

15/06/2018

Informe de Ingeniería

Propuestas para la mejora en el tratamiento de RILES de la Piscicultura Molco, en relación con el control de efectos sobre el cuerpo receptor

Mandante:



Diciembre, 2017

INDICE

Antecedentes Preliminares	3
Metodología	5
Inputs	5
Selección Proveedores	6
Desarrollo de Actividades, Problemática, Recomendaciones	7
Propuesta Técnica Aguasin	18
Propuesta Técnica Complementaria Multiexport	24
Permisos Aplicables	29
Valorización Económica Proyecto Aguasin y Multiexport	30
Diagramas de Emplazamiento	32
Plazos de Ejecución del Proyecto	32
Anexos	33

1. ANTEDECENTES PRELIMINARES

Salmones Multiexport S.A., Filial del grupo Multiexport Foods posee una piscicultura denominada Molco, en Estero del mismo nombre, en la Comuna de Villarrica, Región de la Araucanía.

Esta instalación fue aprobada ambientalmente por la RCA N°27 de 2001 (COREMA IX), facultándose a operar hasta 471 ton de biomasa anual y limitando sus efectos sobre el medio a través de un sistema de tratamiento de aguas básico, que incluía un sistema de decantación alternado en 3 piscinas de 1.6m de profundidad de columna de agua, 50m de largo y 12m de ancho, construidas en concreto y aprobadas por Resoluciones de la Superintendencia de Servicios Sanitarios y el Servicio de Salud.

Esta solución tenía características funcionales positivas, como la simplicidad y el bajo costo operación, aunque también presentaba particularidades no deseadas, tales como, eventuales saturaciones del sistema, alta dependencia del cuerpo receptor, extensa faena de mantención al momento de retiro de lodos, eventuales olores molestos, necesidades especiales para el transporte de lodos de alta humedad, etc.

Es por esta razón, de manera posterior al cambio del proceso de productivo de piscicultura, planta de recirculación autorizada por la RCA N°247 de 2006 (COREMA IX), se introdujeron cambios al sistema de tratamiento de RILES, mutando hacia la construcción y operación de una planta físico-química, aprobada igualmente por Resoluciones de la Superintendencia de Servicios Sanitarios y el Servicio de Salud, y que permitirían un manejo de vertidos mas eficiente, daba facilidades al transporte al manejar únicamente lodos deshidratados, generaba menos olores y disminuía la dependencia sobre el

cuerpo receptor. Esta instalación requería necesariamente de un mayor costo para operar y de una compleja mantención.

Aún cuando las mejoras implementadas han sido sustanciales y permiten que la Piscicultura Molco opere cumpliendo la norma de vertidos D.S. N° 90, la creciente demanda de otras actividades relacionadas al recurso hídrico en estudio, entre ellas: habitacional, silvícolas, acuícolas, agrícolas y turismo, hacen que exista una fuerte presión de fiscalización de partes interesadas sobre la instalación, cuestión que ha registrado reclamos y hasta una denuncia por contaminación del agua y aire, cuestión que originó un Programa de Cumplimiento acordado entre Salmones Multiexport S.A. y la Superintendencia del Medio Ambiente.

El citado programa de cumplimiento, dispuso la realización de un Estudio Científico Limnológico (ecosistémico), para determinar impacto(s) no evaluado(s) sobre el cuerpo receptor, y luego un estudio de ingeniería que dé cuenta de soluciones técnicas para abordar dicho(s) impacto. Sobre este último punto se desarrolla el presente informe.

2. METODOLOGÍA

2.1. Inputs

- Este informe utiliza como base de trabajo, los resultados físicos, químicos y biológicos obtenidos del Estudio Científico Limnológico, desarrollado por la Universidad Católica de Temuco y la Universidad de Concepción sobre el recurso hídrico Molco, durante un año. Las propuestas de mejora que se desarrollan en el presente documento recogen el análisis comparado de parámetros ambientales para las diferentes campañas estacionales de monitoreo sobre el Estero Molco, incluyendo parámetros físico químicos del ecosistema fluvial, así como la caracterización de estructura de su biota acuática.

✶ Las propuestas desarrolladas en este informe no abordan soluciones para el tratamiento de pesticidas, ni desinfectantes, ni antibióticos, debido a que los análisis realizados no evidenciaron presencia de estos compuestos en las distintas estaciones del cuerpo receptor. ego!

En adición, la empresa encargó a la MSc. Srta Fanny Jorge, Químico experta en tratamientos de aguas y RILES, analizar los resultados del Estudio Científico Limnológico, visitar la planta en terreno para levantar las actividades operativas y opciones de mejora asociadas, y de manera posterior fue asignada como consultor asesor para la evaluación de soluciones aplicables de ingeniería.

Se determinó al Sr. Gonzalo Valdivieso Sotomayor (Ingeniero Civil Hidráulico) y al Sr. Alejandro Licandeo (Ingeniero Civil Industrial) como contrapartes empresa.

2.2. Selección de Proveedores

Una vez revisados los antecedentes base y luego del reporte del profesional Químico, se procedió a evaluar alternativas de proveedores expertos y se optó por analizar las medidas de mejoras con la empresa Aguasin S.A.

El proveedor convino en proporcionar y valorizar equipamiento asociado a la mejora de la Planta de Tratamiento actual de RILES de la Piscicultura Molco, en relación con medidas de control asociadas a las conclusiones aportadas en el Estudio Científico Limnológico. Con todo, se indica para los fines de este reporte, que el proveedor puede ser modificado a voluntad del mandante, conservando la tecnología o equipos para la mejora.

3. Desarrollo de Actividades, Problemática y Recomendaciones.

La profesional Químico realizó las siguientes actividades:

1. Revisión de antecedentes. Incluyendo el Estudio Científico Limnológico, resoluciones, ensayos físico-químicos de diferentes puntos de muestreos y años de ejecución, datos de producción, etc.
2. Visitas a vecinos y a todas las salas de producción de la piscicultura. Se habló con el personal que opera en las mismas a modo de conocer la forma en que proceden bajo los distintos escenarios.
3. Visitas a la planta de tratamiento para inspeccionar las alternativas de operación, considerando los manejos que se llevan a cabo en cada una de las salas de cultivo.
4. Reunión con personal a cargo de la empresa Multiexport Foods pertenecientes a las áreas de proyecto, mantenimiento, medio ambiente, así como empresa de ingeniería contratada, para definir el alcance de la propuesta a presentarse ante las autoridades del SMA considerando los objetivos y plazos de entrega.

Todas estas actividades se llevaron a cabo bajo la supervisión del jefe de la piscicultura.

Detalle de visita a terreno y salas de cultivo

Durante el primer día se inspeccionó la rivera del estero y visitó a los vecinos para recibir de primera fuente, su opinión respecto a la problemática en

general que perciben por parte de la piscicultura. Se recibe de parte de ellos una percepción de una mejora considerable en términos de manejo de RILES, olores y ruido.

Se analizaron datos registrados por varios años referentes a cantidad de alimento, caudales, parámetros físico-químicos determinados en el Informe Ecosistémico, volúmenes de lodos y su vinculación con cambios en procedimientos de operación etc. Se verificaron correspondencias, siempre que fue posible, entre datos de terreno y registros.

En general por cada sala de la piscicultura se registraron los siguientes datos:

Sala 1000 / Unidades 2x2

48 estanques de 1,6m³ Volumen total= 77m³

Tasa recambio por diseño= 0,8 recambio/h

Caudal diseño= 61,44m³/h

Tasa recambio real= 1 recambio/h

Caudal operación real= 77m³/h

Capacidad rotofiltro de 60micras= 80m³/h (trabaja a capacidad máxima).

El personal de mantenimiento informa sobre el hecho de que el rotofiltro funciona de forma continua, ya que, si se opera con regímenes de paradas, el equipo se vería muy forzado a la hora de entrar en funcionamiento. No existe filtro backup.

Intercambiadores de calor trabajan a capacidad máxima.

Sala 1000 / Unidades 4x4

21 estanques de 16m³

Volumen estanques = 336m³

Tasa recambio por diseño= 1,1 recambio/h

Caudal diseño= 370m³/h

Tasa recambio real= 1,1 recambio/h

Caudal operación real= 370m³/h

Capacidad rotofiltro de 60 micras= 500m³/h

Rotofiltro funciona de forma continua. No existe filtro backup.

Sala 2000

4 anillos de 4 estanques cada uno (16 estanques de 90m³).

Volumen total= 1440 m³

Tasa recambio por diseño= 1,5 recambio/h

Caudal diseño= 2160m³/h

Tasa recambio real= 1,5 recambio/h

Caudal operación real= 2160m³/h

Densidad de peces por diseño (Kg/m³)= No informada

Densidad de peces en operación=50Kg/m³

Capacidad rotofiltro 40 micras= 500L/s= 1800 m³/h x 2 unidades. Ambos rotofiltros funcionan de forma continua

Volumen de biofiltros= 140m³ x 3 unidades

Volumen separador de placas= 7m³.

Volumen desnitrificador = 47,05m³

En esta sala se lleva a cabo un flushing diario de cada biofiltro una vez al día con una bomba de 72m³ /h durante 20 segundos el cual se envía a ecualizador.

En condiciones de alta carga en la piscicultura, se realiza un lavado profuso de biofiltros 3 veces por semana. Para el lavado de los biofiltros, se aísla una cámara, se vacía hasta el nivel de la tubería de entrada de agua y se airea durante 50 minutos mediante el uso de tres blowers del biofiltro.

Posteriormente se continúa con el vaciado (tiempo aproximado de vaciado 45 minutos) en el cual se mantiene el aire por los primeros 15 minutos y se suspende durante los restantes 30 minutos. Durante esta operación el agua de entrada al biofiltro en limpieza, pasa por el canal de bypass que descarga directamente al desgasificador, mientras el resto pasa por los biofiltros. El efluente de vaciado llega a la planta de tratamiento de manera puntual.

El retrolavado de los rotofiltros se acumula en separador de placas cuyo rebalse desagua en canal directamente. Este separador de placas se vacía 3 veces a la semana y en condición crítica 1 vez al día con las mismas bombas de vaciado de los biofiltros.

No existe un sistema de desinfección UV en esta sala. Una desinfección continua puede prevenir la aparición de patógenos en sistemas de recirculación. Ha sido demostrado que la aplicación de una pequeña dosis de ozono puede producir la inactivación casi total de bacterias heterotróficas en sistemas de recirculación. Adicionalmente el ozono puede producir una excelente calidad de agua en sistemas de recirculación sin recurrir a altas tasas diarias de recambio de agua. Ayuda a remover el color y la materia orgánica disuelta, ayuda a eliminar el material particulado fino y disuelto (precipita moléculas orgánicas disueltas, microflocula material particulado fino, mejora la remoción de sólidos por sedimentación, filtración o flotación). También oxida el nitrito a nitrato reduciendo las

concentraciones de nitrito en agua. Como ventaja adicional, la dosificación de ozono produce oxígeno como producto final de reacción.

Sala 3000

16 estanques de 87 m³

Volumen diseño= 1392m³

Tasa recambio por diseño= 1 recambio/h

Caudal diseño= 1392 m³ /h

Tasa recambio real= 1,1 recambio/h

Caudal operación real= 1531 m³/h

Densidad de peces (Kg/m³)= No Informada

Densidad de peces en operación=60 Kg/m³

Alimento suministrado por sala

Este parámetro sirve para estimar la carga máxima de SST que llega al efluente.

Para conocer las cantidades máximas de alimento suministradas, se tomaron los datos históricos de los kilogramos diarios por sector o sala desde el 1/01/2012 al 5/12/2017. Se descartaron aquellos valores fuera de rango y que se debían a registros erróneos.

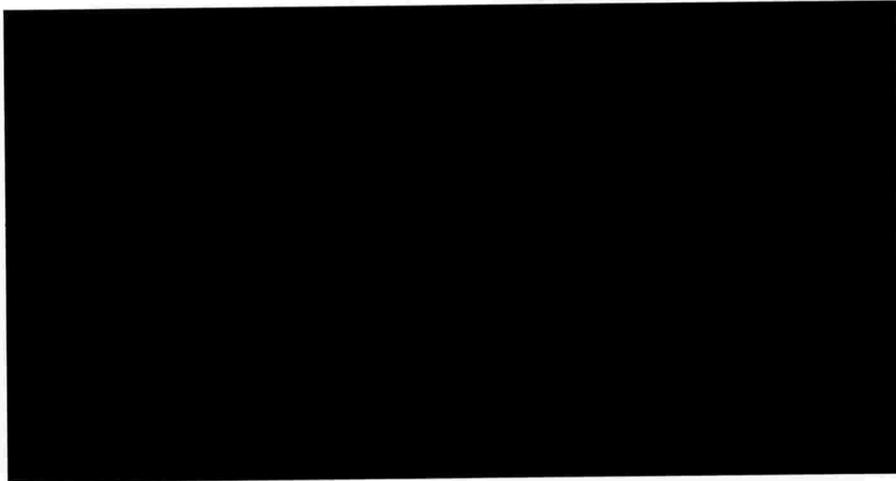


Tabla N° 1. Valores máximos de alimento por sala (Kg/día)

Planta de tratamiento de RILES

La planta de tratamiento cuenta con las siguientes operaciones unitarias

1. Recepción, ecualización e impulsión de aguas.
 - Bombas de Impulsión a línea de tratamiento.
 - Bombas de recirculación como sistema de mezclado
 - Sensores de Nivel.

2. Dilución y dosificación de polímero.

- Equipo dilutor
- Bombas de dosificación de polímero en emulsión

3. Floculación

- Mezclador estático cónico
- Estanque floculador con baffles internos
- Agitador de paletas lento

Diámetro (m)	1,0
Altura aguas (m)	1,7
Altura total (m)	2,0
Vol. útil (m³)	1,3
Vol. total (m³)	1,6

Tabla N° 2. Dimensiones estanque floculador

4. Sedimentación

- Sedimentadores de FVRP

Unidades	2
Diámetro (m)	3,3
Altura recta (m)	1,4
Angulo cono (°DEG)	55
Altura cono (m)	2,07

Tabla N° 3. Dimensiones sedimentadores

En mediciones en terreno se ha comprobado que actualmente el caudal de salida del sedimentador es aproximadamente 3,7L/s (similar al de entrada).

Se analizó el registro de datos de los parámetros físico químicos del clarificado registrado desde Enero 2014 - Junio 2017, periodo sin prueba de inoculación de Bacterias, considerando que se desconoce el efecto de dichas bacterias en los niveles de DBO5, N y P.

Los valores máximos, mínimos y promedios registrados durante este periodo se muestran a continuación:

	Máximo	Mínimo	Promedio
DBO5	664	7	291
DDO	1454	3	513
Fósforo	23,5	0,9	10,5
Fósforo Disuelto	16,20	0,55	7,36
Nitrógeno Total	93,4	1,5	38,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	90,7	1,5	37,9
Nitrato	9,41	0,21	2,34
Nitrito	2,47	0,15	0,91
Nitrógeno Amomiacal	46,7	0,6	21,3
PH	7,09	5,97	6,47
Sólidos Suspensivos Totales	206	10	63
Sulfatos (NO3)	126,0	1,4	14,8
Cloruros	220	3	111

Tabla N° 4. Parámetros físico-químicos del clarificado
(Enero 2014-Junio 2017)

5. Deshidratado de lodos

- Bomba diafragma
- Filtro prensa modelo HN00C329010 Serie C329010 2009 Marca DIEMME

En consultas realizadas al operador de planta de tratamiento de RILES respecto a la generación y deshidratado de lodos se obtuvo la siguiente información.

La operación de deshidratado requiere un tiempo de 6h y 45 minutos repartido en llenado (4h), secado (2h) y descarga (45min). Esto significaría 3 turnos de operación al día.

La prensa procesa 600 litros de lodo fresco por batch. Suponiendo tres batch por día, se habrán procesado 1.8m³ al final del día.

Nota: volúmenes de lodo generado en las actuales condiciones de operación. Ante mejoras en la calidad del flóculo (homogeneización del lodo crudo, coagulación, acondicionamiento, otros) estos volúmenes pueden ser reducidos por cambios en la densidad y/o concentración del mismo, velocidad de sedimentación, etc.

Modificaciones operativas realizadas al sistema de tratamiento

Ecualizador (EQ)

- Instalación de cúpula de fibra de vidrio con equipo Biozone para contención y tratamiento de olores.
- Instalación de caja lateral de contención de sólidos gruesos al ingreso del ecualizador.
- Redireccionamiento de rebalse de EQ a piscina de decantación (backup).

- Adición de una bomba de recirculación al sistema de mezcla (aún resulta insuficiente).
- Adición de destructor de olores D-ODORFAC.
- Adición de bacterias "Consortium 1450" para degradación de grasas.

Recomendaciones al Proceso y Tratamiento de RILES

1. Se recomienda evaluar la posibilidad del uso de ozono como medida de mejora de calidad del agua y desinfección en una fracción del volumen de agua en proceso de recirculación, considerando que estos equipos son usados para bajos volúmenes, bajos contenido de materia orgánica y sólidos en suspensión. Se estima que esta acción será útil para la disminución de los incrementos de COT, COD, DBO5 y DQO, determinados para la Estación 2, en Figura 25 (a, b, c y d), del Informe Ecosistémico consolidado final.
2. Se recomienda vaciar dos veces al día el sedimentador de placas de la sala de recirculación, dejando un lapsus de tiempo de 4 horas para la mayor sedimentación de partículas. Esto para amortiguar la alta carga de sólidos desde el sedimentador de placas y que llega de una sola vez al ecualizador.
3. Mejorar la aireación en el ecualizador mediante un sistema de parrilla de difusores que garantice una mezcla óptima y no permita el envejecimiento del lodo en el reactor.
4. Se recomienda aplicar el polímero (floculante) previamente diluido para lograr mejor activación, con este modelo de inyección de

** Propuesta
Unidad
Castellón.*

compuesto, se obtienen mayores eficiencias en la formación de flóculos.

5. Introducir un coagulante catiónico tal como el cloruro férrico (FeCl_3) para mejorar la capacidad de coagulación y con ello la de separación de sólidos en el sedimentador. Adicionalmente el uso de este coagulante ayuda a la precipitación de fósforo disminuyendo sus niveles en el clarificado. Realizar frecuentemente Jar-test para optimización de dosis y condiciones de coagulación.
6. Evaluar la posibilidad de un cambio del consorcio de bacterias 1450 empleadas actualmente, por una específica para la reducción de la DBO5, N y P. Se propone avanzar con las consultas a especialistas en el campo de la biotecnología de aguas residuales.
7. Proporcionar un sistema de estabilización mediante adición de lechada de cal u otro estabilizante. El almacenamiento por varios días del lodo deshidratado hasta retiro a vertedero autorizado es una fuente de vectores y olores que debe evitarse mediante la estabilización de los mismos.

Las medidas descritas anteriormente contribuyen a distribuir de manera *log* óptima la carga másica a procesar en la planta de tratamiento, favoreciendo la efectividad en la remoción de Nutrientes y Sólidos previo a la descarga, mostradas en la Figura 25, gráficos "e" hasta "j", del Estudio Científico Ecosistémico.

Propuesta Técnica AGUASIN

Una vez hecho el cruce entre la información científica disponible y las operaciones en terreno, se solicitó a la empresa proveedora una propuesta valorizada de soluciones para el actual sistema de tratamiento.

Dicha propuesta, considera optimizar la calidad y cantidad lodos deshidratados (aireación en ecualizador, incorporación coagulante, mejoras en dosificación polímeros, acondicionamiento lodos), con una consecuente reducción de materia orgánica y de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión (DBO5 y DQO), así como de nutrientes (N, P) para agua de clarificado, que luego es vertida al cuerpo receptor e impacta en la Estación 2, de acuerdo a lo informado en el Estudio Ecosistémico (Ver en Anexo 1).

A continuación se describe la justificación del equipamiento principal, el que íntegramente se situará en el lugar donde hoy se encuentra la Planta de Tratamiento de RILES, ya sea como componentes nuevos de ésta, o como estructuras complementarias a las ya existentes (Anexo N°6).

Estanque ecualizador

El equipo existente, construido en PRFV o "fibra de vidrio" tiene una capacidad de aproximadamente 160 metros cúbicos y su función es la de almacenar y regular el ciclo de entrada diario de lodos y promedia los extremos de calidad y cantidad para proveer una descarga homogénea hacia la planta de tratamiento.

Sin embargo, si el lodo no tiene una mezcla homogénea, se depositan los sólidos en el fondo del estanque y se pueden generar zonas anóxicas o anaerobias, con la consecuente formación de sustancias volátiles productoras de olores como sulfuro de hidrógeno, metano, mercaptanos, amoniaco, etc., los cuales ocurren fundamentalmente a partir de la descomposición anaerobia de compuestos orgánicos azufrados y nitrogenados.

El sulfuro de hidrógeno se forma no solo por la presencia de bacterias sulfatoreductoras que reducen el sulfato a sulfuro, sino también se puede producir por la descomposición de aminoácidos que contienen azufre como la metionina, cisteína, cistina.

Para evitar esto, se incluye en la presente propuesta un sistema de aireación que además de proporcionar la mezcla y homogenización del lodo mediante la suspensión de los sólidos, proporciona también un suministro de oxígeno que da lugar a un sólido con menor concentración de sustancias volátiles por eliminación de condiciones anóxicas/anaerobias y a un lodo con menor demanda de oxígeno (DBO, DQO).

La aireación se materializa básicamente con los siguientes equipos:

- Soplador o blower eléctrico; con capacidad para inyectar 160 metros cúbicos por hora de aire. Ver figura n°1

- Red de tuberías; que transportan el aire desde el soplador hasta el estanque ecualizador, construida en PVC o Polietileno de alta densidad.

- Parrilla de distribución; ubicada en el fondo del estanque y que distribuye el aire por toda la superficie de manera homogénea, construida en PVC (Anexo 2), ver Figura n°2.

- Difusores de aire; difusores de alta eficiencia, del tipo disco o tipo tubo, especialmente diseñados para aguas residuales, que transfieren el aire al lodo acumulado, en forma de burbujas finas, por medio de una membrana de goma. Ver figura n°3

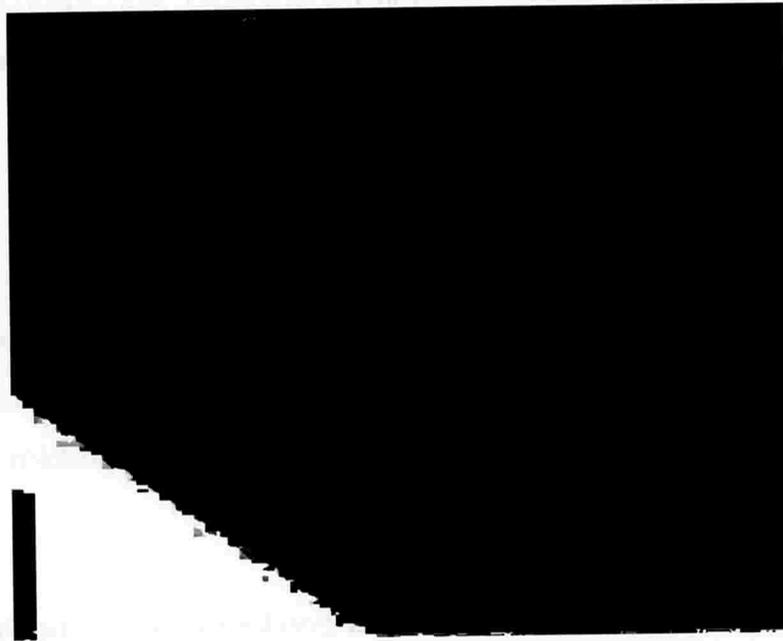


Figura N° 1. Imagen referencial soplador de aire para aireación

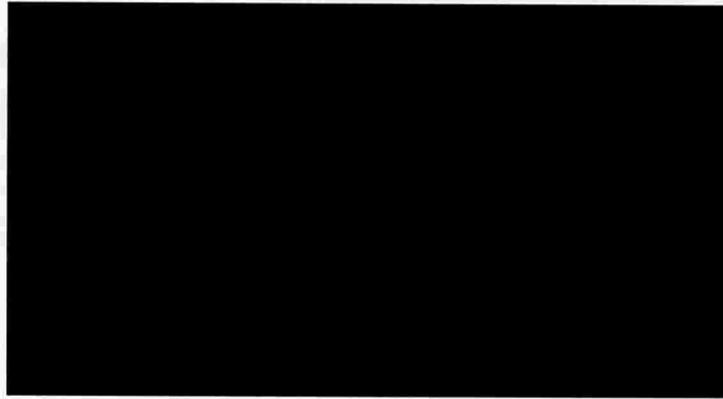


Figura N° 2. Esquema del sistema de aireación



Figura N° 3. Patrón de burbujas

Tubo Floculador

Es un reactor de flujo forzado que permite la dosificación adecuada de los productos químicos, facilitando la homogeneización y mezcla de los reactivos. Tiene puntos de inyección donde pueden inyectarse los productos químicos que sea preciso añadir en función de las analíticas realizadas del agua de entrada, tales como oxidantes, reguladores de pH, coagulantes, floculantes, etc.

La energía de mezcla en el Floculador, se obtiene por la creación de condiciones forzadas de turbulencias, resultando un crecimiento uniforme del floculo con excelentes propiedades de sedimentación posteriores. La mayor parte de la acción de mezcla se logra en los giros, provocando turbulencias y remolinos adicionales alterando los gradientes de velocidad y flujo, proporcionando mezclas radiales y axiales.

Los puntos de inyección están diseñados para asegurar mezclas instantáneas de los químicos en el tubo a través de tiempos de residencia óptimos.

Mediante la integración de este equipo al proceso se busca en definitiva optimizar la formación de los flóculos, con un tamaño y densidad que facilite su posterior sedimentación.

El tubo floculador (Anexo 3) considera un circuito de piping hidráulico montado sobre un chasis de acero galvanizado en caliente. Incluye collarines con puntos de inyección de químicos y una válvula para toma de muestras que permite controlar y ajustar la calidad del proceso (Ver figura n°4).



Figura N°4: Tubo Floculador tipo.

Estanque Acondicionador de Lodos

En este estanque se llevará a cabo el proceso de acondicionamiento del lodo para mejorar su capacidad de desaguado.

Los propósitos principales de estabilizar el lodo radican en evitar la generación de malos olores y reducir su contenido de patógenos. La reducción de olores se produce al crearse un pH alto hostil para la actividad biológica ya que los microorganismos que intervienen en la descomposición son inhibidos o destruidos en ese medio fuertemente alcalino. En este caso, al lodo se le adiciona cal y se homogeniza por medio de un mezclador mecánico, garantizando que la agitación sea suficiente para mantener los sólidos en suspensión.

El estanque acondicionador de lodos (Anexo 4) será construido en PRFV o "fibra de vidrio" y para esta aplicación se estableció un volumen de 7 metros cúbicos aproximadamente. Ver Figura n°5

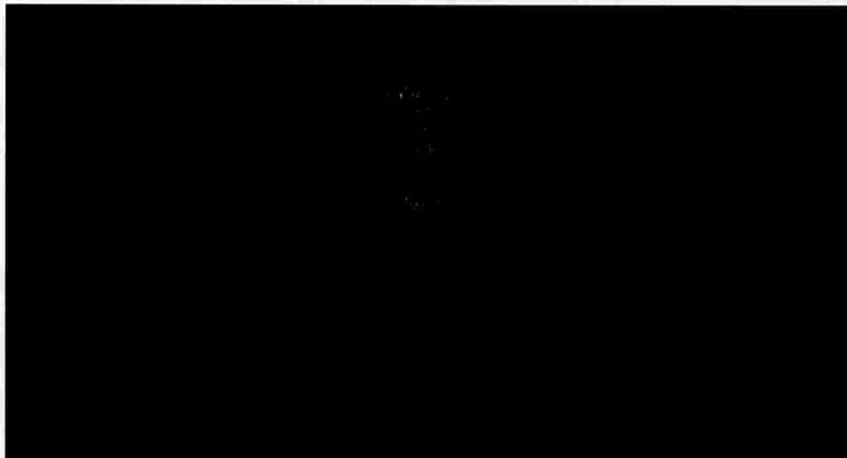


Figura N° 5. Estanque Acondicionador de Lodos

4. Propuesta Mejora Técnica Multiexport (complementaria Aguasin).

A partir de las recomendaciones proporcionados por la profesional Químico, se propone la adición de ozono en una etapa del proceso de recirculación de la manera que se describe a continuación:

Incorporación Ozono Sala 2000

La molécula de ozono es un oxidante fuerte, capaz de participar en numerosas reacciones químicas con sustancias inorgánicas y orgánicas. Las reacciones con ozono se pueden producir por dos mecanismos: las reacciones directas que son reacciones muy selectivas atacando a dobles enlaces y algunos grupos funcionales; y las reacciones indirectas son consecuencia de la acción de los radicales hidroxilos resultantes de la descomposición del ozono en el agua.

El proceso de ozonización es muy eficiente, no necesita de productos químicos adicionales, produce subproductos de bajo peso molecular, fáciles de biodegradar. El ozono reacciona de manera indiscriminada con casi todos los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el medio y no produce compuestos nocivos. El tratamiento con ozono es efectivo para la destrucción de grupos cromóforos (aromáticos).

En el tratamiento de aguas residuales, su uso consigue eliminar toxinas, virus, bacterias, hongos, mohos, algas. Oxida metales (hierro, manganeso), compuestos inorgánicos (cianuro, sulfuro), así como compuestos orgánicos (fenoles, detergentes, pesticidas). Elimina el color, olor, reduce la turbiedad, el contenido de sólidos en suspensión y las demandas químicas (DQO) y biológicas (DBO) de oxígeno. La reducción en los niveles de demanda de

oxígeno se debe a que, en este tratamiento, se inyecta oxígeno puro para generar la molécula de ozono y esto aumenta la cantidad de oxígeno disuelto.

Uno de los objetivos de los procesos de oxidación es la transformación de los contaminantes en sustancias biodegradables, que no originen problemas de inhibición de biomasa en tratamientos biológicos convencionales o que permitan la descarga sin originar problemas de ecotoxicidad (situación ** se mismo bien* esperada para descargar al cuerpo receptor previo a la Estación 2 del Estudio Ecosistémico.)

X Se estima que esta medida apoye significativa y sinérgicamente la mejora de la estructura comunitaria determinada en el Estudio Ecosistémico en las estaciones 2 y 3, donde la abundancia de individuos se vio reducida en términos de invertebrados bentónicos, dando lugar a un aumento de densidad de ejemplares de la Familia Chironomidae. *}*

De manera consecuente la recuperación de la estructura comunitaria, permitirá mejorar los patrón de calidad de agua según los índices IBF, EPT y EPT/C, analizados en el Numeral 4.3.5 del Estudio Científico.

En general dentro de un sistema de recirculación el ozono:

1. Mejora la calidad del agua mediante la oxidación de moléculas orgánicas complejas y grandes, dando lugar a moléculas más pequeñas y biodegradables.
2. Rompe moléculas refractarias, lo cual reduce el color del agua.

3. Oxida el nitrito a nitrato. Esto constituye un beneficio en aquellos casos donde se ha perdido la conversión bacteriana de nitrito a nitrato en el biofiltro. En un sistema de recirculación se puede acumular nitrito rápidamente cuando se interrumpe la adición de ozono, ya que este es responsable de remover una gran parte del nitrito producido.
4. En ocasiones, el insuficiente oxígeno disuelto causado por la pobre remoción de sólidos que incrementa la respiración heterotrófica en el biofiltro conlleva a que se añada ozono para evitar la acumulación de nitritos a niveles tóxicos para los peces.
5. Mejora la remoción de partículas sólidas finas mediante el cambio del tamaño de partícula (microfloculando la materia fina particulada) y propiedades de superficie, que pueden hacer las partículas más fáciles de sedimentar, filtrar o flotar.
6. Contribuye indirectamente a la reducción de enfermedades en peces simplemente por mejorar la calidad del agua lo cual reduce o elimina la fuente ambiental de estrés.
7. En sistemas de recirculación donde se usa oxígeno purificado, solo se requiere instalar un generador de ozono, con su sistema de distribución monitoreo y control. O sea se usa la misma unidad de transferencia de gas que se usa para la suplementación de oxígeno.

Para esta aplicación se propone la incorporación de un generador de ozono marca OZONIA de la CFS u otra marca similar, con una capacidad de producción de aproximadamente 0,4 kg/hr (Anexo 5), en la planta de recirculación, ubicada en Sala 2000.)

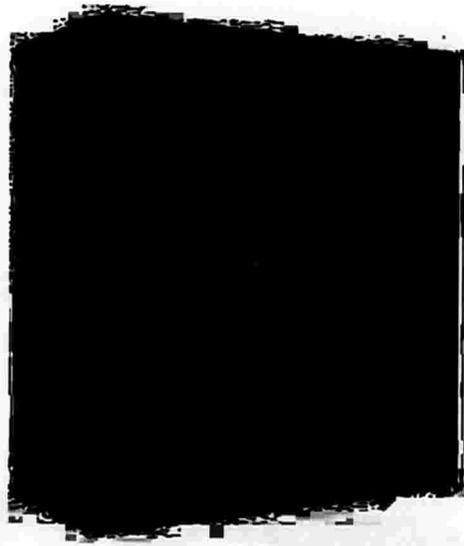


Figura N° 6. Generador OZONIA serie CFS

El tratamiento se realizará a un porcentaje del caudal que recircula dentro del sistema. Para este efecto se canalizará una fracción del efluente de biofiltración, se realizará el tratamiento con Ozono en un estanque de mezcla y posteriormente retornará al proceso Desgasificación 2 (ver figura N° 7).

Se proyecta un tiempo de residencia hidráulico de alrededor de 3 minutos dentro del estanque de mezcla o "buffer" a fin de garantizar la oxidación de las moléculas.

Para llevar a cabo el proceso de ozonización se implementarán los siguientes equipos:

- Generador de ozono Ozonia serie CFS o similar
- Motobombas KSB modelo Mega 300 o similar

- Estanque de mezcla
- Sistema de inyección de ozono
- Kit de sensores de ozono residual
- Sistema de monitoreo y control de inyección de ozono

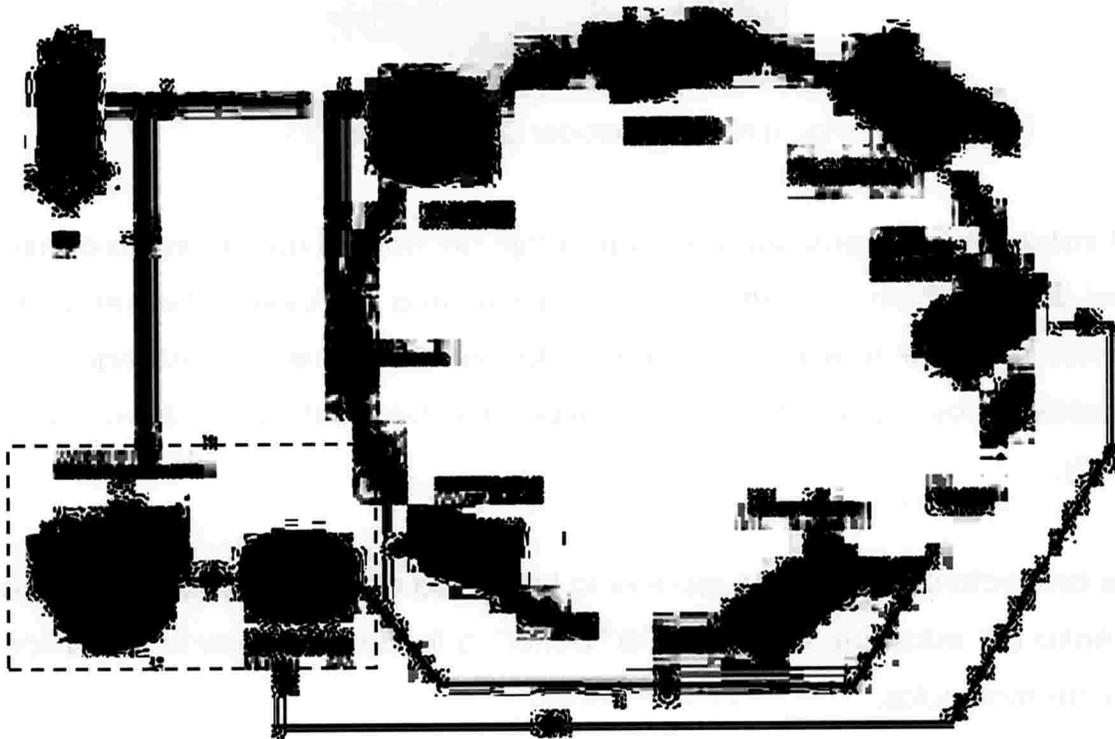


Figura N° 7. Flujo del proceso incorporando tratamiento Ozono en Sala 2000

5. Permisos Aplicables

La Piscicultura Molco tiene autorizado el funcionamiento del Sistema de Tratamientos de Aguas Residuales y Tratamiento, Almacenamiento y Retiro de Lodos No Peligrosos, mediante autorización sanitaria contenida en la Resolución Exenta N° 2365, de 27 de febrero de 2009, dictada por la Seremi de Salud de la Región de La Araucanía.

Por su parte, el funcionamiento del sistema de tratamiento de residuos industriales se autorizó mediante Resolución Exenta N° A 20 03799, de 12 de marzo de 2017, dictada por la Seremi de Salud de la Región de La Araucanía.

En este sentido, las propuestas evaluadas en el presente informe requieren para su funcionamiento, la modificación de las autorizaciones con que ya cuenta la instalación (Anexo 10), los cuales constituyen permisos sectoriales que deberán ser emitidos por la Seremi de Salud de la Región de La Araucanía.

6. Valorización Económica Proyectos

a) Detalle Valorado Propuesta AGUASIN

Proveedor	ITEM	Clasificación	Detalle	CLP	USD		
Budget Upgrade Planta Lodos	Aguasin	Equipos	Estanque equalizador	Parrilla difusores y manifold aire	\$5,100,000	8,095	
		Equipos	Estanque equalizador	Sistema izaje	\$850,000	1,349	
		Equipos	Estanque equalizador	Bombas impulsión lodo crudo	\$4,250,000	6,746	
		Equipos	Estanque equalizador	Sensores de nivel	\$229,500	364	
		Equipos	Equipos en contenedor	blower p/parrilla aireación	\$9,180,000	14,571	
		Equipos	Dosificación polimeros	IBC 1000 lt p/floculante + agitador	\$1,700,000	2,698	
		Equipos	Dosificación polimeros	Bomba dosificadora floculante	\$3,230,000	5,127	
		Equipos	Dosificación polimeros	Bomba dosificadora coagulante c/IBC	\$2,040,000	3,238	
		Equipos	Acondicionamiento lodos	Agitador	\$1,615,000	2,563	
		Equipos	Sedimentación	Bomba diafragma	\$1,105,000	1,754	
		Obras electricas	Montajes	Montaje tablero electrico FyC	\$3,570,000	5,667	
		Equipos	Montajes	Tablero electrico FyC equipos	\$3,145,000	4,992	
		Obras electricas	Montajes	Montaje electrico	\$3,570,000	5,667	
		Obras electricas	Montajes	Materiales montaje electrico	\$2,550,000	4,048	
		Obras hidraulicas	Montajes	Materiales montaje hidraulico	\$2,550,000	4,048	
		Obras hidraulicas	Montajes	Montaje hidraulico	\$3,570,000	5,667	
		Proyecto ing. Pro	Montajes	Ingenieria Aguasin	\$1,615,000	2,563	
		Obras civiles	Montajes	Montaje equipos y puesta en marcha	\$3,570,000	5,667	
							39,083
							43,522
					7,143		
					2,381		
					18,254		
					4,683		
					9,016		
					397		
					4,762		
Total				\$135,238,500	\$214,664		

* Multiexport aporta obras civiles y equipos en la Propuesta AGUASIN.

** Valores No Incluyen IVA

b) Detalle Valorado Propuesta Complementaria Multiexport

Proveedor	ITEM	Clasificacion	Detalle	CLP	USD
Budget Generador O3 Sala 2000	Equipos	Equipos	Generador de Ozono Marca Ozonia Modelo CFS-7.	\$32,602,500	51,750
	Equipos	Equipos	Bombas KSB Modelo MEGA 300-250-315	\$25,741,800	40,860
	Equipos	Equipos	Sistema de Inyección de Ozono	\$5,877,900	\$9,330
	Equipos	Equipos	Sensor y Monitor de Ozono en Línea Marca HACH	\$4,418,190	7,013
	Equipos	Equipos	Tablero de fuerza y control	\$11,532,150	18,305
	Equipos	Contenedores	Contenedor 20 pies, acondicionado	\$8,593,200	13,640
	Fletes y otros	Fletes y otros	Puesta en Marcha y Flete de suministros	\$4,869,900	\$7,730
	Total				\$150,335,640

* AGUASIN u otro, pueden proveer el equipamiento para la propuesta complementaria.

** Valores No Incluyen IVA

c) Resumen ambas propuestas

	CLP	USD
Propuesta Aguasin	\$ 135,238,500	\$ 214,664
Propuesta Multiexport (Complementaria)	\$ 150,335,640	\$ 238,628
Total	\$ 285,574,140	\$ 453,292

* Valores No Incluyen IVA

7. Diagramas de Emplazamiento

Disponibles en Anexos 6 y 7.

Para mejor comprensión de las mejoras, se adjunta presentación efectuada por la Compañía a la Superintendencia del Medio Ambiente (Anexo 8).

8. Plazos de Ejecución del Proyecto

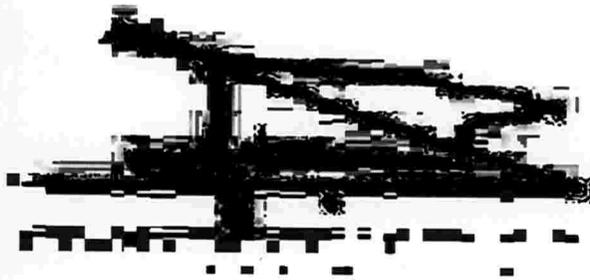
Carta Gantt asociada al proyecto de mejoras de la planta de tratamiento de RILES de Molco, se encuentra disponible en Anexo 9.



MSc. Fanny Jorge-Lazo

Químico

Higher Institute of Nuclear Sciences and Technology



Gonzalo Valdivieso Sotomayor
Ingeniero Civil Hidráulico
Universidad Católica de Chile



Alejandro Licandeo Ramírez
Ingeniero Civil Industrial
Universidad Técnica Federico
Santa María

