MEMORIA DE CÁLCULO

SISTEMA DE BIOFILTRO PARA ABATIMIENTO DE EMISIONES ODORANTES

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

"Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray"

OCTUBRE 2026

1. Antecedentes y objetivo

La presente memoria tiene por objeto establecer la base de cálculo del sistema de captación y tratamiento de aire odorante mediante biofiltración, en respuesta a la observación 1.4.11 de la Adenda. Para ello se utilizan las superficies emisoras y tasas de emisión de referencia incorporadas en la modelación actualizada, distinguiendo entre: (i) la carga técnica que debe considerar el sistema de biofiltración para las unidades conectadas y (ii) el inventario conservador utilizado para la modelación de dispersión de olores.

Esta distinción es necesaria porque, para efectos de modelación, el Titular mantiene algunas fuentes sin abatimiento con el objeto de representar un escenario más desfavorable, aun cuando determinadas unidades formen parte del sistema físico de captación de aire odorante.

2. Fuentes y tasas de emisión de referencia

Las tasas de emisión se adoptan de acuerdo con la homologación definida en la modelación actualizada respecto de fuentes equivalentes de la PTAS Pucón. La homologación considerada es la siguiente:

Tabla 1 Detalle fuentes homologadas

Fuente del Proyecto	Fuente homóloga PTAS Pucón
Canaleta Parshall	Galpón de pretratamiento
Cámara de contacto	Cámara de contacto
Estanque acumulador de lodos	Espesador de lodos
Reactores SBR con abatimiento	Reactor SBR
Cámara de rejas	Galpón de pretratamiento
Puerta galpón de deshidratado de lodos	Espesador de lodos

3. Configuración del sistema de biofiltración

El Proyecto considera un único sistema centralizado de biofiltración. El biofiltro podrá estar conformado por uno o más módulos dispuestos en paralelo o superpuestos, siempre que funcionen como un sistema integrado, reciban el aire captado desde las unidades definidas y aseguren una eficiencia mínima de remoción de olor de 90%, cabe mencionar que los fabricantes estiman una remoción mayor, pero para efectos de la evaluación se consideró un % conservador.

Las unidades conectadas al sistema de captación corresponden al pretratamiento, estanque acumulador de lodos, cuatro reactores SBR encapsulados y galpón de deshidratación de lodos. La cámara de contacto se

mantiene fuera de este sistema. La puerta del galpón se representa separadamente en la modelación y sin abatimiento, como parte del criterio conservador descrito más adelante.

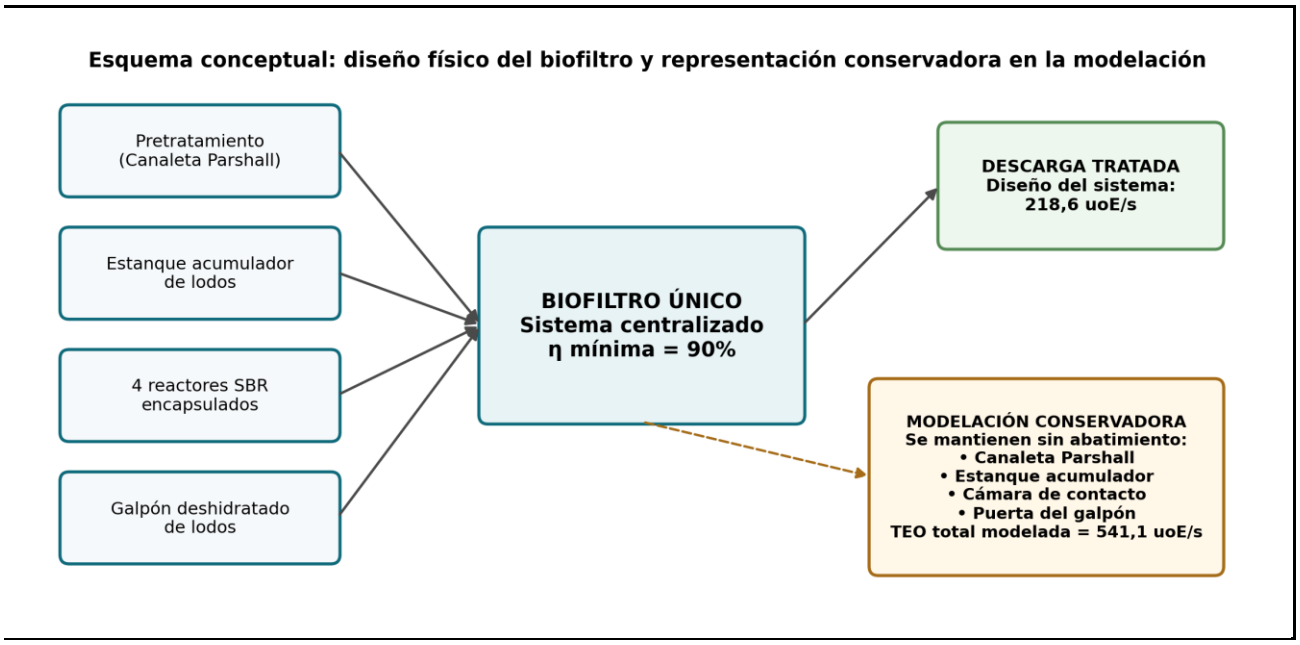

Figura 1. Esquema conceptual del sistema y criterio conservador de modelación.

4. Estimación de la carga odorante del biofiltro

Para cada fuente, la tasa de emisión de olor sin control se calcula mediante:

$$TEO_i = FE_i \times A_i$$

Donde TEO_i corresponde a la tasa de emisión de olor de la fuente i (uoE/s), FE_i al factor de emisión (uoE/m²·s) y A_i al área emisora (m²).

Para el balance técnico del biofiltro se consideran las siguientes corrientes conectadas:

Tabla 2 Fuentes conectadas al biofiltro

Fuente conectada	Área (m²)	FE (uoE/m²·s)	TEO bruta (uoE/s)
Pretratamiento – Canaleta Parshall	3,80	44,10	167,6
Estanque acumulador de lodos	25,00	2,90	72,5
Cuatro reactores SBR encapsulados	968,00	2,00	1.936,0
Galpón deshidratado – fuente captada	3,54	2,90	10,3

TEO entrada biofiltro = 167,6 + 72,5 + 1.936,0 + 10,3 = 2.186,3 uoE/s

Considerando una eficiencia mínima de remoción de 90%:

TEO salida biofiltro = 2.186,3 × (1 − 0,90) = 218,6 uoE/s

Remoción mínima = 2.186,3 − 218,6 = 1.967,7 uoE/s

5. Inventario conservador utilizado en la modelación

Para la evaluación de dispersión de olores se mantiene la premisa de representar un escenario más desfavorable. Por ello, algunas fuentes que operacionalmente se encuentran vinculadas al sistema de captación se modelan sin aplicar abatimiento. La Tabla 2 reproduce el inventario utilizado para la modelación:

Tabla 2. Estimación de emisión odorante utilizada en la modelación

Código / fuente	Área de emisión (m²)	Emisión de referencia (uoE/m²·s)	% abatimiento	TEO final (uoE/s)	% TEO
SRC_1: Canaleta Parshall	3,80	44,10	0%	167,6	30,97%
SRC_2: Cámara de contacto	87,90	0,60	0%	52,7	9,74%
SRC_3: Estanque acumulador de lodos	25,00	2,90	0%	72,5	13,40%
SRC_4: Biofiltro (cuatro reactores SBR)	968,00	2,00	90%	193,6	35,78%
SRC_4: Biofiltro (galpón de deshidratado de lodos)	3,54	2,90	90%	1,0	0,18%
SRC_5: Puerta galpón deshidratado de lodos	18,50	2,90	0%	53,7	9,92%

TEO total modelada = 541,1 uoE/s

En esta representación se mantiene con 0% de abatimiento la Canaleta Parshall, el estanque acumulador de lodos, la cámara de contacto y la puerta del galpón de deshidratado. El 90% de abatimiento se aplica únicamente a las fuentes denominadas "Biofiltro (cuatro reactores SBR)" y "Biofiltro (galpón de deshidratado de lodos)".

Por tanto, la TEO de 541,1 uoE/s se conserva como valor de entrada a la modelación de dispersión y no se reemplaza por la emisión tratada teórica del conjunto de unidades conectadas al biofiltro.

6. Criterio de dimensionamiento hidráulico

La TEO permite establecer el desempeño ambiental mínimo requerido, pero el dimensionamiento geométrico del biofiltro debe definirse en función del caudal de aire captado desde las unidades confinadas. Para cada corriente:

$$\mathbf{Q_i = V_i \times N_i}$$

Donde Q_i corresponde al caudal de extracción (m^3/h), V_i al volumen efectivo del recinto o unidad encapsulada (m^3) y N_i al número de renovaciones de aire por hora. El caudal total de diseño será la suma de los caudales parciales de las unidades conectadas.

Una vez definido el caudal total, el volumen de medio filtrante deberá verificarse mediante el tiempo de residencia de lecho vacío (EBRT):

$$\mathbf{Vlecho = Q \times EBRT}$$

y la superficie del biofiltro podrá determinarse a partir de la altura efectiva de lecho:

$$\mathbf{Abiofiltro = Vlecho / Hlecho}$$

La ingeniería de detalle deberá verificar, como mínimo: caudal de extracción, número de renovaciones por hora, EBRT, altura y material del lecho, pérdida de carga, distribución homogénea del aire, humedad, pH, temperatura, presión negativa en las unidades confinadas y accesibilidad para mantenimiento. La eventual disposición de módulos superpuestos deberá conservar estos parámetros de diseño y no podrá disminuir la eficiencia mínima comprometida de 90%.

7. Criterios de operación y verificación

Durante la operación, el sistema deberá asegurar la captación continua de aire desde las unidades conectadas y su conducción al biofiltro antes de la descarga a la atmósfera. La operación deberá considerar inspección periódica del sistema de extracción y ductos, control de humedad del medio filtrante, verificación de pérdida de carga y revisión de las condiciones que puedan afectar la actividad biológica del lecho.

La eficiencia mínima de 90% constituye el criterio de desempeño ambiental del sistema. La modelación conservadora no modifica esta obligación técnica; únicamente representa, para fines de evaluación, una condición de emisiones más desfavorable que la esperada bajo operación normal del sistema completo.

8. Conclusiones

El Proyecto contempla un único sistema centralizado de biofiltración para el pretratamiento, estanque acumulador de lodos, cuatro reactores SBR encapsulados y galpón de deshidratación de lodos. Para estas corrientes, la carga odorante bruta de diseño asciende a 2.186,3 uoE/s y, considerando una eficiencia mínima de 90%, la emisión tratada equivalente corresponde a 218,6 uoE/s, con una remoción mínima de 1.967,7 uoE/s.

Para la modelación de dispersión se mantiene un enfoque conservador, aplicando 0% de abatimiento a la Canaleta Parshall, estanque acumulador de lodos, cámara de contacto y puerta del galpón. En consecuencia, la TEO total utilizada en la modelación se mantiene en 541,1 uoE/s. El dimensionamiento físico definitivo del biofiltro se cerrará en ingeniería de detalle a partir de los caudales de extracción, renovaciones de aire y EBRT, manteniendo en todo caso la eficiencia mínima comprometida de 90%.