

MONOGRAFÍA

---

Tratamiento de Basura y  
Sistema Tohá para el  
Tratamiento de Aguas  
Servidas en Base Aérea  
Antártica Presidente  
Eduardo Frei Montalva  
(BAAPEFM).

---

RODRIGO SEPÚLVEDA HERNÁNDEZ

## CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
	Palabras claves .....	3
<b>II.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>III.</b>	<b>TRATAMIENTO DE BASURA .....</b>	<b>5</b>
	a. Basura Biológica o incinerable.....	6
	b. Lastas.....	7
	c. Plásticos y vidrios.....	7
	d. Desechos industriales.....	7
<b>IV.</b>	<b>SISTEMA TOHÁ PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS BAAPEFM .....</b>	<b>8</b>
	a. Cámara de rejas.....	9
	b. Planta elevadora.....	10
	c. Biofiltro y lombrices.....	10
	d. Trampa de lombrices.....	10
	e. Cámara radiación UV.....	11
	f. Cámara aguas tratadas.....	11
<b>V.</b>	<b>Apéndices o Anexos.....</b>	<b>12</b>
	a. Anexo Imágenes.....	12
<b>VI.</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>17</b>
<b>VII.</b>	<b>Bibliografía (referencias bibliográficas) .....</b>	<b>18</b>

## **I. RESUMEN**

El siguiente trabajo presenta de manera general aquellos aspectos relacionados con el manejo de la basura y el funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas servidas basadas en el sistema Tohá en la Base Aérea Antártica presidente Eduardo Frei Montalva (BAAPEFM). Para ello, se utilizará un método deductivo de descripción basado en la bibliografía y antecedentes recopilados por el suscrito durante su permanencia en Base Frei.

Sus principales conclusiones se relacionan con entender como el Sistema Tohá, es una opción limpia, viable y ecológica, para el tratamiento de aguas servidas en la Antártica y como esto es un ejemplo de éxito en la utilización de sistemas alternativos naturales, en cuestiones tan importantes como devolver la menor cantidad de carga contaminante al ambiente, derivados de la actividad humana en la Base Frei.

### **Palabras claves**

Aguas Servidas, Basura, Sistema Tohá, medio ambiente, lombrices, incinerador.

## II. INTRODUCCIÓN

En BAAPEFM existe una población de aproximadamente 70 personas todo el año, a excepción del periodo estival, en donde esta puede aumentar a casi 5 veces esta cantidad.

La actividad Humana supone por si la generación de residuos. Esto es un gran reto especialmente en la Antártica, ya que el cumplimiento del Tratado Antártico y aquellos firmados posteriormente, obligan a nuestro país a respetar el medioambiente y a contar con plantas de procesamiento de residuos, basura y aguas servidas.

Si bien los estándares en cuanto a datos cuantitativos no están establecidos, si nuestro país debe ser un referente para el cuidado del ambiente, por lo que el monitoreo de estas actividades es una actividad constante, así también como una herramienta de retroalimentación para el mejoramiento continuo del sistema.

Así también, todos los desechos industriales deben ser evacuados del Continente Antártico, lo que también presenta un gran desafío no solo ambiental sino también logístico para nuestro país, debiendo tener sectores de acopio de desechos y un sistema que le permita almacenar aquellos productos peligrosos.

Por ello esta monografía tiene como objetivo presentar al lector diferentes actividades de tratamiento de residuos y aguas servidas que se desarrollan en BAAPEFM. Además, describir teóricamente cada uno de estos sistemas y así comprender su importancia y funcionamiento, basado en la bibliografía disponible en internet, antecedentes y fotografías recopilados por el suscrito durante su permanencia en Base Frei a cargo de estos sistemas.

### III. TRATAMIENTO DE BASURA.

En la Antártica, la actividad humana es un hecho y representa para nuestro país un asunto de estado, en donde la presencia permanente de compatriotas nos entrega la posibilidad de permanecer en la mirada internacional, realizar investigaciones científicas y utilizar el continente para fines pacíficos. De esta forma, Chile mantiene vigentes sus pretensiones territoriales en una futura definición de territorios.

No obstante, esto conlleva la convivencia de diferentes organizaciones que permanecen todo el año, en una de las bases principales de nuestro país, esta es la Base Aérea Antártica Presidente Eduardo Frei Montalba (BAAPEFM).

Entre las organizaciones comprendidas se encuentra personal de la Fuerza Aérea de Chile, encargados del material Aéreo y del sostenimiento de las operaciones y logística de ese lugar. Además, la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), cumple funciones de mantención y operación del Aeródromo Rodolfo March. Por último, en época estival, se agrega un importante contingente que apoya el creciente número de pasajeros y operadores antárticos que tienen convenio con nuestro país, así como la Base Científica del Instituto Antártico Chileno (INACH), quienes realizan estudios en esas latitudes.

Todo este contingente requiere de un sostenimiento no solo logístico, sino sanitario, el que, debido a las características de la Antártica, debe distribuir labores para cumplir con esta función, al no existir servicios externos que cumplan esta labor.

Por ello se describirán las diferentes faenas de basura que existen para entregar este servicio, comenzando desde cada hogar o refugio. Cada

casa (villa las Estrellas) Colegio, Banco o Módulos de Vida, debe separar la basura en sus casas, principalmente en 4 principales categorías:

- Basura Biológica o incinerable
- Lastas
- Plásticos y vidrios
- Desechos industriales

**a. Basura Biológica e incinerable:**

En esta categoría se encuentran todos los productos orgánicos y combustibles que son el desecho de la actividad humana.

Aquí se encuentran las sobras de alimentos, papeles, cartones, bolsas pequeñas, telas, etc.

Para ello, el centro de acopio posee contenedores con esta clasificación y en donde cada familia o encargado de semana, debe hacer las veces de recolector de basura y llevarla a este centro.

Una vez depositada en el contenedor orgánico (**ver imagen 1**), esta basura no puede ser enterrada ni desechada en vertederos, ya que ello contraviene el Tratado Antártico. En su lugar, se organiza una sección semanal, encargada de la quema de estos elementos en un incinerador especial (**ver imagen 2**), que posee diferentes filtros que permiten evacuar los gases producidos de la combustión, con el mínimo impacto posible al ambiente.

Además, se usan protecciones especiales que permiten al personal encargado realizar la llamada Faena de Basura.

Los elementos mixtos, tales como potes de cartón y lata de papas fritas, son descompuestos en sus elementos y eliminados de forma diferente, dependiendo de la naturaleza de estos materiales.

Las cenizas producidas por la quema son retiradas y depositadas en un contenedor para la posterior eliminación en Punta Arenas.

**b. Latas:**

Al igual que la basura orgánica, la clasificación de estos elementos comienza al momento de ser desechados.

Otro contenedor es designado para almacenar estos elementos. Así son sacados y aplastados por los operadores (**Ver imagen 3**), a fin de que ocupen el menor espacio posible.

Ya que las latas no pueden ser incineradas, estas son almacenadas para posterior evacuarlas a Punta Arenas, en donde serán eliminadas en vertederos autorizados.

**c. Plásticos y vidrios.**

De más esta mencionar el desastre ecológico y la velocidad de descomposición de los plásticos en el ambiente natural, el cual puede llegar hasta 300 años.

Mas aun, los gases que producen al ser incinerados son realmente tóxicos y producen un impacto importante en el aire.

Al igual vidrios, si bien no son un contaminante toxico, son elementos peligrosos y no combustibles.

Estos elementos son clasificados, eliminados y descompuestos en trozos más pequeños, que permiten su transporte a Punta Arenas y posterior reciclaje (**Ver imagen 4**)

**d. Desechos industriales.**

Latas de aerosol, tubos fluorescentes de iluminación, baterías, fierro, etc., son considerados como desechos industriales. No existe un tratamiento específico para estos elementos en la Antártica, sino que simplemente son

acopiados en un lugar seguro para la posterior evacuación al continente  
**(Ver imagen 5).**

#### **IV. SISTEMA TOHÁ PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS BAAPEFM.**

##### **¿Qué es el sistema Tohá?**

El tratamiento de aguas residuales creada y desarrollada por el Dr. José Tohá Castellá en el laboratorio de Biofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y patentada por la Fundación para La Transferencia Tecnológica, UNTEC (Patente N° 40.754).

Se puede decir que el sistema Tohá es un lombrifiltro, una adaptación del sistema tradicional de lombricultura, definido como el conjunto de operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y el tratamiento de residuos orgánicos por medio de éstas, para su reciclaje en forma de abonos y proteínas. La que encuentra su aplicación en generación de: humus de lombriz, alimentos para mascotas y/o animales, avicultura, piscicultura y carnada para peces.

A diferencia de los sistemas tradicionales de lombricultura, en el lombrifiltro, el sustrato es proporcionado a través de la presencia de éste en las aguas residuales domésticas que percolan a través de un medio filtrante, donde se encuentran las lombrices en gran cantidad (Salazar, 2005)<sup>1</sup>.

El lombrifiltro está compuesto, fundamentalmente, por 3 capas y lombrices del tipo Eisenia Foetida.

Esto es, una base filtrante de bolones, sobre la cual se agrega una capa de ripio o grava. La parte superior se cubre con aserrín o viruta de madera de ulmo o tepa (principalmente) sobre el cual se mantiene un alto número de lombrices

---

<sup>1</sup> PATRICIA SALAZAR (2005). Tesis "Sistema Tohá; una Alternativa Ecológica para el tratamiento de Aguas Residuales en Sectores Rurales". Universidad Austral de Chile. Consultado el 20 de diciembre de 2017. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis161s/doc/bmfcis161s.pdf>

(Quezada, 2001)<sup>2</sup>.

La idea general de este sistema es separar a través de filtros los residuos sólidos sobre 4 mm. Posterior, el líquido ser bombeado a una serie de capas, las que hacen las veces de filtro físico y biológico, reteniendo estos en el aserrín, el cual es comido por las lombrices, las que a su vez forman Humus, es decir, un fertilizante natural.



**Figura 1:** Capas de filtrado del sistema Tohá

Cualquier agente biológico patógeno que pase esta barrera, es destruido por una luz UV, que esta ubicada en la salida de la cadena de tratamiento.

El sistema consta de las siguientes etapas:

- Cámara de rejas
- Planta elevadora
- Biofiltro y lombrices
- Trampa de lombrices
- Cámara radiación UV
- Cámara aguas tratadas

#### **a. Cámara de rejas**

---

<sup>2</sup> QUEZADA PAULO (2001) Tesis: “Planta de Tratamiento de Residuos Industriales Lácteos”. Temuco, Universidad de la Frontera. Consultado el 20 de diciembre de 2017.

Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmficis161s/doc/bmficis161s.pdf>

Esta cámara es la encargada de filtrar los elementos sólidos mayores a 4 mm, los que, en conjunto con otra rejilla, filtran los de menor tamaño, impidiendo que las cañerías de flujo de agua y los aspersores sean tapados **(Ver imagen 6)**.

Es importante que este sistema sea limpiado todos los días en la mañana, con el propósito de mantener el correcto funcionamiento del sistema. Este proceso es ejecutado por el personal de servicio semanal.

#### **b. Planta elevadora**

Es la encargada de recibir el agua servida y acomunarla hasta cierto nivel, con el propósito de ser bombeada a los aspersores de agua presentes en el Biofiltro, los que distribuirán el flujo a lo largo de la piscina de lombrices **(Ver Imagen 7)**.

Este consta de un sistema automático de flotador, el que activa o desactiva la bomba de agua, dependiendo del nivel que esta posea.

#### **c. Biofiltro y Lombrices**

Es el principal componente del sistema. Es aquí donde se realiza el filtrado de los agentes microscópicos y coliformes fecales, los cuales son distribuidos por unos aspersores de agua dentro de la piscina. A su vez, el aserrín de la capa superior absorbe el agua sucia y las lombrices se alimentan de los organismos en descomposición de este sustrato. Finalmente, la formación de Humus es un subproducto de este proceso, que puede ser utilizado como fertilizante **(Ver Imagen 8)**.

El resto del líquido cae por gravedad y sigue su filtrado hasta el fondo de la piscina, en donde el agua escurre hasta la próxima etapa.

Dos veces a la semana se le debe realizar un mantenimiento a la planta, en donde se le agrega sustrato (aserrín) y se mezcla con las lombrices, entregándole mayor oxigenación para que estas vivan y renovando el material descompuesto. Así también dos veces al año se hace una extracción de Humus, el cual es enviado a Punta Arenas.

#### **d. Trampa de lombrices.**

No es más que una rejilla que se encarga de atrapar las lombrices que se han filtrado de la piscina por el proceso natural de escurrimiento. Es necesario que cada día se realice este proceso para evitar la muerte de las lombrices por ahogamiento y así no se vea afectada la población de lombrices y su rápido colapso **(Ver Imagen 9)**.

#### **e. Cámara Radiación UV.**

Los seres vivos microscópicos que lleguen hasta esta etapa del sistema son eliminados gracias a una cámara de luz Ultra Violeta (UV) la que es la encargada de eliminar estos organismos, debido a que una exposición directa a la radiación UV produce la muerte de estos mico organismos, desinfectando en cierta media el agua **(Ver Imagen 10)**.

Si bien no es un sistema perfecto, es bastante eficiente en su funcionamiento y produce una desinfección sin afectar la composición química del agua, al que sería otra fuente de contaminación en Antártica.

#### **f. Cámara de aguas tratadas**

Su función principal, al igual que la planta elevadora, es concentrar una cantidad de líquido para evacuarlo hacia el mar. También posee un flotador que activa y desactiva automáticamente el flujo de agua evacuada y previamente tratada.

V. Apéndices o anexos.

**Anexo Imágenes**



Imagen 1: Contenedores de clasificación de basura.





Imagen 3: Operador aplastando latas para su posterior almacenaje.



Imagen 2: incinerador Base Frei. Operador DGAC realizando Faena de quema de basura.

**Imagen 4:** Proceso de triturado de plásticos y vidrios.



**Imagen 5:** acopio de desechos industriales para posterior evacuación.



**Imagen 6: filtro de solidos sistema Tohá**

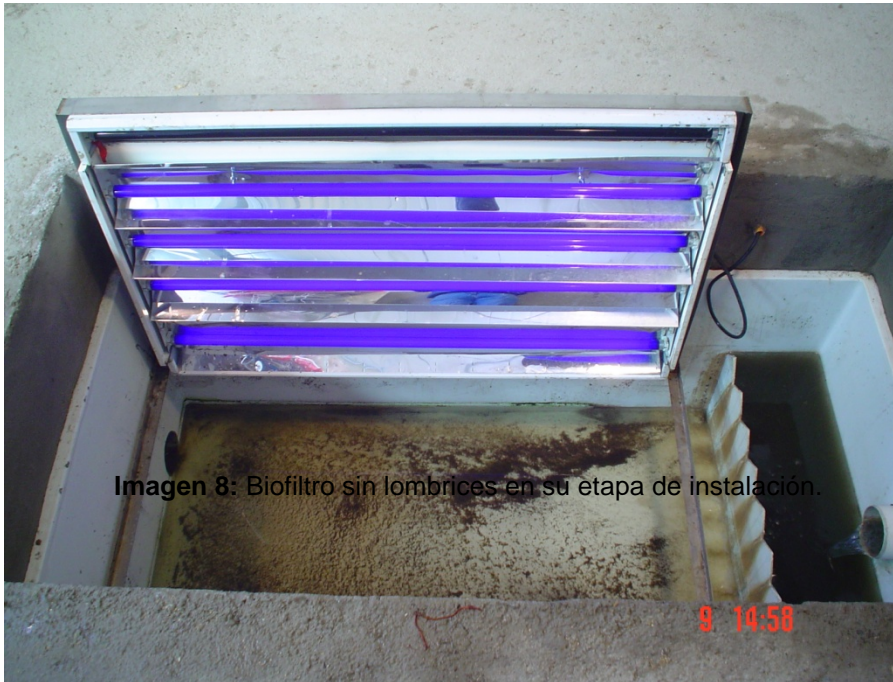


**Imagen 7: Planta elevadora.**





**Imagen 9:** Trampa de lombrices.



**Imagen 8:** Biofiltro sin lombrices en su etapa de instalación.

## VI. Conclusión

Como se pudo apreciar, existen dos principales formas de entregar servicios sanitarios a la BAAPEFM. Uno de ellos es la Faena de Basura y el otro la planta de tratamiento de aguas servidas basada en el Sistema Tohá.

En el primero, es fundamental la colaboración de el personal de servicio y de todas las personas que viven en Base Frei, ya que el proceso inicia desde el momento en que se desecha la basura en forma seleccionada.

Es importante destacar que, a diferencia de otros lugares del planeta, todos los residuos deben ser trasladados de regreso al continente, actividad que se realiza a través de buques de la armada o aviones Hércules de la Fuerza Aérea.

En segundo lugar, el Sistema Tohá entrega una forma eficaz y ecológica del tratamiento de aguas servidas, sin afectar la composición química del agua, ayudando a procesar los desechos producto de la actividad humana presente en Base Frei.

De estas dos formas Chile cumple con los tratados suscritos en relación con la conservación del medio ambiente y la reducción de contaminantes de desecho.

**Imagen 10: Cámara de radiación UV.**

## VII. Bibliografía

- PATRICIA SALAZAR (2005). Tesis “Sistema Tohá; una Alternativa Ecológica para el tratamiento de Aguas Residuales en Sectores Rurales”. Universidad Austral de Chile. Consultado el 20 de diciembre de 2017.  
Recuperado de:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis161s/doc/bmfcis161s.pdf>
- QUEZADA PAULO (2001) Tesis: “Planta de Tratamiento de Residuos Industriales Lácteos”. Temuco, Universidad de la Frontera. Consultado el 20 de diciembre de 2017.  
Recuperado de:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis161s/doc/bmfcis161s.pdf>

### Citas orden alfabético:

- Lombrices Sistema Tohá **(Pag. 8)**  
QUEZADA PAULO (2001) Tesis: “Planta de Tratamiento de Residuos Industriales Lácteos”. Temuco, Universidad de la Frontera.
- Sistema Tohá **(Pag. 8)**  
PATRICIA SALAZAR (2005). Tesis “Sistema Tohá; una Alternativa Ecológica para el tratamiento de Aguas Residuales en Sectores Rurales”. Universidad Austral de Chile.