

Contenido

INTRODUCCIÓN	3
Descripción del existente	3
Características físico-químicas del influente (agua residual bruta).....	3
Determinación de flujos	4
Objetivo normativo	4
I-DETECCIÓN DE PROBLEMAS TÉCNICOS.....	5
I-1 Ausencia de cribado fino y deficiencia del cribado grueso	5
I-2 Ausencia de regulación hidráulica.....	5
I-3 Carencias en oxígeno disuelto en reactor biológico	5
I-4 Diseño inadecuado de clarificadores	6
I-5 Descontrol de la recirculación de lodo	6
I-6 Incumplimiento normativo	7
I-7 Equipos desgastados	7
I-8 Contexto operativo peligroso.....	7
II- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESO.....	8
II-1 Tratamiento primario.....	8
II-1.1 Cribado grueso	8
II-1.2 Regulación y homogeneización.....	8
II-1-3 Cribado grueso y/o fino	9
II-1.4 Retención de arenillas (desarenado).....	10
II-2 Tratamiento secundario	10
II-2.1 Reacción o tratamiento biológico.....	10
II-2.2 Clarificación físico-química.....	11
II-3 Tratamiento terciario	12
II-3.1 Filtración terciaria	12
II-3.2 Desinfección.....	12
II-4 Tratamiento de lodos.....	13
II-4-1 Balance de materia.....	13

II-4-2 Estabilización del lodo	13
II-4-3 Espesado del lodo	14
II-4-4 Purga de lodo estabilizado	14
II-5 Controles y locales	15
II-5-1 Modo operativo y protecciones.....	15
II-5-2 Ahorro energético	15
II-5-3 Local de control y gabinetes	15
II-5-4 Cuarto de sopladores.....	15
II-6 Costo operativo estimado	15
CONCLUSIÓN	16
ANEXO 1 – DIAGRAMA DE FLUJO DEL EXISTENTE	
ANEXO 2 – CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL BRUTA	
ANEXO 3 – RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO	
ANEXO 4 – FLUJOS	
ANEXO 5 – OBJETIVOS NORMATIVOS	
ANEXO 6 – MANUAL BÁSICO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN PTAR	
ANEXO 7 – CALIDAD DE AGUA TRATADA Y NORMATIVA	
ANEXO 8 – DATOS TÉCNICOS DE DIMENSIONAL	
ANEXO 9 – DIAGRAMA DE FLUJO, PROPUESTA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN	
ANEXO 10 – PRUEBAS DE COAGULACIÓN	
ANEXO 11 – GALERÍA FOTOGRÁFICA	

INTRODUCCIÓN

Descripción del existente

El proceso de tratamiento de aguas residuales existente del Hotel Villa del Palmar (Cancún, Q. Roo) procede de la siguiente manera (referirse a ANEXO 1):

- 17 cárcamos bombean y/o re-bombean el agua residual bruta del hotel hacia un ducto principal que recibe 2 descargas adicionales por gravedad. El agua gris de lavandería se descarga a pozo (ANEXO 11: imagen 1). El tratamiento de las aguas grises se encuentra temporalmente deshabilitado.
- un canal de cribado grueso recibe el agua residual bruta previamente a su incorporación al reactor biológico (zona de pre-absorción). No existe un tanque de regulación, tampoco un cribado fino,
- 4 decantadores reciben el licor mixto (lodo biológico + agua residual) de un reactor biológico alimentado en aire por un soplador de lóbulos y difusores de micro-difusión. El lodo decantado es recirculado al inicio de proceso (principio conocido como lodos activados),
- el agua clarificada incorpora un tanque de contacto para su desinfección con pastillas de tricloro,
- el agua es bombeada hacia un pozo de descarga luego de una medición de flujo,
- el lodo en exceso se purga desde los clarificadores hacia un estabilizador de lodo. No existe un sistema de deshidratación de lodo (purga periódica del estabilizador de lodos).

Características físico-químicas del influente (agua residual bruta)

El ANEXO 2 presenta los resultados de análisis emitidos por un laboratorio externo acreditado y por nuestro laboratorio interno. Para efectos de cálculos, se consideran los resultados presentados por el laboratorio acreditado externo (Informe oficial en ANEXO 3).

El mismo anexo permite comparar las concentraciones del agua residual bruta del hotel con promedios de aguas residuales de tipo doméstico:

- la concentración en grasas y aceites (G y A) es baja y revela, durante el periodo de muestreo, una gestión correcta de las trampas de grasa,
- los detergentes de lavandería no se descargan a la PTAR lo que explica concentraciones bajas en fosfatos (FT),

- el potencial hidrógeno ácido (pH cerca de 6) revela una estancia hidráulica larga en los cárcamos de bombeo generando inicios de descomposición anaeróbicos de la materia orgánica,
- las concentraciones en DBO5 (Demanda Bioquímica a 5 días), DQO (Demanda Química en Oxígeno), SST (Sólidos Suspendidos Totales), NT (Nitrógeno Total) se encuentran en un rango convencional.

Determinación de flujos

La información y los históricos de flujo presentados por el cliente analizados en ANEXO 4 permiten considerar una aportación por cuarto (descarga de lavandería incluido) de 1.2 m³ por día.

Con 232 cuartos adicionales y un total de **664 cuartos**, el **volumen máximo diario** a tratar sería de **797 m³ equivalente a un flujo promedio de 9.2 litros por segundo**.

Nota importante: se observan esporádicamente volúmenes descargados a pozos muy por encima de los valores promedios y superiores a la producción de osmosis. En caso de intrusión de agua parasita de lluvia, el cliente deberá encontrar la forma de mitigar este impacto para no afectar la PTAR.

Objetivo normativo

La optimización del proyecto deberá permitir alcanzar los objetivos de tratamiento establecidos en la NOM-003 para una reutilización de las aguas tratadas en riego (ANEXO 5).

NOM-003-ECOL-1997 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales tratadas que se reúsen en servicios públicos.

I-DETECCIÓN DE PROBLEMAS TÉCNICOS

I-1 Ausencia de cribado fino y deficiencia del cribado grueso

La ausencia de un cribado fino (paso de 1.5 y 3 mm) se traduce por la intrusión de materiales inorgánicos al proceso (ANEXO 11: Imágenes 2 y 3). El equipo de cribado fino cuenta con una capacidad hidráulica definida y puede sufrir los flujos picos de proyecto (ausencia de regulación).

Cabe indicar que la etapa de tratamiento primario (ANEXO 11: Imagen 4) es una fuente de olores y constituye un riesgo sanitario considerando la propagación posible de elementos patógenos a la atmósfera (hepatitis, salmonella, bacterias y virus, etc.). Las partículas de agua residual bruta pueden viajar varios cientos de metros. Constituye un riesgo directo para los operadores y un riesgo potencial para los huéspedes y el personal del hotel. Favor de referirse al manual de seguridad presentado en ANEXO 6.

I-2 Ausencia de regulación hidráulica

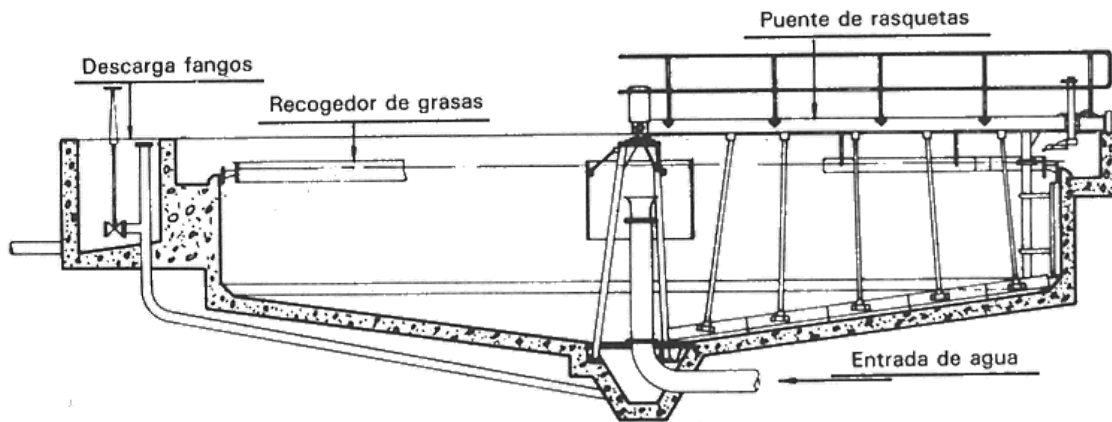
La regulación hidráulica es primordial para un proceso de tratamiento de tipo continuo. Los flujos picos de proyecto incrementan la carga hidráulica sobre los clarificadores dejando escapar lodos al pozo con un severo impacto sobre la calidad del agua descargada.

I-3 Carencias en oxígeno disuelto en reactor biológico

Al inicio del estudio, las mediciones en el reactor biológico revelaron severas carencias en oxígeno disuelto (ANEXO 11: Imagen 5). Cancelando la aportación de aire al sistema air-lift de la recirculación de lodo, se logró incrementar la concentración de oxígeno disuelto en el reactor alcanzando 3 mg O₂/L (ANEXO 11: Imagen 6) con solo 150 mg/L de lodo. Se recomienda una concentración de oxígeno disuelto incluida entre 2.5 y 4 mg O₂/L para una correcta eficiencia del medio biológico.

I-4 Diseño inadecuado de clarificadores

El diseño convencional de un decantador (circular) debe integrar una zona deflectora central para no afectar la calidad de la fracción clarificada que se descarga en los vertedores perimetrales. Un brazo rotatorio permite colectar el lodo decantado en el fondo para su recirculación hacia el reactor biológico.



Los clarificadores existentes no permiten una clarificación eficiente con un riesgo de flotación y de escape de lodo (ANEXO 11: Imágenes 7 y 8).

I-5 Descontrol de la recirculación de lodo

La recirculación actual de lodo de un clarificador hacia el reactor biológico procede por diferencial de presión (línea de aeración de los reactores). Esta técnica presenta un interés energético pero la desventaja de no poder mantener constante el flujo de recirculación de lodo. En caso de una recirculación muy lenta, se incrementa la cama de lodo en el clarificador con el riesgo de un escape de lodos. En caso de una recirculación muy rápida, incrementa la carga hidráulica aplicada sobre el clarificador afectando la clarificación del agua. Esta técnica reduce drásticamente la capacidad de aireación en el reactor (incremento de la carga dinámica a vencer para el soplador).

Recordamos que la falta de regulación hidráulica en inicio de proceso no permite amortiguar las descargas pico del hotel con un impacto severo sobre la carga hidráulica aplicada sobre un clarificador.

I-6 Incumplimiento normativo

Los resultados de análisis de descarga (efluente) presentados en ANEXO 7 revelan un incumplimiento normativo el día de muestro. El ANEXO 7 permite comparar la calidad de agua tratada con las diferentes normativas federales.

I-7 Equipos desgastados

Los equipos y materiales presentan un estado avanzado de degradación o se encuentran fuera de operación:

- el segundo soplador se encuentra fuera de servicio,
- la tubería en acero galvanizado de la PTAR presenta un desgaste avanzado debido a la corrosión con existencia de fugas y de varias válvulas rotas (ANEXO 11: Imágenes 9 a 12),
- no fue posible verificar el estado de los difusores de micro-difusión. La vida útil de los mismos es generalmente incluida entre 4 y 5 años. El hecho de contar con un solo tren de tratamiento hace muy difícil proceder al cambio.

I-8 Contexto operativo peligroso

Los equipos y materiales presentan un estado avanzado de degradación o se encuentran fuera de operación:

- los gabinetes de control eléctrico de los diferentes cárcamos de bombeo y el cableado general presentan un riesgo para el personal operador (ANEXO 11: Imágenes 13 a 17),
- el local de tratamiento primario no cuenta con ventilación forzada con riesgos de inhalación de gases orgánicos (ácido sulfhídrico) y de elementos patógenos.

Adjuntamos como ANEXO 6 un manual de seguridad relativo a los riesgos inherentes a la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

II- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESO

Para los efectos de cálculos de optimización, se considera:

- un flujo diario de hasta 797 m³ por día (\pm 9 LPS),
- las concentraciones del influente (análisis acreditados) presentadas en el ANEXO 3,
- el objetivo de la norma NOM-003 para una reutilización del agua tratada en riego.

Les invitamos a considerar el ANEXO 8 (datos técnicos de dimensional) y el ANEXO 9 (diagrama de flujo de propuesta técnica de optimización) para facilitar el entendimiento de la parte siguiente.

II-1 Tratamiento primario

II-1.1 Cribado grueso

Rejillas en acero inoxidable aseguran la retención de desechos de un tamaño superior a 1.5-2 cm. El cribado grueso procede previamente a la incorporación del agua residual a un nuevo tanque de regulación. Tapas herméticas en acero inoxidable evitan la propagación de olores en la zona. El cribado grueso puede recibir el flujo instantáneo de todos los equipos de bombeo de proyecto. El diseño hidráulico debe permitir cribar un mínimo de 50 LPS (litros por segundo).

II-1.2 Regulación y homogeneización

II-1.2.1 Amortiguar los flujos picos de proyecto

La regulación de flujo es primordial para asegurar el control de la carga hidráulica sobre los clarificadores. Se considera un flujo promedio de proyecto de 9.2 LPS con un factor de flujo pico de 3.5, es decir un flujo pico de proyecto de hasta 32.2 LPS. Usualmente, el sector hotelero cuenta con tres flujos picos por día de una duración de hasta 120 minutos.

El tanque de regulación contará con un volumen útil mínimo de 162 m³.

El equipo de regulación bombea un flujo controlado de 9.2 LPS considerando una carga total dinámica incluida entre 4 y 10 m (variable según la pérdida de carga específica del cribado fino seleccionado por el cliente). Un medidor de flujo de tipo electromagnético permitirá al operador controlar y regular el flujo de alimentación del reactor mediante una válvula de tipo esfera.

El control de arranque del equipo de regulación deberá proceder de forma automatizada mediante sensores de nivel especiales para aguas residuales. La altura de los sensores de nivel deberá poder ajustarse. Un sensor de nivel bajo apaga el equipo de regulación, un sensor de nivel alto arranca el equipo de regulación, un sensor de seguridad indica un sobre nivel anormal.

Para asegurar la continuidad operativa se recomienda considerar un equipo auxiliar de bombeo instalado en dúplex. El sistema operativo permite un alternado de arranque entre equipos y un arranque preferencial en caso de falla de uno de los 2 equipos (relevador inteligente). Se contempla la colocación en salida de equipos de válvulas anti-retorno (check). Nota: se deberá considerar la pérdida de carga específica generada por la válvula para no afectar el flujo de bombeo/regulación.

II-1.2.2 Homogeneización

El tanque de regulación homogeneiza y neutraliza el pH del influente. El tirante de agua en el tanque de regulación se mantiene entre 0.5 y 0.7 m.

II-1-3 Cribado grueso y/o fino

Para facilitar la integración y la operación, recomendamos la integración de 3 muebles de cribado fino modelo Separ Pro P[®] con paso de sólidos de 3 mm y una capacidad unitaria de hasta 5 LPS por unidad. Separ Pro P[®], evita la propagación de elementos patógenos y de olores a la atmósfera. Permite reducir drásticamente el tiempo de operación del operador. El mueble en acero inoxidable cuenta con un cierre hermético y un filtro de carbón activado como respiradero.



En caso de preferir un sistema de cribado fino convencional (tipo hidro-tamiz), las rejillas deberán ser de un material resistente a la corrosión (acero inoxidable de preferencia). El conjunto deberá ser diseñado para facilitar las condiciones operativas y poder evitar el derrame de aguas residuales sin tratar en la zona operativa. El cribado fino es diseñado para recibir un flujo mínimo de 9.2 LPS.

II-1.4 Retención de arenillas (desarenado)

Un canal de desarenado de flujo horizontal se diseña considerando una velocidad de 0.3 m/s y un flujo de alimentación de hasta 9.2 LPS. El canal integra un sistema de vaciado para facilitar el retiro manual de arenillas acumuladas en el fondo. Un bypass permite desviar temporalmente el agua cribada hacia el tanque de distribución para permitir el retiro de las arenillas.

II-2 Tratamiento secundario

El volumen del reactor biológico existente permite una estancia hidráulica de 16 horas (aprox.). Se presentan a continuación las condiciones técnicas requeridas para el proceso de tratamiento biológico de tipo lodos activados.

II-2.1 Reacción o tratamiento biológico

II-2.1.1 Carga másica y carga volumétrica

El cumplimiento normativo obliga a alcanzar una remoción sobre la DBO₅ (carbono) superior a 94 %.

Se considera una carga másica (F: M) de 0.2 (Kg DBO₅/kg MV). Una edad de lodo de 11 días y una carga volumétrica de 0.51 (Kg DBO₅/m³). Con un indicio de Mohlman calculado en 155 mL/g, el volumen decantado de lodo óptimo será de **291 mL/L**.

II-2.1.2 Requisitos en oxígeno

Se calcula una demanda de 272 kg de O₂ para el tratamiento del carbono y una demanda de 174.3 kg de O₂ para la nitrificación.

II-2.1.3 Requisitos en aire

Se calcula una demanda real de aire de **1,491 m³ por hora**. El cálculo contempla:

- el tiempo de estancia en los reactores,
- el tirante de agua sobre el medio de difusión de aire,
- la temperatura ambiente del aire y la altura de ubicación del proyecto (NSM),
- el coeficiente global de transferencia del medio de difusión.

II-2.1.4 Capacidad y diseño del medio de difusión

Nota importante: No se pudo comprobar el número de difusores instalados, tampoco el diseño de la red de aireación. El cliente indica que se colocaron difusores de micro-difusión de 12” de diámetro. La capacidad unitaria máxima de este tipo de difusor es de 8.3 Nm³/hora. Considerando una densidad teórica de un difusor por metro cuadrado (212 m² en el reactor) la capacidad de aireación sería de 1,759 Nm³/hora. Es decir, una capacidad hipotéticamente superior al flujo de aire requerido.

El oxígeno disuelto deberá mantenerse entre 3 y 5 mg O₂/L en los reactores biológicos.

II-2.1.5 Capacidad y características de soplador para reactores biológicos

Debido a la carga dinámica relativamente baja, se recomienda el uso de soplador de tipo regenerativo en aluminio. Comparado con sopladores de lóbulos, un soplador regenerativo requiere menos mantenimientos preventivos tales como: cambio de aceite, cambio de bandas, engrasado.

Se deberá suministrar un mínimo de **1,500 m³ por hora** (condiciones reales) a una presión de **350 mbar**.

El equipo existente (20 HP) cuenta con una capacidad de 900 Nm³/hora. Se deberá colocar un segundo equipo para permitir suministrar el volumen de aire requerido: capacidad adicional mínima de 600 Nm³/hora.

Cada soplador cuenta con un arrancador suave para permitir una operación continua o discontinua para adaptarse a la ocupación del hotel y reducir, en su caso, el consumo energético.

II-2.2 Clarificación físico-química

II-2.2.1 Carga hidráulica aplicada sobre clarificadores

La carga hidráulica sobre un clarificador no debe exceder 0.8 a 1 m³/m²/h. Con una carga másica de 0.2 (Kg DBO₅/kg MV), se recomienda un tiempo de estancia hidráulica en un clarificador inferior a 90-100 minutos. **Los volúmenes y superficies de los cuatro clarificadores permiten cumplir con estos requisitos técnicos** (9.2 LPS de alimentación + 9.2 LPS de recirculación de lodo).

II-2.2.2 Flujo de alimentación y flujo de recirculación de lodos

La regulación y el control de flujo son primordiales para evitar el escape excesivo de lodos de los reactores.

El lodo decantado en cada clarificador se recircula hacia el reactor. Cada equipo deberá tener una capacidad de bombeo similar, es decir de 2.25 LPS por unidad (flujo de alimentación del reactor de 9 LPS).

II-2.2.3 Dosificación de coagulante

Recordamos que la eficiencia de clarificación del decantador será muy relativa debido a la falta de un sistema mecanizado de colecta central del lodo. Razón por la cual, se debe considerar una decantación físico-química.

Las pruebas tipo “Jar Test” realizadas en campo (ANEXO 10) comprueban una clarificación eficiente a partir de **20 a 30 mg/L de coagulante** en condiciones estables. Las pruebas fueron realizadas con un coagulante a base de sales metálicas trivalentes de aluminio (Clari Pro ®). La dosificación en línea de un coagulante permite una mejor clarificación (potencial zeta) y la remoción del fósforo por precipitación química.

El equipo de dosificación de coagulante contará con una capacidad mínima de 24 GPD (Galones Por Día). La dosificadora trabaja conjuntamente con el equipo de bombeo de alimentación al reactor biológico.

II-3 Tratamiento terciario

II-3.1 Filtración terciaria

El tanque de contacto recibe por gravedad el agua clarificada de los decantadores. Una bomba sumergible alimenta 4 filtros de zeolita de 36” marca Hayward o similar. Cada filtro cuenta con una superficie de 0.66 m². El rango de flujo para cada filtro es incluido entre 4 y 8 LPS. El flujo de retrolavado por cada filtro se mantiene en un rango de 5 a 9 LPS. Cada filtro cuenta con una válvula de servicio para el retro-lavado. Cada filtro se retrolava por separado. El agua de lavado de los filtros se descarga al tanque de regulación.

El equipo permite bombear un flujo mínimo de 9 LPS con una carga total dinámica de hasta 30 m. Dos sensores permitirán el arranque y paro automático del equipo. Un sensor de presión permite la interrupción del equipo en caso de sobre-presión sobre los filtros. Una alarma local y/o remota de sobrepresión indica al operador de la necesidad de retro-lavar.

Se mantiene el bombeo de seguridad (bombas existentes) hacia el pozo.

II-3.2 Desinfección

Para reducir el consumo de cloro y asegurar una mayor remanencia, se recomienda dosificar posteriormente a la filtración. Recomendamos la dosificación de hipoclorito de sodio. El

poder de oxidación no es tan potente comparado con el hipoclorito de calcio, pero permite mantener una concentración de cloro residual libre más constante con menos afectación del pH.

Para asegurar un cloro residual remanente incluido entre 1.5 y 2 mg/L, una dosificación de 6 a 9 mg/L de cloro puro es requerido (superación del break-point de cloración). El equipo de dosificación cuenta con una capacidad mínima 24 de GPD. La tubería de la línea de dosificación será preferencialmente de poliuretano.

La dosificadora trabaja conjuntamente con el equipo de bombeo del tanque colector de agua clarificada que alimenta los filtros terciarios.

II-4 Tratamiento de lodos

II-4-1 Balance de materia

La MS (Materia Seca) es un concepto que permite comparar cantidades de materia en un sistema biológico (concepto de laboratorio). El cálculo de balance de materia (ANEXO 8) indica una producción promedia diaria superior a **142 kg de MS**.

En la práctica, el lodo es principalmente constituido de agua. Todo el éxito del tratamiento del lodo va a depender de nuestra capacidad a lograr separar la materia sólida del agua (o de la fase líquida). El lodo de un estabilizador o digestor debe alcanzar una concentración mínima de **20 a 25 g/L**, es decir, una concentración 10 a 15 veces superior comparado a la concentración de lodo en un reactor biológico. El hecho de concentrar más permite reducir el volumen de lodo a extraer del sistema de tratamiento.

II-4-2 Estabilización del lodo

En condiciones aeróbicas, la estabilización del lodo requiere entre 15 y 20 días de estancia. Considerando una concentración de lodo incluida entre 20 y 25 g/L se requiere de un volumen mínimo de 40 a 45 m³. El estabilizador existente cuenta con un volumen útil de 37.5 m³. Se mantiene como estabilizador de lodo. El suministro de aire procede mediante difusores de macro-burbujas marca SSI modelo CAP o similar de una capacidad unitaria de 7 a 10 Nm³/h. Se considera una densidad superior a un difusor por metro cuadrado. La alimentación de aire se subdivide en 3 zonas mínimo y 3 válvulas permiten regular y homogeneizar la aeración en el estabilizador. Debido a la temperatura del aire comprimido (hasta 120 grados Celsius), la tubería no sumergida en agua se considera en plástico tipo CPVC con válvulas de regulación metálicas. La temperatura y la humedad del aire (vapor) en la línea de aire hacen preferible

el uso de CPVC o de acero inoxidable en su caso. Las redes de aeración son fijadas con material de acero inoxidable AISI 304.

El oxígeno disuelto en el estabilizador de lodos deberá mantenerse entre 1 y 2 mg O₂/L. Para esta aplicación, se recomienda el uso de un soplador de tipo regenerativo en aluminio marca FPZ o similar. El equipo suministrará aire a los 15 difusores de macro-difusión del estabilizador. El equipo debe poder suministrar un mínimo de **150 m³ por hora** a una presión de **350 mbar**.

El cálculo de presión contempla:

- el tirante de agua sobre el medio de difusión,
- las pérdidas de carga de la línea de aire incluyendo los difusores.

II-4-3 Espesado del lodo

Posteriormente a un tiempo de decantación de 60 a 90 minutos sin aeración, la fracción clarificada se vierte por bombeo (bomba de achique de tipo portátil) en el tanque de regulación. Este procedimiento permitirá concentrar gradualmente el lodo en el estabilizador para alcanzar una densidad de hasta 25 g/L.

II-4-4 Purga de lodo estabilizado

Una toma externa al tanque de 2 pulgada mínimo facilita la purga del estabilizador desde la viabilidad mediante la contratación de un servicio de pipas.

II-5 Controles y locales

II-5-1 Modo operativo y protecciones

El tablero de control permite una operación automática o manual del proceso considerando los requisitos técnicos anteriores. Cada equipo cuenta con una protección de tipo industrial.

II-5-2 Ahorro energético

Los sopladores (80% del consumo energético de la PTAR) pueden trabajar por tiempos y cuentan con arrancadores suaves para permitir al cliente reducir los consumos energéticos acorde a proceso y/u ocupación del hotel.

II-5-3 Local de control y gabinetes

El local de control debe ser independiente y de preferencia contemplar un aire acondicionado (10,000 BTU) para facilitar el enfriamiento de los elementos eléctricos / electrónicos. El o los gabinetes de control eléctrico son preferencialmente de poliéster y de tipo IP 66 debido al entorno altamente corrosivo.

II-5-4 Cuarto de sopladores

Para incrementar la vida útil de los sopladores, el diseño del local debe permitir una circulación correcta del aire para enfriar los motores. Un extractor de aire permite una ventilación forzada. El volumen de ventilación del local debe ser 2 a 3 veces mayor al potencial de aeración total. Para el extractor, se recomienda materiales de tipo aluminio para incrementar la vida útil del equipo.

II-6 Costo operativo estimado

El costo operativo estimado de la propuesta de optimización (en base a 797 m³/día) sería inferior a **\$ 2.6 pesos/m³** tratado (incluye electricidad + químicos + consumibles). Favor de referirse al ANEXO 8 (página 11).

CONCLUSIÓN

En base al estudio técnico realizado, se presenta por separado una propuesta económica (planos ejecutivos + equipamiento) de optimización de la PTAR existente para alcanzar una capacidad de tratamiento de hasta 9 LPS.

Por otra parte, les invitamos a considerar **una segunda opción** que consistiría en convertir la PTAR actual en tanque de regulación general (proyecto completo) y considerar nuevos trenes de tratamiento en etapas. Esta opción presenta varios beneficios:

- aprovechar la inversión realizada recuperando la obra civil existente,
- no gastar en una optimización temporal,
- contar con una alternativa técnica en caso de daño a la red de aireación existente asegurando una mejor flexibilidad operativa.

Estaremos entregando dos propuestas económicas distintas para su valoración.

ANEXO 1 – DIAGRAMA DE FLUJO DEL EXISTENTE

ANEXO 2 – CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL BRUTA

**ANEXO 3 – RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO
(AGUA RESIDUAL BRUTA)**

ANEXO 4 - FLUJOS

ANEXO 5 – OBJETIVOS NORMATIVOS

ANEXO 6 – MANUAL BÁSICO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN PTAR

ANEXO 7 – CALIDAD DE AGUA TRATADA Y NORMATIVA

ANEXO 8 – DATOS TÉCNICOS DE DIMENSIONAL

**ANEXO 9 – DIAGRAMA DE FLUJO, PROPUESTA TÉCNICA DE
OPTIMIZACIÓN**

ANEXO 10 – PRUEBAS DE COAGULACIÓN

ANEXO 11 – GALERÍA FOTOGRÁFICA