



## DESCRIPTION

## NVBS® TECHNOLOGY

### DESCRIPCIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Proyecto: PH Canalum

Promotor: One Tribe, S.A.

Galones Promedio: 80,000 gpd

**Estudio Direcccionado a:  
Estudios de Impacto Ambiental,  
MIAMBIENTE, MINSA e Ingeniería Municipal**

Rev. 2025

## Contenido

1.	Descripción del proyecto .....	4
1.1.	Descripción Tecnología NVBS®.....	4
1.1.1.	Descripción de cada elemento del sistema de tratamiento.....	7
a)	Tanque de Homogenización .....	7
b)	Pozo Reactor Profundo.....	7
c)	Tanque Decantación/Sedimentación.....	8
d)	Reactor Decantación/Sedimentación.....	8
e)	Filtro Biológico .....	8
f)	Descarga de agua tratada .....	8
g)	Cámara de rejillas o canastilla de retención .....	8
h)	Clorinador de Contacto .....	8
1.2.	Planificación.....	10
1.3.	Construcción e instalación.....	10
1.4.	Operación y Mantenimiento.....	11
1.5.	Abandono .....	12
2.	Línea Base.....	12
2.1.	Parámetros de Cálculo:.....	12
3.	Problemas ambientales críticos generados la PTAR .....	13
3.1.	Impactos positivos y negativos .....	13
3.1.1.	Cinética del Proceso.....	13
3.1.2.	Eficiencia de la Planta .....	14
3.1.3.	Consumo de Energía .....	14
3.1.4.	Consumo de Químicos .....	14
3.1.5.	Aporte y/o Volumen de Almacenamiento de Lodos .....	15
3.2.	Posibles impactos y riesgos ambientales .....	15
3.2.1.	Etapa de Construcción .....	15
3.2.2.	Etapa de Operación.....	17
3.2.3.	Etapa de Abandono.....	18
4.	Mitigación.....	18



---

## WASSER BIOTECH, INC.

San Francisco, Panamá  
Email: [wasser@wasserbiotech.com](mailto:wasser@wasserbiotech.com)  
- [www.wasserbiotech.com](http://www.wasserbiotech.com) -

## 1. Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en el **TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES** de **Proyecto PH Canulum**, de la empresa promotora One Tribe, S.A. mediante la construcción de una planta de tratamiento biológico con la tecnología NVBS® de lodos activados, con remoción biológica de nutrientes con el fin de ajustar los parámetros de calidad de las aguas a valores por debajo de la norma.

El Proyecto PH Canulum se desarrollará en un área de 10 ha (7,907.27 m<sup>2</sup>) ubicado en Venao, Pedasi, y a su vez, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ocupará 250 metros cuadrados, de los cuales 200m<sup>2</sup> corresponden a tanques soterrados que pueden tener tránsito en su superficie.

El área de influencia directa consiste en el lote de construcción. La zona de influencia indirecta incluye las playas de Venao y río de descarga de efluente.

El proyecto de construcción Consiste en una etapa única a terminarse antes de la finalización del proyecto PH Canulum. La vida útil del proyecto se estima en 50 años.

La PTAR cuenta con una línea única de tratamiento, la línea de los líquidos que realiza la depuración y digestión completa de la materia conforme descrito a continuación.

### 1.1. Descripción Tecnología NVBS®

El objetivo de diseño del sistema **NVBS®** es acoger las premisas positivas y promover el tratamiento de las aguas residuales con la aplicación de técnicas que vengan a disminuir los inconvenientes provocados con la adopción de las soluciones llamadas de clásicas o convencionales.

Para evitar la ocupación de espacios y mejorar las eficiencias unitarias de cada fase del proceso se opta por la verticalización de las estructuras. La originalidad de esta solución es el aprovechamiento de la sinergia obtenida por la instalación en serie de los reactores unitarios, generando una cinética peculiar de reciclo total de los elementos a ser tratados, hasta su completa neutralización.

Este sistema es dimensionado conforme las características y el caudal de las aguas residuales a ser tratadas. Son estas características que determinan el tratamiento preliminar; el volumen del tanque de mezcla; la profundidad del flotador y su diámetro, que son proporcionales al período necesario para que se completen las reacciones en su interior; el tamaño del equipo de separación de

las fases sólida, líquida y gaseosa que salen del flotador, aquí llamado de disipador de energía; y el filtro biológico de salida.

Se inicia el proceso con la remoción de materiales groseros a través de rejillas y, si hay necesidad, separadores de aceites y grasas, separadores de arenas, tamices, acondicionadores químicos, sin embargo, esos equipos son específicos a cada tipo de aguas residuales y la necesidad de aplicación de uno o más de ellos deberá ser determinada conforme las características de las aguas servidas. Esta fase es denominada “Tratamiento Preliminar” y hace parte del estudio de aplicación.

Las aguas residuales son introducidas al tanque de mezcla y mezcladas con la materia orgánica diluida en el medio líquido contenido en este tanque. En el interior del tanque de mezcla se promueve un movimiento de circulación por la introducción de aire comprimido por difusores dispuestos en el fondo. Esta circulación es controlada por la cantidad y por la diferencia de volumen de aire injectado por los difusores para hacer la homogeneización de las aguas residuales afluentes con el contenido presente en el tanque de mezcla y con las partículas finas que son expulsadas del interior del flotador.

A continuación, la mezcla es conducida al flotador contiguo al tanque de mezcla, donde el aire es introducido por compresores y distribuido por tubería a lo largo del reactor. La materia orgánica de las aguas residuales, en presencia del aire, se aglutina y forma flojos en suspensión, los cuales sirven de núcleo de soporte para la proliferación de bacterias y otros microorganismos presentes en las aguas residuales. Esta biomasa es mantenida y reciclada en el interior del tanque de mezcla por los dispositivos de reciclo.

En el interior del tanque de mezcla, la mixtura se mantiene en movimiento en función del efecto de ascensión de las burbujas de aire liberadas por difusores de aire. Este movimiento permite la exposición de todos los materiales en suspensión en el medio líquido al efecto oxidante del aire, que puede ser enriquecido con otros gases externamente.

Los productos liberados por la biomasa son incorporados al medio líquido y actúan de manera controlada, que regula el caudal de aire introducido en el flotador. Este aire es disuelto en la masa líquida permitiendo la realización de las reacciones deseadas.

Instalado en el interior del flotador está el tubo extractor que consiste en una tubería extractora con una bomba de densidad. La bomba de densidad recoge y aspira los materiales sedimentados y los transporta para el filtro biológico especialmente desarrollado que separa y clasifica los sólidos por su densidad y libera el aire disuelto que hace parte del proceso.



El único equipo que tiene partes móviles sujetas al desgaste es el compresor de aire, pero está instalado externamente a los reactores del proceso de tratamiento, no teniendo, por tanto, contacto con las aguas residuales.

Los bombeos hidráulicos son realizados por bombas de densidad comandadas por aire comprimido y tampoco tienen piezas móviles. Son calculadas para atender a los volúmenes de circulación y de reciclo.

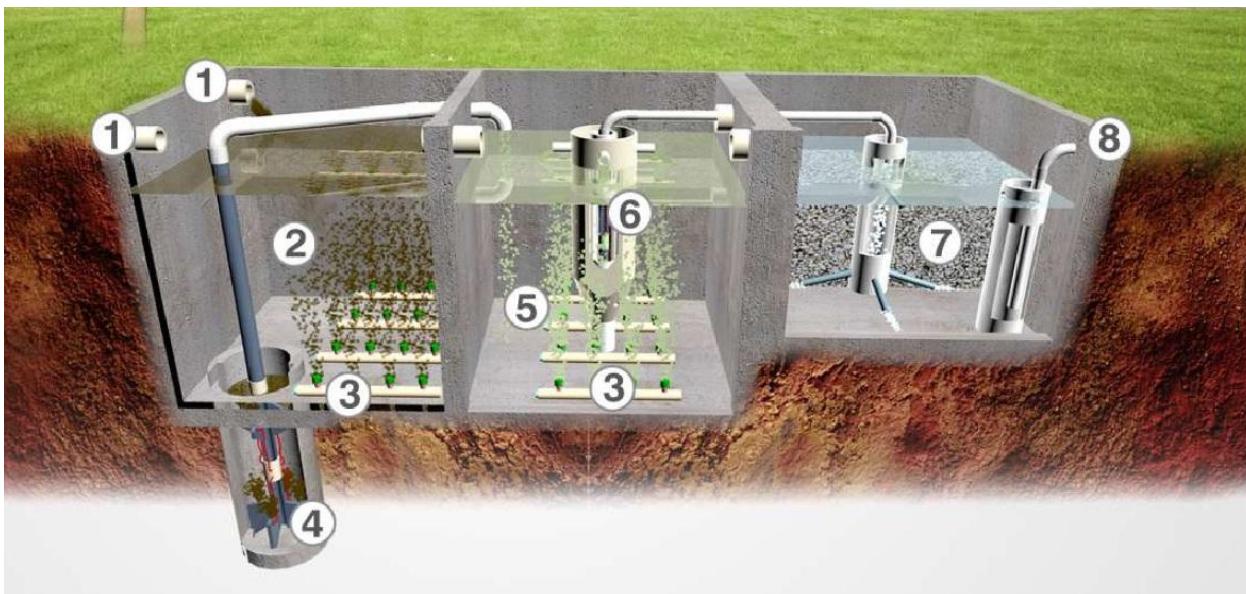
Los difusores inmersos son del tipo micro-porosos y pueden ser fabricados con diversas materias primas, conforme requerido por el tipo de tratamiento. Normalmente son especificados difusores plásticos de polietileno de ultra-alta densidad.

Se debe destacar que esta planta de tratamiento de aguas residuales, por su dimensión, puede ser instalada próxima a la fuente generadora de contaminantes y su implantación necesita menor cantidad de servicios de construcción civil y montaje electromecánico. La construcción es relativamente sencilla, pues utiliza técnicas de construcción dominadas por la ingeniería de construcción civil.

La arquitectura del sistema de tratamiento ofrece recursos de ocupación de espacios en la superficie adecuados para la integración en el paisaje urbano y el proceso aeróbico utilizado no produce olores que puedan incomodar a los vecinos.

Estas características operacionales permiten el tratamiento de aguas residuales de una forma descentralizada reduciendo los gastos con redes de colectores, interceptores y emisarios.

## 1.1.1. Descripción de cada elemento del sistema de tratamiento



- 1. Entrada del Agua residual
- 2. Tanque de Homogenización
- 3. Aeradores de Fondo
- 4. Pozo Reactor Profundo
- 5. Tanque Decantación/Sediment.
- 6. Reactor Decantacion/Sediment.
- 7. Filtro Biológico
- 8. Salida del Agua Residual Tratada

### a) Tanque de Homogenización

En el interior de este tanque se ubican difusores de aire, los cuales son alimentados por sopladores y brindan una continua inyección de aire. La agitación del agua y su mezcla con oxígeno disuelto permite una degradación de los sólidos por contacto, por interacción química, biológica, bioquímica o, entonces, por la combinación programada de dos o más efectos determinados. Los sopladores se ubicarán, debidamente protegidos, en una caseta y todo el equipo eléctrico contará con circuito propio y paneles de control.

### b) Pozo Reactor Profundo

Basado en los más profundo estudios de dinámica de partículas, lechos fluidificados, nichos biológicos y promoción de reacciones, el pozo reactor profundo utiliza de las propiedades de los microorganismos para manipular sus variables y aumentar la eficiencia de los procesos.

En el pozo reactor profundo, la acción de digestión biológica es potencializada a su máximo, resultando en una mineralización de desechos inorgánicos y control de la microbiota presente.

**c) Tanque Decantación/Sedimentación**

Como su nombre lo indica, en esta etapa del sistema de tratamiento se produce la recirculación de sólidos suspendidos degradados. Para lograr esto a cabalidad se requiere que el agua se estabilice, de tal forma que cuente con tiempo suficiente para permitir la floculación de sólidos.

El flotador presenta forma de cáliz para garantizar que los lodos livianos floten y los lodos pesados se depositen en un área limitada del fondo y pueda maximizarse el proceso de recirculación. La recirculación es, fundamentalmente, la decantación de los lodos en el fondo del cáliz para que, regresándolos al tanque de aireación por el circuito dinámico de retorno, se mantenga una concentración adecuada del material activado en el proceso.

**d) Reactor Decantación/Sedimentación**

Separa los flotantes y los regresa al tanque de aireación y bombea el agua ausente de sólidos pesados o livianos para el filtro biológico.

**e) Filtro Biológico**

Es el lecho de gravillas que sirve de soporte para la formación de una biopelícula que hace la remoción final de los sólidos disueltos contenidos o acarreados por el agua tratada.

**f) Descarga de agua tratada**

En el interior del Filtro Biológico se recoge el agua mediante un vertadero y es trasladada a la tubería de descarga. En los planos debe estar determinada la trayectoria, las cámaras de inspección y el punto de descarga.

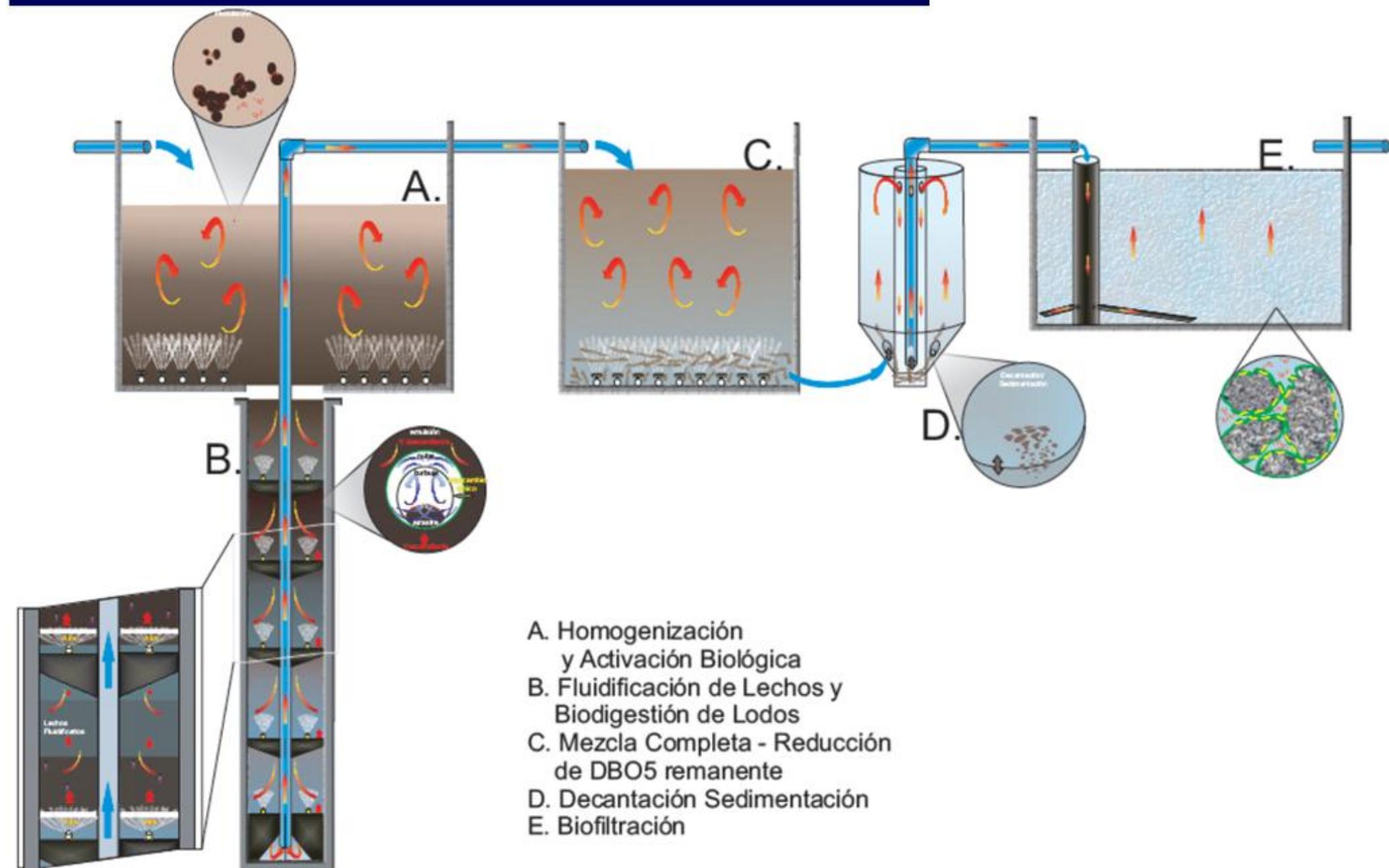
**g) Cámara de rejillas o canastilla de retención**

Para efectos de impedir la entrada a la planta de tratamiento de sólidos inorgánicos de gran tamaño, que no pueden ser degradados mediante el sistema, se dispone de esta cámara a la entrada del agua cruda. Sirve para impedir la entrada de arenas, materiales seleccionados oriundos de la producción u otros productos incompatibles con el proceso de degradación aeróbico.

**h) Clorinador de Contacto**

Es un dispositivo que permite la disolución de cloro en pastillas en un tanque de salida.

# DIAGRAMA DE FLUJO



### Otros sistemas y obras complementarias

La planta de tratamiento contará además con los sistemas internos de agua potable y obras complementarias como:

- iluminación de áreas internas
- caseta de máquinas (sopladores, compresores y controladores)

### 1.2. Planificación

Describirá los procesos desarrollados en la etapa de construcción, funcionamiento y cierre del proyecto, incluyendo Cronograma de Actividades del Proyecto y Mano de Obra Requerida:

- La etapa de construcción contempla las obras de ingeniería civil con la construcción de las unidades de tratamiento de agua, de lodo y de los edificios necesarios para el funcionamiento de la planta.
- La etapa de funcionamiento es la operación y control del sistema de la planta, así como el mantenimiento de la misma. Diseños definitivos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales e informe Ambiental
- La etapa de abandono, una vez cumplido el periodo de vida de la planta se procederá a la suspensión, cierre y planteamiento de otras alternativas.

### 1.3. Construcción e instalación

El proyecto de la planta de tratamiento es completo y prevé la condición **LLAVE EN MANOS**, lo que significa que la planta es entregada al gestor en perfectas condiciones operacionales.

Las principales actividades previstas para la etapa constructiva de la Planta se indican a continuación:

- Entrada y salida de vehículos y equipo de construcción
- Conformación de plataformas, labores de corte y relleno, desalojo de escombros
- Construcción de campamentos, dotación de agua potable y disposición de excretas
- Construcción de obras para evitar daños
- Transporte de materiales, suministros y herramientas
- Excavaciones para las obras civiles, desalojo de escombros y material sobrante
- Construcción de obras civiles, hidráulicas y de acceso

- Transporte y bodegaje de equipos
- Instalación de equipos
- Pruebas con los equipos y de arranque de la planta de tratamiento
- Generación de residuos sólidos y aguas servidas.
- Señalización integral de la planta de tratamiento

#### **1.4. Operación y Mantenimiento**

La responsabilidad de la PTAR es tratar las aguas negras del proyecto, desde el punto exacto de suministro de entrada a la planta de tratamiento, hasta el desagüe en el punto de salida del agua tratada para su recolección.

Las principales actividades estimadas para la etapa operativa se sintetizan a continuación:

- Entrada y salida de vehículos para las labores administrativas y operativas
- Actividades operativas para el funcionamiento de la PTAR
- Control de procesos, control de la calidad del afluente y efluente
- Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones
- Generación de residuos sólidos y residuos especiales

La concepción del sistema ofrece ventajas cuanto la operación y el mantenimiento, generando factores de costo atractivos que deben ser llevados a consideración en la evaluación de la razón costo beneficio el momento de se hacer la inversión.

La planta de tratamiento posee un diseño apropiado para su operación y mantenimiento, donde las estructuras son definitivas, siendo la única parte móvil el compresor de aire.

Dentro de las cámaras de decantación y homogenización no hay ningún elemento mecánico ni de metal, por lo tanto, no existen piezas móviles en contacto directo con el líquido en tratamiento y sujetas al desgaste. Estos aspectos garantizan así una larga vida útil del equipo. El reemplazo de los componentes, en caso sea necesario es sencillo, hecho por los técnicos con facilidad y rapidez.

Durante el funcionamiento de la planta de tratamiento se tiene previsto las siguientes actividades:

- Operación y control del sistema de tratamiento de agua la cual se explicó con anterioridad: Pretratamiento, Tratamiento primario y secundario, sedimentación, desinfección y descarga final.

- Mantenimiento técnico: Para tener un correcto funcionamiento de todo el sistema se tendrá un adecuado mantenimiento de las instalaciones y equipo de la planta: Operación y mantenimiento de compuertas, válvulas, sistemas de bombas, difusores; Mantenimiento de tuberías. Mantenimiento de cámaras; Mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas; Mantenimiento de caseta.

### **1.5. Abandono**

Una vez que la planta llegue a su vida útil, se procederá al cierre de las instalaciones.

- Planificación para el cierre: Se suspenderá el sistema de tratamiento y se procederá a realizar el desmontaje y transporte a chatarrización de equipos, demolición de las estructuras que ya no se consideren útiles para el nuevo uso del sitio.
- Transporte de escombros Se procederá al transporte de escombros que serán depositados en un lugar autorizado, se rellenarán los sitios en los que se ubicaban las obras profundas y se realizará la conformación de nuevas instalaciones y áreas verdes en el sitio.

## **2. Línea Base**

### **2.1. Parámetros de Cálculo:**

La planta está diseñada acorde a las especificaciones del Proyecto según las más modernas en el concepto de plantas modulares y las dimensiones están proporcionadas acorde las necesidades y uso que se le pretende dar.

Los cálculos son hechos de manera a lograr con las determinaciones de las legislaciones vigentes en términos de la ocupación del local y los parámetros de calidad de agua a ser obtenidos, considerándose los factores de seguridad y adecuación de parámetros de entrada reconocidos internacionalmente (k1 de 1.2 y k2 de 1.5).

Se utilizaron patrones de dotaciones de aguas de las bibliografías de cálculo sanitario establecidos en Metcalf & Eddy, Dziegielewski, Syed R. Qasim, Army Institute for Water Resources y otras bibliografías.

En base a información proporcionada, se consideraron las siguientes características básicas:

Infraestructura	Consumo Promedio
• 67 apartamentos tipo villa	30,000 gpd
• 100 habitaciones hoteleras	25,000 gpd
• Amenidades (salas de yoga y meditación, masajes, spa y sauna, canchas, gimnasio, parque de niños)	5,000 gpd
• Tiendas comerciales	5,000 gpd
• Auditorio	10,000 gpd
• Área Administrativa	10,000 gpd
• Restaurantes	15,000 gpd

Los valores de tasa de retorno, que es la relación entre el caudal de aguas servidas dividido por la dotación de agua es variable acorde situaciones específicas variando entre 60% a 95% con un promedio normal admisible de 80%.

Usuarios Máximo	Dotación	Retorno
1,250	100,000 gpd 15.77 m3/h	80,000 gpd 12.62

### 3. Problemas ambientales críticos generados la PTAR

#### 3.1. Impactos positivos y negativos

##### 3.1.1. Cinética del Proceso

La planta de tratamiento propuesta por nosotros trabaja aeróbicamente de modo continuo, aprovechando los efectos de aireación extendida, realizando la digestión de la materia orgánica de forma a reducir los sólidos para material inerte de poco volumen. La clasificación de los sólidos resultantes es hecha de manera automática permitiendo la reducción substancial de la carga contaminante.

La fuente de energía que moviliza las aguas servidas en tratamiento es el aire comprimido que es producido por compresores silenciosos.

El hecho que todo proceso se da en cámaras cerradas, en condiciones permanentes de oxigenación óptima, **no hay generación de olores y de gases perniciosos, ni espumas**. Otra de las ventajas es que no utiliza la introducción de reactivos químicos para la continuación del proceso.

### **3.1.2. Eficiencia de la Planta**

La eficiencia en la remoción de contaminantes para la descarga de los efluentes en los cuerpos receptores cumple con los más rígidos estándares. Por lo tanto, el desempeño de la planta atiende las normas nacionales y los requerimientos sanitarios recomendados por el Ministerio de Salud, la Autoridad Nacional del Ambiente y el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales al igual que **DGNTI-COPANIT 35-2019, DGNTI-COPANIT 39-2000, DGNTI-COPANIT 47-2000, AG-0026-2002 COPANIT que regulan la eficiencia de remoción de contaminantes en Panamá**.

El agua tratada es transparente, no emite olores y podrá ser utilizada en aplicaciones no potables como regadío, horticultura, o verterse al drenaje público sin peligro de contaminación.

### **3.1.3. Consumo de Energía**

El consumo de energía de los tanques comunicantes de la planta es mínimo, ya que la movilización de los productos a ser tratados es hecha por gravedad, y la energía aplicada es para el suministro de oxígeno en las actividades biológicas del proceso.

El consumo referencial es inferior a 3 vatios hora por galón de agua residual con potencial contaminante doméstico.

### **3.1.4. Consumo de Químicos**

En el proceso normal de tratamiento de aguas residuales domésticos de nuestra tecnología no es utilizado ninguna clase de productos o insumos de origen químico.

Todo esto resulta a un costo operacional exequible, trayendo una razón costo-beneficio imbatible, cuando se lleva a evaluación un largo período de necesidad operacional.

### **3.1.5. Aporte y/o Volumen de Almacenamiento de Lodos**

Uno de los mayores problemas en la operación de las plantas de tratamiento es el manejo de los lodos.

Debido a sus características operacionales eficientes, la planta de tratamiento hace la digestión de los lodos disminuyendo el volumen a ser desecharo en las etapas de mantenimiento programados, eliminando la necesidad de la construcción de lechos de secados.

Esto disminuye los costos de mantenimiento y elimina las influencias dañinas al entorno por los inconvenientes que representan esta remoción, trayendo una gran ventaja en la operación de la planta, además de valorizar al ambiente de la urbanización.

## **3.2. Posibles impactos y riesgos ambientales**

### **3.2.1. Etapa de Construcción**

En la etapa de construcción se identificaron 12 impactos medianamente significativos diferenciados para cada actividad. Entre los impactos en los cuales se debe tomar atención están los siguientes:

1. Alteración de la calidad de aire por presencia de material particulado, por la construcción. Se realizará actividades preparación del terreno, lo que dará lugar a la generación de material particulado, el almacenamiento de materiales especialmente los áridos y pétreos también son fuente de dispersión de partículas por acciones del viento.
2. Contaminación del agua y suelo por la generación de aguas servidas durante la construcción de la planta.
3. Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado, gases de combustión e incremento del nivel sonoro, un impacto evidente en construcción es el ruido generado por la maquinaria empleada, así como la emisión de gases y partículas producto de la combustión interna de los motores a diesel del equipo pesado.

4. Accidentes de los obreros por labores de excavaciones profundas, en este tipo de trabajos si no se toman las medidas y procedimientos adecuados puede ocasionar la caída del personal al interior de la excavación, también puede provocar accidentes por el uso de la maquinaria pesada en estas actividades.
5. Contaminación del agua, por trabajos junto al margen del río y mar, por lo que las actividades realizadas durante la etapa de construcción pueden ocasionar la contaminación del río por erosión del margen y el deterioro de la vegetación existente en las riberas del río.
6. Alteración de la calidad del agua superficial, por descarga de efluentes y por inadecuado manejo de desechos sólidos en el área de influencia del proyecto, si no se da el manejo adecuado a los desechos comunes y escombros así como también a los efluentes, estos pueden llegar al río o al mar contaminándolo y deteriorando su calidad.
7. Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles, aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc., generado por actividades propias de la construcción.
8. Accidentes por entrada y salida de vehículos y equipo de construcción. Al estar ubicada la planta en una zona de alta afluencia vehicular la constante entrada y salida de vehículos cargados con materiales para la construcción, así como también para el desalojo de escombros puede dar lugar a accidentes de tránsito.
9. Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas, como se mencionó anteriormente el sitio está ubicado en una zona de alta afluencia vehicular por lo que la entrada y salida de vehículos puede ocasionar alteración en el tráfico vehicular si no se toman las medidas pertinentes.
10. Accidentes laborales por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto durante la fase constructiva.
11. Accidentes del personal técnico en la instalación de equipos y pruebas de funcionamiento, si el personal no está formado y capacitado para esta actividad puede dar paso a accidentes laborales e incluso daños en el equipo.
12. Afección estética y paisajística del sector por actividades como: ingreso y salida de vehículos llenos del material a desalojar. Durante la etapa constructiva se verá deteriorado el paisaje de la zona debido al equipo constructivo en operación y transporte de escombros.

### **3.2.2. Etapa de Operación**

En la etapa de operación se identificaron un total de 9 impactos negativos entre los cuales se debe tomar atención están los siguientes:

1. Generación de olores y gases (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S), en cajones y rejillas, son lugares confinados en donde el agua residual cruda puede dar lugar a la generación de malos olores y por la descomposición de gases como el metano.
2. Afección a los trabajadores por concentración de gases en el sistema de pretratamiento y por no seguir procedimientos de trabajo, son áreas peligrosas donde se generan gases asfixiantes que puede generar incluso la muerte del trabajador sino no toman las medidas y procedimientos adecuados.
3. Molestias a los usuarios del proyecto por generación de malos olores, como se mencionó anteriormente.
4. Generación de ruido efecto del funcionamiento de los sopladores, estos son utilizados en los reactores biológicos para suministrar aire al proceso, estos equipos pueden llegar a alcanzar una presión sonora de hasta 100 Decibeles.
5. Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo dentro del sistema de tratamiento. El peligro proviene de una caída en un tanque del proceso que contiene agua residual.
6. Contaminación del agua por deficiencias en el proceso de depuración, un impacto considerable para el medio ambiente sería no llegar a la eficiencia del sistema que se espera debido a fallas en el proceso de depuración y verter el efluente con parámetros por encima de lo permitido por la normativa ambiental vigente.
7. Disposición inadecuada de residuos generados del proceso de mantenimiento de los equipos e instalaciones, como grasa, lubricantes, piezas de repuesto, etc.
8. Afecciones estéticas y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones. Algo muy importante es el mantenimiento periódico de la PTAR durante la etapa operativa, preservando las características estéticas del lugar, de igual manera las áreas verdes descuidadas darían un aspecto antiestético al lugar.
9. Afección a la salud de los trabajadores por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de operación de la planta, si existe señalización deficiente de áreas críticas, pasos peatonales, rutas de evacuación, sitios restringidos, uso de equipo de

protección y no se cuenta con el equipo de protección personal adecuado podría ocasionar accidentes tanto al personal como a visitantes dentro de la PTAR.

### **3.2.3. Etapa de Abandono**

Hay que tener consideración a los siguientes impactos:

1. Suspensión del servicio de tratamiento de aguas residuales
2. Alteración de la calidad del suelo por la generación de desechos y escombros, una vez que se haya terminado la vida útil de la PTAR todas sus instalaciones y equipamiento deberá ser demolido para el empleo del área en otros actividades, lo que dará lugar a la generación de una gran cantidad de desechos y escombros.

## **4. Mitigación**

Se debe elaborar un Plan de Manejo Ambiental (PMA) como instrumento de gestión con una serie de programas orientados a prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos, que las actividades asociadas al proyecto causarán y pueden causar al entorno ambiental y social.

El Plan de Manejo debe encaminar a prevenir, mitigar o compensar todos los impactos determinados durante la etapa de construcción, funcionamiento y abandono.

Dentro de este programa se recomienda considerar los siguientes programas para el manejo ambiental:

- Plan de prevención y mitigación de impactos
- Plan de manejo de desechos.
- Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental
- Plan de relaciones comunitarias
- Plan de contingencias
- Plan de seguridad y salud en el trabajo.
- Plan de Rehabilitación de áreas afectadas
- Plan de abandono y entrega del área.
- Plan de monitoreo y seguimiento.

En cada uno de los programas que componen el PMA, las medidas se adoptarán de acuerdo con el aspecto ambiental, el impacto identificado, las medidas propuestas, los indicadores, los medios de verificación, el periodo y frecuencia.