

## II. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

### 1. Descripción general.

#### 1.1. Nombre del proyecto.

#### SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW

#### 1.2. Naturaleza del proyecto.

##### Evolución histórica del sistema de efluentes cloacal – pluvial de la ciudad

El primer proyecto de red colectora data de 1950, comprendía el área céntrica de una pequeña ciudad cuya población según el Censo de 1947 alcanzaba 5.880 habitantes.

El sistema derivaba los líquidos pluviales y cloacales por gravedad a las viejas instalaciones de la Estación de Bombeo de Moreno y Carrasco, desde donde se impulsaban a partir de 1956 a la Laguna III por una cañería de acero ( $\varnothing$ : 200 mm). El Censo 1960 registraba 11.852 habitantes.

El dique F. Ameghino había empezado a construirse en 1954 y se esperaba que las reiteradas inundaciones que provocaba el río Chubut concluyeran. La historia indica que recién en 1964 pudo iniciarse el embalse del río Chubut. De todas maneras se sabía que las crecidas extraordinarias no afectaban a la sucesión de bajos o depresiones que se ubicaban entre la Meseta Intermedia y la Ruta Pcial. N° 7, por lo tanto no parecía arriesgado disponer los líquidos pluvio - cloacales en estas lagunas.

La única depresión que retenía por largos períodos agua de los desbordes del río Chubut era "El Salitral". Ingresaba por antiguos meandros que se encuentran entre la antena repetidora de Canal 7 y el canal de descarga cercano a Rawson, y se mantenía hasta su consumo por evaporación.

En el año 1970 el incremento de la población de Trelew (24.212 habitantes) obligó a construir una nueva cañería de acero ( $\varnothing$ : 150 mm) que tenía su origen en la antigua Estación Carrasco y descargaba en el Canal Pluvial de Planta de Gas, en proximidades del actual B° VEPAM. Funcionaba en forma independiente a la cañería de  $\varnothing$ : 200 mm. El destino final de estos efluentes era la Laguna II.

El crecimiento extraordinario en la década del 70, que caracterizó a muchas ciudades patagónicas, impuso la ejecución de un plan integral que se desarrolló entre 1975 y 1981. Incluía nuevas colectoras troncales; la actual Estación Cambrin (y Belgrano); una nueva Estación Carrasco (y Moreno) que reemplazaba la mencionada anteriormente en 1981; y una nueva cañería de impulsión de 7 km desde la Estación Carrasco (asbesto cemento,  $\varnothing$ : 600 mm) que descargaba todos los efluentes de Trelew en la Laguna III. Todas las instalaciones antes mencionadas fueron desactivadas.

Posteriormente las únicas inversiones fueron destinadas a la expansión de redes cloacales con el agravante de no haber podido restituir la situación de la Estación Cambrin, después de los daños que produjo la inundación de abril de 1998.

### Situación actual sin proyecto

Los bajos o depresiones referidos conforman un sistema de lagunas encadenadas con una pendiente general hacia el mar, escurriendo el agua acumulada hacia el este siendo su disposición final el mayor de los bajos llamado El Salitral. Están ubicados en los ejidos de Trelew y Rawson, entre la Meseta Intermedia y la Ruta Pcial. N° 7.

A la descarga de pluviales y cloacales de la ciudad de Trelew ya descrita se le sumó en la década de los 60' los efluentes cloacales de la Base Aeronaval Alte. Zar, y desde los 70' el producto de lavados de filtros y decantadores de la Planta Potabilizadora de Pto. Madryn.

Corresponde mencionar como aporte, no esperado pero significativo por sus consecuencias, el ingreso de agua de la napa freática al sistema colector que produce un incremento en la salinidad del líquido cloacal que prácticamente lo hace inadecuado para su reuso en proyectos de riego. Según la evaluación realizada por la Universidad Nac. de la Patagonia el 17,4 % del líquido impulsado a las lagunas es de origen freático (*Informe Parcial Etapa I, Noviembre de 2005*).

Esta suma de aportes permanentes han mantenido un nivel de agua con tendencia creciente en 5 de las 6 depresiones existentes, dependiendo la situación de este sistema lagunar cerrado de la evaporación generada en su superficie, única salida posible de los líquidos dadas las actuales limitantes. Las lagunas son, y hoy se conocen como:

- **Laguna I Cacique Chiquichano**, integrada al paisaje urbano, próxima a la Terminal de Ómnibus y al futuro Observatorio Astronómico. Recibe los líquidos pluviales de la zona norte de la ciudad y los correspondientes al Cañadón del Parque Industrial de Trelew. Descarga en la Laguna II a través del Canal de drenaje pluvial urbano de Trelew de 2,5 km también denominado Canal B° Planta de Gas por atravesar precisamente a ese barrio.
- **Laguna II o de la Base** por su proximidad a la misma. Recibe los líquidos productos de lavados de filtros y decantadores de la Planta Potabilizadora de Pto. Madryn y los efluentes cloacales de la Base Aeronaval Vicealmirante Zar, en ambos casos a cielo abierto en su último tramo. Puede descargar en la Laguna III.
- **Laguna III o del Caño**. Toma este nombre por la presencia del caño de descarga final del sistema colector cloacal de la ciudad de Trelew. Hasta tanto se concreten las Obras de Pluviales en marcha también es la descarga de líquidos pluviales de varios puntos de la ciudad. Este aporte se suspenderá cuando se habiliten los Sistemas Pluviales Owen y Musters en construcción. Descarga en Laguna IV.

- **Laguna IV o de los dos Ejidos.** La de mayor tamaño con agua permanente, ocupa tierras de ejidos de Trelew y Rawson. Aunque en la actualidad está unida con la Laguna V se la sigue considerando como fue originalmente y así es tomada por el proyecto. Podría descargar por declive natural a la Laguna VI El Salitral.
- **Laguna V o del Basural** por su proximidad. Aunque unida a la Laguna IV se la continúa considerando como fue originalmente a propósito del Proyecto. No tiene salida.
- **Laguna VI o bajo El Salitral.** Se encuentra totalmente en el ejido de Rawson. Su superficie es casi igual al ocupado por las lagunas existentes. Podría ser la posibilidad de descargar al mar los líquidos excedentes por bombeo hacia la zona de El Sombrerito.

Desde que la ciudad de Trelew está disponiendo sus pluviales y cloacales en este sistema lagunar cerrado se ha producido un continuo incremento del área inundada. De un paisaje geomorfológico donde se identificaban las cuatro lagunas hoy tenemos la IV y la V unidas, y la II, la III y la V peligrosamente cercanas como se puede observar desde la barda donde se encuentra el Basural Municipal de Trelew.

El compromiso de la ciudad de Trelew de mantener los líquidos dentro de su ejido ha generado la necesidad de aumentar los niveles a través de la construcción de terraplenes. Pero la realidad es que el balance hídrico ha estado sujeto al clima, ya que depende de los volúmenes evaporados desde la superficie lagunar. Es una situación muy precaria que se pone crítica por lo general a finales de inviernos muy húmedos.

Cabe señalar que el hecho que parte de la Laguna IV este en Ejido Rawson no es producto de su crecimiento sino de la topografía del lugar. Desde los primeros estudios al que han sido objeto estas lagunas aparece el espejo de agua de la Laguna IV distribuido en ambos ejidos.

Por el incremento de la superficie de las lagunas se han inundado tierras privadas. Aunque existiera la posibilidad de retrotraer la situación, por las características salitrosas del agua de las lagunas, se ha producido una pérdida de sus condiciones originales.

De todas maneras habría que analizar cada zona en particular ya que se trata de una extensa área en donde se pueden observar lugares donde originalmente había suelo salitroso. De hecho la Laguna VI lleva el nombre El Salitral.

#### Las Estaciones Elevadoras – Nueva conducción

Actualmente la Estación Cambrin dispone de dos (2) bombas KSB tipo Kw Kz 250-44 con impulsores abiertos especiales para el bombeo de líquidos cloacales. Cada bomba puede bombear 540 m<sup>3</sup>/h hasta la Estación Carrasco a través de una cañería de asbesto cemento de Ø: 450 mm que las conecta. Generalmente una bomba opera continuamente y la otra se encuentra en reserva. La capacidad de impulsión de la cañería de Ø: 450 mm es 2 x 540 m<sup>3</sup>/h.

La Estación Carrasco dispone de cuatro (4) bombas KSB tipo Kw Kz 250-44, iguales a las mencionadas. Resume lo colectado por la red de troncales y lo impulsado desde la Estación Cambrin ya que operan en serie.

La capacidad instalada de la Estación Carrasco es de 4 x 540 m<sup>3</sup>/h, pero en realidad opera siempre con tres bombas y la cuarta queda en reserva. Impulsa los líquidos a la Laguna III por una cañería de asbesto cemento de 7 km, con un diámetro Ø: 600 mm, que tiene una capacidad operativa máxima de 1800 m<sup>3</sup>/h.

Durante el año 2008 se bombeó a la Laguna III un caudal promedio diario de 21.381,7 m<sup>3</sup>/día. Se registró un mínimo de 17.297,4 m<sup>3</sup>/día (10-02-08) y un máximo de 38.205,9 m<sup>3</sup>/día (21-05-08). Se debe considerar que estos valores están afectados por los aportes pluviales.

Durante la inundación de abril de 1998 la Estación Elevadora Carrasco continuó funcionando durante todo el evento. Pero la Estación Cambrin quedó fuera de servicio por el riesgo eléctrico que implicaba el nivel que alcanzó el agua en su zona, situación agravada por encontrarse sus instalaciones por debajo del nivel de las calles asfaltadas que la rodean.

La Estación Cambrin sufrió serios daños y pudo ponerse nuevamente en marcha 48 horas después de dicho evento con equipamiento provisorio que aun hoy esta funcionando a la espera de la readecuación definitiva.

Las obras necesarias (Licitación Pública abrev. 1-3.9/99–Exp. N° 5063/99) en la Estación Cambrin, y la nueva cañería de impulsión desde la misma hasta la Laguna III, fueron iniciadas en agosto de 2000. De esta manera cada Estación bombearía lo recibido desde las colectoras. De requerir sacar de servicio cualquiera de las dos cañerías de impulsión se podía operar en serie las dos Estaciones en forma indistinta con solo cambiar el sentido de flujo entre ellas.

Los trabajos se interrumpieron en diciembre de 2001, con el 70 % de las obras concluidas, que incluían el tendido de 6 km de la cañería de impulsión Clase 6 PVC Ø: 500 y parte de la obra civil de la Estación Cambrin. No se ejecutó la obra electromecánica necesaria. La rescisión de contrato de mutuo acuerdo con la empresa adjudicataria se produjo en diciembre de 2004.

Por lo tanto la cañería de impulsión desde la Estación Cambrin, para independizar y hacer más versátil el sistema, está construida esperando su conexión a la misma, así como la conclusión de la obra civil y electromecánica de la Estación misma.

## Obras en ejecución

De las acciones iniciadas por el Municipio de Trelew para reducir las descargas al sistema lagunar se encuentra en ejecución el encamisado de redes cloacales, y sus efectos se están monitoreando. Las expectativas son reducir el volumen de agua de napa freática que ingresa al sistema cloacal así como disminuir la salinidad que aporta. Corresponde señalar que los altos valores de sales totales

del agua de las lagunas retardan los procesos biológicos naturales de autodepuración, condición actual del sistema lagunar.

Se están construyendo los Sistema de Pluviales Owen y Musters que derivarán los líquidos pluviales de sus respectivas áreas afectadas y dejarán de descargar en el Sistema Lagunar. Por el Sistema Drenaje se deberá llamar a licitar porque en la primera oportunidad no se concretó.

La conclusión de esta obra permitirá eliminar todas las conexiones que actualmente vuelcan los pluviales al sistema cloacal produciendo una sustancial reducción de aportes a las lagunas. El aporte del Sistema Norte, Ovoide y Planta de Gas se mantienen descargando en la Laguna I.

La situación de colmado permanente del sistema lagunar ha obligado a la Municipalidad de Trelew al refuerzo permanente de los terraplenes en ambos ejidos. Se han realizado aperturas controladas de la Laguna IV para descargar a la Laguna VI El Salitral excedentes del sistema. En Anexo Fotos se puede ver la derivación el día 05-11-08.

Este año además se realizaron mejoras para que los pobladores cercanos al lugar del canal de descarga a El Salitral tuvieran el acceso más facilitado al canal de riego que corre cercano.

## Descripción general del proyecto

Los componentes del proyecto a describir incluyen:

- 1.2.1. Rehabilitación y remodelación de la Estación Cambrin
- 1.2.2. Conclusión y puesta en servicio de la nueva cañería de impulsión desde Cambrin
- 1.2.3. Planta de Tratamiento con lagunas aireadas
- 1.2.4. Sistema de impulsión de líquidos tratados para reuso y descarga al río Chubut
- 1.2.5. Proyectos de riego - Forestaciones
- 1.2.6. Contorno de Reservas en Rehabilitación - CRER
- 1.2.6.1. CRER NORTE
- 1.2.6.2. CRER SUR
- 1.2.6.3. Obras complementarias de Protección y Control Aluvional
- 1.2.6.4. Corredor de ejidos - CRER Ejidos

### 1.2.1. - REHABILITACIÓN Y REMODELACIÓN DE LA ESTACIÓN CAMBRIN

Actualmente la Estación Cambrin cuenta con 2 (dos) bombas KSB tipo Kw Kz 250 44, que bombea los líquidos a la Estación Carrasco por una cañería de Ø: 450 mm. Las obras interrumpidas de su remodelación la dejaron con sus componentes electromecánicos en el estado que había ocasionado la inundación de 1998, y sin conectar a la nueva conducción de 5,9 km y Ø: 500 mm.

Corresponde señalar que la Estación Carrasco va a reducir los líquidos que recibe, al suspender el bombeo desde la Estación Cambrin incrementando su capacidad para satisfacer nuevas demandas

de la red abastecida. A la vez también será automatizada para ser parte del proyecto de centralización desde la Planta de Tratamiento.

Los trabajos a realizar en la Estación Cambrin incluyen:

- a) Remoción de compuerta existente e instalación de nuevas y compartimentación del foso de bombeo mediante nuevo tabique y compuerta
- b) Instalación del Tamiz Compactador (Step Screen), e instalación de rejas manuales de protección del tamiz y de desbaste en el by-pass del tamiz.
- c) Reemplazo de las cañerías de aspiración de las dos (2) bombas existentes y construcción de las correspondientes a los dos (2) equipos a incorporar (uno en esta obra y otro en el futuro) por cañería de acero diámetro 300 mm, válvulas y accesorios.
- d) Instalación de un nuevo manifold de impulsión con las derivaciones necesarias para incorporar las cuatro (4) unidades de bombeo previstas y las vinculaciones hidráulicas requeridas para posibilitar el bombeo a:
  - a la Planta de Tratamiento por la nueva cañería de impulsión Ø: 500 mm, PVC
  - a la Estación Carrasco por la vieja impulsión Ø: 450 mm
  - a ambas cañerías simultáneamente
  - ó recibir líquidos bombeados desde la Estación Carrasco por la vieja impulsión Ø: 450 mm en el foso de bombeo y rebompear simultáneamente a la Planta de Tratamiento por la nueva cañería
- e) Instalación de una (1) bomba similar a las existentes y provisión de otra en calidad de reserva pasiva.
- f) Elevar los motores actuales y a instalar por encima de la cota de inundación. Modificar la longitud de los ejes de transmisión entre las bombas y motores.
- g) Instalación de un medidor de caudal y panel de indicación local. Instalación de dos sensores de nivel y un transmisor de presión, con sus correspondientes paneles de indicación local.
- h) Provisión, instalación y puesta en marcha de Tablero Eléctrico de comando de fuerza motriz y equipos auxiliares. Reemplazo del grupo electrógeno existente por un equipo de 330 kVA.
- i) Instalación en el Puente Grúa existente de un aparejo eléctrico, e instalación de dos guinches con aparejo manual en ambos portones de accesos a la sala de bombeo. Montaje de equipamiento para Pluma giratoria.
- j) Instalación de un Electroventilador para extracción de gases a fin de contar con un Sistema de renovación de aire.

- k) Instalación de una Unidad Terminal Remota para tele supervisar y automatizar la estación de Bombeo. Instalación y puesta en marcha de un Sistema de Adquisición de datos (SCADA), con sus correspondientes licencias y equipamiento informático.
- l) Adaptación de la sala de control y operación, contigua a la sala de motores, que tendrá la característica de estar aislada acústicamente de la sala de motores. En dicha sala se instalarán todos los tableros eléctricos de control de los distintos equipamientos y las baterías de servicios auxiliares. Se realizarán todas las modificaciones, reemplazos y ampliaciones en el sistema de provisión de energía eléctrica con ajuste a las consignas del Proyecto.

#### 1.2.2. - CONCLUSIÓN DE LA NUEVA CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

La nueva cañería de impulsión de 5.9 km, PVC Clase 6 y diámetro Ø: 500 mm se extiende desde la Estación Cambrin hasta la Laguna III para su descarga. Su capacidad máxima de impulsión es 1.400 m<sup>3</sup>/h. Como se puede observar en el Plano de la Planta de Tratamiento se construirá una cámara de enlace desde donde se tomará el líquido crudo para su tratamiento desde cualquiera de las dos cañerías de impulsión, y otra cámara de enlace donde se conectará la salida de los efluentes tratados para su descarga en la Laguna III. Queda previsto el envío directo de los líquidos a la Laguna III por razones de extrema emergencia.

Las tareas a realizar incluyen:

- Completar la instalación, con provisión de accesorios y válvulas en la cañería de impulsión de PVC Clase 6 existente de aproximadamente 5.900,00 m de longitud
- asegurar la hermetización de las cámaras, realizar la prueba hidráulica final, y finalizar la readaptación de la obra civil
- instalación de interconexiones hidráulicas, eléctricas, montaje y todo lo requerido para dejar en operación las estaciones de impulsión de Cambrin y Carrasco.

#### 1.2.3. - PLANTA DE TRATAMIENTO CON LAGUNAS AIREADAS

A partir de un análisis de alternativas de tratamiento y considerando los contenidos del *Plan de Manejo y gestión integral del sistema de tratamiento de efluentes de la ciudad de Trelew* se ha optado por un sistema de dos (2) lagunas aireadas de mezcla completa en paralelo seguidas con dos (2) lagunas de sedimentación con la misma disposición. La caracterización del efluente cloacal a tratar se desarrolla en 4.4 Materia prima e insumos (pagina 42). La versión del proyecto que se presenta fue sujeta a la revisión técnica del ENOSHA y ha recibido su aprobación.

En el *Tomo I del Informe Final Parte II Estudios II.3 Estudios de Demanda* se puede encontrar una estimación de la población esperada para la ciudad de Trelew considerando como horizonte del proyecto el año 2031. A través de varias metodologías para el período 2005 – 2031 y tomando en

cuenta fundamentalmente los Censos INDEC 1980, 1991 y 2001, por demostrar una tendencia más homogénea y no responder a cuestiones particulares, los profesionales de la Universidad adoptan el valor 133.000 habitantes para calcular la dotación diaria efectiva de agua potable, que después de un pormenorizado análisis da como resultado 250 l/hab día.

Para estimar el caudal a tratar y dimensionar la Planta de Tratamiento el proyectista responsable del actual proyecto considera la población estimada y los datos de cobertura de servicios relevados por la Universidad Nac. de la Patagonia, pero teniendo en cuenta que el horizonte del proyecto es hasta 2030.

Si se compara sus resultados finales con los de la Universidad Nac. de la Patagonia las diferencias se deben a que el proyectista utilizó un coeficiente de retorno mayor y un factor pico menor. Esto produce un caudal medio 11,6 % mayor y un caudal máximo diario 14,3 % menor.

Acorde con el *Plan de manejo y gestión integral del sistema de tratamiento de efluentes de la ciudad de Trelew* desarrollado por la Universidad de la Patagonia, la estimación del caudal de los líquidos cloacales a tratar considera la desvinculación de los sistemas pluviales del sistema cloacal y la recuperación de la integridad física de las redes a fin de minimizar el ingreso de agua freática.

A continuación se presenta la planilla de proyecciones de población y caudales:

Año	Unidad	2007	2010	2015	2020	2025	2030
Población estimada	Habitantes	98.064	102.296	109.349	116.403	123.457	130.510
Cobertura cloacas	%	91	92	95	95	99	99
Dotación Agua	l/hab día	250	250	250	250	250	250
Ø Coef. retorno		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Efluente	m <sup>3</sup> /día	17.848	18.822	20.776	22.117	24.444	<b>25.841</b>
Medio diario	l/s	207	218	240	256	283	299
Factor pico		1,36	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Efluente	m <sup>3</sup> /día	24.273	26.351	29.087	30.963	34.222	36.177
Max diario	l/s	281	305	337	358	396	419

#### 1.2.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento adoptado estará compuesto por un conjunto de dos lagunas aireadas de mezcla completa dispuestas en paralelo y dos lagunas de sedimentación con la misma disposición.



Las primeras basan su proceso de depuración en la incorporación de oxígeno en forma de pequeñas burbujas de aire. Esta incorporación de oxígeno genera una acción biológica de oxidación de la materia orgánica.

El Tratamiento se inicia con la separación de los sólidos de tamaño mayor a 3 mm mediante un tamiz rotativo, el cual permite con un accionamiento electromecánico separar, compactar y deshidratar los sólidos que llegan a la planta junto con los líquidos residuales. El fin de este proceso es remover los elementos que pueda interferir en cualquier tratamiento posterior y tener un manejo de los sólidos aptos para su disposición final.

Luego del pasaje por el tamiz, el líquido ingresa al proceso de reducción de la materia orgánica mediante la incorporación de oxígeno que suministra un equipo de sopladores. El sistema de aireación se compone de un equipo de sopladores que impulsan el aire por tuberías hasta un conjunto de tuberías flotantes de fácil mantenimiento y difusores suspendidos que distribuyen el aire en el interior de las lagunas.

Cada lateral de aireación posee una válvula mariposa actuada eléctricamente. Esto permite realizar una aireación secuencial de cada una de las líneas y de esta manera, mantener todos los sólidos en suspensión con un bajo consumo de energía y una instalación de relativamente poca potencia.

Luego de atravesar las lagunas aireadas el líquido es conducido, mediante tuberías y cámaras partidoras, a dos lagunas de sedimentación de los barros biológicos generados en el proceso anterior, las cuales trabajan en paralelo.

Estas lagunas tienen una profundidad tal que permiten acumular los sólidos retenidos por las mismas, logrando una compactación natural de los barros y permitiendo reducir su volumen y estabilizarse, por lo cual se prevé una limpieza de las mismas aproximadamente cada 2 años.

El líquido clarificado luego de la sedimentación es conducido a una cámara donde se realiza la inyección de cloro con un tiempo de contacto mínimo de 20 minutos para el caudal máximo diario del final del período de diseño.

La cloración se realizará con equipos de cloro gaseoso que son de uso común por el futuro operador, ya que así se opera en la Planta Potabilizadora que abastece a la ciudad de Trelew. El fin de este proceso es desinfectar el líquido antes de su vuelco en cualquier cuerpo receptor, tal como lo indica la Ley Provincial vigente.

El destino de los efluentes tratados y cumpliendo la normativa provincial tiene las siguientes alternativas:

- Descarga en la Laguna III a través de cualquiera de las dos conducciones (PVC Ø: 500 mm y Asbesto Cemento Ø: 600 mm) para cual se construirá una Cámara de enlace. Esta opción correspondería a no tener demanda para riego y contar con capacidad de vuelco en la Laguna.

- Desde la Estación de Bombeo de la Planta de Tratamiento impulsar líquidos tratados por una cañería Ø: 450 – 500 hasta el predio destinado a la Forestación sobre Ruta Pcial. N° 7.
- Impulsar por líquidos por la misma cañería Ø: 450 – 500 hasta su descarga en río Chubut. Sería el caso de no tener demanda para riego y estar la Laguna III en su máximo nivel.

#### 1.2.3.2 CÁMARA DE INGRESO – TAMIZ Y REJA

Mediante una cámara de enlace con las tuberías de impulsión existentes (PVC Ø: 500 mm y Asbesto Cemento Ø: 600 mm) que descargan en la Laguna III se desviará el efluente crudo y se conectará con una tubería de Ø: 900mm PRFV Cloacal a la cámara de ingreso del sistema de tratamiento. La función principal de esta unidad será la separación de los sólidos de tamaño mayor a 3 mm que contiene el efluente cloacal a fin de evitar que ingresen en las siguientes etapas.

La cámara de ingreso será una estructura de hormigón armado con un tabique divisorio del mismo material, construido con el fin de obtener dos canales de las mismas dimensiones. Esto permitirá colocar en uno de ellos un tamiz rotativo de eje inclinado y en el otro una reja de limpieza manual de 10 mm de paso.

Mediante compuertas de accionamiento manual permitirá el ingreso por uno u otro canal, logrando con esto una flexibilidad en la operación por cualquier eventualidad o mantenimiento sobre el tamiz. Una de las ventajas importantes de la colocación de este tipo de tamiz es que se realizará en la misma unidad la elevación, compactación y deshidratación de los sólidos retenidos.

El tamiz rotativo estará compuesto por un tambor giratorio formado por su estructura y la malla separadora, y un tornillo elevador concéntrico con dicho tambor. De esta manera la unidad será accionada por un único conjunto moto-reductor.

El flujo del líquido será desde el interior hacia el exterior del tambor, ingresando por su frente abierto y obligando a pasar a la totalidad del mismo por las barras separadoras que componen las mallas filtrantes. Al girar el tambor, transportará los sólidos a su zona superior donde por medio de inyección de agua a presión serán depositados en una tolva central. Es aquí donde serán tomados por un tornillo del tipo de Arquímedes de paso variable. De esta manera los sólidos se irán transportando y a su vez compactando hasta lograr una sequedad del orden del 30% en materia seca.

Todos los componentes en contacto con el medio serán de acero inoxidable tratado en baño ácido. El ángulo de inclinación del eje de la unidad será de 35°. De esta manera proporcionará un aumento del área de tamizado, produciendo valores pequeños de pérdida de carga en el líquido.

Luego de la cámara de ingreso, el líquido será distribuido mediante tuberías de Ø: 500 mm a las lagunas de aireación. La equipartición del caudal se realizará mediante un vertedero ubicado en la misma cámara de ingreso.

### 1.2.3.3. LAGUNAS AIREADAS Y DE SEDIMENTACIÓN

El diseño se basa en los criterios recomendados por la EPA (Environmental Protection Agency de Estados Unidos) y según el modelo matemático de O'Connor y Eckenfelder basado en la determinación de los niveles de DBO soluble en el efluente de la laguna y en la biomasa deducidos de los balances de masa.

Según las recomendaciones de la EPA se deberá tener una permanencia mínima de 2 días para el caudal de diseño a fin de asegurar una buena eficiencia en el sistema. Las Lagunas aireadas son diseñadas para la totalidad del caudal medio diario final del período de diseño.

Los parámetros de diseño fueron:

$$\begin{aligned} &10^{12} \text{ col/hab día} \times 130.510 \text{ hab} \\ \text{Coliformes fecales: } &\text{-----} : 5 \cdot 10^8 \text{ NMP/100 ml} \\ &25.841 \text{ m}^3/\text{día} \end{aligned}$$

- Carga Orgánica Unitaria: 40 g DBO/habitante día
- Temperatura del aire en el mes más frío: 5.9 °C (según información oficial del SMN)
- Temperatura del líquido tomado en la tubería de descarga: 12 °C (según información suministrada por la Cooperativa de Servicios de Trelew)

A continuación se describen las principales características de las **lagunas aireadas**:

- Número de lagunas en paralelo  $n = 2$
- Terraplén perimetral 2:1
- Ancho de coronamiento de terraplenes  $Ac = 5,00 \text{ m}$
- Permanencia hidráulica total  $t_n = 5,08 \text{ días}$
- Altura útil del líquido  $H = 4,00 \text{ m}$
- Revancha  $r = 0,40 \text{ m}$
- Volumen necesario  $V_n = 64.148 \text{ m}^3$
- Superficie media  $Am = 16.037 \text{ m}^2$
- Largo medio  $L_m = 128,00 \text{ m}$
- Ancho medio  $B_m = 128,00 \text{ m}$
- Permanencia hidráulica total  $t = 2,62 \text{ días}$

Para determinar la eficiencia del sistema en la condición más crítica, se utilizará el método del balance calórico de Eckenfelder:

$$T_{w_{inv}} = T_{inv} \frac{(t/2H) T_{av}}{(1 + t/2H)}$$

$T_{w_{inv}}$  = Temperatura del líquido en invierno dentro de la laguna

$T_{inv}$  = Temperatura del líquido en invierno

$T_{av}$  = Temperatura del aire en invierno

H = Altura del nivel líquido en la laguna de aireación

La temperatura del aire en invierno es la obtenida de los registros del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) adoptando como media para el mes más frío 5,9 °C. En el caso de la temperatura de líquido en invierno, se adoptará un promedio de los valores obtenidos de la medición de este parámetro en la salida del caño actual de descarga en la Laguna III, cuyas determinaciones han sido realizadas por los actuales operadores del servicio. El valor promedio del líquido en los meses más fríos es de 12 °C.

A partir de estas consideraciones se tiene que el valor de líquido dentro de la laguna será de 10,4 °C. Para determinar la DBO soluble en el efluente para esta última condición se utiliza el modelo matemático de O'Connor y Eckenfelder basado en la velocidad de asimilación de la materia orgánica.

$$Se_{solinv} = \frac{Sa}{(1 + K_{t_{inv}} t / n)^n}$$

$$K_{t_{inv}} = K_{20} \cdot 1,085^{(T_{winv} - 20)}$$

$K_{20}$  = Velocidad global de asimilación de sustrato para 20 °C de temperatura.

Sa = DBO soluble en el afluente

Sa = 200 mg DBO / litro

$$K_{20} = 2,5 \text{ d}^{-1}$$

$$K_{t_{inv}} = 1,14 \text{ d}^{-1}$$

**$Se_{solinv} = 29,45 \text{ mg DBO / litro}$**

Como se puede observar, para la condición más desfavorable las lagunas aireadas responderán en forma eficiente en el tratamiento de depuración. Es importante destacar que el dimensionado se ha realizado para el caudal medio diario anual, con lo cual se puede concluir que para las condiciones más críticas de invierno los caudales serán menores a los de diseño si se sigue la curva de consumos en un período anual, incrementando la seguridad del sistema.

El sistema de aireación estará compuesto por sopladores, tuberías de distribución de aire de acero, laterales de distribución de PEAD y difusores del aire entregado en cada una de las lagunas.

Los sopladores serán de desplazamiento positivo completos con motores eléctricos. Dos estarán en funcionamiento continuo y el restante como reserva. Cada uno suministrará un caudal de 6.029 m<sup>3</sup>/hr a una contrapresión de 470 mBar necesaria para vencer las pérdidas de carga del sistema. El motor será de 175 HP.

Las tuberías de acero de distribución de aire serán continuas y se instalarán convenientemente fijadas sobre dados de hormigón. Las cañerías serán de acero al carbono espesor mínimo Sch.

10/20. Las conexiones serán bridas de chapa cortada con bulonería de acero inoxidable AISI 304.

Las derivaciones a cada lateral se construirán con una "T", tipo boca de pescado donde se ubicarán las válvulas mariposas actuadas eléctricamente. Estas permitirán alternar entre los distintos laterales que componen a cada laguna para lograr una buena eficiencia en la mezcla y un considerable ahorro de energía.

Los laterales de distribución serán tuberías flotantes continuas de polietileno de alta densidad dimensionadas de manera tal de asegurar su flotabilidad. En uno de sus extremos estarán sujetas por medio de un cabo de poliéster a anclajes ubicados en uno de los lados de cada una de las lagunas. Los difusores estarán compuestos por un conjunto de cuatro unidades o tubos alimentados por una manguera descendente construida en goma de EPDM. Cada tubo difusor será de 1 metro de largo y 94 mm de diámetro.

Estarán constituidos por un tubo de PVC reforzado, perforado en su parte inferior sobre el cual estará soportada la membrana de EPDM, la cual no tiene orificios en la zona de coincidencia con las perforaciones del tubo, obteniendo así un sello cuando el sistema está detenido. La membrana difusora estará sujeta por abrazaderas de acero inoxidable AISI 304. Cada conjunto de difusores poseerá un contrapeso de hormigón para evitar su flotación.

Luego de atravesar las lagunas aireadas el líquido es conducido, mediante tuberías y cámaras partidoras, a dos **lagunas de sedimentación** de los barros biológicos generados en el proceso anterior, las cuales trabajan en paralelo.

- Numero de lagunas en paralelo  $n = 2$
- Terraplén perimetral 2:1
- Ancho de coronamiento de terraplenes  $Ac = 3,00 \text{ m}$
- Permanencia hidráulica  $t_n = 1,5 \text{ días}$
- Altura útil del líquido  $H = 4,00 \text{ m}$
- Revancha  $r = 0,40 \text{ m}$
- Volumen necesario  $V_n = 19.381 \text{ m}^3$
- Superficie media  $A_m = 4.845 \text{ m}^2$
- Largo medio  $L_m = 99,00 \text{ m}$
- Ancho medio  $B_m = 50,00 \text{ m}$

Estas lagunas tienen una profundidad tal que permiten acumular los sólidos retenidos por las mismas, logrando una compactación natural de los barros y permitiendo reducir su volumen y estabilizarse. Considerando las recomendaciones del COFAPYS (actualmente ENOHSA) y de autores como Metcalf Eddy, se adoptará como período entre dos limpiezas consecutivas de las lagunas 2 años.

#### 1.2.3.4. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

La cloración se realizará con equipos de cloro gaseoso que son de uso común en el operador, ya que así se opera en la Planta Potabilizadora de la ciudad de Trelew, para lo cual el líquido clarificado luego de la sedimentación es conducido a una Cámara de Contacto.

Esta unidad tiene como función principal la de promover el tiempo de contacto necesario entre el producto adoptado como desinfectante, en este caso cloro gaseoso, y el líquido tratado biológicamente antes de su disposición final en el cuerpo receptor. El tiempo mínimo de contacto establecido por las Normas del CoFAPyS (ahora ENHOSa) y de acuerdo a la bibliografía consultada es de 20 minutos para el caudal máximo de diseño.

La cámara de cloración será una unidad construida de hormigón armado con tabiques intermedios del mismo material, logrando con esto una buena circulación del agua dentro del recinto y evitando así zonas muertas y cortocircuitos.

Tanto en la cámara de entrada como en la de salida tendrá un vertedero rectangular de descarga libre materializado con una chapa de acero inoxidable AISI 316 de 2.50 m de longitud. Con el primero se logra obtener una mezcla con el desinfectante siendo este el punto de inyección de cloro y con el segundo se independiza la cámara de cloración de la estación de bombeo.

El edificio para cloración estará constituido básicamente por la sala para contenedores, la sala de cloradores y la sala de bombas. En el exterior del edificio se ha previsto la instalación de una ducha – lavaojos y de un gabinete para guardar los elementos de seguridad (kit de emergencias tipo B, respirador autónomo, etc.).

En la sala de contenedores de 1.000 kg, con cloro líquido a presión, se los ubicarán sobre apoya tubos giratorios, que se fijarán sobre una estructura de hormigón especialmente construida para ese fin. Para el manipuleo de los contenedores se utilizará una percha que colgará de un polipasto eléctrico con carro eléctrico de 3.000 kg, que se desplazará sobre un monorriel. También se colocará en el polipasto una balanza digital para verificar el peso de los contenedores al recibirlos y al sacarlos de operación.

Para la operación normal de la Planta depuradora se requerirá un contenedor funcionando y otro en stand by, el cual entrará en funcionamiento automáticamente, mediante la acción del switch over, al reducirse en forma importante o cortarse totalmente la provisión de gas del que está operando. Adicionalmente se tendrá un contenedor, lleno o vacío, en una cuna y otra cuna libre para poder realizar las maniobras de reposición.

La instalación contará con los flexibles de cobre plateado de 3/8" OD para conexión de los contenedores a los respectivos manifolds; las válvulas tipo yugo según las características técnicas establecidas por las Recomendaciones del Chlorine Institute; los manifolds construidos en tubo de

acero al carbono Sch 80 de 1" y sus accesorios serie 3000, para la zona presurizada; los conjuntos de tuberías de PVC Sch 40, aguas abajo de la válvula reguladora, con sus accesorios también de PVC, etc.

Las salas de contenedores, de dosadores y de bombas no estarán comunicadas entre sí, pero se ha previsto colocar dos ventanas con paño fijo, una entre la sala de alta presión y la de dosadores y la otra entre la primera y la sala de bombas. La finalidad de las mismas es poder controlar desde ellas las operaciones que se realicen con los contenedores y en caso de que se produzca una emergencia poder ingresar con el equipo de seguridad necesario para contener el escape o rescatar a algún operario.

En esta sala de contenedores se colocará un (1) detector indicador de cloro en el aire, tipo electroquímico por difusión de gas, que no utilizará reactivos. Se ha previsto un sistema de neutralización de fugas de cloro, el que protegerá a la sala de contenedores.

La hipótesis de falla para su dimensionamiento es la pérdida total de un contenedor lleno con 1000 kg de cloro líquido. Se han previsto dos (2) renovaciones horarias en forma permanente y diez (10), como mínimo para neutralización.

Fuera del edificio se ubicará la torre de adsorción, con el correspondiente tanque para el almacenamiento del líquido neutralizante. Toda la estructura se montará sobre una platea de fundación y contará con una pileta antiderrame. La torre contará con un sistema separador de gotas para evitar la posibilidad de salida de gotas de solución neutralizante y ventilará a los cuatro vientos.

En la sala para dosadores se ubicarán los dosadores y los eyectores. Se instalarán dos (2) dosadores para la desinfección, uno estará en funcionamiento y el otro en stand by. En la parte inferior de la pared exterior de esta sala se colocará un extractor inyector de aire encargado de realizar, como máximo, diez renovaciones horarias del volumen total de la sala.

En la sala de bombas se ubicarán las booster que alimentarán a los eyectores de la sala de cloradores, se colocarán 2 bombas de iguales características, una de ellas alimentará a los eyectores y la otra se encontrará en stand by, a fin de entrar en funcionamiento ante cualquier falla.

#### 1.2.4. SISTEMA DE IMPULSION DE LIQUIDOS TRATADOS PARA REUSO Y DESCARGA AL RÍO CHUBUT

Dados los condicionantes que tiene la disposición de los efluentes tratados de la ciudad de Trelew las alternativas posibles serían:

- 1.- Descargar los líquidos tratados en la Laguna III.
- 2.- Utilizar el efluente del tratamiento para riego.

- 3.- Impulsar al Río Chubut los líquidos tratados excedentes que no pudieran recibir cualquiera de los sistemas antes descritos.

El controlador de la operación de la Planta de Tratamiento decidirá en función del nivel del sistema lagunar, cuyo límite será consensuado previamente, qué porción de los caudales tratados serán descargados en la Laguna III; cuánto se dispondrá para reuso, teniendo en cuenta que los consumos varían en forma importante entre verano e invierno, y resolverá si resulta en algún caso necesario impulsar el excedente de líquido tratado al río Chubut.

Para evaluar la necesidad de tener un sistema para disponer los líquidos tratados en un lugar independiente del sistema lagunar se realiza un modelo de equilibrio elemental entre la capacidad de evaporación regional y el afluente líquido al sistema de lagunas.

Para realizar este análisis se han tomado los parámetros considerados por la Universidad Nac. de la Patagonia y los valores de las características climáticas determinadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

El estudio se basa en la determinación del volumen excedente de agua al sistema lagunar teniendo en cuenta distintos niveles de inundación de las lagunas contenidas por el CRER (Contorno de Reservas en Rehabilitación) compuesto por los terraplenes de protección perimetral a todo el sistema lagunar y cuya ejecución es parte del presente proyecto. Por lo tanto, el área considerada para este análisis será la suma de las correspondientes a las Lagunas III y IV.

La determinación del área lagunar para diferentes cotas IGM ha sido obtenida del procesamiento de imágenes satelitales. El afluente al sistema de lagunas estará compuesto por las precipitaciones sobre el área lagunar limitada por el CRER y los líquidos efluentes tratados de la ciudad de Trelew, por otro lado se tendrá la evaporación generada en la zona según datos determinados por el INTA para los distintos meses del año.

Se adjuntan planillas de modelación del balance descripto. La primera corresponde a los parámetros climáticos adoptados y la segunda al balance de evaporación. En esta última se ha realizado la modelación para el efluente tratado inicial al periodo de diseño y otro para los líquidos del final del periodo.

Como se puede observar en ambos casos y para cualquier cota IGM adoptada como límite máximo de inundación se tendrán excedentes que serán necesarios disponer fuera del sistema de lagunas, sea a una zona de reuso o descargados al río Chubut.



**PROVINCIA DE CHUBUT**  
**MUNICIPALIDAD DE TRELEW**  
**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW**  
**BALANCE EVAPORACION**

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Viento medio (km/h)	Número de días con			Precipitación mensual (mm)	Evaporación (INTA) * (mm/día)
	Máxima media	Media	Mínima media			Cielo claro	Cielo cubierto	Precipitación		
Ene	29,3	21,7	14,4	40	31,6	5	6	4	13,9	6,29
Feb	28,5	20,6	13,4	46	27,3	5	5	4	11,3	5,27
Mar	24,6	17,1	10,5	54	24,1	5	7	6	21,4	3,77
Abr	20,3	13,1	7,1	57	22,7	5	7	6	28,3	2,52
May	15,7	9,1	3,9	64	20,1	5	9	7	21,6	1,42
Jun	12,1	6,3	1,5	69	20,4	4	11	9	23,4	0,98
Jul	12,3	5,9	0,9	66	21,1	5	13	7	20,9	1,18
Ago	14,6	7,6	1,8	62	21,9	5	10	7	13,5	1,64
Sep	17,6	10,1	4,1	55	24,3	5	11	7	12,5	2,55
Oct	20,9	13,8	7,5	49	26,6	4	10	7	20,9	3,85
Nov	25,7	18	10,3	41	29,5	5	5	4	10,1	5,28
Dic	27,9	20,3	12,7	40	31,4	3	7	5	12,3	6

\* factor de corrección por tanque 0.7

**PROVINCIA DE CHUBUT**  
**MUNICIPALIDAD DE TRELEW**  
**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA CIUDAD DE TRELEW**  
**BALANCE EVAPORACION**

Mes	Días	Precipitación Laguna III+IV (m³) **			Evaporación total Laguna III+IV (m³) **			Evaporación real Laguna III+IV (m³) **			Volumen de efluentes generados		Balance inicial Laguna III+IV (m³)			Balance final Laguna III+IV (m³)										
		Cota 5	Cota 5.5	Cota 6	Cota 5	Cota 5.5	Cota 6	Cota 5	Cota 5.5	Cota 6	Inicial (m³)	Final (m³)	Cota 5	Cota 5.5	Cota 6	Cota 5	Cota 5.5	Cota 6								
Ene	31	62987	72419	84929	883304,7	1015897,9	1191388,9	820337,7	943478,9	1106459,9	583482	801071	-238855,7	-359996,9	-522977,9	-19266,7	-142407,9	-305388,9								
Feb	28	51189	58873	69043	688446,8	768787,6	901591,6	617257,8	708914,6	832548,6	527016	723548	-80241,8	-182888,6	-305532,6	106280,2	13633,4	-109000,6								
Mar	31	98942	111494	130754	529421,1	608892,7	714075,7	432479,1	497398,7	583321,7	583482	801071	151002,9	86083,3	190,3	368591,9	303672,3	217749,3								
Abr	30	128189	147443	172913	342468	393876	461916	214269	246433	289003	564660	775230	350391	318227	275657	560961	528797	486227								
May	31	97848	112536	131976	198410,6	229344,2	268962,2	101562,6	116808,2	136886,2	583482	801071	481919,4	466673,8	446495,8	699508,4	684262,8	664084,8								
Jun	30	106002	121914	142974	133182	153174	179634	27180	31260	36660	564660	775230	537480	533400	528000	748050	743970	738570								
Jul	31	94677	108889	127669	165707,4	190581,8	223503,8	71030,4	81692,8	95804,8	583482	801071	512451,6	501789,2	487677,2	730040,6	719378,2	705266,2								
Ago	31	61155	70335	82485	230305,2	264876,4	310632,4	169150,2	194541,4	228147,4	583482	801071	414331,8	388940,6	355334,6	631920,8	606529,6	572923,6								
Sep	30	56625	65125	76375	346545	398565	467415	289920	333440	391040	564660	775230	274740	231220	173620	485310	441790	384190								
Oct	31	94677	108889	127669	540655,5	621813,5	729228,5	445978,5	512824,5	601529,5	583482	801071	137503,5	70557,5	-18047,5	355092,5	288146,5	198541,5								
Nov	30	45753	52621	61711	717552	825264	967824	671798	772643	906113	564660	775230	-107139	-207983	-341453	103431	2587	-130883								
Dic	31	55719	64083	75153	842580	968060	1136460	786861	904977	1061307	583482	801071	-203379	-321495	-477825	14210	-103906	-260236								
Totales		951753	1094621	1283711	5599578,3	6440133,1	7552632,1	4647825,3	5345512,1	6268921,1	6870030	9431985	2222204,7	1524517,9	601108,9	4784139,7	4066452,9	3163043,9								
Total excedentes (m³/día)											Total excedentes (lt/s)															
6088,2											4176,8								1646,9		13107,2		11105,8		8665,9	
70,5											48,3								19,1		151,7		129,6		100,3	

• con factor de corrección por tanque

#### 1.2.4.1. – ESTACIÓN DE BOMBEO DE EFLUENTES TRATADOS

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente respecto al excedente que será necesario disponer fuera del sistema lagunar, se ha previsto la incorporación de una Estación de Bombeo implantada en el mismo lugar que el sistema de tratamiento.

En el caso que el nivel del agua en las lagunas se encuentre en la cota acordada como inundación máxima se enviará una señal que cerrará el ingreso de agua a las mismas y arrancará el bombeo de los líquidos para su disposición en otro lugar.

Este sistema de control del nivel en las lagunas será mediante un medidor de nivel por ultrasonido con un módulo de telemetría a batería instalado en un lugar dentro del contorno de lagunas receptoras del líquido tratado. Por el mismo se podrá tener un control permanente del nivel de las lagunas y mediante su observación decidir la disposición final de los líquidos tratados.

El pozo de bombeo estará compuesto por tres bombas sumergibles tipo Flygt CP 3231/605 instaladas de las cuales funcionarán dos y una será de reserva, teniendo así un 50% de reserva de capacidad.

La capacidad de impulsión en una primera etapa de 10 años será de 358 l/s y posteriormente de 419 l/s, caudal de diseño este último de la cañería de impulsión.

Para el tipo de bomba propuesto los resultados serían:

Cantidad de bombas en operación	Caudal litros / s	Caudal m <sup>3</sup> / s	Caudal m <sup>3</sup> / h	Altura Manométrica
1 bomba	248,40	0,248	894,20	14,25
2 bomba	355,00	0,355	1.278,00	23,75
2º Etapa				
2 bombas	419,00	0.419	1.508,40	35,00

Cada bomba impulsará a un colector general de acero mediante tuberías de impulsión de acero independientes las cuales contarán con válvulas de cierre y de retención. Este colector se conectará finalmente a la tubería de impulsión de líquidos tratados.

#### 1.2.4.2. – CAÑERÍA DE IMPULSIÓN DE EFLUENTES TRATADOS

La tubería de impulsión de PRFV tendrá una longitud total de 4100 m hasta la descarga en río aguas abajo del puente de la Ruta Nacional N° 3. Será capaz de transportar 419 l/s.

Para la determinación del diámetro más económico de la tubería de impulsión de descarga de líquidos tratados al río Chubut se realizó un estudio de Valor Actual Neto para distintas alternativas de diámetros y materiales, que dio como resultado que la alternativa combinada de dos diámetros

es la solución más económica para una tasa de 10 % y superiores. Desde la Planta de tratamiento hasta la progresiva 2.050 tendrá un diámetro de 450 mm, y los restantes 2.050 m tendrán un diámetro de 500 mm. La derivación al predio de forestación se encuentra en la Progresiva 3.270.

La descarga en el río Chubut será mediante una obra de hormigón armado con protección de rejas metálicas de 10 mm de paso ubicada por debajo del nivel medio del río y protegida mediante gaviones colchoneta o saco en su alrededor. En la margen del río, previo a la obra de descarga se construirá una boca de inspección y limpieza para el caso en que se deba acceder a la tubería.

Esta previsto que a lo largo de su instalación tendrá una tapada mínima de 1,20 m y no mayor de 3,5 m. En el cruce de la Ruta Pcial. N° 7 tendrá una tapada mínima de 2 m. La tubería de impulsión tendrá seis cámaras para válvulas de aire, cinco cámaras para válvulas de desagüe y una cámara para un ramal de limpieza, distribuidas en toda su longitud.

Las cámaras para válvulas de aire serán de hormigón armado con tapa metálica para su acceso. Las válvulas serán las indicadas para líquidos cloacales de DN 100 mm y tendrán una válvula de guardia tipo esclusa del mismo diámetro. Las cámaras para válvulas de desagüe serán del mismo material que la anterior y contará con una válvula esclusa de DN 150 mm con vástago prolongado que permitirá mediante su apertura el vaciado de la tubería de impulsión.

Los ramales de limpieza se colocarán en cámaras de hormigón de las mismas características y dimensiones que las de la cámara para válvula de aire. El ramal estará materializado con una derivación en T de PRFV DN 450 / 500 mm por 250 mm bridada y una brida ciega.

Como se puede ver en el Plano General adjunto la elección de la traza priorizo vías existentes. Del predio de la Planta de Tratamiento se dirige a la calle vecinal que es continuación de la Ruta N° 7 cerca de la Rotonda. Después se ubica paralela a la Ruta N° 7, cruza las 5 esquinas y continúa hasta encontrar otra calle que nace frente al Matadero. Por ésta alcanza el río Chubut.

#### 1.2.5. – PROYECTOS DE RIEGO - FORESTACIONES

El objetivo de encontrar un equilibrio hídrico que minimice los excedentes también se puede alcanzar dándole un uso a los líquidos cloacales tratados. Una de las utilidades disponibles de este tipo de líquidos es el reuso para desarrollo de forestaciones, parqueizaciones, u otros usos agropecuarios o industriales.

En el caso de este proyecto, la planta de tratamiento produce la depuración y reduce la carga bacteriana resultando un líquido tratado de alto contenido de nutrientes apto en primera instancia para riego, particularmente de interés en forestaciones.

Para esta primera instancia se propone un aprovechamiento de los líquidos tratados destinados a reuso, adoptando una primer etapa de 14 Ha a forestar. El predio previsto se encuentra localizado

hacia el sureste de la planta de tratamiento siguiendo la Ruta Pcial N° 7 a la altura del Matadero. El proyecto ejecutivo está en ejecución y no se cuenta con el caudal que va a consumir.

Esta previsto, para cumplir con la premisa de reducir las descargas al sistema lagunar, el aprovechamiento de los efluentes de la Base Aeronaval Alte. Zar en el desarrollo de forestaciones en la Meseta Intermedia. Este proyecto también se encuentra en ejecución. El caudal a disponer es 15.000 m<sup>3</sup>/anuales o 41 m<sup>3</sup>/día estimado en el Plan de Manejo de la Universidad.

#### 1.2.5.1. - PROYECTO DE RIEGO EVA PERÓN

El objeto de la obra es la utilización del agua de lavado de filtros y decantadores de la Planta Potabilizadora de SERVICOO, ubicada en Ruta Nac. N° 3, y suspender su descarga en la Laguna II. El proyecto considera un caudal máximo de 1.500 m<sup>3</sup>/día. Se deberá firmar un convenio entre SERVICOO y la Municipalidad de Trelew.

El nuevo destino que le dará la Municipalidad será el mejoramiento del sistema de riego para la forestación de la Av. Eva Perón desde la Rotonda Norte hasta la Rotonda Allende inclusive, con opción de llegar hasta la Rotonda de Brasil y Lezana, y al B° CODEPRO.

Para ello dentro del predio de Servicoop se construirá un pozo de bombeo de 300 m<sup>3</sup> de capacidad con equipamiento de bombeo para transportar el agua a través de una impulsión de 470 m de longitud de ø: 160 mm desde la cámara de manifold del pozo hasta una reserva de 1.500 m de capacidad a construir en el centro de la Rotonda Norte.

Esta reserva almacenará el agua destinada a riego estando habilitada por medio de un sistema de válvulas a abastecer los diferentes ramales de riego denominados Av. Eva Perón, Ruta Nac. N° 25 y Rotonda norte propiamente dicha.

En el caso particular del ramal de la Av. Eva Perón se colocará una cañería de polietileno de media densidad ø: 180 mm de 2.436 m de longitud desde la reserva de Rotonda Norte hasta una reserva de 370 m<sup>3</sup> de capacidad a construir en el centro de la Rotonda Allende.

La traza de la cañería se ha determinado de tal manera de poner bajo riego los espacios verdes que circundan a la Av. Eva Perón correspondientes a los barrios 119 Viviendas, Tiro Federal, 295 Viviendas, Telefónicos, Co.Vi.A.R.A., Armada B, con la particularidad de poder abastecer al Cementerio municipal y su zona de influencia.

#### 1.2.6. - CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN - CRER

Siguiendo los lineamientos de la propuesta de la Universidad Nac. de la Patagonia, el sistema lagunar se dividirá con la construcción de un corredor de terraplenes y caminos de acceso llamado CRER NORTE, Contorno de Reservas en Rehabilitación Sector Norte, para separar la disposición de líquidos pluviales de los líquidos cloacales.

Al norte del terraplén llamado CRER NORTE las Lagunas II y V recibirán *solo líquidos pluviales*, que podrán ser descargados a la Laguna VI El Salitral a través del Canal de Drenaje Pluvial como se puede observar en el Plano General adjunto.

Por otro lado todos los líquidos cloacales de la ciudad de Trelew recibirán tratamiento en la Planta de Lagunas Aireadas para luego ser volcados a la Laguna III, que descarga posteriormente en la Laguna IV. Estas dos lagunas al sur del CRER NORTE conforman el *subsistema para líquidos cloacales tratados*.

A lo largo del perillago sur de las lagunas III y IV se desarrolla el CRER SUR, Contorno de Reservas en Rehabilitación Sector Sur, conjunto de terraplenes y caminos de acceso que actuará como defensa de eventuales crecidas en el sistema lagunar.

La denominación “Contorno de Reserva en Rehabilitación”, asignada por la Universidad y que se conserva, se puede interpretar a partir de:

- Dividen el sistema lagunar en dos subsistemas: al norte se destinan los líquidos pluviales y al sur se contienen los líquidos cloacales tratados.
- Crean áreas en reserva a la espera de su recuperación, mejorando sustancialmente el entorno ambiental de las lagunas. Las acciones implementadas para mejorar la calidad del agua que ingresa (materia orgánica, salinidad) redundará en beneficio de su alrededor.
- Como terraplenes de cierre generan la contención necesaria para poder controlar el nivel máximo de las lagunas acordado, y así evitar inundaciones en las zonas que tienen muy bajas o nulas pendientes y por consiguiente mucha dificultad para el drenaje.
- Mantendrán un nivel mínimo de agua a fin de conservar el ecosistema desarrollado
- La delimitación de las áreas afectadas por el sistema lagunar impedirá el asentamiento habitacional no-planificado

El coronamiento de estos terraplenes serán los caminos de acceso a todo el sistema lagunar para su control y mantenimiento, y podrán ser utilizados también para las actividades que se desarrollen a partir del ecosistema existente. Como vías de acceso los CRER NORTE y SUR tendrían las siguientes funciones:

- Tránsito de personal de mantenimiento del sistema lagunar.
- 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.
- Acceso para vehículos con fines de investigación y monitoreo del sistema lagunar.
- Actividades recreativas. Permitir el uso como bicisenda.

- Permitir el uso como senda para tránsito equino (en tramos sin carpeta asfáltica).

En el Plano N° 3 adjunto se presentan perfiles transversales típicos de los CRER NORTE y SUR en sus diferentes tramos. A continuación se describen los materiales constitutivos

#### 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 habilitadas 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").

### 1.2.6.1. - CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN SECTOR NORTE - CRER NORTE

Se construirá un terraplén a efectos de separar las lagunas III y IV, que recibirán solo efluentes cloacales tratados de las áreas destinadas a la recepción y el tránsito de aguas pluviales, que incluyen las lagunas II, V, y el sector comprendido entre la Laguna IV y la barda norte.

El terraplén se inicia en el extremo sur de la laguna II y manteniéndose al norte de las lagunas III y IV, culmina en el extremo este de esta última.

Este terraplén de contorno de las lagunas II y V 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. Incluye el camino de acceso como se puede ver en los Perfiles Transversales presentados en Plano N° 3.

Para la concreción de esta divisoria de aguas es condición conectar las lagunas al norte del CRER Norte, por lo tanto se considera parte de esta obra los canales a dragar en Laguna II; entre Laguna II y Laguna V; y el Canal de Drenaje Pluvial entre Laguna V y Laguna VI El Salitral.

A continuación se detallan para cada tramo del CRER NORTE la longitud, el área de limpieza y destape, y los materiales necesarios para su construcción. En el Tramo II se deberá realizar un alcantarillado con compuertas

CRER NORTE						
Tramo	Longitud	Área	Relleno Suelo 1	Relleno Suelo 2	Filtro Tipo 3	Enroc. Tipo 4
0	1.400 m	2,72 ha	34.400 m <sup>3</sup>	19.000 m <sup>3</sup>		3.200 m <sup>3</sup>
1	1.500 m	1,35 ha	10.320 m <sup>3</sup>	4.577 m <sup>3</sup>		
II	1.800 m	1,8728 ha	32.626 m <sup>3</sup>	6.050 m <sup>3</sup>	1.165 m <sup>3</sup>	2.442 m <sup>3</sup>
III	2.450 m	1,47 ha	6.493 m <sup>3</sup>	3.014 m <sup>3</sup>		
IV	750 m	0,3975 ha	1.350 m <sup>3</sup>	1.485 m <sup>3</sup>		386 m <sup>3</sup>
Total	7.900 m	7,81 ha	85.189 m <sup>3</sup>	34.126 m <sup>3</sup>	1.165 m <sup>3</sup>	6.028 m <sup>3</sup>

#### 1.2.6.1.1. - CANALES DRAGADOS EN LAGUNA II Y ENTRE LAGUNA II Y LAGUNA V

La interceptación del escurrimiento natural de las aguas a producir mediante el terraplenado CRER NORTE sobre la Laguna II lleva a la necesidad de recuperar la continuidad de las vías de flujo de las aguas pluviales mediante canalizaciones, para luego ser derivadas hasta la Laguna El Salitral.

El Canal II comunica dos sectores de la Laguna II, tendrá 550 m de longitud aproximada. El Canal II-V tendrá unos 600 m de longitud y permite el desagüe de la misma en la Laguna V. 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 2,5 H : 1 V. El total de material excavado será 20.125 m<sup>3</sup>.

Los materiales producto de las excavaciones, que no puedan ser aprovechados en la construcción de terraplenes, serán depositados en el área comprendida entre el Canal de Drenaje Pluvial 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.

#### 1.2.6.1.2. - CANAL DE DRENAJE PLUVIAL LAGUNA V – LAGUNA VI



El canal a construir tendrá 4.000 metros de longitud aproximada, y se hallará totalmente excavado en los suelos naturales existentes a lo largo del trazado. El total de material será 141.000 m<sup>3</sup>.

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 m. 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 de Drenaje 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 de un cañadón procedente de la Terraza Intermedia ya evaluado por la Universidad Nac. de la Patagonia.

La obra a realizar incluye la canalización del ingreso de este cañadón al Canal de Drenaje, pero su definición surgirá del Proyecto Ejecutivo en función del relevamiento topográfico a realizar.

En todos los casos se ha previsto una sección trapezoidal que tendrá los taludes con una inclinación 2 H : 1 V, 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 Universidad Nac. de la Patagonia de la subcuenca correspondiente, todos ellos a ser derivados hacia la Laguna VI.

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.

En el cruce del Canal con el camino de acceso a la Chacra N° 62 B 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.

#### 1.2.6.2. - CONTORNO DE RESERVAS EN REHABILITACIÓN SECTOR SUR - CRER SUR

Incluye el terraplén y camino de acceso. Se inicia al sur de la Laguna II y con trayectoria al sur de las lagunas III y IV conforma el perilago culminando el cierre del sistema lagunar en el extremo de la obra CRER NORTE.

Se realizará en cuatro tramos y a continuación se detallan sus características. Los perfiles transversales se presentan en la Plano N° 3.

CRER SUR				
Tramo	Longitud	Área	Relleno Suelo 1	Relleno Suelo 2
I	450 m	0,3915 ha	3.096 m <sup>3</sup>	1.373 m <sup>3</sup>
II	1.450 m	1,2615 ha	9.976 m <sup>3</sup>	4.425 m <sup>3</sup>
III	2.150 m	1,8705 ha	14.792 m <sup>3</sup>	6.561 m <sup>3</sup>
IV	3.220 m	2,8014 ha	22.154 m <sup>3</sup>	9.826 m <sup>3</sup>
Total	7.270 m	6,32 ha	50.018 m <sup>3</sup>	22.185 m <sup>3</sup>

#### 1.2.6.3. - OBRAS COMPLEMENTARIAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL ALUVIONAL

El proyecto también incluye obras de Defensa Aluvional que tienen como objetivo proteger de crecidas torrenciales provenientes de un cañadón que se ubica al norte de la Laguna V. Tendrá una longitud de 500 m, ocupará un área de 0,45 ha y requerirá 7.650 m<sup>3</sup> de Suelo Tipo 1.

Como obra complementaria se construirá un tramo de camino de empalme entre los caminos perimetrales a la Laguna IV y la red de caminos vecinales existente. Tendrá una longitud de 550 m, la limpieza y el destape será 0.396 ha y requerirá 2.992 m<sup>3</sup> de Suelo Tipo 2. Se pueden encontrar los Perfiles Transversales de ambas obras en el Plano N° 4.

#### 1.2.6.4. - CORREDOR DE EJIDOS - CRER EJIDOS

A solicitud de la Municipalidad de Rawson la obra contempla la construcción de un terraplén divisorio de la Laguna IV que sigue el límite entre los ejidos de Trelew y Rawson, según se establece en el "Acuerdo Marco para la solución definitiva del tratamiento y disposición final de los líquidos cloacales de Trelew".

CRER EJIDOS						
Tramo	Longitud	Área	Relleno Suelo 1	Relleno Suelo 2	Filtro Tipo 3	Recub. Tipo 4
1	1.800 m	3,232 ha	37.008 m <sup>3</sup>	19.520 m <sup>3</sup>	1.888 m <sup>3</sup>	6.752 m <sup>3</sup>

## Inversión

En el Anexo Cálculos y Presupuesto de las Obras se pueden encontrar la información desagregada para cada uno de los componentes del proyecto presentado.

Componente	Inversión
Remodelación de Estación Cambrin. Conexión a cañería de impulsión.	\$ 4.651.414,02
Planta Depuradora. Lagunas Aireadas	\$ 56.828.675,39
Contorno de Reservas en Rehabilitación - CRER Norte	\$ 18.590.911,77
Contorno de Reservas en Rehabilitación - CRER Sur	\$ 5.152.236,09
Defensa Aluvional – Forestación - Obra vial Complementaria	\$ 1.005.291,52
CRER Ejidos	\$ 5.475.450,71
Riego Av. Eva Perón	\$ 2.342.284,00

### 1.3. Objetivos y justificación del proyecto.

#### Objetivos

El principal objetivo es proveer un sistema de tratamiento de efluentes eficaz y sostenible que proporcione a ambas ciudades una solución técnica, económica, y ambientalmente viable, sujeta a la consideración de sus comunidades. Todos los efluentes de la ciudad de Trelew serán depurados en la Planta de Tratamiento proyectada.

Incluye la finalización de las obras necesarias, fundamentalmente electromecánicas, en la Estación Elevadora Cambrin y su conexión (y puesta en operación) a la nueva cañería de impulsión de 6 km con diámetro 500 mm hasta la Planta de Tratamiento.

El proyecto tiene como base los estudios realizados por la Universidad Nac. San Juan Bosco (UNSUB, 2006), en los cuales se define el *"Plan de Manejo y Gestión Integral de los Efluentes de la ciudad de Trelew"*, que tenía como uno de sus objetivos la remediación progresiva de las áreas degradadas, manteniendo niveles de agua compatibles con el ecosistema existente y la seguridad de los pobladores, para lo cual proponía el corredor de terraplenes y caminos de acceso llamado Contorno de Reservas en Rehabilitación - CRER.

Los CRER delimitan físicamente el contorno de las lagunas a rehabilitar, separando los ecosistemas lagunares de acuerdo al uso, unas como receptoras de aguas cloacales tratadas y otras como receptoras de aguas pluviales. Actuarán como contención ante eventuales crecidas y crean áreas

destinadas a su recuperación. Como a la vez son caminos de acceso permitirán una circulación fluida en todo el sistema lagunar para fines de control, investigación científica o recreación.

Una premisa fundamental del Plan de Manejo propuesto por la Universidad era la reducción de las descargas al sistema lagunar. De lo propuesto por la Universidad el proyecto de los Pluviales de Trelew se encuentra en construcción y se está trabajando en la reducción del ingreso de agua freática a las redes colectoras. Resta eliminar las descargas a la Laguna II y el desarrollo de forestaciones.

Está incluido en el proyecto el reuso de parte del líquido tratado en un área de forestación sobre Ruta N° 7 a la altura del Matadero, y existen expectativas que la disponibilidad de agua de reuso apta (tratada y clorada) incentive el desarrollo de nuevos emprendimientos productivos. De todas maneras estos proyectos de reuso están condicionados a obras actualmente en ejecución para reducir el ingreso de napa freática a las redes cloacales y la salinidad del efluente cloacal.

El proyecto de reuso de los efluentes de la Base Aeronaval Alte. Zar responde a la premisa de disminuir las descargas, en este caso en la Laguna II y se encuentra en desarrollo. Se podrían desarrollar forestaciones en la Meseta Intermedia.

El proyecto Riego Eva Perón fue realizado por el Municipio de Trelew para aprovechar el agua de lavados de filtros y decantadores de la Planta Potabilizadora de SERVICOOOP, y así eliminar su descarga en la Laguna II.

Pero aunque se considere concretados estos proyectos que disminuyen aportes al sistema lagunar, habrá periodos en el año que exceden la capacidad prevista para el nuevo *subsistema de líquidos tratados* (Lagunas III y IV), considerando la cota máxima en 6 m. Para esta situación, y ante la imposibilidad de volcar estos excedentes a la Laguna VI El Salitral esta previsto una conducción de PRFV, de 4.100 m y Ø: 450 - 500 mm hasta el río Chubut dentro del ejido de Trelew.

### Justificación del proyecto

El conflicto que genera el hecho que parte de la Laguna IV se ubique en el ejido de la ciudad de Rawson tiene muchos años, y la inquietud que genera en la comunidad de Rawson el continuo crecimiento del sistema lagunar ha ido permanente.

El Acuerdo firmado entre ambas ciudades el 12-02-96 fue ratificado en Rawson con la Ordenanza N° 4.068 / 96. No imponía limitaciones al proyecto que diera solución al problema, pero después el Concejo Deliberante de Rawson promulgó la Ordenanza N° 4.402/97 donde expresa la prohibición de descargar *aguas servidas* a la Laguna VI El Salitral.

Posteriormente se firma un nuevo Acta de Acuerdo el 28-12-00 por parte de ambas ciudades, en donde se renuevan las expresiones de voluntad de buscar la mejor solución para todos y se

expresa que en el proyecto a desarrollar *los líquidos de la laguna de estabilización de líquidos cloacales no deben resultar derivados al mar, ni al río, ni al llamado salitral de Rawson.*

Fue ratificado por el Concejo de Deliberante de Rawson a través de las Ordenanzas N° 5027 / 01, y por el de la ciudad de Trelew a través de la Ordenanza N° 7.935 / 01.

Por último en enero de 2008 las autoridades de las Municipalidades de Trelew y de Rawson junto con el gobierno de la Provincia del Chubut firmaron un nuevo documento: ACUERDO MARCO PARA LA SOLUCIÓN DEFINITIVA DEL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LIQUIDOS CLOACALES DE LA CIUDAD DE TRELEW, que se adjunta.

Este Acuerdo Marco considera como antecedente válido el *Plan de Manejo y Gestión Integral de los Efluentes de la ciudad de Trelew* desarrollado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nac. de la Patagonia San Juan Bosco, propone un horizonte tentativo para el año 2030 y la condición que la disposición de líquidos cloacales tratados se realice dentro del ejido de Trelew.

El Acuerdo Marco refiere a obras en curso asociadas como la desvinculación de los líquidos pluviales del sistema cloacal de Trelew, obra que se encuentra en construcción: Sistema Owen y Musters. Se debe considerar que la eliminación de este aporte no solo reducirá los volúmenes descargados al sistema lagunar sino que suspenderá el efecto de dilución del contenido de materia orgánica que genera una disminución en la actividad biológica responsable de la depuración.

También está incluido (se encuentra en ejecución) el encamisado de colectoras cloacales, ya que evitando el ingreso del agua freática no solo reduce el volumen de las descargas al sistema lagunar sino también la salinidad que inhibe el proceso de tratamiento biológico y la posibilidad de su reuso en riego en forestaciones y/o emprendimientos productivos.

La Rehabilitación y Remodelación de los componentes electromecánicos de la Estación Elevadora Cambrin tiene como objetivo asegurar la continuidad del servicio sin interrupciones. Mientras que la finalización de la nueva impulsión desde Estación Cambrin va a permitir bombear a la Planta de Tratamiento indistintamente desde la misma o desde la Estación Carrasco, condición aun más segura de mantener el servicio.

El proyecto propone que todos los efluentes cloacales de la ciudad de Trelew reciban tratamiento en la Planta de Lagunas Aireadas, para producir un líquido tratado y desinfectado apto para riego de áreas productivas a desarrollar al sur del sistema lagunar. Este líquido, rico en nitrógeno y fósforo, podría ser aprovechado en emprendimientos particulares que se sumarían al área de 14 ha previstas por el proyecto de forestación que se incluye.

El control de la operación del sistema lagunar decidirá en función del nivel de la Laguna III, qué porción de los líquidos tratados serán descargados en la misma, a fin de mantener el nivel que ha sido consensuado.

Para evaluar qué caudales de líquidos tratados se deben disponer en un lugar independiente del sistema lagunar el proyectista realizó un modelo de equilibrio elemental entre la capacidad de evaporación regional y el afluente líquido al sistema de lagunas, ya presentado en 1.2.4. Sistema de impulsión de líquidos tratados para reuso y descarga al río Chubut. Como se puede observar en las planillas de resultados se tendrán excedentes que serán necesarios disponer fuera del sistema de lagunas, sea a una zona de reuso o descargados al río Chubut.

A las múltiples funcionalidades de los CRER NORTE y SUR ya desarrolladas, debería sumarse el efecto de seguridad que produce las contenciones en la población. De hecho en los años que lleva este conflicto las acciones concretas han sido construir terraplenes para la tranquilidad de los habitantes de Rawson.

#### 1.4. Programa de trabajo.

Se prevé que la obra de remodelación de Estación Cambrin y conexión a la nueva cañería se puede concretar en 8 meses. La Planta de Tratamiento y la impulsión al predio de forestación / río Chubut podría concretarse en 18 meses. Las obras que incluyen CRER NORTE y SUR, Canal de Drenaje y Defensas Aluvionales que deberían realizarse en conjunto insumirían 18 meses de trabajo.

Los plazos de obra estimados podrían ser simultáneos o consecutivos, según se desarrolle la gestión de fuentes de financiamiento y llamados a licitación.

#### 1.5. Proyectos asociados.

Se deberá realizar el tendido de 5 km de una Línea de Tensión 13,2 kV para proveer de energía eléctrica a la Planta de Tratamiento. La Cooperativa de Servicios de Trelew ya dio la factibilidad del servicio y deberá disponer la Línea de que será la fuente.

No será necesario abrir nuevos caminos porque se puede usar los existentes. La preocupación y el control que ha merecido este sistema lagunar han generado diversos accesos desde los caminos vecinales. En la parte norte de las lagunas III y IV se construirá el CRER Norte, que además de terraplén cumple funciones de camino de acceso. Desde el CRER Norte se podrá acceder a la zona de obras de la Defensa Aluvional. A la zona del extremo este de la Laguna IV se puede llegar desde Ruta Pcial. N° 7 por caminos vecinales, incluso se puede llegar hasta la barda norte.

A la Planta de Tratamiento se puede acceder por la continuación de la calle Cadfan Hughes o desde la Ruta Pcial. N° 7 siguiendo el trazado de la cañería de descarga al río Chubut de los excedentes. La ubicación de esta cañería, en su casi totalidad, sigue caminos existentes

#### 1.6. Políticas de crecimiento a futuro.

El proyecto que se presenta no propone etapas y considera el crecimiento de la ciudad de Trelew hasta el año 2030.

## 2. Etapa de selección del sitio.

### 2.1. Ubicación física del proyecto.

Como se puede observar en los planos adjuntos la ubicación de los distintos componentes de la obra se encuentran en el Ejido Trelew, zona rural y urbana, y en zona rural del Ejido de Rawson. Se adjuntó un plano que tiene sobreimpresa la implantación general del proyecto en otro que indica las chacras con la nueva denominación (número dentro de un círculo) y con la numeración antigua.

- Estación Elevadora Cambrin: Esquina de calles Cambrin y Belgrano. Trelew
- Cañería Ø: 450 mm, Cambrin/Carrasco: Calles Cambrin, Condarco, Brown, Irigoyen, Carrasco.
- Cañería PVC Ø: 500 mm, Cambrin / Planta Tratamiento / Laguna III: Calles Cambrin, María Humphreys, Cque. Nahuelpan, Galina hasta Laguna II, hacia el este hasta Laguna III.
- Estación Elevadora Carrasco: Esquina de calles Carrasco y Moreno. Trelew.
- Cañería Asbesto Cemento Ø: 600, Carrasco / Planta Tratamiento / Laguna III: Calles Moreno, Galina hasta Laguna II, hacia el este hasta Laguna III
- Planta de Tratamiento: Chacra 3 (ex N° 117). Ejido de Trelew.
- Forestación 1º Etapa: Chacra 14 (ex N° 84). Ejido de Trelew.

### 2.2. Urbanización del área.

Las obras de Remodelación de Estación Cambrin y conexión de la nueva cañería de impulsión se desarrollan en una zona urbana. El resto de los componentes de este proyecto se realizarán en la zona rural de los Ejidos de Trelew y de Rawson.

### 2.3. Criterios de elección del sitio.

Las Estaciones Elevadoras y las conducciones hasta la Laguna III son existentes, así como el sistema lagunar. El sitio de la Planta de Tratamiento quedó determinado por la traza de las conducciones y la cercanía al sitio de volcado a la Laguna III. La conducción para la descarga al río Chubut se definió sobre calles existentes.

### 2.4. Superficie requerida

La obra implica varios frentes de trabajo que pueden ser simultáneos. En la Estación Cambrin los trabajos se realizarán dentro de sus instalaciones, así como su conexión con la nueva cañería de impulsión.

Para la construcción de la Planta de Tratamiento se requiere un terreno 22 Ha. La primera etapa de forestación para reuso de líquidos tratados se desarrolla en un predio de 14 ha.

La construcción de los CRER Norte, Sur, Ejidos y Defensa Aluvional requerirá 18,196 ha, mientras que el Canal de la Laguna II, entre la Laguna II y la V y el Canal de Drenaje Pluvial ocuparán en total 7,475 ha.

En el *Informe Parcial de Etapa I, Análisis Preliminar de Alternativas (Noviembre de 2005)* realizado por la Universidad Nac. de la Patagonia se presenta una estimación preliminar del área de las lagunas a partir de relevamientos topográficos, para cotas entre 1,0 y 6,5 m, cada 0,5 m. Se tomaron los valores mayores para compararlos con una estimación posterior por imágenes satelitales.

En el *Informe Parcial de Etapa II (3a) Estudios Básicos Generales (Diciembre de 2005)* la Universidad presentó una estimación de áreas lagunares a partir de imágenes satelitales tomadas entre febrero de 1997 y marzo de 2004, en dos oportunidades cada año. Se realizó un promedio de los valores registrados en el documento mencionado.

	Laguna II	Laguna III	Lagunas IV y V	Laguna VI
Datos Topográficos Cota 5,5 m	40 ha	76 ha	522 ha	2.550 ha
Datos Topográficos Cota 6,0 m	66 ha	86 ha	560 ha	2.560 ha
Valor Promedio - Imagen Satelital	23 ha	99 ha	509 ha	483 ha

Corresponde indicar que en el caso de la Laguna II los valores promediados presentaron mucha dispersión. Con respecto a la Laguna VI El Salitral la imagen satelital corresponde a un espejo de agua existente, mientras que los resultados relevados por topografía representan el área cubierta si se llegara a esa cota. Los resultados para las Lagunas III, IV y V se pueden interpretar como que siempre se encuentran en el límite de su capacidad.

## 2.5. Uso actual del suelo en el predio.

Las Estaciones Elevadoras Cambrin y Carrasco, así como las cañerías de impulsión son parte del Servicio Sanitario de la ciudad. La Planta de Tratamiento se ubica en una zona rural con señales de salinización, sin pobladores ni actividades productivas cercanas. La traza de la cañería de impulsión de excedentes al río Chubut recorre una zona rural sin emprendimientos productivos pero se observa mayor cantidad de viviendas.

El predio destinado a forestar presenta la vegetación autóctona. Los CRER y la Defensa aluvional, por tratarse de terraplenes de contorno, así como en los Canales a realizar se desarrollan muy próximos al sistema lagunar, donde el suelo está muy degradado en algunas zonas y en otras el riesgo de un desborde desalienta cualquier actividad.



## 2.6. Colindancias del predio.

Las Estaciones Elevadoras Cambrin y Carrasco, así como una parte de la impulsión a la Planta de Tratamiento, se encuentran en un área urbanizada de la ciudad de Trelew.

La Planta de Tratamiento se ubica en una zona rural con señales de salinización, sin pobladores ni actividades productivas cercanas. La traza de la cañería de impulsión de excedentes al río Chubut recorre una zona rural sin emprendimientos productivos pero más poblada.

El predio destinado a forestar linda con un horno de ladrillos en producción, varios criaderos de pollos abandonados, y un matadero que ha funcionado en forma discontinua.

Los CRER Norte, Sur, Ejidos y Defensa aluvional, por tratarse de terraplenes de contorno, así como en los Canales en Laguna II, de Laguna II a V y el Canal de Drenaje Pluvial se desarrollan próximos al sistema lagunar, con escasos emprendimientos productivos.

En el Plano N° 1 Implantación General del Sistema esta bien claro la división de los ejidos por lo tanto se puede observar que en el ejido de Rawson se construirá:

- parte del CRER NORTE y CRER SUR que cierra la Laguna IV
- la mayor parte del Canal de Drenaje de Pluviales que descarga en la Laguna VI El Salitral
- el terraplén que divide a la Laguna IV por la traza de separación de los ejidos

## 2.7. Situación legal del predio.

A continuación se presenta el listado de propietarios afectados de alguna manera, correspondientes al Ejido de Trelew y al Ejido de Rawson. En el Anexo Planos se encuentra un Plano referencial. Los números de chacras incluidos en un círculo es la denominación actual. La presente información se encuentra en desarrollo, ya que se debe evaluar la proporción de esa afectación. Por lo tanto se la debe considerar como preliminar.

### EJIDO DE TRELEW

Lugar	Parc/Lote	Padrón	Propietario	Dirección	Observación
Chacra 1	1	6968	Gómez Sirvent, Miguel	Maipú 46 – Tw	
	2	21951	Municipalidad Tw		Ordenanza 1722/84 Sujeto Expropiación
Chacra 3	1	71345	Ventura, Pedro	Marconi 311 - Tw	
	Lote 4	7336	Ventura, Salvador	Pecoraro 251 - Tw	
	Lote 5	11529	Ventura, Argentino	Pecoraro 251-Tw	
	Lote 6 Parc 4	6224	Ventura, Hugo Pedro	Sarmiento Nte 164	Afectado Sistema de Tratamiento
	5	4131	Carrasco S. Huelmut	J. Hernández 526	
	7	6971	Roberts, Eleonor /otros	Alberdi 522- Tw	
	8	80746	Curumil, Alicia		

	9	80747	Rossi, Paola	Moreno 1031	
Chacra 4		5836	Municipalidad Tw		Expropiado Ley 1770/80 y Adquirido por Res. 1352/80
Chacra 7		6802	Molina, Raúl y/otros		
Chacra 8		11530	Saleg, Juan Carlos	Mitre 695	
Chacra11					Chacra 98 Nte Sin Registro
		10892	Jones, Diego		Chacra 98 Sur
Chacra 16		16748	Municipalidad Tw		Ordenanza 1722/84 Sujeto Expropiación
Chacra 17					Chacra 82ª Sin Registro
Chacra 15		5991	Jones, Diego	Sarmiento 441	
Chacra 23		2209	Gianello y Raffo, A		
Chacra 24					Chacra 81ª Sin Registro
Chacra 18					Chacra 82B Sin Registro
Chacra 14		5995	Dupovey, Emilio Juan	Belgrano 216 P 4 - C	Área para Riego 1º Etapa

## EJIDO DE RAWSON

Nomenclatura anterior	Nomenclatura actual	P.I.	Titular	Dominio
Chacra 68	Circ. 2, Sector 3, Chacra 11	30172-000	Moledo, Paulino y otros	Tomo 251 Folio 075 Finca 1350 / 1971
Chacra 69	Circ. 2, Sector 3, Chacra 5	30317-000	Rodriguez Orosco, María y otros	Matrícula (01-30) 18181 02/10/07
Chacra 62	Circ. 2, Sector 3, Chacra 2	30408-000	Moron, Manuel	No consta
Chacra 62 A Fracción 1	Circ. 2, Sector 3, Chacra 12 P. 1	30418-000	Manriquez, Rosas V. y otros	Tomo 244 Folio 183 Finca 8892 / 1971
Chacra 69 A	Circ. 2, Sector 3, Chacra 6	33959-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 1, Parc. 1	38876-000	Bascuñan, Mario A.	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 1, Parc. 2	38877-000	Labraña, Juan	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 1, Parc. 2	38878-000	Badilla, Ruben O.	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 1, Parc. 4	38879-000	Salone, Victor Vicente	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 1, Parc. 5	38880-000	Bazan, Oscar Anselmo	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 1, Parc. 6	38881-000	Municipalidad Rw	Ord. 5688 04/10/04
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 2, Parc. 1	38882-000	Manriquez, Claudia M.	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 2, Parc. 2	38883-000	Neculqueo, Santiago	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 2, Parc. 3	38884-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 2, Parc. 4	38885-000	Quintriqueo, Juan C.	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 2, Parc. 5	38886-000	Felices, Heriberto	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 3, Parc. 1	38887-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 3, Parc. 2	38888-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 3, Parc. 3	38889-000	Municipalidad Rw	Ord. 5688 04/10/04
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 3, Parc. 4	38890-000	Roman, Pedro Cesar	Ord. 4668 17/03/99

Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 3, Parc. 5	38891-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 3, Parc. 6	38892-000	Municipalidad Rw	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 4, Parc. 1	38893-000	Municipalidad Rw	Ord. 5688 04/10/04
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 4, Parc. 2	38894-000	Saibiene, Manuel D.	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 4, Parc. 3	38895-000	Jones, Luis	Ord. 4657 05/03/99
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 5, Parc. 1	38896-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 5, Parc. 2	38897-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 5, Parc. 3	38898-000	Municipalidad Rw	Ley Pcial. N° 3042/58
Chacra 62 B	Circ. 2, Sector 4, Quinta 6, Parc. 1	38899-000	Sardon, Fabio Damian	Ord. 4657 05/03/99

## 2.8. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra

Las EE Cambrin y Carrasco así como una parte de la impulsión a la Planta de Tratamiento se encuentran en un área urbanizada de la ciudad de Trelew. El predio a forestar se ubica entre la Ruta Pcial. N° 7, la calle que nace en 5 Esquinas y la calle va desde el Matadero hasta el río.

Al sistema lagunar se accede a través de numerosos caminos vecinales, desde el Basural de la ciudad de Trelew, desde el camino de acceso a la Base Aeronaval Alte. Zar, desde la Ruta Pcial. N° 7, desde la ciudad de Rawson. No se requiere abrir nuevos caminos. Al predio de la Planta de Tratamiento se puede acceder desde la Ruta Nac. N° 3 por la continuación de calle Galina o la calle Cadfan. Desde la Ruta Pcial N° 7 por el camino vecinal que nace cerca de la rotonda.

## 2.9. Sitios alternativos que hayan sido o estén siendo evaluados.

Los sitios de obra han quedado determinados por el tipo de proyecto. Ante situaciones alternativas se eligió la de menor afectación a la población y sus bienes, y la más económica.

## 3. Etapa de preparación del sitio y construcción.

### 3.1. Programa de trabajo.

Se prevé que la obra de remodelación de Estación Cambrin y conexión a la nueva cañería se puede concretar en 8 meses. La Planta de Tratamiento y la impulsión al predio de forestación / río Chubut podría realizarse en 18 meses. Las obras que incluyen CRER NORTE y SUR, canal de drenaje y defensas aluvionales que deberían realizarse en conjunto insumirían 18 meses de trabajo.

Los plazos de obra estimados podrían ser simultáneos o consecutivos, según se desarrolle la gestión de fuentes de financiamiento y llamados a licitación.

### 3.2. Preparación del terreno.

Las Estaciones Elevadoras y las conducciones hasta el sistema lagunar son existentes. El predio de la Planta de Tratamiento y para la forestación sobre Ruta Pcial. N° 7 no requiere preparación del terreno. Los CRER y los Canales se adecuan a la topografía que recorren.

### 3.2.1. Recursos que serán alterados

En la siguiente tabla pretende reflejar los volúmenes producto de las excavaciones y el material requerido para el terraplenado de los CRER, la Defensa Aluvional y las Lagunas de Tratamiento. No incluye los agregados pétreos del hormigón. En la pagina 26 se describe las particularidades de los cuatro componentes del terraplenado.

Excavaciones (m³)		Terraplenes (m³)				
Obra	Volumen	Obra	Tipo I	Tipo II	Filtro	Enrocado
Canales	20.125	CRER NORTE	85.189	34.126	1.165	6.028
Drenaje Pluvial	141.000	CRER SUR	50.018	22.185		
Lagunas Tratamiento	62.000	EJIDOS	37.008	19.520	1.888	6.752
Otros Tratamiento	2.700	Defensa Aluvional	7.650			
<b>Total</b>	<b>225.825</b>	Camino de Acceso		2.992		
		<b>Total Parcial</b>	<b>179.865</b>	<b>78.823</b>	<b>3.053</b>	<b>12.780</b>
		Terraplén Lagunas	58.000			
		<b>Total</b>	<b>237.865</b>			

Se puede concluir que si el producto de las excavaciones conforma la tipificación del Suelo Tipo I, núcleo de los CRER, el material sería extraído sería un aporte importante. Ya esta definido que los terraplenes de las Lagunas de Tratamiento se realizan con lo producido de su propia excavación.

El Suelo Tipo II es grava o mezclas de grava con arena, limo o arcilla y alto porcentaje de grava, por lo tanto si no se llega a encontrar durante las excavaciones deberá ser extraído de canteras de la zona. Si económicamente fuera viable se podría extraer de una cantera solo la grava y mezclarla en la proporción adecuada con el producto de lo excavado.

El Filtro Tipo III es arena. El enrocado para coberturas Tipo IV puede provenir del descarte de las plantas que procesan pórfidos.

Dada la extensión de la zona que involucra el proyecto es probable que la fuente de áridos sea la cantera habilitada más cercana, incluyendo la Cantera Municipal Norte.

### 3.2.2. Área que será afectada: localización.

No se afectarán áreas ajenas a la zona de obras, que son muy específicos. Pero a la vez la extensión del área involucrada es tan importante que si las obras se realizan en forma simultánea se va a producir un incremento en el tráfico de vehículos y camiones por caminos vecinales de poco uso habitualmente.

### 3.3. Equipo utilizado

Se prevé la utilización del siguiente equipamiento:

- Cargadora Frontal
- Excavadora
- Motoniveladora
- Retroexcavadora
- Grúa
- Camión c/caja volcadora
- Camión mixer p/ transporte de hormigón
- Rodillo compactador
- Sensitiva
- Compactadora Manual
- Compresor c/martillo neumático

No se prevé el empleo de planta elaboradora de hormigón, ya que el hormigón puede ser adquirido en la ciudad de Trelew.

### 3.4. Materiales.

En Anexo Costos y Cálculos se pueden encontrar las planillas correspondientes a todos los componentes de la obra sujeta a análisis.

### 3.5. Obras y servicios de apoyo.

Las obras de apoyo consisten en la Instalación de obrador en la zona de obra. El mismo contará con sanitarios, oficinas para la contratista y para la Inspección, y laboratorios. Probablemente se ubique en el predio donde se construirá la Planta de Tratamiento donde no hay servicios.

El requerimiento de energía es una Línea de 13,2 kV, desde donde la Cooperativa Eléctrica lo disponga. La factibilidad de servicio ya está aprobada. La Línea tendrá aproximadamente 5 km.

Hasta tanto en el predio llegue la energía eléctrica se puede instalar provisoriamente un grupo electrógeno. El agua potable deberá ser transportada hasta la cisterna de 5.000 l prevista. Para la provisión de gas se puede disponer un zepelín.

### 3.6. Personal requerido

Se considera que en total la obra puede ocupar 100 personas, en una amplia gama de actividades: Ingenieros, Supervisores, Topógrafo, Maquinistas, Choferes de camiones, Oficiales especializados (armador, carpintero, mecánico, electricista), Oficiales y ½ Oficial, Administrativos.

Dado que las obras pueden no ser simultáneas se estima que la obra de Remodelación de Cambrin / conexión de nueva cañería insumirá 10 personas, en la Planta de Tratamiento trabajarán 50

personas y en la construcción de CRER, defensa aluvional y canal de drenaje hasta el Salitral se sumarán 40 personas más.

### 3.7. Requerimientos de energía.

#### 3.7.1. Electricidad.

Se conectará a la red pública de la Cooperativa Eléctrica de Trelew, a través de una Línea de 5 km. Hasta que se concrete se abastecerá con un Grupo Electrónico de 40 kVA

#### 3.7.2. Combustible.

El abastecimiento de combustible se realizará desde estaciones de servicio locales.

### 3.8. Requerimientos de agua.

El consumo de agua durante la realización de las obras será para abastecimiento de los servicios sanitarios del Obrador y oficinas, y para la limpieza tanto del obrador como de los equipos. Está prevista una cisterna de 5.000 litros en el lugar de la Planta de Tratamiento. El agua deberá ser transportada y será provista por la Cooperativa Eléctrica de Trelew.

Para el resto de los requerimientos de la obra: rociados para aplacar la voladura de material acumulado, o en calles de tierra, etc., se utilizará agua cruda del río Chubut o de los canales en la época que lo permita.

### 3.9. Residuos generados.

Los residuos durante la ejecución de los trabajos estarán dados por los residuos habituales en el obrador, oficinas y laboratorio, los que se dispondrán conjuntamente con los residuos domiciliarios en el basurero municipal.

Seguramente habrá excedentes de las excavaciones que serán dispuestos donde el Municipio que corresponda lo indique, si no se dispondrá en el Basural de la ciudad más cercana. Aunque es menos probable, el excedente de hormigón en obra será dispuesto también en el Basural de Trelew.

La cercanía con Estaciones de Servicio permitirán que las operaciones de cambio de aceite de maquinarias y equipos se realicen en lugares que disponen de estos residuos habitualmente.

### 3.10. Desmantelamiento de la estructura de apoyo.

Los elementos del obrador serán desmantelados y retirados por la empresa responsable de la obra.

## 4. Etapa de operación y mantenimiento.

### 4.1. Programa de operación.

En el Plan de Gestión Ambiental para la Etapa Operativa se propone un Programa específico

#### 4.2. Recursos naturales del área que serán aprovechados.

Si bien la concreción del presente proyecto significa que la ciudad de Trelew deje de disponer del sistema lagunar para la depuración de sus efluentes, ya que van a ser tratados en una Planta, se puede interpretar que el sistema lagunar continuará siendo aprovechado para su disposición final. Aunque el nuevo escenario significará un humedal con profusión de avifauna que puede ser aprovechada como esparcimiento, turismo o investigación científica.

#### 4.3. Requerimientos del personal.

En la Etapa de Operación las Estaciones Elevadoras Cambrin y Carrasco continuarán con el personal afectado actualmente, que podrán ser menos cuando se concrete las obras de automatización y centralización en la Planta de Tratamiento.

La Planta de Tratamiento requerirá una atención continua, con turnos rotativos, de tal forma que la Cooperativa Eléctrica deberá disponer 5 personas además de las personas que puedan desafectar de la atención actual de las Estaciones Elevadoras.

El control del sistema lagunar actual por parte de la Municipalidad de Trelew se realiza en forma permanente desde la Secretaría de Obras y Servicios Públicos. Cuando las obras se concreten el operador de Planta de Tratamiento requerirá conocer la situación del sistema lagunar porque tiene que decidir la disposición de los efluentes para respetar las cotas máximas acordadas.

Sería recomendable que la Municipalidad nombrara un responsable técnico para coordinar acciones con la Cooperativa Eléctrica, y fuera responsable de implementar el Plan de Monitoreo de Caudales y Calidad de Agua del sistema lagunar propuesto en el PGA.

Es probable que se formalicen tareas de investigación científica y desarrollen actividades de turismo para observación de avifauna, que deberán ser supervisadas por la Municipalidad. Si se lleva adelante la intención de gestionar la inclusión del sistema lagunar como zona protegida bajo el Convenio Ramsar de Protección de Humedales se requerirá también de un interlocutor por parte del Municipio.

#### 4.4. Materias primas e insumos por fase de proceso:

Por tratarse la Planta de Tratamiento de una unidad donde el afluente, líquido crudo cloacal, se transforma en un efluente que cumplirá la normativa provincial según el Dec. N° 1402/83, se lo puede considerar la materia prima del proceso. Corresponde indicar que la Planta de Tratamiento ha sido diseñada para producir un efluente con un contenido de materia orgánica equivalente a 30 mg/l de DBO.

En el *Informe Parcial de Etapa II (3a). Estudios Básicos Generales. Anexos* la Universidad Nac. de la Patagonia presenta un pormenorizado análisis histórico de las determinaciones realizadas del cloacal crudo de la ciudad de Trelew, fundamentalmente en su descarga a la Laguna III. Reúne

información de la Dirección Gral. de Protección Ambiental de la Provincia, el Centro Nacional Patagónico / Fundación Patagonia Natural y la Cooperativa Eléctrica de Trelew como responsable del Servicio Sanitario.

### ***Evaluaciones acerca de los cloacales descargados en el sistema lagunar***

*Las muestras tomadas en la descarga en la Laguna III o del Caño, tienen registros confiables que datan desde el mes de marzo de 1994 y, regularmente se repiten hasta la actualidad días alcanzando una población de 35 muestras.*

*La observación sobre esta población de muestras indica que la misma es representativa de las distintas temporadas del año (existen datos para todos los meses del año con excepción del mes de enero), pero no es así respecto de las variaciones que el efluente tiene a lo largo del día, ya que los muestreos se han desarrollado entre los horarios de las 08:40 y las 23:30.*

*Por esta razón se ha desarrollado en esta etapa de trabajo un muestreo integrado de estos efluentes a lo largo del día, con el que se comience a incorporar datos estadísticos con esta característica a las series existentes, de manera de acrecentar la representatividad de los datos.*

*En este grupo de muestras el origen de las mismas corresponde al detalle de la tabla siguiente:*

<i>Cantidad de muestras</i>	<i>Origen</i>
<i>6</i>	<i>Cenpat / FPN</i>
<i>14</i>	<i>Dirección de Protección Ambiental</i>
<i>15</i>	<i>Cooperativa de Trelew</i>

*Las muestras pertenecen a la descarga del caño en la laguna y en trabajos de campo realizados en forma más reciente se han registrado mediante GPS, las coordenadas del sitio de muestreo:*

<i>Y= - 43,24372222</i>	<i>X= - 65,24130556</i>
-------------------------	-------------------------

*La evolución de los parámetros físicos y químicos de estos líquidos se muestra en el conjunto de figuras que siguen, sobre las cuales se realizan las observaciones más significativas encontradas en los valores registrados.*

*En la figura 3.2.a, de temperatura, pH y Oxígeno Disuelto puede observarse que los valores de pH y OD son estables a lo largo de las distintas temporadas del año y responden a los valores característicos para este tipo de efluente crudo, en tanto que la temperatura experimenta variaciones lógicas que acompañan a los cambios de temperatura ambiente para las distintas temporadas del año.*



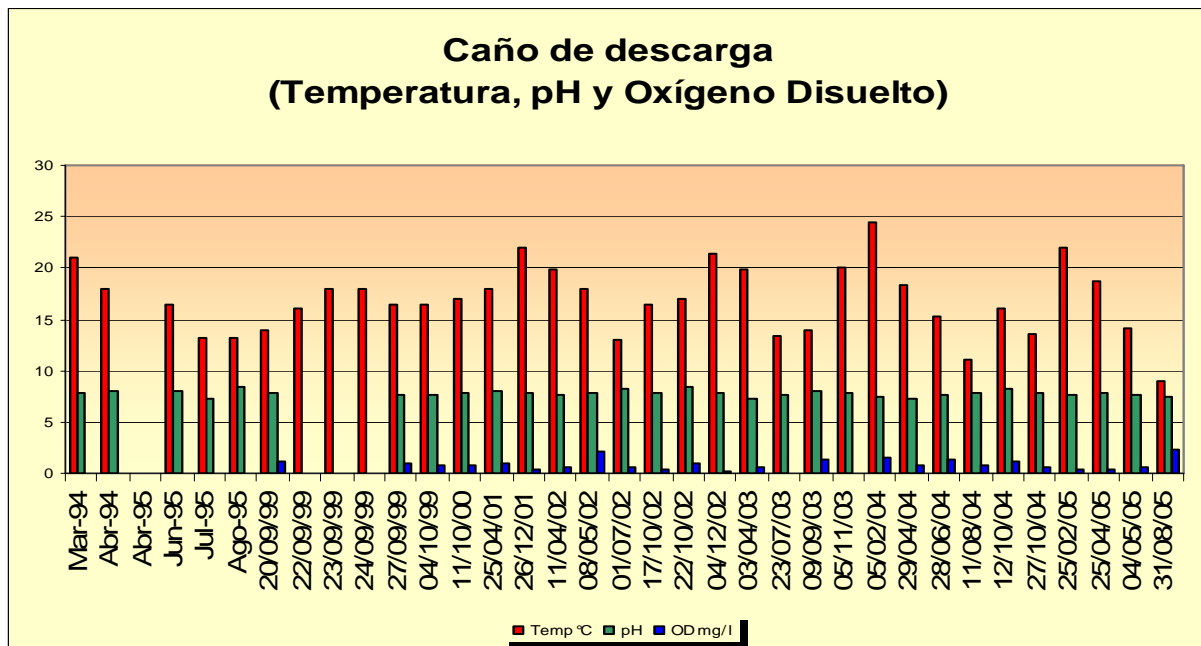


Fig. 3.2. a Caño de descarga: temperatura [°C], pH, Oxígeno Disuelto [mg/lt]

Los principales valores que identifican a estas series de datos, y que resultan de interés para el análisis de los mismos para su empleo en actividades de diseño de nuevas variantes de tratamiento son los indicados en la tabla 3.2.a:

Parámetro	Máximo	Mínimo	Promedio
Temp (°C)	24,5	11	17
pH (adim)	8,4	7,2	7,8
OD (mg/l)	2,1	0	0,8

Tabla 3.2.a. Parámetros más significativos de temperatura, pH y Oxígeno disuelto en el Caño de descarga.

Una consideración especial merecen, en las series de datos, los valores correspondientes a los parámetros que dan cuenta de la cantidad de sólidos disueltos en los cloacales colectados y volcados a las lagunas, la cual se expresa a través de la conductividad eléctrica y las mediciones de sólidos totales disueltos (STD), pero se evalúa solamente el parámetro de conductividad mediante el cual se puede conocer en forma proporcional la cantidad de STD o de sales disueltas, debido a que esas últimas determinaciones se han hecho en contadas oportunidades.

De este modo, la evolución de la conductividad eléctrica en la serie de datos con que se cuenta es la que se muestra en la figura 3.2.b.

Las determinaciones de este parámetro dan cuenta de la existencia de elevados tenores de sales disueltas en las descargas a las lagunas.

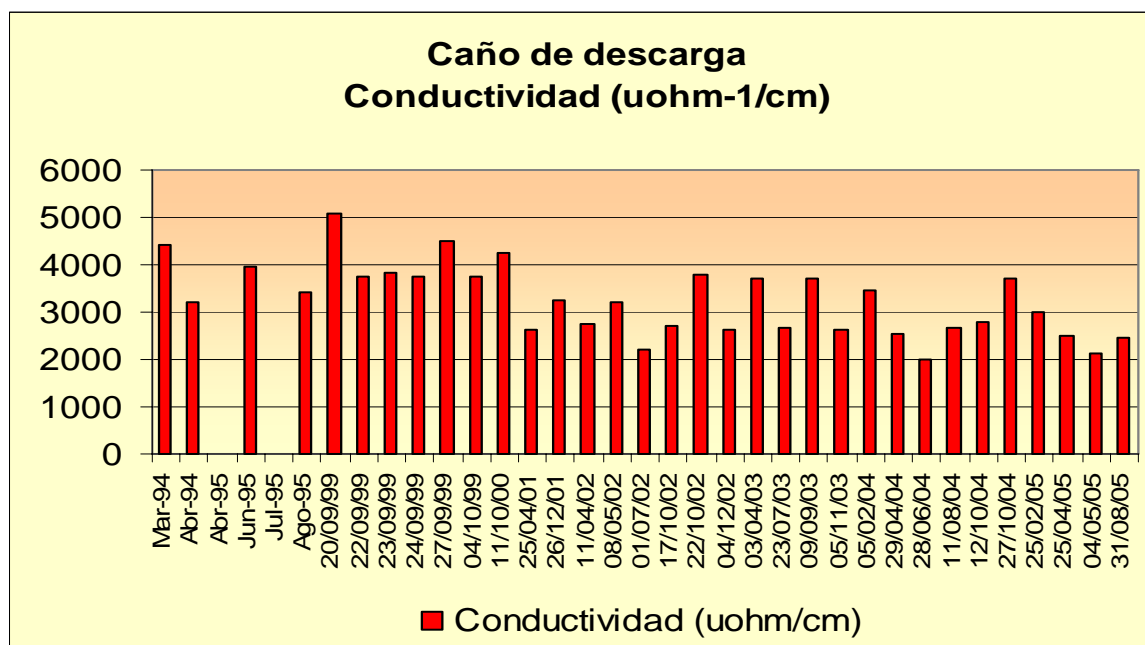


Fig. 3.2.b Caño de descarga: Conductividad [ $\mu\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$ ]

Para analizar la evolución en el tiempo de este parámetro se graficaron los promedios anuales del mismo lo que muestra la existencia de un máximo en el año 1999 y 2000 con valores que superan los  $4.000 \mu\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$  que correspondería a un tenor de sales disueltas próximo a los  $3.200 \text{ mg/l}$ , de esta situación de máxima, en los años posteriores 2001 a la actualidad se verifica una caída de aproximadamente un 25% manteniéndose en valores próximos a los  $3000 \mu\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$ , descendiendo en los últimos dos años hasta llegar a valores de  $2.500 \mu\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$ , lo cual continúa constituyendo un valor restrictivo para la posibilidad de reuso de estos efluentes.

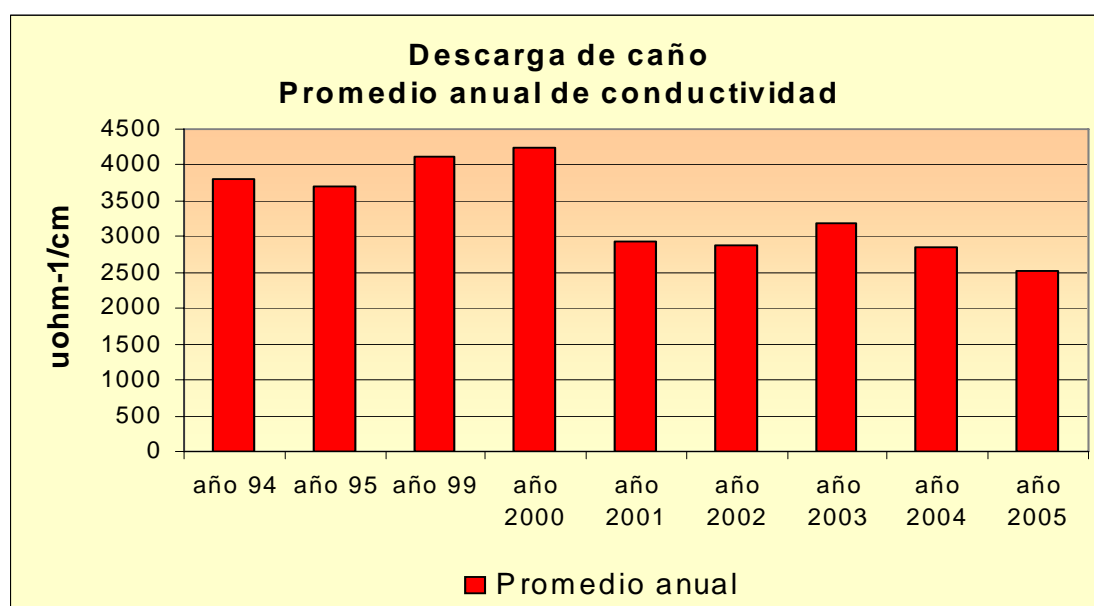


Fig. 3.2.c. Caño de descarga: Promedio de conductividad [ $\mu\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$ ]

Por otra parte, la carga orgánica de los efluentes descargados en las lagunas se corresponden con las características definidas por la bibliografía como de "cloacal débil" (Metcalf y Eddy) con relaciones de Demanda Química de Oxígeno (DQO) u Oxígeno Consumido por Dicromato (OC) a Demandas Biológicas de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) del orden de 2,3 a 2,9 como corresponde a cloacales con escaso aporte de efluentes industriales. Los valores principales de estas cargas hallados se describen en la siguiente tabla:

Parámetro	Máximo	Mínimo	Promedio
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	170	50	95,03
OC (mg/l)	395	149	260,10

Tabla 3.2.b. Caño de descarga. Demanda bioquímica de Oxígeno y Oxígeno consumido

La gráfica de estos valores es la siguiente:

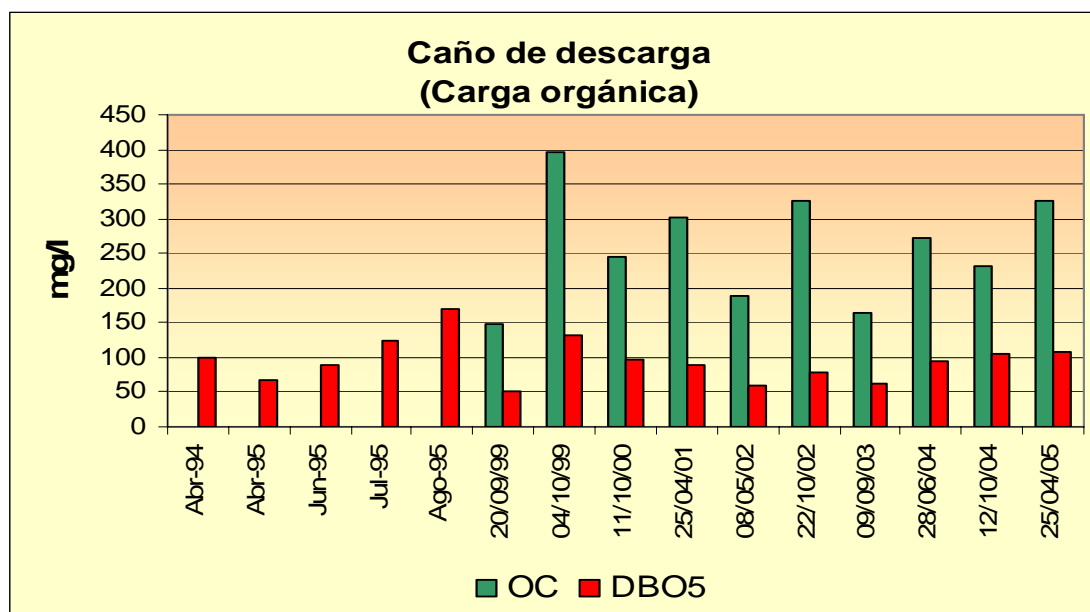


Fig. 3.2.d. Caño de descarga: Carga Orgánica (OC, DBO5) [mg/l]

Los sólidos presentes en el efluente colectado fueron determinados a través de varios parámetros tales como Sólidos Suspendidos Totales (SST) y su discriminación en cuanto a su composición en Suspendidos Fijos (SSF) y Suspendidos Volátiles (SSV), asimismo se registran determinaciones correspondientes a Sólidos Sedimentables en 10 minutos (SS 10 min) y Sólidos Sedimentables en 2 horas (SS 2h), de estas determinaciones, las que presentan mayor cantidad de datos de interés corresponden a los SST y a los SS cuya evaluación es la siguiente.

Los valores registrados de SST dan cuenta de guarismos fluctuantes, con fuertes variaciones entre sí, y sin guardar un patrón de cambio en función de condiciones atmosféricas ni de otra naturaleza. Los datos registran un mínimo de 30 mg/l en tanto que el máximo valor hallado es de 270 mg/l

con un valor promedio de aproximadamente 130 mg/l de SST. Los datos se corresponden con lo que la bibliografía (Metcalf y Eddy) reconoce como “agua residual doméstica débil o ligera”, manteniendo también para este parámetro esta caracterización.

Los restantes parámetros de interés para ser analizados, en materia de sólidos presentes en los líquidos, corresponden a los Sólidos Sedimentables (SS) cuyos datos se expresan respecto de su sedimentación en diez minutos y dos horas y mostraron valores también compatibles con los correspondientes a un cloacal débil, de acuerdo a la bibliografía, con valores que en ningún caso superaron los 8 ml/l con un promedio de 2,25 ml/l para los SS 10 min y de 3,09 ml/l para los SS 2h. Las figuras 3.2.e y 3.2.f muestran los valores hallados:

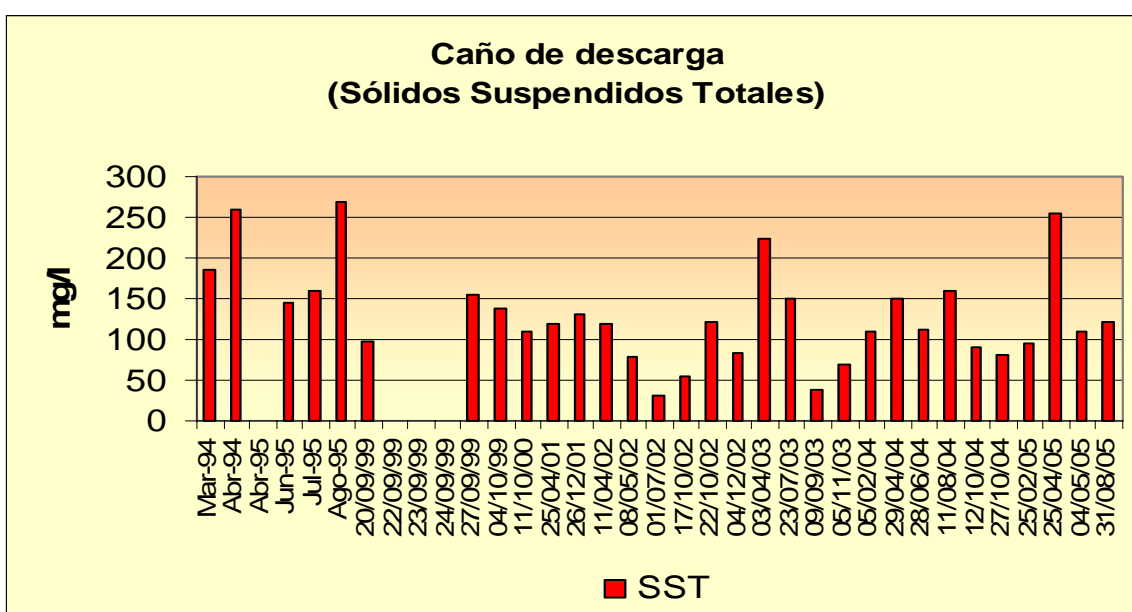
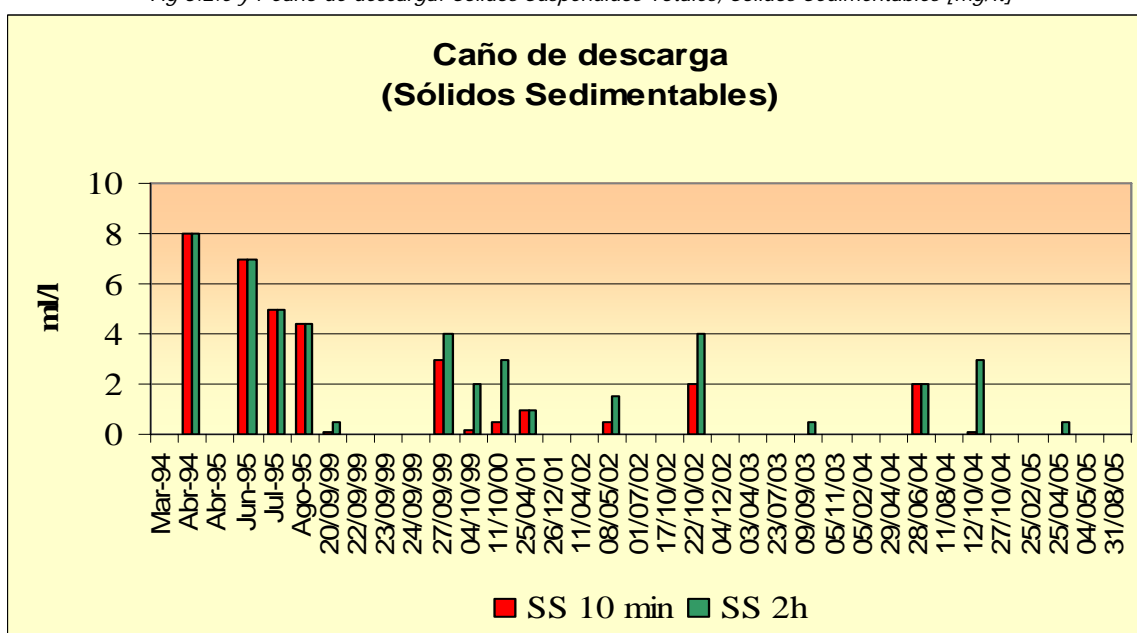


Fig 3.2.e y f Caño de descarga: Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables [mg/l]



*Las restantes determinaciones realizadas sobre las muestras oportunamente colectadas, son numerosas y variadas siendo de destacar de ellas las correspondientes a coliformes totales y fecales cuyos valores son coincidentes con los correspondientes a caracterizaciones de efluentes crudos con Números Más Probables (NMP) de bacterias superiores en todos los casos a las  $10^6/100$  ml, con promedios para las bacterias fecales de  $4,8 \times 10^8/100$  ml.*

*Las restantes determinaciones, algunas de ellas con registros escasos como para asignarle representatividad a sus valores (no se transcriben), corresponden a: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, Demanda química de oxígeno (DQO u OC) sobre muestra filtrada, Grasas e hidrocarburos, Detergentes, Fenoles, Demanda Biológica de Oxígeno sobre muestra filtrada, Sólidos totales disueltos (STD), Residuo Seco a 105 °C, Sólidos Suspendidos Fijos y Volátiles (SSF y SSV), Sólidos Totales Fijos y Volátiles (STF y STV), Dureza Total, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cloruros, Carbonatos, Bicarbonatos, Sulfatos, Fósforo total, y fósforo total sobre muestras filtradas, Ortofosfatos, Distintas formas de nitrógeno (total, amoniacal, nitratos y nitritos) algunos de ellos determinados sobre muestras filtradas, metales pesados (cadmio, plomo, vanadio, cromo, cinc, cobre, mercurio, boro y arsénico).*

Corresponde señalar que cuando se caracteriza al cloacal como “débil” haciendo referencia a su bajo contenido de materia orgánica se esta haciendo referencia a una mezcla de cloacal con agua de napa freática y eventualmente pluviales.

#### 4.5. Forma y características de transporte de materias primas y productos

En correspondencia con lo expresado en el punto anterior el transporte de la materia prima y de los productos de la Planta de Tratamiento se realiza por las cañerías correspondientes.

#### 4.6. Medidas de Seguridad

En el Plan de Gestión Ambiental de la Etapa de Operación se propone un Programa específico

#### 4.7. Requerimientos de Energía

##### 4.7.1 Electricidad

En Planta de Tratamiento donde se instalará un transformador de distribución de 630 kVA. Los valores de consumo de energía eléctrica anuales previstos son:

Año 2010	1.242.100 kwh
Año 2020	1.821.871 kwh
Año 2030	1.988.815 kwh

Si bien la capacidad de impulsión de Cambrin va a ser incrementada, esto responde a un cambio de configuración en el bombeo de cloacales crudos. Por lo tanto se entiende que no habrá un

incremento de consumo eléctrico sino que los caudales se distribuyen en forma diferente, el incremento en Cambrin será proporcional a la disminución de Carrasco.

#### 4.7.2 Combustible.

Los combustibles son fundamentalmente nafta y gas oil, correspondientes a vehículos municipales y/o de la Cooperativa Eléctrica para el recorrido e inspección de las distintas unidades. No requieren almacenamiento.

#### 4.8. Requerimientos de agua.

En la Planta de Tratamiento se requerirá agua potable para las instalaciones sanitarias, que deberá ser transportada hasta que se desarrollen las redes de la Cooperativa de Trelew en esa zona.

#### 4.9. Residuos.

En la Estaciones Cambrin y Carrasco se producen residuos en la separación de sólidos que se produce al ingreso del líquido cloacal. Se trata de una mezcla de fibras, maderas, metal o cualquier otro objeto que pueda circular por una colectora.

En el Tamiz Rotatorio de la Planta de Tratamientos los sólidos retenidos son fundamentalmente orgánicos mayores de 3 mm y se producen compactados con 30 % de materia seca.

También se pueden generar eventualmente por trabajos de mantenimiento o reparaciones piezas descartadas, trapos o papel embebidos con aceite usado, o el producto de un cambio de aceite.

El desarrollo de actividades recreativas, turísticas o de investigación científica va a producir una concurrencia a la zona que generará residuos de todo tipo. Como las vías de circulación estarán totalmente definidas, sería parte de las responsabilidades de la Municipalidad de Trelew distribuir recipientes con tapa que serán evacuados periódicamente. Se puede aprovechar sitios destinados a cartelería con información, como se realiza en áreas protegidas.

#### 4.10. Factibilidad de reciclaje

Podrían ser utilizados los sólidos retenidos por el Tamiz Rotatorio de la Planta de Tratamiento. No necesitan un tratamiento posterior y su destino puede ser como mejorador de suelo agrícola.

#### 4.11. Disposición del residuo.

El Basurero Municipal se encuentra aproximadamente a 9 Km al Nor-oeste de la ciudad, cerca del Aeropuerto de la ciudad, al final de un camino de ripio de 3 km. Ha estado en operación por varios años, y cubre una superficie de 300.000 m<sup>2</sup>. El relleno va en dirección al sistema lagunar. El material de desecho volcado se cubre cada dos días utilizando un bulldozer municipal.

Los residuos generados en la separación de sólidos de la Estaciones Elevadoras y la Planta de Tratamiento (si no se reusa) serán dispuestos en la ubicación actual del Basurero Municipal.

En relación a los residuos de cambio de aceite de maquinarias y equipos, filtros usados, trapos embebidos en estas operaciones, se dispondrán en recipientes cerrados, en el mismo lugar donde se generan, a la espera de su disposición final.

En el Plan de Gestión Ambiental de la Etapa de Operación se desarrolla con mayor amplitud la disposición de cada residuo.

#### 4.12. Niveles de ruido.

Los equipos de bombeo de la Estaciones de Cambrin y Carrasco están confinados en edificios. La Planta de Tratamiento se ubica en un área rural.

#### 4.13. Posibles accidentes y planes de emergencia.

En cuanto a planes de emergencia los mismos pueden originarse por cortes del servicio eléctrico o salida de servicio de los equipos de bombeo, para lo cual se prevé equipo electrógeno y bombas en reserva. En el Plan de Gestión Ambiental de la Etapa de Operación se desarrolla con mayor amplitud las previsiones a considerar por los responsables del servicio.

### 5. Etapa de abandono del sitio.

#### 5.1. Estimación de vida útil.

La vida útil del proyecto es de 20 años.

#### 5.2. Programas de restitución del área.

Es parte del proyecto la recuperación de áreas degradadas, pero debería producirse espontáneamente a partir de las acciones principales de este proyecto, como mejorar el agua de las lagunas y construir los Contornos de Rehabilitación de Áreas en Recuperación CRER.

#### 5.3. Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

Es parte del proyecto la recuperación de áreas hoy degradadas. La puesta en marcha de proyectos posibles a desarrollar depende del tiempo que insuma la rehabilitación del sistema lagunar.