por lo tanto la altura de bombeo es de 10,64 m.

Válvulas de desagüe y seccionamiento

Se dispondrán en las impulsiones de válvulas de desagüe y seccionamiento espaciadas cada 1.000 metros a lo largo de la línea, para aislar secciones ante casos de mantenimiento o reparación, y para limpieza de la impulsión.

Válvulas de aire

En todos los puntos altos se dispondrá de válvulas de aire, elementos que permiten la eliminación del aire que suele llevar consigo el efluente, y además permiten la incorporación de aire rápidamente para equilibrar la presión interna de la tubería con la atmosférica cuando se produce un vaciado brusco de la misma.

Válvula anticipadora de onda:

Se dispondrá de una válvula Anticipadora de Presión poco después de las bombas para contrarrestar la onda positiva y negativa.

Esta válvula será del tipo automática y estará calibrada para proteger bombas y la tubería del daño resultante de los cambios bruscos de velocidad del flujo ocasionados por el arranque y detención de las bombas, especialmente en el caso de detención abrupta a causa de una falla en el suministro de energía.





La disposición y forma de construir las cámaras para sus distintas funciones se describen en el plano IIIBa1-7 (Cámaras Planos Tipo).

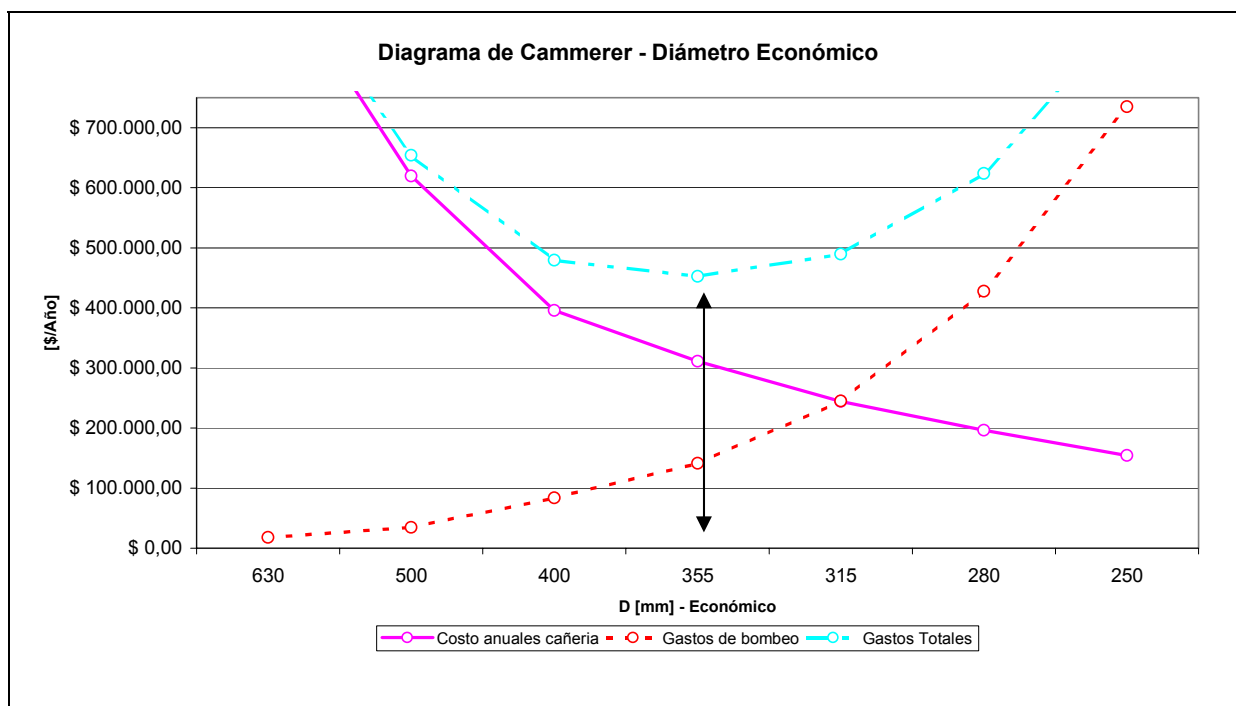


Fig. c. Planta de bombeo agua tratada al Río Chubut

Dispositivo Antiariete

Para la impulsión se ha previsto un dispositivo antiariete para proteger la instalación toda vez que ésta se vea afectada por los estados transitorios.

Dado que se cuenta con variadores de velocidad capaces de controlar el arranque y la detención normal de las electrobombas, se realizó el cálculo del dispositivo antiariete para la situación más desfavorable: corte de energía eléctrica con todas las bombas funcionando.

El sistema de protección contempla la instalación de dos (2) tanques tipo ARAA – Antiariete con Reposición Automática de Aire para la impulsión.

Los mismos se instalarán en la misma estación elevadora conforme lo indican los planos.

Predimensionamiento de los Tanque ARAA

El volumen de aire necesario en régimen permanente puede estimarse analizando la transferencia de energía producida en la interfase aire-agua en la cámara.

El cilindro de agua puesto en movimiento durante el transitorio puede considerarse como rígido, por lo que la dinámica de transferencia de energía se resume en la siguiente expresión:





$$\frac{1}{2}mU^2 = 2,3.p_0.\tau_0.\log\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

Donde:

- m = masa del cilindro líquido.
- U = Velocidad media en la tubería de impulsión.
- P0 = Presión en el líquido (y en el aire en contacto con él) antes del comienzo del transitorio.
- P = Presión alcanzada en el bolsón de aire al absorber la energía brindada por el cilindro.

Esta ecuación, entonces, implica la igualdad de la energía cinética del cilindro líquido con la energía absorbida en un proceso isotérmico por la burbuja de aire.

Por lo tanto el volumen de aire inicial será:

$$\tau_0 = \frac{28,25.L.Q^2}{D^2 p_0.\log\left(\frac{p}{p_0}\right)}$$

Donde:

L = Longitud de la impulsión.

Q = Caudal

D = Diámetro de la impulsión

Entonces, teniendo en cuenta que τ_0 constituye aproximadamente 1/2 del volumen total de la cámara, se podrá predimensionar la misma en base a este dato (siempre teniendo en cuenta que, de tratarse de un dispositivo constituido por N cámaras, el predimensionado de cada una deberá realizarse con $\tau_0' = \tau_0/N$).





Tubería Material: PVC Clase: 6

Variable	Unidad	Descripción
ε	21600 kgf/cm ²	Modulo de elasticidad del agua para T = 20°C
E	28000 kgf/cm ²	Módulo de elasticidad del material
ρ	1000 kg/m ³	Densidad del agua
e	14,6 mm	Espesor de la cañería
De	500 mm	Diámetro de la cañería externo
Di	470,8 mm	Diámetro de la cañería interno
c	278 m/s	Celeridad
g	9,81 m/s ²	Aceleración de la gravedad
Q	24000 m ³ /día	Caudal diario
	1000 m ³ /h	Caudal horario
	0,278 m ³ /s	Caudal
Ω	0,174 m ²	Sección de la tubería
U	1,60 m/s	Velocidad media del tubería
Δh	37,4 m	Sobrepresión

Tiempo de Cierre			
L	3450 m	Longitud de la impulsión	
Tc	30 s	Tiempo de cierre critico	

Presión Máxima			
Pnom	6,00 kgf/cm ²	Presión nominal	
Pserv	5,00 kgf/cm ²	Presión servicio	
Pmax	8,74 kgf/cm ²	Presión maxima	
Pmadm	9,00 kgf/cm ²	Presión maxima admisible	

Balon de aire			
p/po	1,75	Relación de presiones	
γ	1000 kgf/m ³	Peso especifico del efluente	
τ_o	2,79 m ³	Volumen inicial	

Tabla a. Cálculo de los dispositivos antiarriete

Característica según Proyecto Ejecutable	Valor del parámetro
Caudal total (l/s)	278
Longitud / diámetro de la impulsión (m)	3450
Celeridad de la onda (m/s)	230
Cantidad de tanques ARAA	2
Volumen unitario (m ³)	1,40
Diámetro del tanque (mm)	1000
Altura del tanque (mm)	1800
Altura de instalación sobre el eje de la tubería (mm)	650
Altura total sobre el eje de la tubería (mm)	2100

Tabla b. Parámetros de diseño de los dispositivos antiarriete





Estación de Bombeo

La estación de bombeo será de emplazamiento indirecto, o cámara seca.

Deberá derivar al Río un caudal de 1000 m³/h. La instalación electromecánica estará constituida por 3(tres) bombas tipo eje horizontal, 2(dos) en servicio y la tercera en reserva.

Las bombas deberán ser de las siguientes características:

- Electrobomba centrífuga de eje horizontal.
- Las bombas serán de una o más etapas pero en ningún caso la velocidad de giro superará las 1.500 r.p.m.
- Motor eléctrico de 30 kW a 1450 rpm con aislación clase H (180°C). La puesta en marcha de los motores será progresiva, utilizándose dispositivos de arranque individuales para cada motor, ubicados en el tablero general. Deberá ser de eje horizontal, del tipo asíncrono, trifásico con rotor en corto-circuito, para trabajar con una tensión de 3 x 380V-50Hz, servicio permanente, cerrado autoventilado. El motor estará dimensionado para desarrollar una potencia equivalente al 125% de la requerida por la bomba en el régimen garantizado de mayor demanda, sin que la temperatura de sus arrollamientos se eleve a valores superiores a los estipulados en la Norma IRAM 2008. Será como mínimo de 25 kw con factor de servicio de 1.1.
- El motor deberá contar con protección por sobre temperatura, a través de sondas tipo RTD (una por fase), embebidas en el bobinado del estator. El rotor de la máquina estará estática y dinámicamente equilibrado para asegurar un funcionamiento libre de vibraciones, marcha prácticamente silenciosa y larga duración de los cojinetes. El eje del rotor será de acero, de calidad no inferior a la indicada en la normalización SAE 1045, perfectamente rectificado. La carcasa y los escudos porta cojinetes deberán ser construidos en fundición de hierro gris o chapa de acero laminado. Los núcleos de los bobinados se construirán en laminaciones de acero de alta permeabilidad magnética. Los cojinetes serán a bolilla y/o rodillos, lubricados por grasa o aceite y deberán permitir un funcionamiento prolongado con atención mínima.
- Comando y control. El arranque se realizará mediante variador de velocidad, de modo tal que en la puesta en marcha de los motores, la intensidad estatórica sea lo más pequeña posible compatible con la cupla requerida. Las operaciones de arranque se realizarán automáticamente, una vez accionado el comando desde el tablero de maniobra y control.
- Cada grupo electrobomba deberá estar provisto de los instrumentos necesarios para la detención automática de los equipos combinados con la puesta en funcionamiento de alarmas acústicas y ópticas, cuando por circunstancias imprevistas descienda el nivel del agua en la reserva que





alimenta el múltiple de aspiración por debajo de los valores aconsejables.

- El diámetro del impulsor seleccionado deberá ser menor o igual que el 90 % del máximo diámetro de impulsor permitido por la carcasa. Su diseño permitirá reducir el empuje axial sobre los cojinetes, y al mismo tiempo limitar la presión en la caja de empaquetaduras.
- El impulsor estará construido en fundición de bronce de calidad ASTM B 145 - 836 (SAE 40) o superior y deberá soportar sin desgaste en los ensayos correspondientes, la velocidad máxima tangencial especificada para el material indicado.
- La carcasa de la bomba será diseñada para soportar una presión igual a la presión máxima de succión especificada, más la altura desarrollada con el impulsor de diámetro máximo admisible por la carcasa, operando con el fluido correspondiente, con la válvula de salida totalmente cerrada. La misma estará construida en fundición de hierro gris de calidad ASTM A 48 Cl. 30 B o superior.
- La carcasa y el impulsor deberán estar provistos de aros de desgaste renovables. Cuando en el primer impulsor no sea posible el uso del aro de desgaste, el mismo podrá omitirse. El fabricante deberá aclarar ésta particularidad en la oferta.
- Los aros de desgaste a colocar en el cuerpo de la bomba y en el impulsor estarán contruidos en bronce de calidad ASTM B 584 - 4 A CA 836 y bronce ASTM B 271 - 3 B respectivamente y sus durezas mínimas deberán ser superiores a 300 Brinell, con diferencia mínima de 50 Brinell entre las caras de contacto. El aro de dureza inferior será montado sobre el impulsor.
- El eje será de construcción robusta, apto para transmitir al impulsor toda la potencia que éste requiera para todo el rango de operación del equipo. El mismo se construirá en acero inoxidable al cromo níquel de refinación de calidad AISI 410/420 y tendrá manguitos de protección reemplazables, ajustados de manera tal de prevenir su rotación sobre el eje, y se dispondrá de sellado entre el rotor y manguito para evitar fugas.
- La curva característica caudal - altura tendrá un incremento de la altura al disminuir el caudal hasta cero.
- Las bridas de succión y descarga serán para el mismo rango de presión y de acuerdo a la norma ANSI / AWWA C-207/94.
- Las cañerías para sellos o empaquetaduras serán de acero sin costura de acuerdo a la norma ASTM A-53 (tipo S), A-106, A-524 ó API 5L, grado A ó B. Para los tamaños de 2 ½ " y mayores se usará Schedule 40, para tamaños desde ½" a 2" se usará como mínimo Schedule 80. Los materiales de accesorios, válvulas y bridas de acero deberán ajustarse a la norma ASTM A-105 y A-181, las uniones y accesorios roscados serán





de acero forjado serie 3.000. No se admitirán diámetros nominales menores de ½ “” ANSI, ni caños con costura.

- Los rodamientos serán del tipo standard con soportes separados de la carcasa y seleccionados para una vida media de seis (6) años (50.000 horas) como mínimo, para operación continua en las condiciones nominales de la bomba, pero no menos de 32.000 horas bajo máxima carga axial y radial. Para las bombas con carcasas partidas horizontalmente, el soporte de rodamientos será bipartido.
- Las juntas de acoplamiento serán del tipo elástico o flexible, con espaciador. La longitud del espaciador deberá permitir el control y las sustituciones de las partes rotantes de las bombas, sin remoción del accionamiento.

Apta para las siguientes condiciones de servicio:

$$Q = 140 \text{ l/s}$$

$$H = 15 \text{ m.c.a.}$$

Electrobombas

Característica	Valor del parámetro	Observaciones
Caudal máximo efluente (l/s)	280	Corresponde al caudal máximo horario futuro
Cantidad total de bombas en funcionamiento	2	Corresponde al caudal máximo horario futuro
Cantidad total de bombas a proveer	3	La 3° bomba permanece en reserva
Potencia unitaria (kW)	30	
Potencia total instalada de bombeo (kW)	60	
Diámetro de la impulsión (mm)	500	
Longitud de la impulsión (m)	3450	Desde Estación Elevadora hasta la Cámara de carga de PT-PIT.

Tabla c. Parámetros de diseño de las electrobombas





Anexo –

Impulsión Planta de Tratamiento – Descarga Río Chubut

Tubería (Clase 6)	Diámetro Interno	Sección	Velocidad	Costo Unitario Tubería	Costo Total	Costo anuales cañería			Pérdida de carga		Altura de Bombeo	Gastos de bombeo	Gastos Totales
						Amortización	Mantenimiento	Total	Unitaria	Total			
DN	Di	A	v		Ct	A	M	Gc	j	J	H	Gb	Gc+Gb
mm	mm	m2	m/s	\$/m	\$	\$/Año	\$/Año	\$/Año	m/m	m	m	\$/año	\$/año
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
630	593,2	0,276	1,01	306,63	1057873,5	99100,3	105787,35	204887,65	0,00119	4,10	2,10	21274,2	226161,9
500	470,8	0,174	1,60	192,65	664642,5	62262,9	66464,25	128727,15	0,00366	12,64	10,64	107671,3	236398,4
400	376,6	0,111	2,49	123,09	424660,5	39781,7	42466,05	82247,73	0,01087	37,50	35,50	359131,6	441379,3
355	334,2	0,088	3,17	96,71	333649,5	31255,9	33364,95	64620,83	0,01945	67,10	65,10	658472,7	723093,5
315	296,6	0,069	4,02	76,05	262372,5	24578,7	26237,25	50815,99	0,03478	119,99	117,99	1193487,8	1244303,8
280	263,6	0,055	5,09	60,98	210381,0	19708,2	21038,10	40746,34	0,06177	213,11	211,11	2135464,5	2176210,8
250	235,4	0,044	6,38	47,98	165531,0	15506,7	16553,10	32059,84	0,10717	369,75	367,75	3719962,6	3752022,4
225	211,8	0,035	7,88	46,00	158700,0	14866,8	15870,00	30736,82	0,17928	618,51	616,51	6236278,7	6267015,5
200	188,2	0,028	9,99	42,00	144900,0	13574,1	14490,00	28064,06	0,31871	1099,53	1097,53	11102053,0	11130117,1
160	150,6	0,018	15,59	33,00	113850,0	10665,3	11385,00	22050,33	0,94358	3255,36	3253,36	32909176,1	32931226,4

Tabla b. Planilla de cálculo diámetro económico





CÓMPUTO MÉTRICO PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se presenta a continuación la tabla resumen del cómputo métrico y presupuesto de las obras:

Resumen:

Planta de tratamiento		\$ 4.145.000
Humedales		\$ 3.461.000
Estación de Bombeo y Cañería de Impulsión		\$ 2.680.000
TOTAL DE OBRA	total	\$ 10.286.000

Tabla c Resumen Presupuesto de las Obras

ITEM	D E S I G N A C I O N	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
	HUMEDAL (13 Has)				
	Ducto de descarga				
1	Canal de conducción desde Planta de Estanques aeróbicos 1, 2 y 3 a Cámara de carga Humedal	1.000	ml	160	160.000
2	Cámara carga y vertedero	1	Gl	15.000	15.000
	Bases de celdas humedales				
3	Limpieza, quema, escarificado, desmonte	13	Ha	5.000	65.000
4	Relleno, compactado	13	Ha	20.000	260.000
5	Suelos y filtros en celdas	51.460	m3	30	1.543.800
	Rellenos				
6	Rellenos Suelo Tipo 1	68.820	M3	15	1.032.300
7	Rellenos Suelo Tipo 2	5.180	M3	16	82.880
	Canales y Obras hidráulicas complementarias				
8	Conductos principales de 315mm, PVC clase 4, cloacal	1.000	ml	65	65.000
9	Conductos de distribución de 250mm, PVC clase 4, cloacal	1.500	ml	50	75.000
10	Conductos de celdas de 160mm, PVC clase 4, cloacal	1.000	ml	25	25.000
11	Plantaciones	1	GL	126.250	126.250
12	Gastos varios y Ajustes	1	Gl	10.770	10.770
	Suma Parcial				\$ 3.461.000





ITEM	D E S I G N A C I O N	Unidad	Cant.	Precio unitario	Precio Total
	Bombeo e impulsión al Río Chubut				
1	Estación de Bombeo				
1.1	Cámara de carga agua tratada				
1.1.1	Excavación, relleno y compactación	m3	80	19,85	\$ 1.588
1.1.2	Hormigón de limpieza, 5 cm de espesor.	m3	2,00	531,27	\$ 1.063
1.1.3.	Estructura de hormigón armado.	m3	24	2213,44	\$ 53.122
				Sub total:	\$ 55.773
1.2	Estación de bombeo agua tratada				
	Obra Civil				
1.2.1	Excavación, relleno y compactación	m3	399,3	26,63	\$ 10.635
1.2.2	Hormigón de limpieza, 5 cm de espesor.	m3	10	531,27	\$ 5.313
1.2.3	Estructura de hormigón armado.	m3	76	2213,44	\$ 168.221
1.2.4	Mampostería de ladrillo de 30 cm	m2	160	204,91	\$ 32.785
1.2.5	Mampostería de ladrillo de 15 cm	m2	30	96,34	\$ 2.890
1.2.6	Aislación hidrófuga	m2	12	24,07	\$ 289
1.2.7	Revoque grueso	m2	314	41,87	\$ 13.147
1.2.8	Revoque fino	m2	314	25,59	\$ 8.037
1.2.9	Contrapisos	m2	70	37,81	\$ 2.647
1.2.10	Piso de cemento rodillado	m2	70	36,14	\$ 2.530
1.2.11	Impermeabilización techo	m2	100	50,66	\$ 5.066
1.2.12	Carpintería metálica	Global	1	10176,56	\$ 10.177
1.2.13	Pintura para revoque interior y exterior	m2	628	31,12	\$ 19.544
1.2.14	Pintura para aberturas	Global	1	6422,63	\$ 6.423
1.2.15	Instalación Sanitaria	Global	1	4117,29	\$ 4.117
1.2.16	Instalación de Gas	Global	1	4527,22	\$ 4.527
1.2.17	Veredas perimetrales	m2	136	82,74	\$ 11.252
				Sub total:	\$ 307.598
	Obras Electromecánica				
1.2.19	Electrobombas	Nro	3	67335,14	\$ 202.005
1.2.20	Múltiple colector de Acero D° 250 mm	Global	1	16943,26	\$ 16.943
1.2.21	Salida de bombas Acero D° 150 mm	Global	1	12867,47	\$ 12.867
1.2.22	Válvula esclusa D° 150 mm	Nro	6	5322,14	\$ 31.933
1.2.23	Válvula de retención D° 150 mm	Nro	3	5272,40	\$ 15.817
1.2.24	Aparejo monorriel	Nro	1	12808,46	\$ 12.808
1.2.25	Sistema de ventilación	Nro	1	10196,11	\$ 10.196
1.2.26	Sistema de puesta a tierra	Global	1	12767,60	\$ 12.768
1.2.27	Tablero	Global	1	74387,50	\$ 74.388
1.2.28	Cables de baja tensión y comando	Global	1	20991,52	\$ 20.992
1.2.29	Sistema de iluminación y tomacorrientes int. y exterior	Global	1	25845,72	\$ 25.846
1.2.30	Bandejas portacables, caños, accesorios, etc.	Global	1	3042,92	\$ 3.043
1.2.31	Sistema de protección contra incendio	Global	1	2013,10	\$ 2.013
				Sub total:	\$ 441.619





2 Cañería de Impulsión					
2.1.1	Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno y profundidad, con depresión de napa, ejecución de colchón de arena, relleno, compactación y retiro del material sobrante: incluido rotura y reparación de pavimentos y veredas.	m	3.450,00	82,97	\$ 286.259
2.1.2	Provisión de cañerías de PVC DN 500 mm, incluido aros	m	3.450,00	276,45	\$ 953.736
2.1.3	Acarreo y colocación de cañería de PVC y piezas especiales, D° 500 mm, incluido ejecución de juntas, prueba hidráulica, planialtimetría y balizado de la cañería	m	3.450,00	57,75	\$ 199.246
2.2	Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas D° 500 mm, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas, p/ bloqueo y salida acueducto.-	N°	3,00	36.006,21	\$ 108.019
2.3	Provisión, acarreo y colocación de válvulas esclusas D° 150 mm, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas, p/desagüe.-	N°	4,00	10.880,13	\$ 43.521
2.4	Provisión, acarreo y colocación de ventosas combinadas y válvulas esféricas, construcción de cámaras y provisión, acarreo y colocación de marcos y tapas.	N°	4,00	7.652,56	\$ 30.610
3 Alimentación Externa de Energía					
3.1	Línea Aérea de 13,2 Kv	Gl	1,00	195.980,02	\$ 195.980
3.2	Subestación 13,2 /0,400 0,213 250 Kv	Gl	1,00	57.641,14	\$ 57.641
				Sub total:	\$ 253.621
Suma Parcial					\$ 2.680.000





Ítem	Nombre	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
1	Trabajos previos				
1.1	Tareas preliminares, cartel de obra, obrador, traslado, cerco de obra, etc.	Global	1,00	31688,24	\$ 31.688
1.2	Limpieza del terreno, desmonte, terraplenamiento y compactación.	Global	1,00	162001,96	\$ 162.002
1.3	Replanteo, ensayos, pruebas, proyecto Ejecutivo	Global	1,00	44863,81	\$ 44.864
				Sub total:	\$ 238.554
	Obras civiles				
1.4	Cámara de carga y mezcla				
1.4.1	Excavación, relleno y compactación	m3	8,0	19,85	\$ 159
1.4.2	Hormigón de limpieza, 8 cm de espesor.	m3	1,3	531,27	\$ 680
1.4.3	Estructura de hormigón armado.	m3	25,9	2476,24	\$ 64.011
1.5	Celdas de aireación				
1.5.1	Excavación, relleno y compactación	m3	102,0	19,85	\$ 2.024
1.5.2	Hormigón de limpieza, 8 cm de espesor.	m3	20,5	531,27	\$ 10.891
1.5.3	Estructura de hormigón armado.	m3	225,5	2476,24	\$ 558.392
1.5.4	Revoque interior y pintura epoxi	m2	1580,8	50,45	\$ 79.750
1.5.5	Cámaras recolectoras de líquidos por cámaras de PRFV.	Global	1,0	5243,22	\$ 5.243
1.6	Sedimentador secundario				
1.6.1	Excavación, relleno y compactación	m3	300,0	19,85	\$ 5.954
1.6.2	Hormigón de limpieza, 8 cm de espesor.	m3	34,0	531,27	\$ 18.063
1.6.3	Estructura de hormigón armado.	m3	242,0	2476,24	\$ 599.250
1.6.4	Construcción de la Cámara de Hº Aº	Unidad	3,0	13.935,36	\$ 41.806
1.6.5	Revoque interior y pintura epoxi	m2	912,0	58,06	\$ 52.948
1.7	Celdas de digestión				
1.7.1	Excavación, relleno y compactación	m3	102,0	19,85	\$ 2.024
1.7.2	Hormigón de limpieza, 8 cm de espesor.	m3	20,5	531,27	\$ 10.891
1.7.3	Estructura de hormigón armado.	m3	225,5	2476,24	\$ 558.392
1.7.4	Revoque interior y pintura epoxi	m2	1580,8	58,06	\$ 91.777
1.7.5	Cámaras recolectoras de líquidos por cámaras de PRFV.	Global	1,0	5.243,22	\$ 5.243
1.8	Eras de Secado				
1.8.1	Provisión y construcción de las estructuras.	Global	20,0	14873,03	\$ 297.461
1.9	Cerco perimetral y portones	Global	1,0	63009,62	\$ 63.010
1.10	Pavimento articulado	m2	500,0	96,76	\$ 48.380
1.11	Parquización y sistema de riego	Global	1,0	38378,50	\$ 38.379
1.12	Veredas perimetrales	m2	467,0	85,89	\$ 40.115
				Sub total:	\$ 2.594.842
2	Estructuras metálicas				
2.1	Cámara de carga y mezcla				
2.1.1	Construcción Baranda perimetral	Global	1,0	1797,36	\$ 1.797
2.2	Celdas de aireación				
2.2.1	Barandas	Global	1,0	7168,41	\$ 7.168
2.2.2	Estructuras soportes de nuevos aireadores	Global	1,0	14061,34	\$ 14.061





2.3	Sedimentador secundario				
2.3.1	Construcción de la Cámara de salida	Unidad	4,0	10000,00	\$ 40.000
2.3.2	Colocar vertederos de acero inoxidable.	Global	4,0	24777,06	\$ 99.108
2.3.3	Construcción de la estructura interior barredora de barro en acero galvanizado	Unidad	4,0	15000,00	\$ 60.000
2.4	Celdas de digestión				
2.4.1	Barandas	Global	1,0	9154,39	\$ 9.154
2.4.2	Colocación de estructuras soportes de aireadores	Global	1,0	23466,66	\$ 23.467
				Sub total:	\$ 254.756
3	Electromecánica				
3.1	Cámara de carga y mezcla				
3.1.1	Colocación de mezclador	Global	1,0	25000,00	\$ 25.000
3.2	Celdas de aireación				
3.2.1	Provisión y colocación del sistema de aireadores	Nro	4,0	45000,00	\$ 180.000
3.2.2	Colocar recirculadores de fondo	Nro	4,0	20000,00	\$ 80.000
3.3	Sedimentador secundario				
3.3.1	Colocación del equipamiento de accionamiento del puente barredor.	Nro	4,0	9000,00	\$ 36.000
3.4	Celdas de digestión				
3.4.1	Provisión y colocación del sistema de aireadores	Global	1,0	150000,00	\$ 150.000
3.4.2	Provisión de equipos para recirculación de barro del sedimentador a Celdas de aireación y Celdas de digestión.	Nro	4,0	35000,00	\$ 140.000
				Sub total:	\$ 611.000
4	Válvulas				
4.1	Válvula de limpieza Cámara de carga	Nro	1,0	4219,10	\$ 4.219
4.2	Válvulas de Cuba de oxidación	Nro	4,0	5208,09	\$ 20.832
4.3	Válvulas de Cuba de digestión	Nro	4,0	5208,09	\$ 20.832
4.5	Válvulas de Playas de secado	Nro	20,0	2958,29	\$ 59.166
				Sub total:	\$ 105.050
5	Electricidad				
5.1	Cañerías pasa cables para comandos y fuerza motriz:	Global	1,0	14665,59	\$ 14.666
5.2	Cables de fuerza motriz:	Global	1,0	26899,60	\$ 26.900
5.3	Cables de comando	Global	1,0	17962,57	\$ 17.963
5.4	Válvulas de corte y distribución	Global	1,0	5208,09	\$ 5.208
5.5	Tableros de comando para aireadores	Global	1,0	81276,06	\$ 81.276
				Sub total:	\$ 146.012
6	Cañerías				
6.1	Cámara de carga: cañería de limpieza D° 160 mm	mts	40,0	108,53	\$ 4.341
6.2	Cámara de carga-Cuba de oxidación-cañería D° 350 mm de acero	mts	16,0	452,12	\$ 7.234
6.3	Cañerías recolectoras de líquidos aireados en cámara partidora-Cañerías de D° 250 mm.	mts	34,0	366,91	\$ 12.475
6.4	Cámara partidora - Sedimentador - Cañería de D° 300 mm	mts	150,0	218,80	\$ 32.819
6.5	Sedimentador -Cámara intermedia de válvulas- cañería de D° 160 mm	mts	80,0	196,24	\$ 15.700





6.6	Sedimentador -desde Cámara intermedia a vinculación cañería-cañería D° 200 mm	mts	40,0	116,45	\$ 4.658
6.7	Sedimentador desde vinculación cañería a Cámara entrada bombas de recirculación de barro- D° 250 mm	mts	50,0	133,21	\$ 6.661
6.8	Recirculación de barro sedimentador - Entrada Cámara partidora para Cubas de Oxidación - cañería D° 315 mm	mts	80,0	176,24	\$ 14.100
6.9	Recirculación de barro sedimentador - Cámara partidora de Cubas de digestión - cañería D° 315 mm.	mts	140,0	170,61	\$ 23.885
6.10	Transporte de Barro de Cámara de digestión - Playa de secado - Cañería y piezas de H° F° de D° 150 mm.	mts	200,0	67,81	\$ 13.562
6.11	Cañerías recolectoras de líquidos sobrenadantes en Cuba de Digestión a Cubas de Oxidación- cañerías de D° 200 mm.	mts	60,0	92,04	\$ 5.522
6.12	Cañerías recolectoras de líquidos sobrenadantes en Sedimentador hasta Cámara líquido tratado - cañerías de D° 315 mm.	mts	40,0	177,89	\$ 7.116
6.13	Cañerías recolectoras de líquidos sobrenadantes en Sedimentador hasta Cámara líquido tratado- cañerías de D° 450 mm.	mts	40,0	255,57	\$ 10.223
6.14	Cañerías recolectoras de líquidos sobrenadantes en Sedimentador hasta Cámara líquido tratado - Cañerías de D° 500 mm.	mts	80,0	302,16	\$ 24.173
6.15	Cañerías de limpieza de Cubas de Oxidación - Cañerías de D° 150 mm.	mts	125,0	98,55	\$ 12.319
				Sub total:	\$ 194.786
	Suma Parcial			Total Obra:	\$ 4.145.000

Tabla d. Cómputo y Presupuesto de las obras





ESPECIFICACIONES

El Proyecto Ejecutivo elaborará las especificaciones técnicas de acuerdo al nuevo diseño ajustado y teniendo como bases para su elaboración las especificaciones técnicas dadas en el Tomo VIII de este Informe Final.

PLANOS

Ref.: Planos III.B.c.1 y 2

III.B.c		OBRA: Alternativa: planta de Tratamiento de Barros activados Zona Este (A26)
	1	Ubicación y Planta General de las Obras

Tabla e. Detalle de planos de las obras





TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA PROYECTOS EJECUTIVOS

Con el objeto de facilitar la gestión de financiamiento, estos estudios de Factibilidad, Anteproyecto y Plan Director se han ajustado a la GUIA PARA LA FORMULACION Y PRESENTACION DE PROYECTOS DE DESAGÜES CLOACALES del ENHOSA, donde ello ha sido posible. A los efectos que establece la GUIA, se entiende por “EL PROYECTO” a todo el “Plan de Manejo y Gestión Integral de Efluentes Cloacales de la Ciudad de Trelew”, con su Plan de Acciones Estructurales y No Estructurales”.

Para elevar los anteproyectos de cada una de las trece obras de este Plan Director a nivel PROYECTO EJECUTIVO (PE), o de Ingeniería de Detalle según sea el caso, se deberá tener presente los siguientes términos de referencia (TdR).

Los TdR que a continuación se describen son GENERALES (TdRG), aplicables a todas las acciones estructurales del plan (trece obras), y PARTICULARES (TdRP) que detallan términos adicionales para una obra determinada.

Los anteproyectos de las obras que componen el plan de acciones estructurales tienen distinto grado de desarrollo conforme al nivel de detalle y escala de los estudios de campo disponibles. Los anteproyectos de obras del Sistema de Tratamiento de Zona Noroeste, que componen las obras III.B.a.1, 2 y 5, tienen un mayor grado de desarrollo para facilitar y reducir el desarrollo del PE y su proceso licitatorio. Le sigue en orden de prelación el anteproyecto de obra III.B.a.3. que requiere de topografía de detalle.

TÉRMINOS DE REFERENCIA GENERALES

El Proyecto Ejecutivo comprenderá la elaboración de la documentación técnica necesaria para la licitación y construcción de la obra y sus componentes, en forma ordenada, con la memoria de diseño, cálculo, y dimensionamiento de cada una de las partes, elementos y criterios adoptados, en un todo de acuerdo a estos TdR, a las reglas del arte y normas habituales de estudio, diseño y presentación de proyectos de ingeniería, la experiencia en proyectos de obras similares, y avaladas por la descripción de la bibliografía citada.

El desarrollo de los Proyectos Ejecutivos de una obra del PDAE requerirá como mínimo el cumplimiento de los siguientes TdRG:

- Revisión Técnica: Se deberá proceder a la revisión técnica completa y detallada del Anteproyecto de Obra, en el contexto de este Informe





Final de Factibilidad, Anteproyectos, y Plan Director y de sus estudios básicos, conclusiones y recomendaciones.

- Relevamientos de campo complementarios: En general, deberán efectuarse relevamientos topográficos detallados a escala 1:500 a 1:1.000, o la escala que se indique en los TdRP, y estudios localizados de suelos en aquellas obras donde la fundación de componentes de la obra lo requieran.
- Sistemas de proyección: Los levantamientos topográficos serán referidos al mismo sistema de proyección y plano altimétrico utilizado por los Anteproyectos.
- El Informe del Proyecto Ejecutivo comprenderá:
 - 1.- MEMORIA TÉCNICA
 - 2.- COMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO
 - 3.- PLANOS
 - 4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Su desarrollo se ajustará a las normas establecidas por la “PARTE III- PROYECTO EJECUTIVO”, de la “GUIA PARA LA FORMULACION Y PRESENTACION DE PROYECTOS DE DESAGÜES CLOACALES (ENHOSA)”, con el agregado de las partes, o las normativas que LA MUNICIPALIDAD agregue, o establezca en reemplazo de este criterio.

- Efectuada la revisión técnica de Anteproyecto y los relevamientos de campo de detalle, se procederá al ajuste del diseño y cálculo, respetando la conformación de componentes y diseño general del Anteproyecto en el contexto de este Informe Final de Factibilidad, Anteproyectos, y Plan Director. Los ajustes o modificaciones de diseño que se efectúen como resultado de la revisión y de relevamientos de campo detallados, deberán estar debidamente fundados en la memoria técnica y de cálculo.
- En general, los proyectos procuraran alcanzar el objetivo sin superar el orden de magnitud del presupuesto de anteproyecto. Los ajustes o modificaciones que impliquen mayor cómputo métrico, o nuevos ítems de obra, deberán estar debidamente fundados, en la memoria técnica, con sus respectivas memorias de cálculo y cómputo métrico. Los ítems en que se organizan los cálculos métricos podrán ser reagrupados siempre y cuando en conjunto no superen los cálculos de obra, o bien resulten conveniente y técnicamente fundados.
- Los precios unitarios mayores a los indicados en el Anteproyecto deberán ser acompañados de su correspondiente análisis detallado de precios.
- Se deberán desarrollar las Cláusulas de Especificaciones Técnicas (ET). En el “Tomo VII: Bases para Especificaciones Técnicas de Acciones” se presentan cláusulas tipo de algunas obras y partes de obras, para ser tenidas presente como guía, sin perjuicio de que es objeto del PE desarrollar la totalidad de las ET.





TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTICULARES

a- SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA NOR-OESTE (Planta convencional de barros activados en el PIT):

III.B.a.1- Derivación, bombeo e impulsión de efluentes cloacales de zona Noroeste de Trelew

III.B.a.5- Estación de Bombeo y Ducto de Impulsión a Reservorio N° 1

Los anteproyectos de estas obras tienen un avanzado grado de desarrollo de ingeniería, encontrándose en condiciones de alcanzar el nivel de Proyecto Ejecutivo con un mínimo desarrollo adicional.

Topografía

Los anteproyectos disponen de topografía recopilada o relevada en los planos de obra. Se deberá efectuar el levantamiento topográfico detallado de las trazas de ductos y la localización de estaciones de bombeo. El sistema de proyección deberá ser el mismo utilizado en el anteproyecto. Se acompañará una memoria técnica detallada del relevamiento y se dispondrán puntos fijos para el replanteo de las obras, contruidos con las normas que especifique LA MUNICIPALIDAD.

Geotecnia y yacimientos

En la traza de ductos y localización de obras se efectuarán los estudios geotécnicos localizados destinados al conocimiento de las condiciones estructurales e hidráulicas de los sitios de fundación de las obras.

Interferencias

Se deberá revisar y analizar en detalle la traza de ductos, analizar las interferencias con infraestructuras de otros servicios públicos existentes y desarrollar la ingeniería de detalle respectiva.

Durante la etapa de proyecto ejecutivo se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Ajuste de trazado de obras,
- Cálculos estructurales de las obras de hormigón armado
- Planos de Proyecto Ejecutivo
- Cómputo y Presupuesto de las obras
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos





III.B.a.2. Readecuación planta de tratamiento de barros activados (CORFO PIT)

Los anteproyectos de estas obras tienen un avanzado grado de desarrollo de ingeniería, encontrándose en condiciones de alcanzar el nivel de Proyecto Ejecutivo con un mínimo desarrollo adicional.

Se deberá efectuar el levantamiento topográfico detallado del lugar de obras. El sistema de proyección deberá ser el mismo utilizado en el anteproyecto.

Interferencias

Se deberá revisar y analizar en detalle la infraestructura e instalaciones existentes en el lugar, su estado de conservación y necesidad de readecuación o reconstrucción a los fines del proyecto.

Se realizará una revisión, ajuste y verificación completa del anteproyecto, conforme se indica en los TDRG, comprendiendo el desarrollo de:

- Diagrama y diseño de ingeniería, cálculos estructurales de las obras de hormigón armado, e instalaciones de la obra.
- Cómputo y Presupuesto de las obras
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos
- Planos de Proyecto Ejecutivo





III.B.a.3. Reservorio de efluentes para reuso, (planta de tratamiento PIT)

III.B.a.6. (Obra Eventual) Lagunas temporales de evaporación de efluentes depurados

Topografía

Se realizarán relevamientos planialtimétricos en toda el área del vaso de almacenamiento y aledaños, escala aproximada $E = 1:4.000$, equidistancia 0,25m. Los relevamientos incluirán puntos característicos de referencia con el área de lagunas de CORFO y su conformación de terraplenes.

Se efectuará un relevamiento topográfico detallado del perfil o traza del canal de drenajes pluviales y de los terraplenes-diques que conforman los reservorios o lagunas de EV.

Geotecnia y yacimientos

Se realizar los estudios geotécnicos destinados al conocimiento de la fundación de terraplenes, del lecho del vaso de almacenamiento, y de canteras del lugar. Para el caso de los terraplenes, se realizarán no menos de un sondeo cada 250 metros sobre la traza de proyecto, incluyendo los sitios actualmente cubiertos por las aguas de las lagunas. Se determinará el origen preciso de los materiales para la conformación de los distintos sectores de los terraplenes, así como las características de cada uno de ellos para el fin al que serán destinados. Se determinarán los lugares posibles de depósitos de materiales de limpieza y preparación de fundaciones.

Durante la etapa de proyecto ejecutivo se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Ajuste de trazado de obras de terraplenes, canales y obras hidráulicas,
- Verificaciones de estabilidad de taludes en los terraplene,
- Trazado de redes de filtración a través de los terraplenes y verificación de seguridad a la tubificación o erosión interna,
- Revisión de las estructuras hidráulicas, su diseño y cálculos estructurales de las obras de hormigón armado,
- Planos de Proyecto Ejecutivo,
- Cómputo y Presupuesto de las obras,
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos.





III.B.a.4. Sistematización de áreas de forestación o parquización en zona norte (reuso)

El Proyecto Ejecutivo, conforme los términos de referencia específicos que fije EL MUNICIPIO, perfeccionará el propósito de la forestación a realizar, para que además de cumplir el fin de uso consuntivo y almacenamiento para reuso de líquidos efluentes tratados, cumpla funciones de parquización de la periferia urbana, recreación y esparcimiento público, y /o fines de comercialización del producido forestal.

El anteproyecto presentado constituye solo una guía para el desarrollo de un proyecto forestal.

Para el desarrollo del PE, podrá articularse con otros organismos técnicos gubernamentales e instituciones públicas o no gubernamentales, y la actividad privada local, a fin de perfeccionar el propósito señalado, optimizar la disponibilidad de recursos humanos y medios, en las etapas de proyecto, desarrollo y eventual explotación.

A esta finalidad, es recomendable interactuar con Organismos técnicos nacionales y provinciales, con amplia experiencia regional como la UNPSJB, CIEFAP, CORFO CHUBUT, CENPAT, INTA, pudiendo ser altamente provechoso la conformación de programas conjuntos.





b- SISTEMA DE TRATAMIENTO ZONA ESTE (ESTANQUES Y HUMEDAL)

III.B.b.7. Planta de Tratamiento en Estanques

III.B.b.12. Planta de tratamiento en Humedal

Topografía

Se realizarán relevamientos planialtimétricos detallados en el sector de obras, incluyendo las trazas de los terraplenes y zonas a excavar. Los mismos serán volcados a Escala 1:1.000 a 1:2.000 y presentarán curvas de nivel con una equidistancia de 0,25 m. Se dispondrán los amojonamientos necesarios para el replanteo de la obra, en la modalidad constructiva que determine LA MUNICIPALIDAD. La topografía será referida al sistema de proyección y cotas del Anteproyecto.

Geotecnia y Yacimientos

Se densificarán los estudios geotécnicos destinados al conocimiento de las fundaciones de terraplenes y lecho de estanques. Para el caso de los terraplenes, se realizarán no menos de un sondeo cada 150 metros sobre la traza de proyecto, incluyendo los sitios posiblemente cubiertos por aguas de lagunas. Se determinará el origen preciso de los materiales para la conformación de los terraplenes, sus fundaciones y lecho de estanques, así como las características de cada uno de ellos para el fin al que serán destinados.

Se reanalizará detalladamente las disposiciones y cotas de los estanques, obras hidráulicas, su interconexión, ubicación y cotas, procurando resguardar los criterios de diseño, en particular los niveles de seguridad dados por los estudios hidrológicos disponibles de los estudios de Factibilidad y Anteproyecto. En el caso de los humedales, se detallará la tecnología a utilizar y sus alternativas, incluido el material biológico a implantar.

El diseño deberá garantizar el buen funcionamiento para el caudal de diseño establecido en el Anteproyecto. Asimismo, deberá preverla el nivel máximo en crecidas extraordinarias en las lagunas, teniendo por referencia la Cota 6,40 (IGM) en Laguna III. El canal de descarga desde estanques y humedales a esta laguna deberá procurar la entrega con una cota de servicio mayor a 6,40 IGM, si ello no fuera posible, deberá ajustar el diseño para considerar las condiciones de seguridad ante eventos extraordinarios.

Se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Ajuste de trazado de obras civiles e hidráulicas,
- Verificaciones de estabilidad de taludes en los terraplenes, trazado de redes de filtración y verificación de seguridad a la tubificación o erosión interna,
- Ajuste y verificación de todas las obras hidráulicas,





-
- Cálculos estructurales de las obras de hormigón armado,
 - Planos de Proyecto Ejecutivo,
 - Cómputo y Presupuesto de las obras,
 - Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos.





III.B.b.8. Componente: CRER, Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple - Sector Norte

III.B.b.9. Componente: CRER, Corredor de terraplenes y caminos de acceso con funcionalidad múltiple - Sector Sur

Topografía

Se realizarán relevamientos planialtimétricos en todos los sectores de implantación del proyecto, incluyendo las trazas de los terraplenes y zonas a dragar. Los mismos serán volcados a escala 1:5000 y presentarán curvas de nivel con una equidistancia de 0,25 m.

Geotecnia

Se densificarán los estudios geotécnicos destinados al conocimiento de las condiciones estructurales e hidráulicas de los sitios de fundación de las obras.

Para el caso de los terraplenes, se realizarán no menos de un sondeo cada 250 metros sobre la traza de proyecto, incluyendo los sitios actualmente cubiertos por las aguas de las lagunas.

Yacimientos:

En la etapa de Proyecto Ejecutivo se determinará el origen preciso de los materiales para la conformación de los distintos sectores de los terraplenes, así como las características de cada uno de ellos para el fin al que serán destinados.

Durante la etapa de proyecto ejecutivo se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Ajuste de trazado de obras
- Verificaciones de estabilidad de taludes en los terraplenes
- Trazado de redes de filtración a través de los terraplenes y verificación de seguridad a la tubificación o erosión interna
- Cálculos estructurales de las obras de hormigón armado
- Planos de Proyecto Ejecutivo
- Cómputo y Presupuesto de las obras
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos





III.B.b.10.Componente: CRER, Obras complementarias de protección y control aluvional

Topografía

Se realizarán relevamientos planialtimétricos en todos los sectores de implantación del proyecto. Los mismos serán volcados a escala 1:5000 y presentarán curvas de nivel con una equidistancia de 0,25 m.

Geotecnia

Se densificarán los estudios geotécnicos destinados al conocimiento de las condiciones estructurales e hidráulicas de los sitios de fundación de las obras.

Se realizarán no menos de dos sondeos sobre la traza de cada una de las obras incluidas en este componente.

Yacimientos:

En la etapa de Proyecto Ejecutivo se determinará el origen preciso de los materiales para la conformación de los distintos sectores de los terraplenes, así como las características de cada uno de ellos para el fin al que serán destinados.

Durante la etapa de proyecto ejecutivo se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Ajuste de trazado de obras
- Verificaciones de estabilidad de taludes en el terraplén de la Defensa Aluvional
- Planos de Proyecto Ejecutivo
- Cómputo y Presupuesto de las obras
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos





III.B.b.11. Sistematización de áreas de forestación o parquización en zona de Reservas en Rehabilitación

El Proyecto Ejecutivo, conforme los términos de referencia específicos que fije EL MUNICIPIO, perfeccionará el propósito de la forestación a realizar, para que además de cumplir el fin de uso consuntivo y almacenamiento para reuso de líquidos efluentes tratados, cumpla funciones de parquización de la periferia urbana, recreación y esparcimiento público, y /o fines de comercialización del producido forestal.

El anteproyecto presentado constituye solo una guía para el desarrollo de un proyecto forestal.

Para el desarrollo del PE, podrá articularse con otros organismos técnicos gubernamentales e instituciones públicas o no gubernamentales, y la actividad privada local, a fin de perfeccionar el propósito señalado, optimizar la disponibilidad de recursos humanos y medios, en las etapas de proyecto, desarrollo y eventual explotación.

A esta finalidad, es recomendable interactuar con Organismos técnicos nacionales y provinciales, con amplia experiencia regional como la UNPSJB, CIEFAP, CORFO CHUBUT, CENPAT, INTA, pudiendo ser altamente provechoso la conformación de programas conjuntos.





III.B.b.13. Planta de bombeo, derivación y descarga de agua excedente tratada al Río Chubut

El desarrollo del PE de esta obra, su ejecución y entrada en servicio se prevé desfasado algunos años en relación al resto de las obras. Conforme se cumplan las acciones del PD y el crecimiento de la demanda cloacal esté dentro de los escenarios previstos, es altamente probable que esta obra no sea necesaria por varios años. Si el mejoramiento de la red colectora, del tratamiento y el reuso alcanzan la eficiencia esperada, es probable que esta obra no sea requerida en todo el perfil de proyecto (25 años).

En tanto, conforme evolucione la demanda y el desarrollo del PD, es posible la necesidad de entrada en servicio de la obra, condicionada por los niveles de la Laguna IV. El PD establece la necesidad de derivación de excedentes a una vez alcanzada la cota 4,80 (IGM) en la Laguna IV. Ello, con el objeto de reducir riesgo hidrológico de crecidas y desbordes en las zonas más vulnerables, y alcanzar un nuevo equilibrio hidroambiental en el área de las lagunas II, III, IV, y V, con una significativa reducción de la superficie inundada. El funcionamiento de esta obra deberá atender a todos los requisitos de diseño y monitoreo ambiental impuestos por el plan.

Topografía

Se deberá efectuar el levantamiento topográfico detallado de las trazas de ductos y la localización de estaciones de bombeo, a escala de PE. El sistema de proyección deberá ser el mismo utilizado en el anteproyecto. Se acompañará una memoria técnica detallada del relevamiento y se dispondrán puntos fijos para el replanteo de las obras, construidos con las normas que especifique LA MUNICIPALIDAD.

Geotecnia y yacimientos

En la traza de ductos y localización de obras se efectuarán los estudios geotécnicos localizados destinados al conocimiento de las condiciones estructurales e hidráulicas de los sitios de fundación de las obras.

Interferencias

Se deberá revisar y analizar en detalle la traza de ductos, analizar las interferencias con infraestructuras de otros servicios públicos existentes y desarrollar la ingeniería de detalle respectiva.

Durante la etapa de proyecto ejecutivo se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Ajuste de trazado de obras,
- Cálculos estructurales de las obras de hormigón armado
- Planos de Proyecto Ejecutivo
- Cómputo y Presupuesto de las obras
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos.





III.B.c. OBRA: Alternativa Comparativa: Planta de Tratamiento de Barros Activados Zona Este (A 26)

Esta alternativa ha sido seleccionada por el comitente como comparativa de la propuesta básica. En caso de descartarse la propuesta básica y quedar seleccionada por el comitente la alternativa comparativa (basada en el Perfil de Proyecto N° 26 del Informe de Análisis Preliminar de Alternativas), para alcanzar el nivel de PE deberá revisarse y completarse detalladamente la ingeniería del anteproyecto.

Topografía

Se deberá efectuar el levantamiento topográfico detallado de las trazas de ductos y la localización de estaciones de bombeo. El sistema de proyección deberá ser el mismo utilizado en el anteproyecto. Se acompañará una memoria técnica detallada del relevamiento y se dispondrán puntos fijos para el replanteo de las obras, construidos con las normas que especifique LA MUNICIPALIDAD.

Geotecnia y yacimientos

En la traza de ductos y localización de obras se efectuarán los estudios geotécnicos localizados destinados al conocimiento de las condiciones estructurales e hidráulicas de los sitios de fundación de las obras.

Interferencias

Se deberá revisar y analizar en detalle la traza de ductos, analizar las interferencias con infraestructuras de otros servicios públicos existentes y desarrollar la ingeniería de detalle respectiva.

Durante la etapa de proyecto ejecutivo se realizarán los trabajos propios de ajuste, desarrollo y verificación de cada uno de los componentes, incluidos la reingeniería de la planta, debiendo abarcar como mínimo las siguientes tareas:

- Diagrama de procesos diseño de ingeniería, cálculos estructurales de las obras de hormigón armado, e instalaciones de la obra.
- Ajuste de trazado de obras,
- Cálculos estructurales de las obras de hormigón armado
- Planos de Proyecto Ejecutivo
- Cómputo y Presupuesto de las obras
- Especificaciones Técnicas de la totalidad de los trabajos



Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Ingeniería Civil Hidráulica

Proyecto

**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW**

Comitente:

Municipalidad de Trelew. Convenio 23/6/2005

Dirección de Proyecto:

Juan José Serra

INFORME FINAL:

**Factibilidad Técnico Económica,
Anteproyectos de Obra y Plan Director**

Trelew, Mayo de 2006

Equipo de Trabajo

Jorge Oscar Ares

Experto Ambiental, Doctor Ingeniero Agrónomo, Docente Investigador Cat. I, cátedra de Gestión Ambiental, FI UNPSJB e Investigador Independiente CENPAT CONICET

María Jesús Chachero

Consultor Prof. Senior, Hidrometeorología, Ingeniero Hidráulico y Civil, Master en Hidrología (CEDEX Madrid, España), Doc. de Hidráulica y de Hidrología e Hidráulica Agrícola, Doc. Investigador III, FI, UNPSJB

Jorge Feller

Consultor Senior Ingeniería Sanitaria, Ingeniero Civil, Especialista en Ingeniería Sanitaria, Profesional Dir. Gral. Serv. Públicos, Chubut. Ex Docente Ingeniería Sanitaria, Fac. Ingeniería, UNPSJB

**Alberto Ricardo Gonzáles
Gallastegui**

Ingeniero Químico. Docente de Química UNPSJB. Consultor Senior analista en calidad de efluentes.

Héctor Andrés Malnero,

Consultor Prof. SemiSenior, procesamiento CAD/GIS, Ingeniero Hidráulico y Civil, Docente de Elasticidad y de Aprovechamientos Hidráulicos, Investigador Docente IV, Fac. Ingeniería, UNPSJB

María Alejandra March

Consultor Semi Senior Geógrafo / Ciencias Humanísticas, Profesora de Geografía – Doc. Investigadora V, FHyCS, UNPSJB

Gustavo Osvaldo Pagnoni

Investigador, especialista Biología, Licenciado en Ecología, PDoctor en Ciencias Naturales, Docente investigador FCN, UNPSJB

Marcela Regnaudo

Consultor Médico / Especialista en Salubridad pública, Médica, Especialista en Toxicología. (UBA), Magister en Prevención y Asistencia de las Drogodependencias. (U. del Salvador)

Armando Scalise

Profesional Senior, procesamiento CAD/GIS, Oceanógrafo, (UNPSJB) Master de Ciencias, especialidad: Aplicación de SIG al manejo de los recursos marinos y zonas costeras (Oregon, USA), Docente Fac. de Hum. y Ciencias Sociales, UNPSJB.

José María Sainz Trápaga

Ingeniero Civil Hidráulico. Docente Investigador, titular cátedra de Aprovechamientos Hidráulicos y de Construcciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería, UNPSJB



Juan José Serra

Ingeniero en Recursos Hídricos, Magíster en Recursos Hídricos en Zona de Llanuras, (U.N. Rosario), Docente investigador Cat. I, cátedra de Hidrología e Hidráulica Agrícola. Fac. de Ingeniería, UNPSJB.

Julio Emilio Stampone

Consultor especialista, Geología e Hidrogeología, Licenciado en Geología, Docente, Investigador II, Fac. Ciencias Naturales, UNPSJB

Ariel Juan Testino

Consultor especialista Ingeniería Química Ambiental, Ingeniero Químico, Profesional / Consultor especialidad Medio Ambiente

Miguel Alfredo Villafañe

Consultor Seior, economía y organización de obras. Ingeniero en Construcciones, Docente Fac. Ingeniería, UNPSJB, Consultor especialista en organización de obras y formulación de proyectos

Javier A. Wahler

Ingeniero Civil Hidráulico. Ingeniería de Proyecto

Laboratorios:

LABIEVI

Ing. Oscar Moreno

Laboratorio de Investigaciones y Ensayos Viales

Pasantes Alumnos:

Mauricio Bermsz

Pasante alumno de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Freatimetría

Félix Mauricio Matamala

Pasante alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. Ensayos de Infiltración y Auxiliar en relevamientos de campo

Claudio Moraga Silva

Pasante alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. CAD y Auxiliar relevamientos de campo

Luis Sosa

Pasante alumno de Licenciatura en Ciencias Naturales. Freatimetría

Andrea Schaer

Pasante alumno de Lic. en Geografía. Fac. de Humanidades y Ciencias Sociales. Relev. Socioeconómico

Silvina Weise

Pasante alumno de Lic. en Geografía. Fac. de Humanidades y Ciencias Sociales. Relev. Socioeconómico

Gustavo Almeira

Pasante Alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. CAD.

Julio Antonio Solioz

Alumno de Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB

Terceros Partícipes:

Victor Eulogio Vazquez

Agrimensor. Topografía de apoyo

EVARSA

Evaluación de Proyectos Sociedad Anónima, Limnimetría

ILA

Laboratorio de Ingeniería Laboral y Ambiental, Córdoba



Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

AUTORIDADES

Rector

Cdr. Jorge Gil

Vice Rector

Prof. Elsa Bonini de Perfumo

Delegado Rectoral

Lic. Julio Emilio Stampone

Decano Facultad de Ingeniería

Dr. Daniel Barilá

Delegada Académica Facultad de Ingeniería

Ing. Cecilia Irene Santos

Jefe Departamento Ingeniería Civil Hidráulica

Ing. Juan José Serra

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Ingeniería Civil Hidráulica

Proyecto

**PLAN DE MANEJO Y GESTION INTEGRAL DEL SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW**

Comitente:

Municipalidad de Trelew. Convenio 23/6/2005

Dirección de Proyecto:

Juan José Serra

INFORME FINAL:

**Factibilidad Técnico Económica,
Anteproyectos de Obra y Plan Director**

Trelew, Mayo de 2006

Equipo de Trabajo

Jorge Oscar Ares

Experto Ambiental, Doctor Ingeniero Agrónomo, Docente Investigador Cat. I, cátedra de Gestión Ambiental, FI UNPSJB e Investigador Independiente CENPAT CONICET

María Jesús Chachero

Consultor Prof. Senior, Hidrometeorología, Ingeniero Hidráulico y Civil, Master en Hidrología (CEDEX Madrid, España), Doc. de Hidráulica y de Hidrología e Hidráulica Agrícola, Doc. Investigador III, FI, UNPSJB

Jorge Feller

Consultor Senior Ingeniería Sanitaria, Ingeniero Civil, Especialista en Ingeniería Sanitaria, Profesional Dir. Gral. Serv. Públicos, Chubut. Ex Docente Ingeniería Sanitaria, Fac. Ingeniería, UNPSJB

**Alberto Ricardo Gonzáles
Gallastegui**

Ingeniero Químico. Docente de Química UNPSJB. Consultor Senior analista en calidad de efluentes.

Héctor Andrés Malnero,

Consultor Prof. SemiSenior, procesamiento CAD/GIS, Ingeniero Hidráulico y Civil, Docente de Elasticidad y de Aprovechamientos Hidráulicos, Investigador Docente IV, Fac. Ingeniería, UNPSJB

María Alejandra March

Consultor Semi Senior Geógrafo / Ciencias Humanísticas, Profesora de Geografía – Doc. Investigadora V, FHyCS, UNPSJB

Gustavo Osvaldo Pagnoni

Investigador, especialista Biología, Licenciado en Ecología, PDoctor en Ciencias Naturales, Docente investigador FCN, UNPSJB

Marcela Regnaudo

Consultor Médico / Especialista en Salubridad pública, Médica, Especialista en Toxicología. (UBA), Magister en Prevención y Asistencia de las Drogodependencias. (U. del Salvador)

Armando Scalise

Profesional Senior, procesamiento CAD/GIS, Oceanógrafo, (UNPSJB) Master de Ciencias, especialidad: Aplicación de SIG al manejo de los recursos marinos y zonas costeras (Oregon, USA), Docente Fac. de Hum. y Ciencias Sociales, UNPSJB.

José María Sainz Trápaga

Ingeniero Civil Hidráulico. Docente Investigador, titular cátedra de Aprovechamientos Hidráulicos y de Construcciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería, UNPSJB



Juan José Serra

Ingeniero en Recursos Hídricos, Magíster en Recursos Hídricos en Zona de Llanuras, (U.N. Rosario), Docente investigador Cat. I, cátedra de Hidrología e Hidráulica Agrícola. Fac. de Ingeniería, UNPSJB.

Julio Emilio Stampone

Consultor especialista, Geología e Hidrogeología, Licenciado en Geología, Docente, Investigador II, Fac. Ciencias Naturales, UNPSJB

Ariel Juan Testino

Consultor especialista Ingeniería Química Ambiental, Ingeniero Químico, Profesional / Consultor especialidad Medio Ambiente

Miguel Alfredo Villafañe

Consultor Seior, economía y organización de obras. Ingeniero en Construcciones, Docente Fac. Ingeniería, UNPSJB, Consultor especialista en organización de obras y formulación de proyectos

Javier A. Wahler

Ingeniero Civil Hidráulico. Ingeniería de Proyecto

Laboratorios:

LABIEVI

Ing. Oscar Moreno

Laboratorio de Investigaciones y Ensayos Viales

Pasantes Alumnos:

Mauricio Bermsz

Pasante alumno de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Freatimetría

Félix Mauricio Matamala

Pasante alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. Ensayos de Infiltración y Auxiliar en relevamientos de campo

Claudio Moraga Silva

Pasante alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. CAD y Auxiliar relevamientos de campo

Luis Sosa

Pasante alumno de Licenciatura en Ciencias Naturales. Freatimetría

Andrea Schaer

Pasante alumno de Lic. en Geografía. Fac. de Humanidades y Ciencias Sociales. Relev. Socioeconómico

Silvina Weise

Pasante alumno de Lic. en Geografía. Fac. de Humanidades y Ciencias Sociales. Relev. Socioeconómico

Gustavo Almeira

Pasante Alumno de la carrera de Ingeniería Civil Hidráulica. CAD.

Julio Antonio Solioz

Alumno de Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales, UNPSJB

Terceros Partícipes:

Victor Eulogio Vazquez

Agrimensor. Topografía de apoyo

EVARSA

Evaluación de Proyectos Sociedad Anónima, Limnimetría

ILA

Laboratorio de Ingeniería Laboral y Ambiental, Córdoba



Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

AUTORIDADES

Rector

Cdr. Jorge Gil

Vice Rector

Prof. Elsa Bonini de Perfumo

Delegado Rectoral

Lic. Julio Emilio Stampone

Decano Facultad de Ingeniería

Dr. Daniel Barilá

Delegada Académica Facultad de Ingeniería

Ing. Cecilia Irene Santos

Jefe Departamento Ingeniería Civil Hidráulica

Ing. Juan José Serra