

**UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL**

**Sede Central**

**Carrera de Ingeniería en Manejo del Recurso Hídrico**

**“Análisis de la contaminación ambiental causada por fluidos corporales generados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se realizan en casas y funerarias”**

**Trabajo final de graduación como requisito para optar por el grado académico de LICENCIATURA en Ingeniería en Manejo del Recurso Hídrico**

**Sustentante:**

**Melvin Eduardo Alvarado Segura**

**Alajuela, Costa Rica, 2022**

### Hoja de aprobación del Tribunal Evaluador

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador el día 16 de septiembre de 2022 a las 19 horas, como requisito para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Recurso Hídrico.

  
Óscar Vega Leandro  
Director de Carrera

  
Federico Solera Herrera  
Profesor Tutor del TFG

  
Ericka Zamora Leandro  
Lectora del TFG

  
Andrés Araya Araya  
Lector Externo

## Dedicatorias

*El más grande de los agradecimientos es para Sofía Morales Astorga por todo el aporte incondicional que me ha brindado en estos siete años. En realidad, no tengo palabras para describir todo el amor que ella ha puesto en mí. A toda mi familia, madre, hijos y hermanos, en especial a mi hijo Kevin Alvarado Madriz, quien ha sido mi mayor pilar.*

*A mi tutor de tesis Federico Solera Herrera y a mis dos lectores Rolando Marín León y Andrés Araya Araya, gracias infinitas por el soporte técnico que me brindaron.*

*Al profesor Elías Rosales Escalante por su gran aporte en el campo de tratamiento de aguas residuales.*

*Al personal de ASEFUGRE: Fabio Ballesterero y Jimmy Argüello, por su valiosa colaboración.*

## **Agradecimientos**

*A todos los profesores de mi querida Alma Mater, Universidad Técnica Nacional, porque todos me inculcaron los conocimientos necesarios para poder culminar mi trabajo final de graduación y así poder aportar mi granito de arena al campo socio-ambiental.*

*A todos los compañeros de la Universidad Técnica Nacional, los cuales, de una u otra forma, me han ayudado a llegar a estas instancias.*

## Tabla de contenidos

Hoja de aprobación con el nombre de los miembros del Tribunal Examinador .....	i
Dedicatorias .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Resumen .....	1
1. Capítulo I Introducción .....	2
Introducción .....	3
1.1 Área de estudio.....	4
1.2 Delimitación del problema.....	5
1.3 Justificación .....	6
1.3.1 Alcances.....	9
1.3.2 Limitaciones .....	9
1.4 Estado de la cuestión .....	11
1.5 Objetivos.....	14
1.5.1 Objetivo general .....	14
1.5.2 Objetivos específicos.....	14
2. Capítulo II Marco teórico referencial.....	15
2.1 Procedimientos de conservación cadavérica transitoria.....	16
2.2 Contaminación ambiental .....	18
2.2.1 Riesgos para la salud .....	21

2.2.2 Impacto ambiental .....	22
2.2.3 Gestión integral de residuos biosanitarios .....	22
2.2.4 Recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos hospitalarios y similares .....	23
2.3 Plantas de tratamiento de aguas residuales .....	24
2.4 Otros tipos de tratamiento para los desechos de fluidos corporales provenientes de procesos de conservación cadavérica transitoria.....	30
3. Capítulo III Marco metodológico.....	33
3.1 Preguntas generadoras .....	36
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.3 Procedimientos para el análisis de datos .....	38
3.4 Fórmulas para calcular los datos .....	39
4. Capítulo IV Presentación y análisis de los resultados .....	41
4.1 Cálculo de las cantidades de fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas y funerarias ..	42
4.2 Políticas del Ministerio de Salud y de la Municipalidad de Grecia para la construcción de una sala de procedimientos de conservación cadavérica transitoria.....	48
4.3 Propuesta de un tratamiento adecuado tomando en cuenta el riesgo sanitario que implica la presencia de bacterias, virus y enfermedades en la disposición final de los residuos de fluidos corporales.....	53

4.3.1 Memoria de cálculo .....	55
4.3.1.1 Dotación .....	56
4.3.1.2 Caudales .....	58
4.3.1.3 Temperatura y pH .....	65
4.3.2 Criterios de diseño.....	66
4.3.2.1 Diagrama de flujo .....	66
4.3.2.2 Tipos de tratamiento por utilizar .....	68
4.3.2.3 Diseño de planta de tratamiento de fluidos corporales .....	77
4.3.2 Manual de operaciones para planta de tratamiento de fluidos corporales .....	84
4.3.3.1 Procesos de tratamiento.....	84
4.3.3.2 Información básica del diseño .....	86
4.3.3.3 Tipo de agua residual.....	86
4.3.3.4 Características del agua residual .....	87
4.3.3.5 Perfil profesional del personal a cargo de las diferentes actividades y procedimientos de la planta de tratamiento .....	88
4.3.3.6 Procedimientos necesarios para una adecuada puesta en marcha del sistema de tratamiento .....	90
4.3.3.7 Control operacional .....	92
4.3.3.8 Mantenimiento.....	92

4.3.3.9 Plan de trabajo .....	93
4.3.3 Presupuesto .....	94
5. Capítulo V Conclusiones y recomendaciones .....	96
5.1 Conclusiones .....	97
5.1.1 Fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas y funerarias .....	97
5.1.2 Construcción de una sala de procedimientos de conservación cadavérica transitoria: parámetros.....	98
5.1.2 Planta de tratamiento: disposición final de los residuos de fluidos corporales .....	99
5.2 Recomendaciones .....	101
6. Capítulo VI Bibliografía .....	104
7. Capítulo VII Anexos .....	112

## Lista de imágenes

Imagen 1 Retiros mínimos de las unidades de depuración de una planta de tratamiento de agua residual.....	25
Imagen 2 Estimación de litros consumidos por mes.....	57
Imagen 3 Velocidades en la zona de digestión .....	71
Imagen 4 Alturas de las zonas de los reactores.....	72
Imagen 5 TRH de acuerdo con temperatura .....	73
Imagen 6 Vista superior de rejilla y tanque sedimentador .....	78
Imagen 7 Vista superior de tanque de aireación y clorador.....	79
Imagen 8 Vista lateral de rejilla y tanque sedimentador .....	79
Imagen 9 Vista lateral de tanque de aireación y clorador .....	80
Imagen 10 Vista superior de planta de tratamiento de fluidos corporales .....	81
Imagen 11 Vista lateral de planta de tratamiento de fluidos corporales .....	82

## Lista de tablas

Tabla 1 Promedio de fluidos corporales desechados por el cuerpo .....	43
Tabla 2 Cantidad de cuerpos preparados en sala de patología y casas de habitación .....	44
Tabla 3 Dotación del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos en litros cúbicos .....	58
Tabla 4 Dotación del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos en metros cúbicos .....	58
Tabla 5 Caudal de agua potable .....	59
Tabla 6 Promedio de fluidos corporales año 2017 .....	61
Tabla 7 Promedio de fluidos corporales año 2019 .....	61
Tabla 8 Cantidad de litros de fluidos corporales durante seis meses del año 2019 .....	63
Tabla 9 Cantidad de litros de fluidos corporales por mes, por día y por hora .....	63
Tabla 10 Caudal pico de la Funeraria Comunal de Grecia .....	64
Tabla 11 Promedio de temperaturas y pH.....	65
Tabla 12 Características fisicoquímicas de las fuentes de agua de la Funeraria Comunal de Grecia .....	66
Tabla 13 Datos de la planta de tratamiento.....	70
Tabla 14 Características del agua residual cruda con base en los parámetros obligatorios del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales .....	87
Tabla 15 Presupuesto para la construcción de una planta de tratamiento de fluidos corporales.....	95

## **Lista de gráficos**

Gráfico 1 Cantidad de cuerpos preparados en sala de patología y casas de habitación. ....	45
Gráfico 2 Porcentaje de cuerpos preparados en sala de patología y casas de habitación. ....	47
Gráfico 3 Estabilización de caudal postpandemia .....	60

## Resumen

Los fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria son una fuente contaminante del medio ambiente. Por ello, resulta muy importante determinar su tratamiento y disposición final en miras a salvaguardar el entorno y la salud pública.

Considerando lo anterior, en el presente trabajo investigativo, se analiza este tipo de contaminación, tomando en cuenta procesos de conservación cadavérica transitoria llevados a cabo en casas y funerarias. Para esto se tiene como base información de la Funeraria Comunal del cantón de Grecia, así como de la municipalidad del mismo cantón y del Ministerio de Salud. A partir de la información recabada, se pueden llevar a cabo cálculos vitales que coadyuvan a dar respuesta a los objetivos planteados.

Este trabajo final de graduación pretende explicar la necesidad de que los fluidos corporales extraídos de personas fallecidas en los diversos procesos de preparación de cuerpos sean tratados en forma adecuada. Para ello, se propone un diseño de tratamiento, que pueda ser utilizado por las funerarias del cantón con el fin de reducir los costos de implementación y de aumentar los beneficios a nivel ambiental.

Asimismo, la investigación indaga en los requisitos legales y característicos para las salas donde se prepara a las personas fallecidas para la vela y el entierro, quedando en evidencia que esas prácticas deben llevarse a cabo en espacios específicos para esta actividad y no en casas de habitación.

## **1. Capítulo I Introducción**

## **Introducción**

La presente investigación busca realizar un análisis cualitativo y cuantitativo con respecto a la temática del manejo de fluidos corporales en el momento de realizar algún procedimiento de conservación cadavérica transitoria.

Este análisis responde a la posible contaminación generada al llevar a cabo estos procesos sin una adecuada disposición final, sobre todo en casas de habitación o funerarias, fuera de instancias clínicas o forenses pertinentes. Por ejemplo, en la actualidad, todavía se realizan preparaciones de cuerpos en los hogares, por lo tanto, los residuos resultantes, en su gran mayoría terminan en los alcantarillados de aguas residuales o en alcantarillados pluviales. Tal circunstancia puede ser perjudicial para las personas que habitan en los alrededores, pues los líquidos y gases provenientes de un cadáver pueden transmitir enfermedades que se manifestarán en el futuro.

Consecuentemente, esta problemática se encuentra dentro del ámbito socioambiental, debido a que se provoca una exposición tanto para las personas como para el ambiente; por ende, la disposición final de los líquidos corporales resultantes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria debe recibir un tratamiento adecuado y no desecharse en cualquier lugar.

En este sentido, la presente investigación propone un diseño de tratamiento de fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria, en el cantón de Grecia con el fin de promover el manejo apropiado de estos residuos.

## **1.1 Área de estudio**

En el presente trabajo final de graduación se pretende abarcar un área específica ubicada en el cantón de Grecia, provincia de Alajuela, Costa Rica. Esto porque, al delimitar la población por estudiar, es más fácil el suministro de información y, a la vez, el sesgo es menor, lo cual posibilita que esta investigación sirva de comparación para trabajos futuros.

Esta área se escoge porque en el cantón Central de Grecia existen entre cuatro y cinco funerarias, de las cuales solo una cuenta con una sala de patología adecuada y autorizada. Además, es importante mencionar que el sustentante de esta tesis trabajó como administrador de la Funeraria Comunal de Grecia durante cuatro años, la cual tiene una parte trascendental en esta investigación. A partir de ello, se facilita la recolección de información, así como experiencias que respaldan este trabajo final de graduación.

## 1.2 Delimitación del problema

Actualmente, las limitaciones existentes en la temática de saneamiento de aguas residuales son uno de los principales problemas en relación con el medio ambiente, debido a la demanda a nivel mundial que ésta representa. En esta línea, dentro del tema ambiental, se encuentran los residuos (sólidos y líquidos), los cuales, cada vez, son más difíciles de tratar, pues la producción de éstos aumenta desmedidamente conforme crece la población, las industrias y demás; en ese sentido, su disposición final es un proceso que debe ser técnico y cuidadoso.

A partir de lo mencionado, surge la presente investigación denominada: “Análisis de la contaminación ambiental causada por fluidos corporales generados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se realizan en casas y funerarias”, la cual mantiene una base social-ambiental, ya que se enfoca en una problemática que afecta, tanto el medio ambiente, como a la sociedad.

El tópico escogido resulta atinente a la carrera de Ingeniería en Recurso Hídrico, pues busca mostrar una problemática que se presenta en el día a día del país e implica el saneamiento, la contaminación del agua, y la afectación social.

### 1.3 Justificación

La temática acerca del saneamiento se ha convertido a través de la historia de la humanidad en uno de los principales aspectos para la erradicación de la contaminación ambiental, procurando así la mejora de la calidad de vida de las personas y disminuyendo la mortalidad por transmisión de enfermedades.

Actualmente a nivel mundial y específicamente en Costa Rica, el tema del recurso hídrico se ha vuelto complejo. Esto porque está comprobado que el agua es agotable y la humanidad no puede sobrevivir sin este líquido.

De acuerdo con Muñoz (2022), “según la Organización de las Naciones Unidas, cada 20 años la humanidad duplica el consumo de agua, lo que pone en riesgo un recurso que es limitado, pero fundamental para sostener la vida en el planeta” (párr.2) En esta línea, sobresale el tema de la contaminación de cuerpos de agua producida por residuos de fluidos corporales en procedimientos de conservación cadavérica transitoria.

Esta práctica continúa siendo común en el país, específicamente cuando se llevan a cabo procedimientos de conservación cadavérica dentro de los hogares o en funerarias. En estos casos, es cuando se torna difícil que haya una regulación del vertido de los residuos corporales posterior a estos procesos. Si bien es cierto que en lugares especializados se preocupan por tratar o eliminar esos residuos de una manera adecuada, la realidad es que en otros espacios no se tiene el cuidado necesario con respecto a la disposición final de éstos y no se toman en cuenta los posibles efectos ambientales y en la salud que estas acciones pueden acarrear.

Ante esto, es importante investigar y conocer cuáles pueden ser las opciones para tratar este tipo de residuos y su disposición final para que no terminen en alcantarillas, ríos o lagos, donde se prolifere la contaminación. A su vez, es bien sabido que existen empresas dedicadas a la recolección, traslado y tratamiento de residuos de fluidos corporales; sin embargo, se debe tomar en cuenta el costo económico que esto representa o si existe otra forma de tratar estos desechos que sea amigable con el ambiente y no represente un gasto elevado. Por ello, el presente trabajo se enfoca en realizar un análisis del tema propuesto en el cantón de Grecia, provincia de Alajuela.

Por otra parte, es trascendental identificar que conforme avanza la tecnología, se han desarrollado métodos para purificar el recurso hídrico e incluso tratar aguas para que sean nuevamente potables. En esta misma línea recae la importancia de que se puedan implementar métodos de tratamiento para una adecuada disposición final de los fluidos corporales en las funerarias posterior a la realización de un proceso de conservación cadavérica transitoria, y así éstos no terminen en cuerpos de agua.

Además, en este sentido, sobresale que, en Costa Rica la dirección política del suministro de agua potable, recolección, evacuación de aguas residuales y residuos industriales líquidos le compete al AyA (Acueductos y Alcantarillados), como órgano encargado de la rectoría técnica de los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento. Sin embargo, la Contraloría General de la República, reconociendo implícitamente que la función política debe corresponder a los ministerios, les encomienda al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y al

Ministerio de Salud (MS) el hecho de emitir la Política Nacional de Saneamiento de las Aguas Residuales (AyA-MINAE-MS, 2016, p.34).

Partiendo de todo lo anterior, se puede aseverar que la materia del recurso hídrico tiene muchas aristas que se pueden poner en análisis. En este sentido, el planteamiento de este trabajo se hace con respecto a la contaminación producida por los fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria, los cuales se llevan a cabo en funerarias o casas de habitación. Por ende, representa una investigación importante que aporta enriquecimiento a nivel socio- ambiental del tema a nivel país.

### **1.3.1 Alcances**

En cuanto a los alcances que se pretenden lograr en este trabajo, se encuentra la exploración a nivel cantonal (Grecia de Alajuela) en la temática de manejo de fluidos corporales producidos por procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Con ello se procura visibilizar los problemas ambientales y sociales generados debido a esa situación y plantear posibles soluciones de mejora.

Asimismo, se trata de establecer la relevancia de un adecuado manejo de estos residuos, utilizando tratamientos específicos para ello. Además, se analiza el fomento de salas de patología que permitan evitar que estos procesos se lleven a cabo en casas de habitación bajo condiciones insalubres.

También, se mantiene la idea de un mayor involucramiento por parte del Ministerio de Salud, donde se establezcan los procesos de tratamiento de fluidos corporales que deban seguirse en todos los ámbitos donde sea pertinente.

### **1.3.2 Limitaciones**

En este apartado, se pueden enlistar una serie de limitaciones que afectan la realización de esta investigación, tales como:

- La veracidad de la información suministrada por las personas entrevistadas.
- Poco control por parte del Ministerio de Salud en relación con el saneamiento de fluidos corporales y la disposición de éstos.
- Carencia de una conciencia en Costa Rica, la cual estimule la creación de sistemas o procedimientos de tratamiento de aguas residuales específicamente de fluidos corporales generados a partir de procesos de conservación cadavérica transitoria.

- Desactualización o inexistencia de los planes reguladores en los gobiernos locales, los cuales otorguen usos de suelo de funerarias con sala de patología, sin exigir medidas específicas de saneamiento.

#### **1.4 Estado de la cuestión**

En el siguiente apartado, se muestran algunas investigaciones que se encuentran relacionadas con la temática desarrollada en este trabajo final de graduación. Sin embargo, es significativo mencionar que el tema presentado es innovador, por lo tanto, existen pocos trabajos referentes al mismo de una manera específica.

El fin de mostrar estos trabajos es poder identificar antecedentes que han sido abordados desde diversas perspectivas sobre el tema de la contaminación producida por los fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria.

Primeramente, se tiene un trabajo final de investigación aplicada, el cual es un antecedente nacional y fue realizado por Mariana Herrera Ugarte y Adriana Martínez Garro (2016) para optar por el posgrado de Maestría Profesional en Derecho Ambiental en la Universidad de Costa Rica.

El anterior es un proyecto titulado: “Manejo de desechos hospitalarios: dicotomía entre el ser y el deber ser”. Las autoras afirman que “la acelerada producción de residuos que día a día incrementa tiene su origen en la falta de educación, planificación por parte de los gobiernos y el desinterés en el tema” (p.6).

El planteamiento de las autoras se basa en “regular y sancionar el manejo de desechos, en específico el de desechos hospitalarios, que de ser mal manejados generan un impacto irreversible al ambiente, a la salud humana y animal” (p.6), por ejemplo, la contaminación y las enfermedades.

El tópico abordado en esta investigación tiene íntima relación con los residuos de fluidos corporales generados en procesos de conservación cadavérica transitoria que se llevan a cabo en lugares que no son pertinentes, y se enfoca en la búsqueda de respuestas (tratamiento, regulación) a los desechos hospitalarios para evitar la contaminación, afectación social y ambiental. La correspondencia como tal radica en que ambos abarcan la temática socioambiental, aunque sea desde perspectivas diferentes. Sin embargo, se busca una mejora en el manejo de residuos, así como disposición final de los mismos (Herrera y Martínez, 2016).

Seguidamente, se encuentra un antecedente internacional, el cual es una tesis para optar por el grado de Licenciatura en Enfermería, en Chile, realizada por Elisa Morales Castro (2002), cuyo título es: "Accidentes laborales con exposición a fluidos corporales: características y circunstancias de su ocurrencia en el personal de salud del Hospital Clínico Regional Valdivia, durante el año 2002". La autora plantea que:

Los accidentes laborales con exposición a fluidos corporales significan para el personal un riesgo agregado de adquirir patógenos como: virus de la inmunodeficiencia humana y virus de la hepatitis B. Por tanto, la prevención se basa en dos aspectos importantes: el cumplimiento de las precauciones universales y la protección contra transmisión de enfermedades por esta vía..." (p.6).

Se puede identificar una relación con la temática planteada en la presente investigación, debido a que, específicamente las personas dedicadas a la conservación cadavérica transitoria (en hospitales o fuera de ellos) son quienes se encuentran más expuestos ante los residuos de fluidos corporales generados. En

este sentido es que se hace necesario contar con un plan de tratamiento de estos fluidos.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Analizar la contaminación que producen los fluidos corporales no tratados de procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas de habitación o funerarias, identificando sus efectos socioambientales y determinando su adecuado tratamiento y disposición final.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Calcular las cantidades de fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas y funerarias por medio de un muestreo de referencia para la definición del volumen tratado.
2. Identificar cuáles son las políticas con las que cuentan el Ministerio de Salud y la Municipalidad de Grecia mediante una revisión bibliográfica, que fije el establecimiento de parámetros para la gestión y adecuado tratamiento de esos fluidos y residuos corporales.
3. Definir los tipos de tratamientos adecuados, tomando en cuenta el riesgo sanitario que implica la presencia de bacterias, virus y enfermedades en la disposición final de los residuos de fluidos corporales, para el establecimiento de una propuesta de solución ajustada a las necesidades actuales.

## **2. Capítulo II Marco teórico referencial**

En el presente apartado de este trabajo investigativo, se muestran diversas definiciones, teorías y conceptos que coadyuvan al entendimiento del tópico abordado. Si bien es cierto, el recurso hídrico por sí solo implica un tema bastante amplio, éste se ha subdivido en varias clasificaciones que dan sustento a la investigación y, de esta manera, se realiza un abordaje donde se articulan la teoría y praxis.

## **2.1 Procedimientos de conservación cadavérica transitoria**

Asimismo, en esta línea se enmarca el tema de los residuos de fluidos corporales, los cuales pueden terminar en cuerpos de agua y, por lo tanto, propiciar contaminación. Ésta es una problemática bastante común; sin embargo, en la actualidad, pasa desapercibida ante algunos sectores de la sociedad, dejando de lado las consecuencias que esto puede traer para la salud de las personas.

Por lo anterior, para efectos de esta investigación, es importante tener presentes algunos conceptos referentes a la temática planteada, para así lograr un análisis crítico conforme a los resultados obtenidos en este trabajo.

Al hablar de fluidos corporales, es relevante mencionar que esto refiere a cadáveres humanos que pasan algunos procesos antes de ser velados y enterrados. De cada persona fallecida se extraen algunos líquidos que coadyuvan a que su descomposición sea más lenta. A partir de ello, surgen los objetivos de esta investigación. Por lo tanto, es importante conocer qué son exactamente esos procedimientos.

Según Nortehispana Seguros (2020) “la tanatopraxia es una actividad que engloba procesos de higienización, embalsamamiento, restauración y cuidado

estético” (párr. 8). Mientras que “la tanatoestética es, en realidad, una especialidad de la tanatopraxia que se focaliza en el tratamiento estético del fallecido, dotándole del aspecto que facilite la despedida a sus familiares” (párr. 3). De ambas prácticas, se puede decir que tienen como función el mejorar la apariencia de la persona difunta, desde lo interno de su cuerpo, hasta su aspecto físico.

Dentro del proceso de tanatopraxia, se encuentran algunas técnicas para preparar los cadáveres de personas fallecidas. Una de ellas es el embalsamiento, que “se emplea en cadáveres que requieren ser expuestos por más de 72 horas. Es necesario aplicar sustancias químicas en mayor cantidad y concentración, con la finalidad de impedir el proceso de descomposición” (Tanatos Formación, 2019, párr.4).

Otra técnica por utilizar en el procedimiento de preparación de cuerpos es la conservación cadavérica transitoria, la cual “es un proceso momentáneo, que se emplea para retardar la putrefacción del cuerpo. Tiene varios procedimientos, como la refrigeración, la congelación y el uso de químicos en menor cantidad y concentración” (Tanatos Formación, 2019, párr. 5).

De acuerdo con Tanatos Formación (2019) estas dos técnicas tienen marcadas diferencias, así como semejanzas; por ejemplo, el embalsamiento interrumpe la descomposición de un cuerpo mientras que la conservación transitoria lo que hace es retrasar el proceso de putrefacción. Asimismo, en el primero se aplican sustancias químicas en gran concentración y el uso de formol es necesario; y en el segundo se utilizan menos cantidades de químicos y se puede recurrir a otros productos. Ambas técnicas necesitan permiso y regulación de la autoridad sanitaria correspondiente.

## 2.2 Contaminación ambiental

Un concepto de vital importancia para este trabajo final de graduación son las aguas residuales. Este tipo de aguas son las que han sido modificadas de manera física, biológica o química, lo cual las convierte en no potables (PGR, 2006). Se puede creer que las mismas deben ser desechadas; sin embargo, mediante su tratamiento es posible modificar las características de su calidad para que sean aptas a un fin particular.

Con estos tratamientos se busca también evitar contaminación y, por consiguiente, proteger el entorno. Por lo anterior, se vuelve importante conocer sobre el medio ambiente, pues es un elemento base para el tópico desarrollado. Sabalain (2009) cita a Estocolmo y Hajek (1972), quienes afirman que es el “conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos e indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas” (p.4). También es, un “sistema global complejo, de múltiples y variadas interacciones, dinámico y evolutivo, formado por los sistemas físico, biológico, social, económico, político y cultural en que vive el hombre y demás organismos” (Sabalain, 2009, p.4).

De acuerdo a esto queda claro que el medio ambiente envuelve al ser humano, y es en él donde las personas realizan sus actividades cotidianas, por lo tanto, se habla de un entorno cambiante y adaptable a la vez.

En este sentido, se puede decir que existen varios conceptos y teorías más relacionadas directamente con la temática planteada en este trabajo final de graduación, tomando como base el medio ambiente en general y su afectación

específicamente en la contaminación producida por los fluidos corporales desechados en los procedimientos de conservación cadavérica transitoria.

Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) muestra algunos datos y cifras que son de interés para esta investigación:

- Se calcula que, de todos los residuos generados por las actividades de atención sanitaria, aproximadamente un 85% son desechos comunes, exentos de peligro.
- El 15% restante se considera material peligroso que puede ser infeccioso, tóxico o radiactivo.
- Según las estimaciones, se administran cada año en el mundo 16 000 millones de inyecciones, aunque no todas las agujas y jeringas son eliminadas correctamente después de su uso. En algunas circunstancias, los desechos sanitarios se incineran, lo que puede dar lugar a la emisión de dioxinas, furanos y otros contaminantes atmosféricos tóxicos (OMS, 2018, párrs.1-4).

Partiendo de lo anterior, se entiende que los residuos resultantes de un procedimiento de conservación cadavérica transitoria se encuentran dentro del 15% considerados como peligrosos, ya que es bien sabido que esos líquidos contaminan cuerpos de agua expandiendo bacterias, virus y enfermedades.

Seguidamente, de acuerdo con la OMS (2018), los tipos de desechos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Desechos infecciosos: desechos contaminados con sangre u otros fluidos corporales (por ejemplo, a partir de muestras de

diagnóstico desechadas), cultivos o cepas de agentes infecciosos procedentes de actividades de laboratorio (por ejemplo, desechos relacionados con autopsias o animales de laboratorio infectados, o desechos relacionados con pacientes ingresados en salas de aislamiento y equipo conexo (por ejemplo, hisopos, vendajes e instrumental médico desechable).

- Desechos anatomopatológicos: tejidos, órganos o fluidos humanos, partes corporales y cadáveres de animales.
- Objetos punzocortantes: jeringas, agujas, bisturíes y cuchillas desechables, etc.

Con base en lo mencionado anteriormente, se evidencia que los residuos provenientes de procesos de conservación cadavérica transitoria se encuentran en varias clasificaciones, por ejemplo, infecciosos, anatomopatológicos y punzocortantes.

En esta línea es importante conocer que los desechos sanitarios proceden básicamente de: “hospitales y otros establecimientos asistenciales; laboratorios y centros de investigación; centros donde se practican autopsias y que prestan servicios mortuorios; laboratorios de investigación y pruebas con animales; bancos de sangre y centros de donación; residencias de ancianos” (OMS, 2018, párrs.7-13).

Asimismo, se encuentran los desechos infectocontagiosos los cuales contienen bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contienen o pueden contener toxinas producidas por

microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos o al ambiente humano (Poder Ejecutivo, 2003).

Es decir, los residuos resultantes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria llevados a cabo en casas de habitación o funerarias pueden ser considerados residuos infectocontagiosos que provocan una afectación ambiental y en la salud humana si no se tratan con una adecuada disposición final.

### **2.2.1 Riesgos para la salud**

Los residuos sanitarios contienen microorganismos que pueden ser dañinos e infectar a pacientes de hospital, al personal sanitario y a la población en general. Existen otros posibles riesgos infecciosos, como la propagación de microorganismos farmacorresistentes tras su liberación al medio originada en establecimientos sanitarios.

Los desechos y sus subproductos también generan otros riesgos para la salud, como los siguientes:

Quemaduras por radiación; heridas por objeto punzocortante; intoxicaciones y contaminación por liberación al medio de productos farmacéuticos, en particular antibióticos y fármacos citotóxicos; intoxicaciones y contaminación por aguas residuales, así como por elementos o compuestos tóxicos, como el mercurio o las dioxinas que se liberan al incinerar los desechos (OMS, 2018, párrs.16-17).

Con lo anterior se denota que la contaminación por aguas residuales es real, así como lo es por fluidos corporales. Ello demuestra la necesidad de que estos

últimos sean tratados de la manera más adecuada para procurar la conservación del medio ambiente y la salud pública.

### **2.2.2 Impacto ambiental**

El tratamiento y la evacuación de residuos sanitarios también pueden acarrear riesgos para el medio ambiente a través de la liberación de patógenos y contaminantes tóxicos. En este sentido, “si no están bien contruidos, los vertederos pueden contaminar el agua de bebida. Además, todas las instalaciones de evacuación de desechos indebidamente diseñadas, gestionadas o mantenidas entrañan riesgos ocupacionales” (OMS, 2018, párr.18).

Según lo planteado por Méndez (2012), dentro de las acciones para reducir el impacto ambiental que pueden provocar los desechos infectocontagiosos se encuentra evitar la mezcla entre los residuos que no son infecciosos y los que son potencialmente infecciosos. De esta manera se procede con el tratamiento de los residuos infecciosos para eliminar las posibilidades de propagación de gérmenes mediante el empleo de tecnologías existentes para esta actividad.

### **2.2.3 Gestión integral de residuos biosanitarios**

La gestión integral implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con la gestión de los residuos hospitalarios y similares desde la generación hasta su disposición final. La gestión integral incluye los aspectos de generación, segregación, movimiento interno, almacenamiento intermedio y/ o central, desactivación, (gestión interna), recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final (Universidad Industrial de Santander, s.f., p.9).

En cuanto al traslado de residuos infectocontagiosos se debe saber que “solo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado (...) Los vehículos recolectores deberán ser de caja cerrada, hermética y contar con sistemas de captación de lixiviados, preferiblemente con sistemas mecanizados de carga y descarga” (Poder Ejecutivo, 2003, p.15).

Asimismo, es importante mencionar que el “Reglamento sobre la gestión de los desechos infectocontagiosos que se generan en establecimientos que prestan atención a la salud y afines” establece que para un óptimo tratamiento de los desechos infectocontagiosos, éstos tienen que tratarse por métodos físicos o químicos, los cuales deben ser autorizados por el Ministerio de Salud, y avalar la eliminación de microorganismos patógenos (Poder Ejecutivo, 2003).

Con lo anteriormente mencionado, se debe resaltar que, para que los métodos de tratamiento sean ambientalmente aceptables, “no solo debe eliminar los riesgos biológicos asociados a los gérmenes presentes en los residuos, sino que también debe carecer de emisiones o efluentes tóxicos” (Méndez, 2012, p.7).

#### **2.2.4 Recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos hospitalarios y similares**

Deben tener como mínimo las siguientes características:

- Livianos, de tamaño que permita almacenar entre recolecciones. La forma ideal puede ser de tronco cilíndrico, resistente a los golpes, sin aristas internas, provisto de asas que faciliten el manejo durante la recolección.

- Construidos en material rígido impermeable, de fácil limpieza y resistentes a la corrosión como el plástico.
- Dotados de tapa con buen ajuste, bordes redondeados y boca ancha para facilitar su vaciado.
- Construidos en forma tal que, estando cerrados o tapados, no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo (Universidad Industrial de Santander, s.f., p.10).

Lo descrito anteriormente son características aplicables a utensilios usados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria, para salvaguardar a las personas y a los espacios donde se llevan a cabo.

### **2.3 Plantas de tratamiento de aguas residuales**

En Costa Rica existe el “Reglamento sobre Vertido y Reúso de Aguas Residuales N°33601”, el cual establece que cualquier persona o ente generador de aguas residuales debe dar el tratamiento adecuado a las mismas, elaborar los reportes operacionales correspondientes y presentarlos a la Dirección de Protección al Ambiente Humano del Ministerio de Salud. Además, este reglamento regula las cantidades límites o máximas para parámetros obligatorios y complementarios en el vertido de esas aguas.

Asimismo, se encuentra el Decreto 39887-S-MINAE “Reglamento de aprobación de sistemas de tratamiento de aguas residuales”, el cual especifica todos los requisitos que debe cumplir el ente generador que vaya a construir o

modificar una planta de tratamiento, indicando, a su vez, algunas consideraciones sobre reuso, por ejemplo, retiros mínimos de las unidades de depuración de una planta de tratamiento según este decreto.

### Imagen 1

#### ***Retiros mínimos de las unidades de depuración de una planta de tratamiento de agua residual***

<b>Proceso de tratamiento</b>	<b>Retiro (m)</b>
Lagunas anaerobias y lagunas de lodos.	50
Unidades abiertas como sedimentadores primarios y secundarios con y sin digestores incorporados, filtros biológicos, reactores anaeróbicos, biodigestores anaeróbicos, humedales artificiales	20
Unidades cerradas como sedimentadores primarios y secundarios con y sin digestores incorporados, filtros biológicos, reactores anaeróbicos, biodigestores anaeróbicos y aeróbicos, tanques con aireación superficial	10
Biodiscos, tanques con aireación superficial o por difusión, lechos de secado abiertos y techados, biodigestores aeróbicos, sistemas de evaporación	10
Tanques de igualamiento y compensación, cárcamos de bombeo, obras menores de pretratamiento, plantas de tratamiento químico, filtros prensa, campos subsuperficiales de infiltración	5

**Fuente:** Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016)

El reglamento indica las distancias que se deben respetar para la construcción o modificación de una planta de tratamiento de agua residual, especificando cada parte que conforma la misma.

Ahora bien, es relevante reconocer que, para el diseño de una planta de tratamiento de agua residual, es indispensable tomar en cuenta tres parámetros: físicos, químicos y biológicos.

De acuerdo con García (2019), dentro de los parámetros físicos, el primero por mencionar es el caudal referente al “volumen de agua que discurre de una fuente en un periodo de tiempo determinado. Resulta crucial tanto para el diseño de sistemas de tratamiento como para la determinación del total de carga contaminante vertido al medioambiente” (p. 11). También se encuentran el potencial de hidrógeno y la temperatura.

El pH es una estimación del grado de acidez que posee el agua, tomando en cuenta la concentración de iones de hidronio. Se considera que las aguas residuales ácidas, es decir, de pH bajo, no ayudan a los procesos de tratamiento biológico mientras que los valores de pH alto favorecen la predominancia del amoníaco, que resulta ser tóxico para algunos organismos (Asthana, Kumar y Sharma, 2017). A su vez, la temperatura es una medida de la cantidad de energía calórica del agua, determinando la incidencia de reacciones químicas y la solubilidad de algunos compuestos (Chandrappa y Das, 2014).

Con respecto al color de las aguas residuales, es afectado por la presencia de algunas sustancias que están en forma de disolución, las cuales alteran la estética, sobre todo cuando posee desechos de actividades antrópicas. Por esto, que se considera un indicador de contaminación (Seoáñez, 2012). Es medido a través de unidades de color verdadero o como porcentaje de pureza.

Por su parte, los sólidos están conformados por MO (molibdeno), sustancias orgánicas e inorgánicas que están disueltas presentes en aguas residuales y de

consumo. Dentro de los más importantes para el diseño de sistemas son los Ssed (sólidos sedimentables) y SS (sólidos suspendidos), además estos están incluidos en la normativa nacional. Los Ssed son las partículas más densas que precipitan; componen una aproximación de la cantidad de lodo que se obtendrá de los procesos de sedimentación primaria. Asimismo, los SS están conformados por las partículas de coloides, dispersiones gruesas u otro tipo de material flotante (Hernández, 2015).

Además, los sólidos generan turbiedad en el agua, deposición de lodos e interferencia con los ciclos naturales de algunos organismos acuáticos, propiciando la aparición de materia flotante, resultado del empuje de las partículas debido a los gases de descomposición (Romero, 2010).

Se encuentran también los parámetros químicos, donde está la materia orgánica biodegradable y no biodegradable. De acuerdo con Chandrappa y Das (2014), la materia orgánica biodegradable está constituida por los compuestos orgánicos susceptibles de ser degradados por los microbios; es medida a través de la DBO, que representa la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para su degradación en condiciones aerobias. A su vez, según lo plantea Romero (2010) la materia no biodegradable solo se puede oxidar por métodos químicos; se mide por medio del parámetro de DQO.

Las grasas y los aceites también son parte de los parámetros químicos. Se refiere a materia compuesta de carbono, hidrógeno y oxígeno que, tiene una densidad menor y flota en las aguas residuales, haciendo que haya un recubrimiento de superficies y obstaculizando el tratamiento biológico. Éstos provocan problemas de mantenimiento en las PTAR, ya que no son insolubles en agua y, a su vez, difíciles de digerir por los microorganismos (Chandrappa y Das, 2014).

De la misma forma, se deben mencionar los metales pesados que, si bien algunos constituyen micronutrientes esenciales para la vida, existen otros que son altamente tóxicos. Generalmente, todos son nocivos para la vida acuática a ciertas concentraciones (Laws, 2018). Se pueden hallar en las aguas residuales de hospitales y centros de salud; ya que proceden de procesos como la resonancia magnética, medios de contraste, odontología, desinfección, aplicación de quimioterapia y otros (Oliveira, Al Aukidy y Verlicchi, 2018).

Otro parámetro químico importante son los nutrientes constituidos por el N (nitrógeno) y el P (fósforo), los cuales conforman la fracción más relevante para el crecimiento de microorganismos en los procesos de tratamiento (Hernández, 2015).

También se encuentran los fenoles y los tensoactivos o SAAM (sustancias activas al azul de metileno). Los primeros forman un grupo de compuestos aromáticos que se enlazan a uno o más grupos presentes en las aguas residuales de una gran cantidad de procesos industriales y hospitalarios (Boillot, et al., 2008). Los segundos, según plantean Bergé, et al. (2018), son moléculas orgánicas que tienen la capacidad de reducir la tensión superficial de los fluidos en los que se hallan diluidos, que normalmente son ácidos grasos. Se hallan en detergentes, jabones y varios cosméticos. Son medidos por el parámetro SAAM. En las aguas residuales, favorecen la formación de espumas, además de inhibir la actividad microbiana y la solubilidad del oxígeno (Romero, 2010).

El tercer parámetro es el biológico, donde se encuentran los nemátodos intestinales, los cuales son parásitos intestinales que podrían estar presentes en las aguas residuales, así como en los suelos irrigados o fertilizados con lodos de la depuración. Se caracterizan por ser gusanos redondos, cilíndricos y alargados,

donde la mayoría son patógenos, por lo que su control es de gran importancia para evitar la propagación en el medioambiente (Tchobanoglous, et al., 2014). Por su parte, los coliformes por su parte representan la masa microbiana de las aguas residuales.

En general, los microorganismos causan un detrimento de la calidad del agua ya sea para consumo o recreación; algunos producen enfermedades intestinales o de otro tipo. También pueden admitir y trasladar genes de resistencia antibiótica (Rodríguez, et al., 2015).

Dentro de los tipos de tratamiento en las plantas, se encuentran el pretratamiento y los tratamientos primario, secundario y terciario. Cada uno cumple una función específica en forma de secuencia generalmente, pretendiendo eliminar los agentes contaminantes que están en el agua.

El pretratamiento contempla la separación de sólidos gruesos, separación de GyA (grasas y aceites) y homogenización. Asimismo, el cribado y el desbaste remueven de manera mecánica aquellas partículas más gruesas. La separación de GyA busca remover este tipo de sustancias de las aguas residuales, mediante la separación espontánea de la materia grasienta transcurrido un TRH (tiempo de retención hidráulica) determinado. Por último, el homogenizador consiste en un reactor que estabiliza el caudal que ingresa para conseguir un caudal constante de ingreso a las unidades posteriores (Romero, 2010). En correspondencia al tratamiento primario se incluyen procesos tanto físicos como químicos.

Según Romero (2010), el tratamiento secundario convencional tiene como fin la combinación de procesos biológicos y químicos para la eliminación de la MOB (microorganismos benéficos), SS (sólidos suspendidos) y en ocasiones, nutrientes.

Para ello se utilizan algunas tecnologías como los lodos activados, filtros biológicos o biodiscos, los cuales son sistemas aerobios.

Rodríguez, Lucas y Barceló (2018) afirman que el tratamiento terciario o avanzado se utiliza para la remoción de agentes contaminantes que son específicos y que permanecen después del tratamiento secundario, por ejemplo, nutrientes o compuestos persistentes y como microorganismos patógenos. Éste abarca desinfección del agua y remoción de nutrientes, entre otros.

Finalmente, se debe hacer mención al proceso de desinfección, el cual, de acuerdo con Cardador (2014), es necesario en las plantas de tratamiento de agua residual. Este proceso radica en la expulsión de microorganismos patógenos del agua. Para obtener una desinfección efectiva se debe contar con una actividad amplia, capacidad de penetración en la superficie de los microorganismos y solubilidad en el agua y en el tejido celular.

#### **2.4 Otros tipos de tratamiento para los desechos de fluidos corporales provenientes de procesos de conservación cadavérica transitoria**

Existen compañías dedicadas a la recolección, traslado y disposición final de desechos infectocontagiosos, donde se encuentran los fluidos provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Son entidades que cuentan con su propia planta de tratamiento y que, generalmente se ubican en el GAM (Gran Área Metropolitana). Para efectos de esta investigación, se hace mención de una empresa específica: MBP (Manejo Profesional de Desechos) Bioinfecciosos.

De acuerdo con Castro (s.f.) esta compañía brinda los siguientes servicios:

- Suministro de recipientes para disponer tanto los desechos bioinfecciosos punzocortantes como los bioinfecciosos sólidos no punzocortantes y líquidos bioinfecciosos.
- Recolección (especializada de los recipientes utilizados de desecho y en la frecuencia que el cliente determine).
- Tratamiento: mediante un proceso de desinfección húmeda (autoclavado) certificada por nuestros microbiólogos.
- Disposición final de los residuos una vez tratados y certificados.
- Capacitación e identificación: por medio de manuales prácticos de información al personal clave en cada establecimiento, así como calcomanía y certificados (p.1).

La contratación de servicios de empresas como la anteriormente mencionada conlleva un gasto económico cada cierto tiempo. También, se pueden eliminar los desechos de fluidos corporales mediante otros métodos como la incineración la cual es un “tratamiento que consiste en la oxidación de los residuos mediante procesos de combustión controlados a altas temperaturas” (Poder Ejecutivo, 2003, p.3).

Soto (2020) comenta que la incineración funciona “a través del calor, los componentes orgánicos de los desechos reaccionan con el oxígeno del aire y se transforman en dióxido de carbono y agua” (párr.2). Con base en ello, es importante mencionar que, “al mismo tiempo también se producen emisiones altamente tóxicas al aire y se liberan nanopartículas tóxicas. Las emisiones contaminantes producidas por los incineradores incluyen metales pesados tóxicos, dioxinas y furanos” (Soto,

2020, párr.3). Por lo tanto, en esta práctica, es importante tomar en cuenta la repercusión a nivel ambiental que se pueda producir.

Asimismo, se encuentra el proceso de cremación, el cual es un método “para la destrucción de partes orgánicas y residuos patológicos mediante la combustión” (Poder Ejecutivo, 2003, p.2). En la actualidad, la cremación se utiliza para disponer de las cenizas de una persona y no sepultarla en un ataúd donde se deposita el cuerpo. Esta práctica también podría utilizarse exclusivamente para el tratamiento de los residuos provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Sin embargo, es importante tomar en cuenta el costo económico, así como la logística que conlleva.

### **3. Capítulo III Marco metodológico**

En el siguiente apartado, se exponen los elementos metodológicos que sustentaron el presente trabajo de graduación, por tanto, se evidencian características primordiales que fundamentan el estudio, así como la clasificación y el enfoque del mismo, las preguntas generadoras, entre otros, que permiten un análisis objetivo de los resultados.

Esta investigación se clasifica como descriptiva. De acuerdo con Hernández (1998) la misma:

Se caracteriza por realizar una determinación sistemática y precisa de las distintas formas de presentarse las características individuales en diferentes tiempos y lugares. Determina cómo es y cómo ésta determinada la situación de la población, la frecuencia en la que ocurre, dónde y cuándo se presenta.

Es decir, a través de la descripción, se establece cómo se encuentra en la actualidad la temática de la contaminación que producen los fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Además, se describen los entornos de salas de patologías y los parámetros o protocolos de instituciones como el Ministerio de Salud y la Municipalidad de Grecia.

En esta línea, se afirma que este trabajo tiene un enfoque mixto, el cual de acuerdo con Cascante (2011) es “un enfoque que emerge a partir de los enfoques cuantitativo y cualitativo. Surge de la necesidad de incluir elementos de ambos enfoques con el fin de dar una visión diferente al tratamiento de las investigaciones realizadas” (p.46).

Ante esto, se reconoce que este tipo de investigación involucra características, tanto del enfoque cuantitativo, como del cualitativo porque, de acuerdo con Grinnell (1997), citado por Cascante (2011):

Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos. b) Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas. c) Prueban y demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento. d) Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis. e) Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar y/o fundamentar las suposiciones o ideas; o incluso para generar otras (pp.9-10).

Por lo tanto, como se evidencia con el planteamiento de los objetivos de esta investigación, se involucra información cualitativa y cuantitativa que permite obtener resultados palpables y respaldados; esto porque, de acuerdo con Sampieri, et al. (2003), el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis o contestar preguntas con base en mediciones numéricas y análisis estadísticos.

Asimismo, Valles (1999), afirma que diseñar consiste en tomar decisiones a lo largo del proceso de investigación, las cuales pueden ocurrir al inicio del proceso o en el camino. Por lo tanto, certifica que la investigación cualitativa “no se estampa mediante un molde o modelo que sirvió una vez, sino que se moldea cada vez a partir de los criterios maestros generadores de respuestas” (p.46).

En este sentido queda en evidencia la relevancia que tiene un enfoque que permite caracterizar un diseño de tratamiento, así como el enfoque que permite calcular todos los datos numéricos que necesita el mismo para funcionar de manera óptima, de acuerdo con la necesidad para la que se está diseñando, que, en este

caso particular, son los desechos de fluidos corporales resultantes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se llevan a cabo en una funeraria.

### **3.1 Preguntas generadoras**

- ¿Cuál es la normativa utilizada para el desecho de residuos de fluidos corporales producidos por conservación cadavérica transitoria en Costa Rica?
- ¿Cómo se están tratando los fluidos corporales producidos por conservación cadavérica transitoria en hogares y funerarias en el cantón de Grecia?
- ¿Cuáles partes de una planta de tratamiento hospitalario funcionan para una planta de tratamiento de fluidos corporales?
- ¿Es atinente utilizar sistemas aerobios y anaerobios en una planta de tratamiento de fluidos corporales?

### **3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Partiendo hacia las técnicas que guiaron el presente proceso investigativo, se hace referencia, en primera instancia, a la documental, la cual fue utilizada para la recopilación de información con el propósito de responder satisfactoriamente a las interrogantes y a los objetivos que se plantearon en el diseño de investigación.

De acuerdo con los autores Latorre, Rincón y Arnal (2003), el análisis documental resulta una técnica primordial en el proceso investigativo, ya que consiste en la recolección, clasificación, recuperación y distribución de la información sobre la temática que se desea investigar, permitiendo organizar la

misma para presentarla. Es decir, la técnica implica una revisión documental para desarrollar teorías y contextos atinentes al tema investigado, lo cual permite conocer el estado actual sobre el tema en cuestión.

La utilización de esta técnica en este trabajo final de graduación posibilitó justificar los objetivos planteados, lograr la delimitación del tema y plantear el estado de la cuestión sobre los procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Además, permitió la confección del marco teórico que explica y ayuda a comprender la realidad de la temática.

Consecuentemente, se aplica una entrevista semiestructurada; es decir, una estrategia mixta donde hay preguntas abiertas y cerradas (permitiendo esto la obtención de información más completa) a personas que laboran en el Ministerio de Salud y en la Municipalidad de Grecia (ver anexos #6 y #7)

Barrantes (1999) asevera que la entrevista semiestructurada puede entenderse como una conversación entre dos personas, que, en su mayoría, se realiza de manera oral, utilizando como instrumento, una guía atinente al tema de investigación donde “existe un formato abierto con preguntas generales que permiten enfocar la conversación entre el entrevistado y el entrevistador” (p.194).

Es de vital importancia mencionar que para citar a los colaboradores del Ministerio de Salud y de la Municipalidad de Grecia que ayudaron con esta investigación, se utilizan nombres ficticios, entrevistado 1 y entrevistado 2, respectivamente, para el resguardo del anonimato.

Finalmente, para la realización de diversos cálculos que sustentan esta investigación fue necesario obtener una muestra de referencia de diez cuerpos que se sometieron a procedimientos de conservación cadavérica transitoria para definir

un promedio de fluidos corporales. Esta muestra se obtuvo de la Funeraria Comunal de Grecia a partir de cadáveres que fueron preparados en su sala de patología durante los últimos seis meses del año 2019 (ver anexos #1 y #2). Es importante aclarar que estas muestras se recolectan en un *trocker* subsionador (envase) donde están claramente marcadas las medidas de un litro, tres cuartos de litro, medio litro y un cuarto de litro.

Asimismo, para la obtención de criterios de diseño para una planta de tratamiento de fluidos corporales que trate los desechos provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria, se presentan una memoria de cálculo, un diagrama de flujo, un manual de operaciones y un diseño final en AutoCAD, lo cual permite visualizar todos los pasos por seguir para la creación de la misma.

### **3.3 Procedimientos para el análisis de datos**

En cuanto a los procedimientos para el análisis de datos, se va a utilizar el análisis de contenido, el cual consiste en una técnica que busca la descripción objetiva y sistemática, además, permite realizar inferencias que son válidas con respecto a los datos y su contexto (Funiber, 1991, p.120). Ello admite hacer un mejor análisis crítico sobre la temática planteada en este trabajo final de graduación.

De acuerdo con este procedimiento, se desea realizar una praxis entre los conocimientos adquiridos a través de las entrevistas aplicadas y el material bibliográfico investigado, para lograr una articulación concreta.

### 3.4 Fórmulas para calcular los datos

A continuación, se presentan las principales fórmulas utilizadas en esta investigación para llevar a cabo los cálculos necesarios que la fundamentan.

Para el cálculo del promedio de fluidos corporales por cadáver se sumaron los litros obtenidos a cada cuerpo (10 cuerpos) y se dividió entre 10.

Para el cálculo de las rejillas se utilizó lo siguiente:

- Área:  $A=Q/V$
- Longitud:  $L=A/d$
- Las barras y los espacios: Barras.  $0.12 \text{ m}/1\text{In} \times 0.0254\text{m}/1\text{In} = 5 \text{ espacios} = 4 \text{ barras}$
- Espaciamiento de la barra: Barras  $\times 0.5/ 1 \text{ Barra} \times 0.0254/\text{In}$
- Ancho real= longitud + espaciamiento de la barra

Para los cálculos del tratamiento primario se utiliza:

- El volumen de salida se calcula: caudal pico/tiempo de retención
- La descarga acumulada sin homogeneizar es la suma de todo el caudal acumulado en 24 horas.
- El volumen del sedimentador es la suma de las áreas de los tres compartimentos.

Cálculos para el tanque de aireación:

- Área del reactor de aireación  $Velocidad (v)m/h = \frac{Caudal (Q) m^3/h}{ÁREA (A) m^2}$ ,
- Volumen de la zona de digestión

$$V(volumen) = A(m^2) * h(m)$$

- Tiempos de retención hidráulica  $TRH (h) = \frac{V (m^3)}{Q (\frac{m^3}{h})}$ ,

- Área de la cámara de digestión

$$A(m^2) = \frac{Volumen (m^3)}{Altura (m)}$$

- Reactor de sección cuadrada

$$l(m) = \sqrt{Área (m^2)}$$

## **4. Capítulo IV Presentación y análisis de los resultados**

#### **4.1 Cálculo de las cantidades de fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas y funerarias**

En el presente apartado, se desea mostrar un cálculo de las cantidades de fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas y funerarias a partir de una muestra de referencia que ha sido brindada por la Funeraria Comunal de Grecia.

Para ello, se han tomado en cuenta los cuerpos preparados por un profesional en patología, tanto en la sala de patología, como en las casas de habitación durante los últimos seis meses del año 2019. De esta manera, se puede establecer una muestra de referencia y, a su vez, permite calcular cantidades de fluidos corporales desechados en estos procesos.

En este sentido, es relevante conocer que cada cuerpo humano es diferente. Por lo tanto, al morir, las cantidades de fluidos que son extraídas de los cuerpos son variables, pues dependen de características como complexión y enfermedades, entre otros.

Por ende, es de vital importancia poder definir un promedio de fluidos corporales. Para ello, se promedia un total de diez muestras durante los meses de julio a diciembre del año 2019. De esta forma se logra identificar lo siguiente:

**Tabla 1*****Promedio de fluidos corporales desechados por el cuerpo***

<b>Muestreo de fluidos corporales 2019</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Fecha</b>	<b>Litros</b>
<b>1</b>	31/7/2019	1,9
<b>2</b>	12/8/2019	3,9
<b>3</b>	26/8/2019	7,1
<b>4</b>	6/9/2019	3,4
<b>5</b>	12/9/2019	3,1
<b>6</b>	18/9/2019	2
<b>7</b>	20/9/2019	4,5
<b>8</b>	26/9/2019	5,1
<b>9</b>	12/10/2019	3,2
<b>10</b>	19/10/2019	4,3
<b>Total</b>		38,5
<b>Promedio</b>		3,85

Fuente: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

Con base en la tabla número uno es importante resaltar que la información referente a la cantidad de litros sustraídos por cadáver se obtuvo a través del proceso de conservación cadavérica transitoria que se le practicó a cada cuerpo por parte del profesional en patología en la Funeraria Comunal de Grecia (ver anexos #10 y #11). En esta tabla uno, se evidencia que, tal como se mencionó anteriormente, la cantidad de líquidos extraídos de cada cadáver es diferente debido a su composición. Sin embargo, al promediar estas cantidades, se permite identificar un único dato que es el utilizado en este trabajo, para referirse a cuántos fluidos corporales son desechados de los procesos de conservación cadavérica

transitoria. Este número final de desecho (3,85 litros) coadyuva al cálculo de otros datos mostrados más adelante.

A continuación, se presenta una tabla que compone este trabajo final de graduación, donde se expone la información tabulada referente a los cuerpos preparados posterior a su defunción:

**Tabla 2**

***Cantidad de cuerpos preparados en sala de patología y casas de habitación***

<b>Cantidad de litros de fluidos corporales</b>					
Fecha	Cuerpos	Casas	Sala de Patología	Cantidad de litros promedio de Fluidos corporales	Total
jul-19	7	3	4	3,85	26,95
ago-19	10	4	6	3,85	38,5
sep-19	10	3	7	3,85	38,5
oct-19	9	3	6	3,85	34,65
nov-19	8	4	4	3,85	30,8
dic-19	9	2	7	3,85	34,65
Total	53	19	34		204,05
		35,80%	64,20%		

Fuente: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

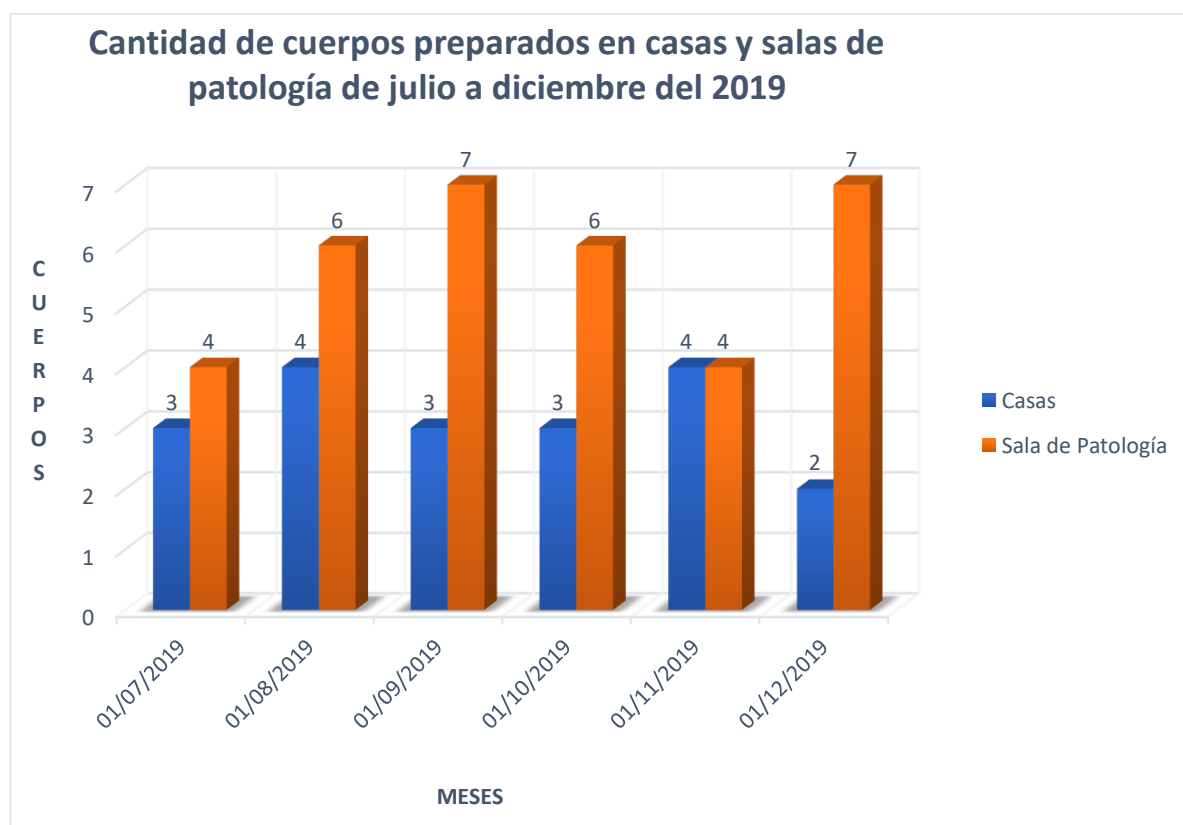
En la tabla número dos, se presenta una muestra representativa de la cantidad de cadáveres que son atendidos en la Funeraria Comunal de Grecia (ver anexos #1 y #2), incluyendo los meses de julio a diciembre del año 2019. Esta información proviene de las bitácoras manejadas en este lugar, y permite obtener el

dato mensual de litros de fluidos corporales desechados mensualmente tanto en la sala de patología como en las casas de habitación. De esta información se logra inferir que el valor promedio máximo mensual de litros por cadáver es de 38,5 y que se presentó en el mes de agosto del año 2019.

Al respecto, es relevante poder visualizar los números detalladamente, por lo tanto, se presenta el siguiente gráfico:

### Gráfico 1

#### ***Cantidad de cuerpos preparados en sala de patología y casas de habitación.***



Fuente: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

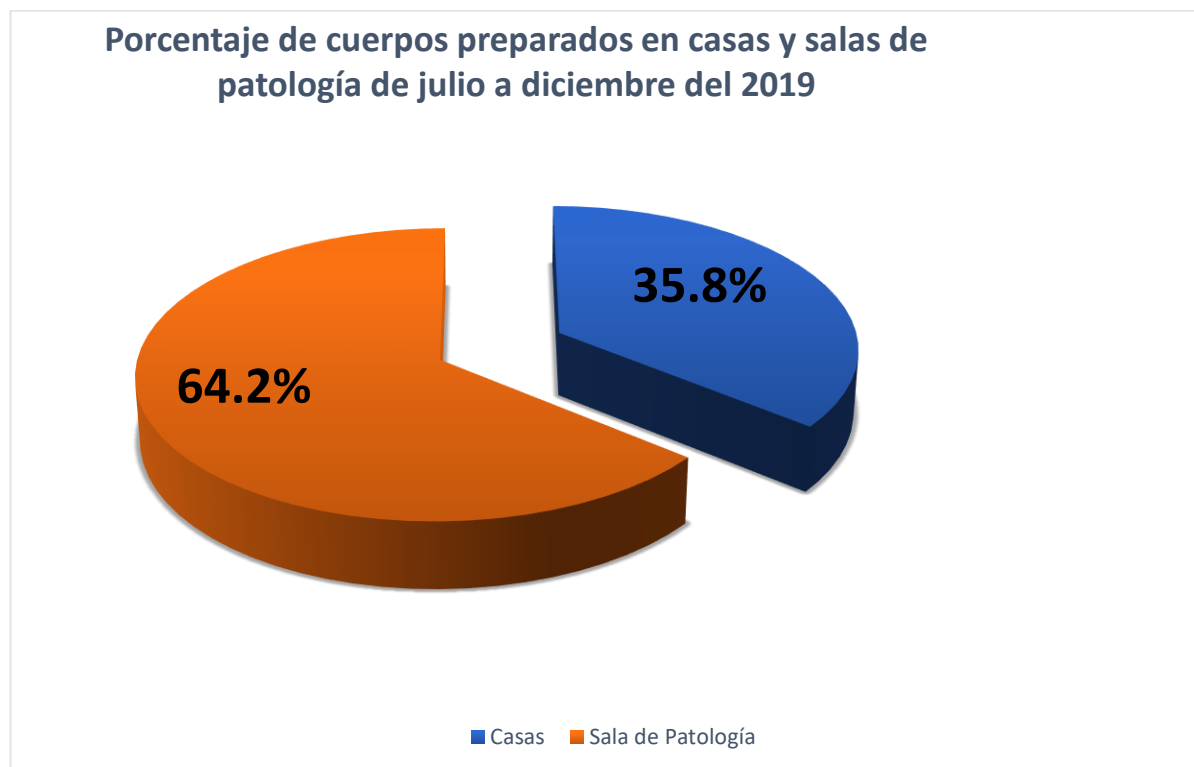
Con base en el gráfico anterior, se pueden identificar varias características; la primera es que se llevan a cabo más procedimientos de conservación cadavérica transitoria en la sala de patología que en las casas de habitación. Sin embargo, esta práctica no se ha erradicado por completo. Seguidamente se observa que, en los meses de septiembre y diciembre, es cuando se han realizado más preparaciones de cuerpos en la sala especializada para ello en la funeraria.

Asimismo, queda en evidencia que, en los meses de agosto y noviembre es cuando menos procedimientos de conservación cadavérica transitoria se llevaron a cabo en la sala de patología. También, se percibe que, en el mes de diciembre, se hicieron menos preparaciones de cuerpos en las casas de habitación.

Finalmente, es trascendental prestar atención a estos resultados desde una óptica porcentual. Por lo tanto, se realiza el siguiente gráfico:

## Gráfico 2

### *Porcentaje de cuerpos preparados en sala de patología y casas de habitación.*



Fuente: Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

A partir del gráfico dos se percibe que es prácticamente una tercera parte de los cadáveres los que son preparados en casas de habitación, lo cual posibilita afirmar que esta práctica actualmente se lleva a cabo con menor frecuencia. Además, es importante resaltar que el 64.2% de cuerpos que reciben procedimientos de conservación cadavérica transitoria en la sala de patología representa 34 personas fallecidas del total de 53 que son los datos iniciales de referencia durante seis meses.

## **4.2 Políticas del Ministerio de Salud y de la Municipalidad de Grecia para la construcción de una sala de procedimientos de conservación cadavérica transitoria**

Como ya se ha hecho mención en este trabajo investigativo, los procedimientos de conservación cadavérica transitoria son una práctica común por realizar después de la muerte de alguna persona. Esto con la finalidad de conservar el cuerpo durante un tiempo determinado, retrasando su descomposición natural y permitiendo a los familiares realizar los actos fúnebres tradicionales (vela, entierro).

Bajo este preámbulo, se ha trabajado el presente TFG, por lo tanto, en respuesta al segundo objetivo específico planteado, se desarrolla este apartado, para la identificación de las pautas por seguir por parte de entidades como el Ministerio de Salud y la Municipalidad de Grecia en relación con las políticas establecidas al respecto.

En este sentido, se parte de que la realización de procedimientos de conservación cadavérica transitoria es un requisito, por lo cual debe realizarse a todos los cuerpos después de fallecidos. Por parte del Ministerio de Salud, se afirma que “en ese caso, para nosotros, debería ser una sala verdad, o sea, que cuente con las especificaciones físicas y sanitarias” (Entrevistado 1, entrevista semiestructurada, 2022). Con esto se quiere decir que todas las preparaciones de cuerpos deben hacerse en salas específicas para ello y no en casas de habitación; sin embargo, es sabido que estas prácticas aún se llevan a cabo en estos lugares.

Asimismo, se debe mencionar que, por parte del Ministerio de Salud, no existe un reglamento o protocolo para la disposición final de los fluidos corporales

producidos de procedimientos de conservación cadavérica transitoria, sino que se basa en el Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos. Así lo confirma la entidad al mencionarse lo siguiente “Sí, eso le iba a decir. No hay uno específico, pero va el que es de los residuos de infecciosos y peligrosos sí” (Entrevistado 1, entrevista semiestructurada, 2022). Por lo tanto, se evidencia que hace falta cierta rigurosidad en temas de saneamiento público.

En esta línea, sobresale que, para una institución como el Ministerio de Salud, es completamente palpable que la práctica de procedimientos de conservación cadavérica transitoria produce contaminación ambiental, ya que así lo determina el funcionario al que se le preguntó acerca del tema:

Sí, claro, claro, sí se produce y si no tiene un tratamiento de las aguas, diay, al final de cuentas ellas van a llegar a desvanecer el ecosistema o el cuerpo de agua donde están vertidas, verdad, lleva mucha carga orgánica y no solo eso sino que también aparte del ecosistema natural verdad flora y fauna también afecta la parte de salud, de salud social porque genera malos olores y porque también digamos dependiendo de la carga orgánica que se haga, diay o la frecuencia del material incluso podría traer carroñeros y todo ese tipo de cosas (Entrevistado 1, entrevista semiestructurada, 2022).

Con ello, también hace referencia a la posible afectación de la salud colectiva de las personas, las cuales, por alguna razón, se vean expuestas a estar cerca o en contacto con los desechos generados de procesos de conservación cadavérica transitoria. A partir de ello, se identifica la relevancia de que estos procedimientos

se lleven a cabo en salas exclusivas para esto, las cuales tengan un adecuado tratamiento para la disposición final de líquidos.

Desde el Ministerio de Salud, se maneja una guía paralela al Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos (ver anexo #12) con el fin de establecer las características de una sala de patologías, donde se deben realizar los procesos de conservación cadavérica transitoria. Esto lo asevera la persona que colaboró con el cuestionario para este trabajo final de graduación al mencionar lo siguiente:

Sí hay una donde pide las características físicas de la sala, si donde incluso ahora tienen que ser paredes blancas, cóncavas que tengan desagüe, las ventanas tienen que estar arriba, todo eso, todas esas especificaciones vienen en la norma verdad porque es una norma específica que al final las guías que nosotros utilizamos es como ponerle ítems a lo que cree la norma, por ejemplo si es el reglamento digamos el reglamento indica las ventanas tienen que estar a un metro, la guía de nosotros nada más dice cumple con las ventanas a un metro si o entonces me entiende es una guía básicamente de la normativa (Entrevistado 1, entrevista semiestructurada, 2022).

Por ende, queda de manifiesto que los procesos para preparar un cuerpo posterior a la muerte y que pueda ser velado y enterrado como es costumbre, deben desarrollarse en un ambiente determinado, ya que los fluidos que suponen de los cadáveres son material contaminante que necesita un tratamiento apropiado, evitando con esto contaminación de cuerpos de agua e incluso la afectación de la salud pública.

Considerando lo anteriormente mencionado, es de vital importancia relacionar también la función desempeñada por la Municipalidad de Grecia en cuanto a los usos de suelos para una actividad como lo son las salas de patologías en funerarias. Lo primero a lo que se hace alusión en el cuestionario es “que son usos más atípicos” (Entrevistado 2, entrevista semiestructurada, 2022). Con base en esto, se quiere decir que por sí solo obtener el uso de suelo para realizar procedimientos de conservación cadavérica transitoria no se encuentra dentro de los parámetros normales que se manejan.

No existe como tal un uso de suelo específico para una sala de patología, por lo tanto, “cuando una actividad como esa no está tipificada... pues aparecen en escena las homologaciones” (Entrevistado 2, entrevista semiestructurada, 2022). Se utiliza este proceso cuando ocurre que la actividad solicitada no se encuentra dentro del plan regulador, quedando en evidencia que no hay un uso de suelo acorde.

Entonces como le digo hay bloques y en el bloque entonces hay diversos usos entonces cuando una actividad como esta se requiere lo que se hace es analizar, ósea la actividad se homologa al bloque como tal y luego se elige una línea. En el caso del jefe del “IBC”, él lo que hace es un documento diciendo la persona está solicitando tal cosa, pero no está tipificado en el plan regulador. Por tanto, el uso que se requiere es compatible con el bloque agropecuario, por ejemplo, entonces, se hace una justificación y usted anota que, al final, selecciona tal uso (Entrevistado 2, entrevista semiestructurada, 2022).

Con base en lo anterior, se afirma que es necesario acoplar la actividad de la sala de patología al uso de suelo existente más se relacionado con la misma. En este sentido, la homologación como tal consiste en que algunas características de “algo” se adaptan a una legislación, que, en este caso específico, sería una sala para preparación de cuerpos con uso de suelo de funerarias. Además, el entrevistado refiere lo siguiente:

Entonces, ahora yo cuando hago la homologación, digamos, si a mí me llega esto, entonces yo lo que hago es que abajo pongo: “El uso de suelo fue solicitado de tal manera”, pero, como eso no está tipificado, se está calificando de esta forma y entiéndase que éste es el uso, ... en el mismo documento de uso de suelo aquí le ponemos... esa nota (Entrevistado 2, entrevista semiestructurada, 2022).

Por ende, se explica cómo se lleva a cabo la homologación, para que las salas destinadas a procedimientos de conservación cadavérica transitoria cuenten con un uso de suelo autorizado, y que a su vez no tengan dificultad con el Ministerio de Salud, ya que esa entidad tiene conocimiento sobre cómo se llevan a cabo las homologaciones y están de acuerdo.

### **4.3 Propuesta de un tratamiento adecuado tomando en cuenta el riesgo sanitario que implica la presencia de bacterias, virus y enfermedades en la disposición final de los residuos de fluidos corporales**

A través de la investigación realizada en este trabajo final de graduación, se reconoce que los desechos de fluidos corporales generados posterior a un proceso de conservación cadavérica transitoria necesitan un tratamiento óptimo y una adecuada disposición final. En este sentido, se identifican algunas opciones para tratar estos residuos, como las empresas dedicadas exclusivamente a esta actividad, la incineración, la cremación o las plantas de tratamiento.

Sin embargo, debido a la experiencia laboral del sustentante de esta tesis en el ámbito de funerarias, se puede afirmar que el contrato con una empresa dedicada a la recolección de fluidos corporales conlleva un gasto constante, además de toda una coordinación previa y firma de contrato para la prestación de los servicios. Asimismo, la incineración y la cremación también necesitan una logística de transporte, traslado y contratación de los hornos, los cuales deben encenderse cada cierto tiempo por cantidades de fluidos pequeñas y generan el mismo costo económico que si fuesen cantidades más grandes. Además, es importante tomar en cuenta la contaminación que pueden generar estas prácticas. Por ejemplo, al incinerar, se emiten partículas a la atmósfera. Aunque se utilicen difusores para minimizar esto, los agentes contaminantes siempre existen.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, el análisis que se ha realizado del cantón de Grecia y las funerarias de la zona se puede decir que la construcción de una planta de tratamiento es la mejor opción técnica. Aunado a esto es

importante mencionar también que en el año 2018, se creó la Asociación Nacional de Funerarias Costarricense (ASONAFUCO) (ver anexos #13 y #14), la cual está conformada por varias personas involucradas en el ámbito fúnebre (incluyendo al sustentante de esta investigación) provenientes de la zona de Occidente (Grecia, Sarchí, Palmares, San Ramón), así como de otros lugares como Zarcero, Heredia y San Carlos.

La finalidad de esta asociación ha sido tratar temas de estructura administrativa que competen a las funerarias, al igual que aspectos técnicos y socioambientales. Esto se ha llevado a cabo mediante reuniones donde se ha retomado el tema de las preparaciones de cuerpo y los desechos resultantes de esto, ya que se convierten en una preocupación común para los integrantes de esta entidad. Por ello, los integrantes plantean trabajar estrictamente acorde con lo que indiquen las autoridades reguladoras, en este caso el Ministerio de Salud y las municipalidades, cuyo objetivo es buscar una adecuada disposición final para los fluidos y residuos corporales que resultan de procedimientos de conservación cadavérica transitoria mediante una alternativa novedosa y funcional.

Por lo tanto, tomando en cuenta los objetivos de ASONAFUCO, se propone, en la presente investigación, un diseño de una planta de tratamiento que trate los fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria no solo de la Funeraria Comunal de Grecia, sino también de las funerarias aledañas de la zona que pueden ser entre cuatro o cinco, fomentando con ello la economía de escala y haciendo su construcción y operación más factible.

La utilización de la planta sería de gran beneficio, además de la contribución con el ambiente al tratar estos desechos. Esta propuesta implica la construcción de

la misma en un punto geográfico que sea conveniente para las funerarias involucradas. Incluso, si se construye dentro de las instalaciones de alguna funeraria en específico se puede utilizar también para el tratamiento de aguas jabonosas, de materia fecal del personal y de las personas que utilicen el servicio de velación. A su vez, se puede capacitar a empleados de la funeraria para supervisar el adecuado funcionamiento de la planta, En este sentido, se genera una sola inversión con la construcción de la planta, además de que los traslados de los fluidos corporales desde otras funerarias hasta la planta serían menores, lo cual implica menos gasto y logística.

El principal beneficio de que la construcción de la planta de tratamiento se realice en convenio entre varias funerarias es la disminución de la inversión que debe aportar cada una y los costos operativos. Asimismo, se garantiza un servicio con disponibilidad 24/7 y una colaboración con el ambiente al reducir el impacto de la contaminación atmosférica.

En esta línea, para presentar un diseño adecuado, es vital el planteamiento de una memoria de cálculo que incluya los criterios de diseño, así como un manual de operación y presupuesto para la construcción de una planta de tratamiento de fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria.

#### **4.3.1 Memoria de cálculo**

A continuación, se muestra una memoria de cálculo que incluye datos de gran relevancia que conforman la propuesta de diseño de una planta de tratamiento

de fluidos corporales provenientes de procesos de conservación cadavérica transitoria.

#### **4.3.1.1 Dotación**

De acuerdo con el MINAET (s.f.), el consumo de agua diario por persona en el país ronda los 180 litros distribuidos en ducha, servicio sanitario y lavado de manos. Tomando como base esta información, se calculó la cantidad de agua utilizada por los trabajadores de la Funeraria Comunal de Grecia, partiendo de que son dos personas empleadas que mantienen una disponibilidad 24/7 en el lugar, lo que implica que realicen actividades cotidianas como ducha, lavado de platos, cocina, lavado de uniformes entre otros, en su lugar de trabajo, lo cual equivale al consumo de agua de una dotación doméstica. De este modo se determinan los caudales y se definen las diferentes características de las aguas que se van a tratar.

A partir de esto se procede con el diseño de una planta de tratamiento mixta, ya que el caudal fluidos corporales es pequeño para el diseño de la misma, por lo que es necesario el aporte de otras aguas residuales ordinarias como el del lavado de autos, que es captación de agua de lluvia por lo tanto no está cuantificado por medidor, además de las aguas residuales cuantificadas en el medidor de agua potable incluyendo el agua de uso diario de los empleados como también la utilizada por los clientes de la funeraria.

De lo anteriormente mencionado entonces es importante destacar que la práctica de recolección y uso de agua de lluvia permite utilizarla específicamente para el lavado de autos, por lo que se incluye en el caudal a tratar por la planta.

Es relevante entonces mencionar cuántos litros de agua se pueden llegar a gastar con el lavado de un auto. A continuación, se muestra una imagen que lo explica.

## Imagen 2

### *Estimación de litros consumidos por mes*

Cuadro 3. Estimación de litros consumidos por mes.

Accesorio utilizado	Consumo promedio	Duración del uso por día	Número de personas que utiliza el accesorio por día	Número de días al mes que se utiliza el servicio	Litros consumidos en el mes
Ducha	10 litros/minuto	6 minutos	10	30	18.000
Servicio sanitario	15 litros/descarga	6 descargas	25	30	67.500
Lavamanos	6 litros/minuto	10 minutos	45	30	81.000
Lavaplatos	8 litros/minuto	45 minutos	4	25	36.000
Lavado de Ropa	10 litros/minuto	60 minutos	1	4	2.400
Lavado de Carro	10 litros/minuto	30 minutos	4	5	6.000
Riego de Plantas	10 litros/minuto	30 minutos	1	30	9.000
Preparación Alimentos	6 litros/minuto	10 minutos	1	30	1.800
<b>TOTAL litros</b>					<b>55.200</b>
<b>TOTAL m3</b>					<b>55.2</b>

**Fuente:** MINAET (s.f.)

Se puede identificar que, de acuerdo con la información anterior, para lavar un carro se consumen diez litros de agua por minuto, por lo tanto, si la actividad dura 30 minutos, el gasto final de agua es de 300 litros. Esta información es sumamente relevante ya que permite un aumento en el caudal, para un diseño óptimo de la planta que se propone en esta investigación.

Por consiguiente, partiendo del uso del agua que se da en la Funeraria Comunal de Grecia, se obtienen las dotaciones del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos, tal como se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla 3*****Dotación del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos en litros***

<b>Dotación del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos en litros</b>							
Cantidad de autos	Litros/carro	Cantidad de lavados por semana	lavado de carros por mes	Total de litros por semana	Total de litros por mes	Total de litros por día	Total de litros por segundo
2	300	3	13	1800	7740	258	0.002986

**Fuente:** Elaboración propia de investigador a partir de información proporcionada por la Funeraria Comunal de Grecia, 2022

**Tabla 4*****Dotación del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos en metros cúbicos***

<b>Dotación del sistema de agua de lluvia para el lavado de autos en metros cúbicos</b>						
Cantidad de autos	m <sup>3</sup> /carro	Cantidad de lavados por semana	lavado de carros por mes	Total de m <sup>3</sup> por semana	Total de m <sup>3</sup> por mes	Total de m <sup>3</sup> por día
2	0.3	3	13	1.8	7.74	0.258

**Fuente:** Elaboración propia de investigador a partir de información proporcionada por la Funeraria Comunal de Grecia, 2022

**4.3.1.2 Caudales**

A continuación, se presenta el caudal de agua potable establecido en la Funeraria Comunal de Grecia, tomando como base información de los recibos de agua de cuatro meses: diciembre 2021, enero, febrero y marzo 2022 para obtener un promedio (ver anexos #3, #4 y #5).

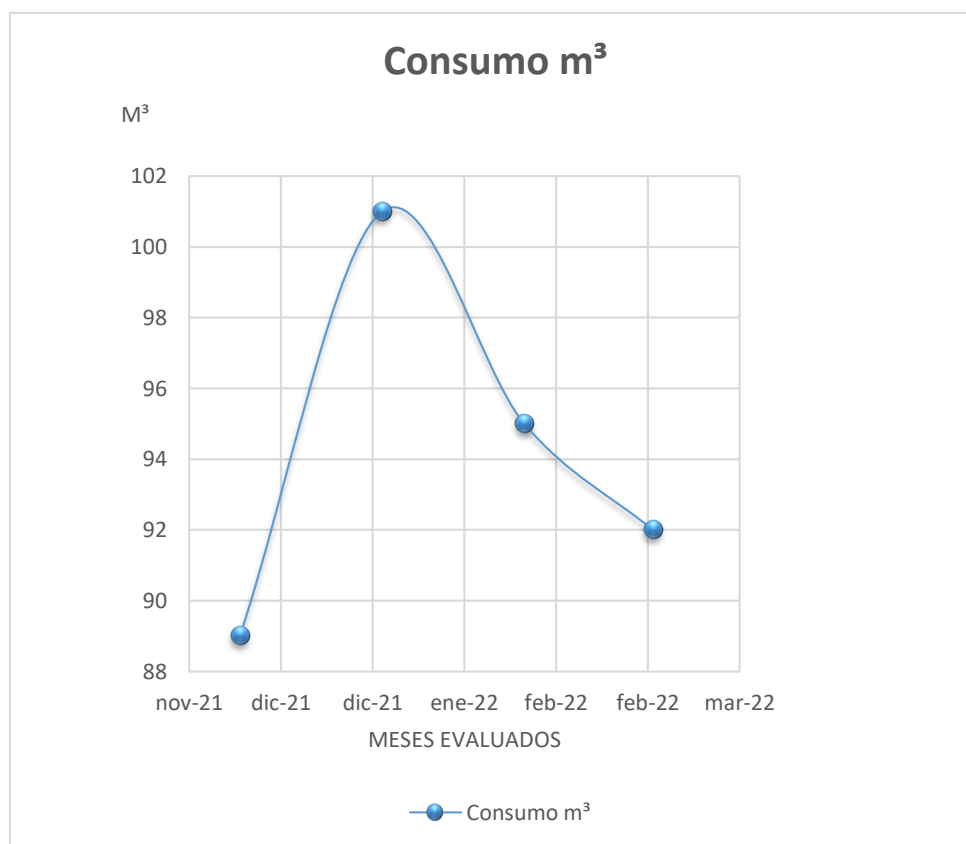
**Tabla 5*****Caudal de agua potable***

<b>Servicio de agua medida del Acueducto Municipal de Grecia</b>					
Periodo	Medidor #	Lec, anterior	Lec, actual	Consumo m <sup>3</sup>	Volumen acumulado mensual m <sup>3</sup>
dic-21	2394	6174	6263	89	89
ene-22	2394	6263	6364	101	190
feb-22	2394	6364	6459	95	285
mar-22	2394	6459	6551	92	377
Promedio					94,25
<b>CAUDAL DE DISEÑO 101 M<sup>3</sup></b>					

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

Por criterio de diseño y técnico del sustentante de esta investigación, se debe utilizar el caudal máximo de un mes que en este caso es 101 m<sup>3</sup>, para una planta de tratamiento.

Seguidamente, se muestra un gráfico que permite establecer y visualizar un caudal postpandemia (COVID-19) porque es importante analizar el hecho de que, anterior a la pandemia, existió un caudal más elevado; sin embargo, durante la pandemia, se disminuyó. Actualmente, con la baja de contagios y el paulatino regreso a la “normalidad”, se considera que el caudal tenderá a ir aumentando, por los incrementos de aforo en la funeraria y, por lo tanto, la mayor utilización de ésta y sus servicios.

**Gráfico 3*****Estabilización de caudal postpandemia***

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

A continuación, a través de muestreos, se evidencian los promedios de fluidos corporales obtenidos de procedimientos de conservación cadavérica transitoria, los cuales son llevados a cabo en la sala de patología de la Funeraria Comunal de Grecia y permiten definir el caudal de aguas especiales.

Tabla 6

**Promedio de fluidos corporales año 2017**

<b>Muestreo de fluidos corporales 2017</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Fecha</b>	<b>Litros</b>
1	14/7/2017	4,2
2	15/7/2017	3,1
3	8/9/2017	1,6
4	17/9/2017	5,3
5	21/9/2017	2,9
6	9/11/2017	3,7
7	18/11/2017	6,2
8	24/11/2017	3,4
9	1/12/2017	3,1
10	9/12/2017	3
<b>Total</b>		<b>36,5</b>
<b>Promedio</b>		<b>3,6</b>

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

Tabla 7

**Promedio de fluidos corporales año 2019**

<b>Muestreo de fluidos corporales 2019</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Fecha</b>	<b>Litros</b>
<b>1</b>	31/7/2019	1,9
<b>2</b>	12/8/2019	3,9
<b>3</b>	26/8/2019	7,1
<b>4</b>	6/9/2019	3,4
<b>5</b>	12/9/2019	3,1
<b>6</b>	18/9/2019	2
<b>7</b>	20/9/2019	4,5
<b>8</b>	26/9/2019	5,1
<b>9</b>	12/10/2019	3,2
<b>10</b>	19/10/2019	4,3
<b>Total</b>		38,5
<b>Promedio</b>		3,85

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

Ahora bien, es importante recordar el promedio de fluidos corporales por cuerpo para así obtener un total en seis meses. De esta manera, se logran identificar los litros tratados de manera mensual, por hora y por día si una planta de tratamiento fuese utilizada por cinco funerarias del cantón de Grecia.

Tabla 8

**Cantidad de litros de fluidos corporales durante seis meses del año 2019**

Cantidad de litros de fluidos corporales					
Fecha	Cuerpos	Casas	Sala de Patología	Cantidad de litros de Fluidos corporales	Total
jul-19	7	3	4	3,85	26,95
ago-19	10	4	6	3,85	38,5
sep-19	10	3	7	3,85	38,5
oct-19	9	3	6	3,85	34,65
nov-19	8	4	4	3,85	30,8
dic-19	9	2	7	3,85	34,65
Total	53	19	34		204,05
		35,80%	64,20%		

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

Tabla 9

**Cantidad de litros de fluidos corporales por mes, por día y por hora**

Litros por día de fluidos corporales	
Total de L en 6 meses	204,05
Total de L mensual	34,00833
Total de L/Día	1,1336111
Total de L/hora	0,0472338
Total de L/Día en 5 Funerarias	5,6680556

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

Es necesario calcular un caudal pico en la Funeraria Comunal de Grecia, que es donde se propone el diseño de una planta de tratamiento de fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Para ello, se toma en cuenta el agua llovida recolectada, las aguas ordinarias y las aguas especiales.

**Tabla 10**

***Caudal pico de la Funeraria Comunal de Grecia***

Caudal Pico			
Tipos de aguas	Litros/Día	Litros/Segundo	m <sup>3</sup> /Día
Agua llovida	258	0.002986	0.258
Aguas ordinarias	3320.5	0.038432	3.3205
Aguas especiales	5.7	0.000065	0.0057
Sumatoria de aguas	3584.2	0.041483	3.5842

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

De la tabla anterior, devienen los porcentajes de los caudales pico de las aguas ordinarias y las especiales, donde cabe resaltar que a pesar de que las aguas especiales son un 0,17%, en éstas donde se encuentra la mayor concentración de DBO y DQO.

- Caudal pico de aguas ordinarias 99.83%:  $3.5785 \text{ m}^3/\text{d} = 0.041418 \text{ L/s}$
- Caudal pico de aguas especiales 0.17%:  $0.0057 \text{ m}^3/\text{d} = 0.000065 \text{ L/s}$
- Caudal de aguas ordinarias y aguas especiales 100%:

$$3.5842 \text{ m}^3/\text{d} = 0.041483 \text{ L/s}$$

Finalmente, también se obtienen los caudales promedio diario, máximo diario y máximo horario, tal como se presenta a continuación,

- El caudal promedio diario en m<sup>3</sup>/día: 3.36 m<sup>3</sup>/d
- El caudal máximo diario en m<sup>3</sup>/día 16.44 m<sup>3</sup>/d
- El caudal máximo en m<sup>3</sup>/h. 5.38 m<sup>3</sup>/h

#### 4.3.1.3 Temperatura y pH

De acuerdo con los datos obtenidos con un pHmetro, en cinco muestras de fluidos corporales, se tiene la subsecuente información.

**Tabla 11**

#### ***Promedio de temperaturas y pH***

<b>Promedio de temperaturas y pH</b>				
Muestra #	pH aguas residuales ordinarias	pH aguas especiales	Temperatura aguas residuales ordinarias	Temperatura aguas especiales
1	6,86	6,6	24	22,2
2	7,02	6,87	21	22,7
3	7,1	6,81	24	22,6
4	6,7	6,57	25	22,2
5	6,92	6,87	22	22,6
Sumatoria	34,6	33,72	116	112,3
Promedio	6,92	6,744	23,2	22,46

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

**Tabla 12*****Características fisicoquímicas de las fuentes de agua de la Funeraria Comunal de Grecia***

Parámetros					
Fuente	Tipo de aguas	Temperatura media del agua	pH	DBO mg/l	DQO mg/l
Capilla de velación	Aguas residuales ordinarias	24	6,92	200 mg/l	583 mg/l
Sala de patología	Aguas especiales	22,5	6,74	451 mg/l	1700 mg/l
Otras funerarias	Aguas especiales	22,5	6,74	451 mg/l	1700 mg/l

**Fuente:** Elaboración propia del investigador (2022) con base en Reyes (2016) y Montoya, et al (2006).

**4.3.2 Criterios de diseño**

En esta sección se plantean los criterios de diseño que definen la propuesta de una planta de tratamiento de fluidos corporales que trate los residuos provenientes de aproximadamente cinco funerarias del cantón de Grecia.

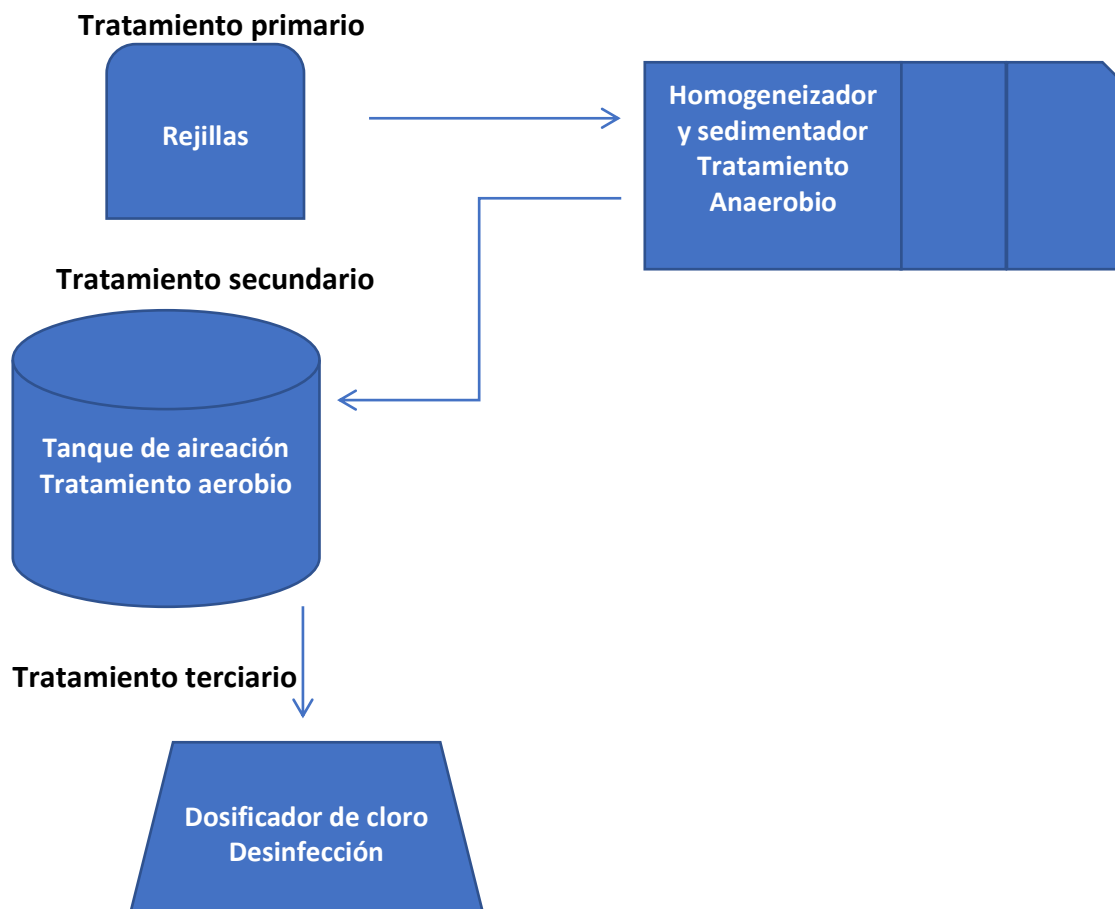
**4.3.2.1 Diagrama de flujo**

Para el diseño de una planta de tratamiento de fluidos corporales que devienen de procesos de conservación cadavérica transitoria, es vital poder mostrar

un diagrama de flujo que ejemplifique las partes de la misma. Seguidamente se detallará cada segmento.

### Diagrama 1

#### *Diagrama de flujo diseño planta de tratamiento de fluidos corporales*



**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

#### 4.3.2.2 Tipos de tratamiento por utilizar

En primera instancia es necesario determinar el uso de rejillas, las cuales se encuentran dentro del tratamiento primario. Éstas se utilizan para los sólidos gruesos. Para la definición de su tamaño, se toma en cuenta el caudal de hora pico en el horario de 6 p.m. a 7 p.m. el cual es de:

$$5.38 \text{ m}^3/\text{h} = 1.49 \text{ L/s}$$

- a) Ancho 0.5"
- d) Profundidad 1"
- e) Espacio 1"
- v) Velocidad  $1.5 \times 0.3048 = 0.46 \text{ m/s}$

De acuerdo con la información anterior, se procede a realizar los siguientes cálculos:

1. Como paso uno se define el área:

$$A=Q/V \quad 1.49 \text{ L/s} / 0.46\text{m/s} \times 1\text{m}/1000\text{L} = 0.003\text{m}^2$$

2. El segundo paso corresponde a la longitud:

$$L=A/d \quad 0.003 \text{ m}^2/1\text{In} \times 0.0254/1 \text{ m} = 0.12 \text{ m}$$

3. En el tercer paso, se determinan las barras y los espacios:

$$\text{Barras. } 0.12 \text{ m}/1\text{In} \times 0.0254\text{m}/1\text{In} = 5 \text{ espacios} = 4 \text{ barras}$$

4. El cuarto paso define el espaciamiento de la barra:

$$\text{Barras} \times 0.5/ 1 \text{ Barra} \times 0.0254/\text{In} = 0.05 \text{ m}$$

5. Como quinto paso, se calcula el ancho real de la rejilla

$$\text{Ancho real} = 0.12 \text{ m} + 0.05\text{m} = 0.17\text{m}$$

Seguidamente, como parte del tratamiento primario, también se encuentran la trampa de grasas, el homogeneizador, el sedimentador y el clarificador, módulo que funciona como un tratamiento anaerobio, y se diseñan a partir de estos cálculos:

Con base en el caudal pico de:  $5.38 \text{ m}^3/\text{h} = 1.49 \text{ L/s}$

Se toma como tiempo de retención 24 horas

Un volumen de salida de:

$$5.38 \text{ m}^3/\text{h} / 24 = 0.69 \text{ m}^3/\text{h}$$

Descarga acumulada sin homogeneizar es la suma de todo el caudal acumulado en 24 horas:

$$16.45 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, se diseña un tanque sedimentador de tres compartimentos

El primer compartimento mide:

$$2.5 \text{ m} \times 1.9 \text{ m} = 4.75 \text{ m}^2$$

$$4.75 \text{ m}^2 \times 1.6 = 7.6 \text{ m}^3$$

El segundo compartimento mide:

$$1.5 \text{ m} \times 1.9 \text{ m} = 2.85 \text{ m}^2$$

$$2.85 \text{ m}^2 \times 1.6 = 4.56 \text{ m}^3$$

El tercer compartimento mide:

$$1.5 \text{ m} \times 1.9 \text{ m} = 2.85 \text{ m}^2$$

$$2.85 \text{ m}^2 \times 1.6 = 4.56 \text{ m}^3$$

$$7.6 \text{ m}^3 + 4.56 \text{ m}^3 + 4.56 \text{ m}^3 = 16.72 \text{ m}^3$$

El volumen total del sedimentador es de  $16.72 \text{ m}^3$  y es compatible con el caudal acumulado de  $16.45 \text{ m}^3$  (ver anexo #9).

Como parte del tratamiento secundario se encuentra el tanque de aireación que cumple la función de tratamiento aerobio, el cual se diseña partiendo de los siguientes pasos y cálculos.

**Tabla 13**

***Datos de la planta de tratamiento***

Datos de la PTAR			
Caudal Promedio Diario	0.338 l/s = 1.218 m <sup>3</sup> /h	Caudal Máximo Horario	1.495 l/s = 5.383 m <sup>3</sup> /h
DBOt afluente	451 mg/l	DQOt afluente	1700 mg/l
Temperatura media del agua	23°C	Temperatura media del mes más frío	18°C

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del presente trabajo investigativo, 2022

A continuación, se presentan los cálculos que componen la confección del tanque de aireación propuesto para la planta de tratamiento de fluidos corporales.

**Paso 1.** Convertir caudal promedio y máximo de l/s a m<sup>3</sup>/h

Caudal promedio de 10 l/s es igual a 36 m<sup>3</sup>/h

$$\frac{0.338 \text{ l}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 1.218 \text{ m}^3/\text{h}$$

Caudal máximo de 16 l/s es igual a 57.6 m<sup>3</sup>/h

$$\frac{1.495 \text{ l}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 5.383 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Paso 2.** Calcular el área del reactor de aireación por medio de la velocidad superficial del flujo de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$Velocidad (v)m/h = \frac{Caudal (Q) m^3/h}{\text{ÁREA (A) } m^2},$$

Por lo tanto, si se tiene la variable de caudal y mediante la anterior tabla trece, se establece la velocidad para cada caudal. Se puede modificar la ecuación anterior, convirtiéndola tal como se muestra a continuación,

$$A(m^2) = \frac{Q \left(\frac{m^3}{h}\right)}{v (m/h)}$$

### Imagen 3

#### **Velocidades en la zona de digestión**

Corresponde a la zona de digestión y el valor máximo depende de las características del lodo presente y de las cargas aplicadas. Para aguas residuales urbanas:

Q	v (m/h)
medio	0,5-0,7
máximo	0,9-1,1

Estableciendo una velocidad de 0.6 m/h para Q medio y 1 m/h para Q máximo, se aplica la ecuación y se obtiene el área generando los siguientes resultados:

- Caudal promedio

$$A = \frac{1.218 m^3/h}{0.6 m/h} = 2.03 m^2$$

- Caudal máximo

$$A = \frac{5.383 \frac{m^3}{h}}{\frac{1 m}{h}} = 5.383 m^2$$

Una vez establecida el área se procede a determinar el volumen. Es importante reiterar que, para el cálculo del volumen, se utiliza el área que dio mayor, por lo tanto, se utilizará el dato de 5.383 m<sup>2</sup>, correspondiente a caudal máximo.

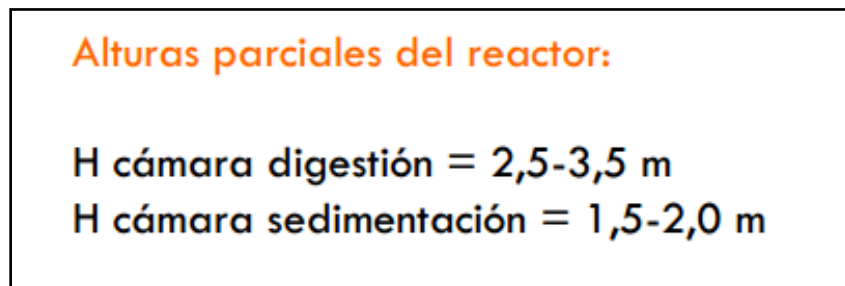
**Paso 3.** Calcular el volumen de la zona de digestión para un área de 5.383m<sup>2</sup>. Tal como se mencionó en los criterios de diseño, la altura (h) en la zona de digestión será de 2.5 m. En la imagen 4 se pueden observar los rangos de alturas para la zona de digestión y verificar que la altura determinada se encuentra en este rango.

$$V(\text{volumen}) = A(m^2) * h(m)$$

$$V = 5.383m^2 * 2.5m = 13.458m^3$$

#### Imagen 4

##### **Alturas de las Zonas de los Reactores**



**Paso 4.** Chequear que se cumplan los tiempos de retención hidráulica (TRH) para la zona de digestión. La temperatura del agua influye en la velocidad del proceso de digestión, por lo tanto, se limita el TRH. Basándose en una temperatura

de 23°C del agua, se define si el TRH se cumple (imagen 4), por lo tanto, inicialmente se procederá a realizar el cálculo con la próxima ecuación de TRH:

$$TRH (h) = \frac{V (m^3)}{Q \left(\frac{m^3}{h}\right)},$$

Se sustituyen valores de volumen de 192m<sup>3</sup> y el caudal promedio de 36m<sup>3</sup>/h, y se obtiene el siguiente valor de TRH:

$$TRH (h) = \frac{13.458 m^3}{5.383 m^3/h} = 2.5h$$

### Imagen 5

#### ***TRH de acuerdo con temperatura***

- La temperatura influye en la velocidad del proceso de digestión, por lo que se limita el TRH según la temperatura:		
Temp.del líquido (°C)	TRH med. (Qm)	TRH mín (Qmáx)
16-19	> 10-14 hs	> 7-9 hs
20-26	> 6-9 hs	> 4-6 hs
>26	> 6 hs	> 4 hs

Para este caso, la temperatura del agua es de 23°C, por lo tanto, los TRH para caudal medio deben estar entre 6-9 horas. El resultado generado establece 2.5 h de TRH, por ende, al no cumplir este valor, se debe recalcular el tiempo establecido eligiendo un valor ubicado dentro de este rango de tiempos.

**Paso 5.** Recalcular TRH con rangos establecidos de tiempo.

Para este paso se procede a recalcular el TRH, definiendo ocho horas y modificando la ecuación de TRH, de manera que se obtenga un nuevo volumen que será el definitivo para la cámara de digestión:

$$V(m^3) = TRH(h) * Q \left( \frac{m^3}{h} \right)$$

$$V(m^3) = 8 h * 5.383 \frac{m^3}{h} = 43 m^3$$

**Paso 6.** Una vez determinado el nuevo volumen (43 m<sup>3</sup>) y una altura de 2.5m, se procede a calcular el área de la cámara de digestión, tal como se muestra a continuación modificando la ecuación utilizada en el paso 2.

$$A(m^2) = \frac{Volumen (m^3)}{Altura (m)}$$

$$A = \frac{43 m^3}{2.5 m} = 17.2m^2$$

**Paso 7.** Definiendo el área de la zona de digestión de 17.2m<sup>2</sup>, se establece un reactor de sección cuadrada, midiendo cada lado 4.15 m según el cálculo mostrado a continuación:

$$l(m) = \sqrt{Área (m^2)}$$

$$l(m) = \sqrt{17.2 m^2} = 4.15m$$

**Paso 8.** Para este paso, se establece la cantidad de tubos necesarios en el reactor distribuidos homogéneamente. Este cálculo se realiza con la fórmula siguiente y con el área de influencia de 2 m considerada para cada tubo, finalizando de esta manera los cálculos en la zona del reactor de aireación:

$$Nd(cantidad\ de\ tubos) = \frac{A(area)\ m^2}{Ad (Area\ de\ Influencia)m^2}$$

$$Nd(cantidad\ de\ tubos) = \frac{17.2\ m^2}{2\ m} = 8\ tubos$$

Seguidamente, se encuentra el tratamiento terciario donde está la parte que corresponde a la desinfección, por lo tanto, se incluye un clorador para este diseño en específico. El mismo se describe a continuación.

De acuerdo con Barrantes (2019), la cámara del clorador se construye a través de un tubo de policloruro de vinilo (PVC) de 4" o 10,16 cm de diámetro y un espesor de pared correspondiente a SDR17; la altura es variable según los requerimientos. Para este caso se utiliza un tubo de 0,5 m de largo

Luego, se hace un corte de un tubo del mismo diámetro obteniendo un aro con un largo aproximado de 5,00 cm que se ajusta para ser introducido dentro de la cámara. De seguido, se coloca una base dentro de la misma que cumple la función de sostener las pastillas a un nivel adecuado (Barrantes, 2019).

Según la misma autora, como siguiente paso, se utilizan dos silletas de derivación con un soporte a presión establecida en el rango de SCH40 para desempeñar la función de afluente y efluente del clorador. La silleta instalada en el nivel inferior permite el abastecimiento de agua al dispositivo y la silleta instalada en el nivel superior da cabida a la salida del flujo clorado, las dos silletas de PVC son de 4" x 1/2", por lo cual la silleta se acopla a la tubería de 4" y la derivación es de 1/2" con acople cementado.

Para colocar las silletas de derivación, se marca la posición que van a tener en la cámara.

Posteriormente se coloca la espalda y la cara de la silleta respetando la posición marcada sin olvidar colocar los empaques respectivos (o- ring) y colocar los pernos para ensamblar ambas partes de cada silleta. Los

pernos deben ser ajustados siguiendo un patrón en cruz y con el cuidado de no socarlos demasiado, por lo general estos accesorios vienen con una guía en el pasador del perno que funciona como tope para evitar que se ajuste de más los pernos, esta tarea se puede realizar con distintas herramientas, pero lo común es hacer uso de dos llaves francesas número 10 (Barrantes, 2019, p.14).

Al tener las silletas ensambladas al tubo que forma la cámara, se utilizó un taladro y una broca de 3/8" para hacer los orificios en la posición de entrada y salida de cada silleta. Por lo tanto:

El extremo inferior se sella utilizando un tapón hembra liso SCH40 de acople cementado, para evitar la fuga de líquido. En el extremo superior se utiliza un adaptador macho y un tapón hembra con rosca para que tenga la función de abrir o sellar la cámara y poder cargarla de patillas y a la vez dar protección y hermetismo al dispositivo.

Como parte del sistema de cloración rudimentario, se coloca en secuencia una serie de válvulas que permiten regular y cuantificar el caudal que abastecerá la cámara de cloración, de forma obligatoria la primera válvula que recibe el flujo de agua, debe ser una reguladora de caudal, ya que por su diseño permite realizar esta función, posterior a esta válvula se instaló una te de PVC sch 40 en 1/2" y dos válvulas adicionales, una instalada en el curso del flujo de agua y otra en el lateral o derivación de la te.

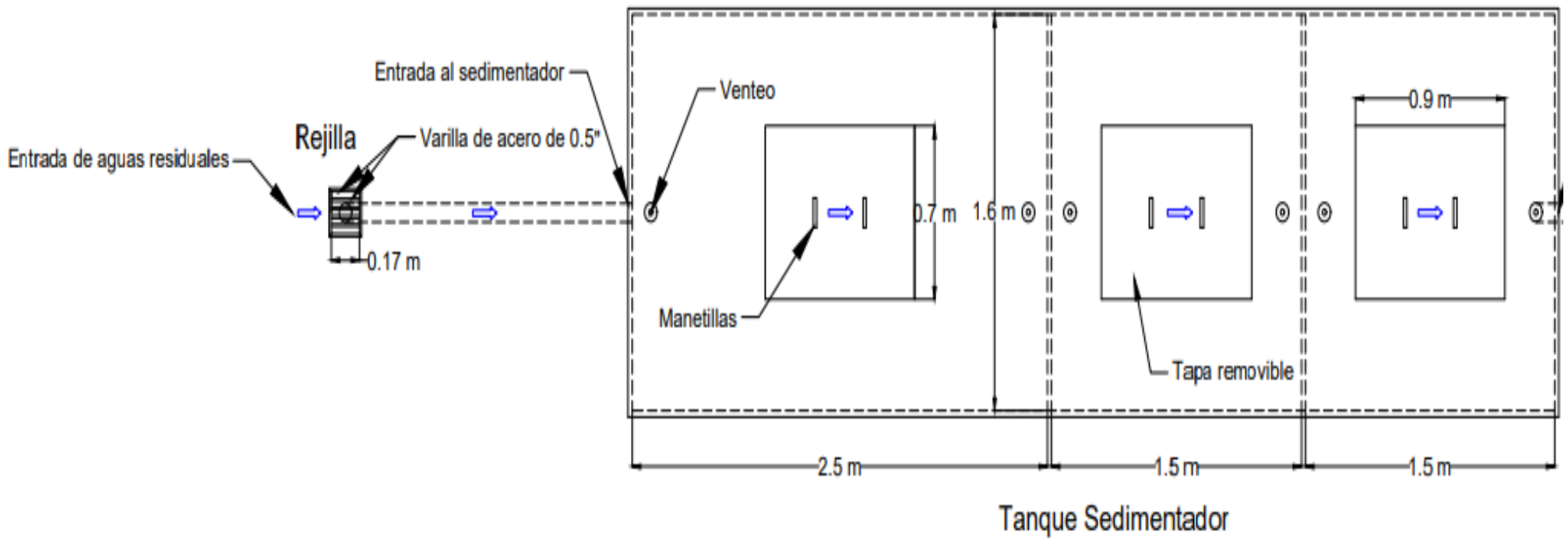
Esta secuencia de instalación de válvulas permite realizar la tarea

de aforo o medición del caudal en la entrada o afluente de la cámara de cloración, el procedimiento es muy sencillo:

1. Se cierra la segunda válvula de la línea flujo, para evitar el ingreso de agua en la cámara.
2. Se abre la válvula instalada en el lateral de la te para permitir la salida del flujo de agua, que será recolectado en un recipiente, cuya capacidad debe conocerse con antelación.
3. Ajustar la válvula reguladora de caudal y realizar el aforo, hasta que el flujo coincida con lo requerido para la dosificación necesaria en el tanque (Barrantes, 2019, p.15).

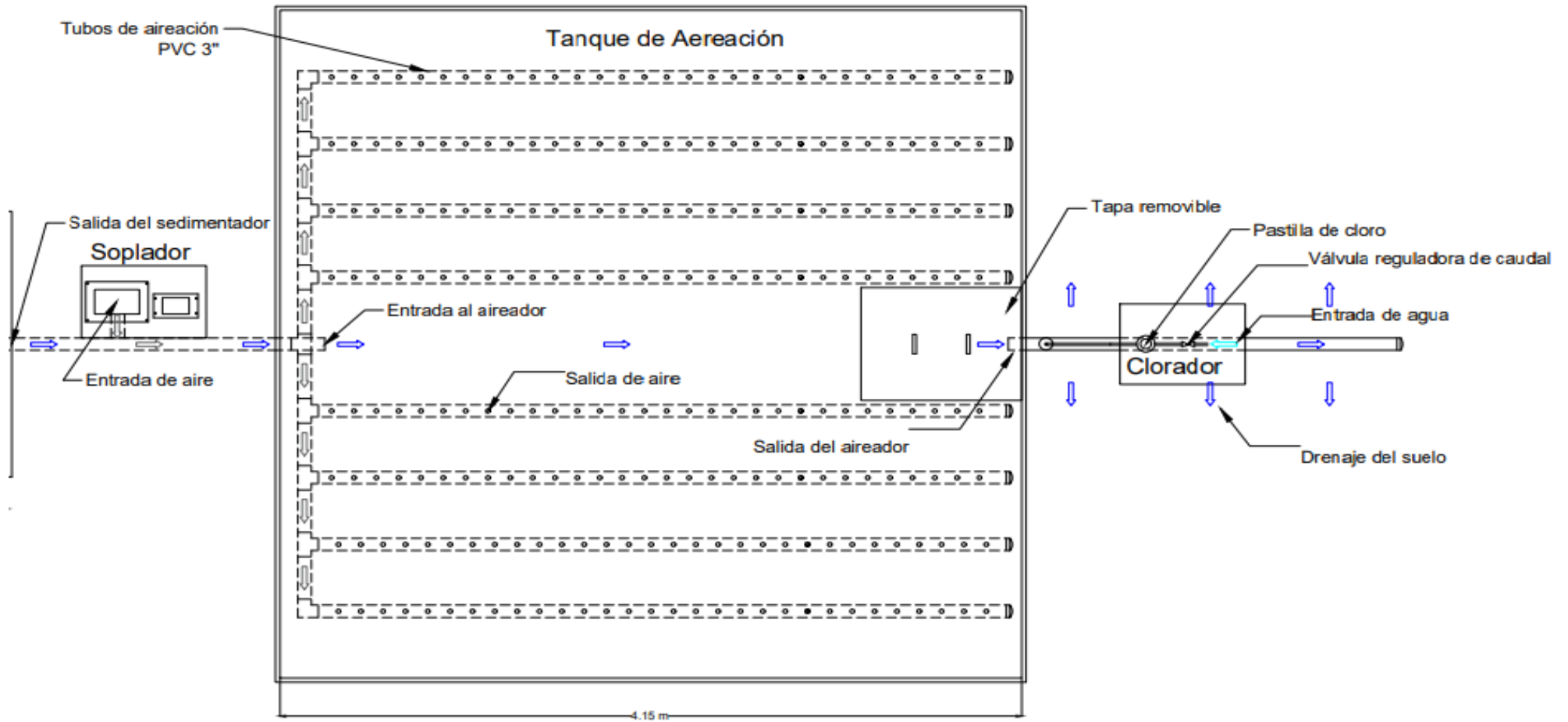
#### **4.3.2.3 Diseño de planta de tratamiento de fluidos corporales**

A continuación, se muestra un diseño de la planta de tratamiento de fluidos corporales propuesta para su mejor comprensión. En primera instancia, se observa por partes para, posteriormente presentarla de manera completa.

**Imagen 6*****Vista superior de rejilla y tanque sedimentador***

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

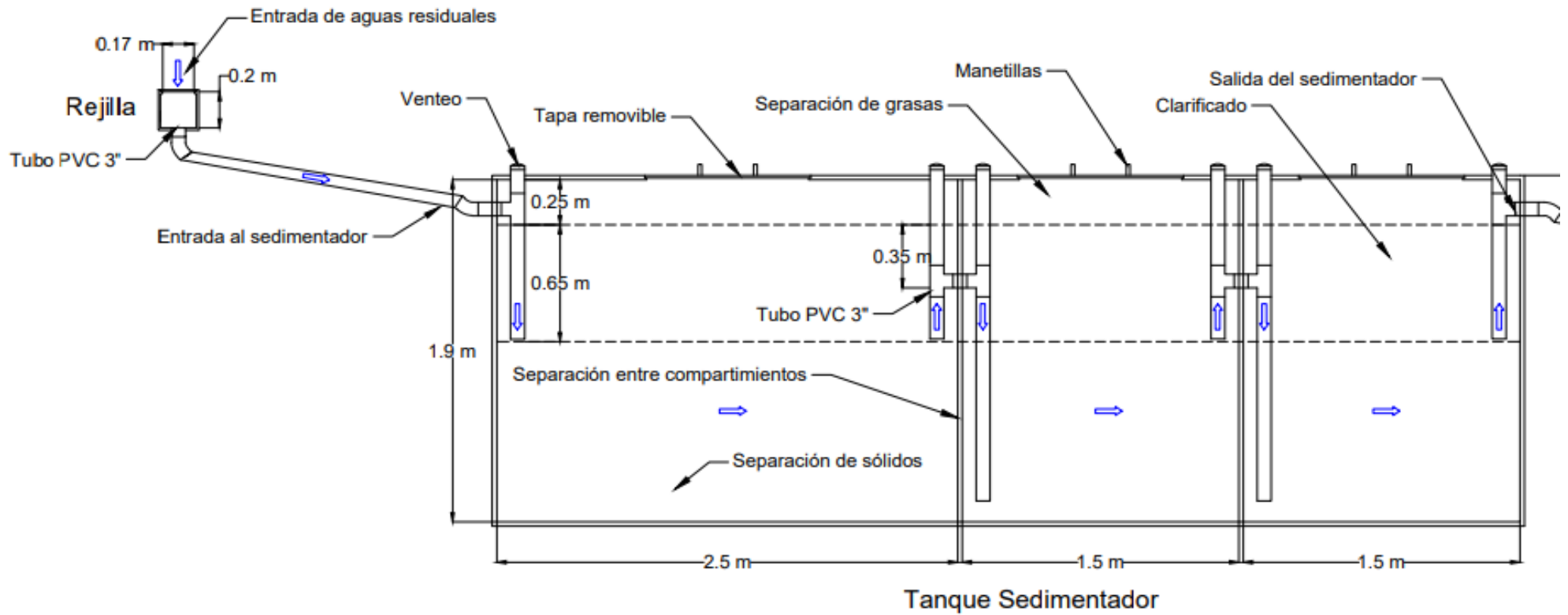
**Imagen 7**  
**Vista superior de tanque de aireación y clorador**



**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

## Imagen 8

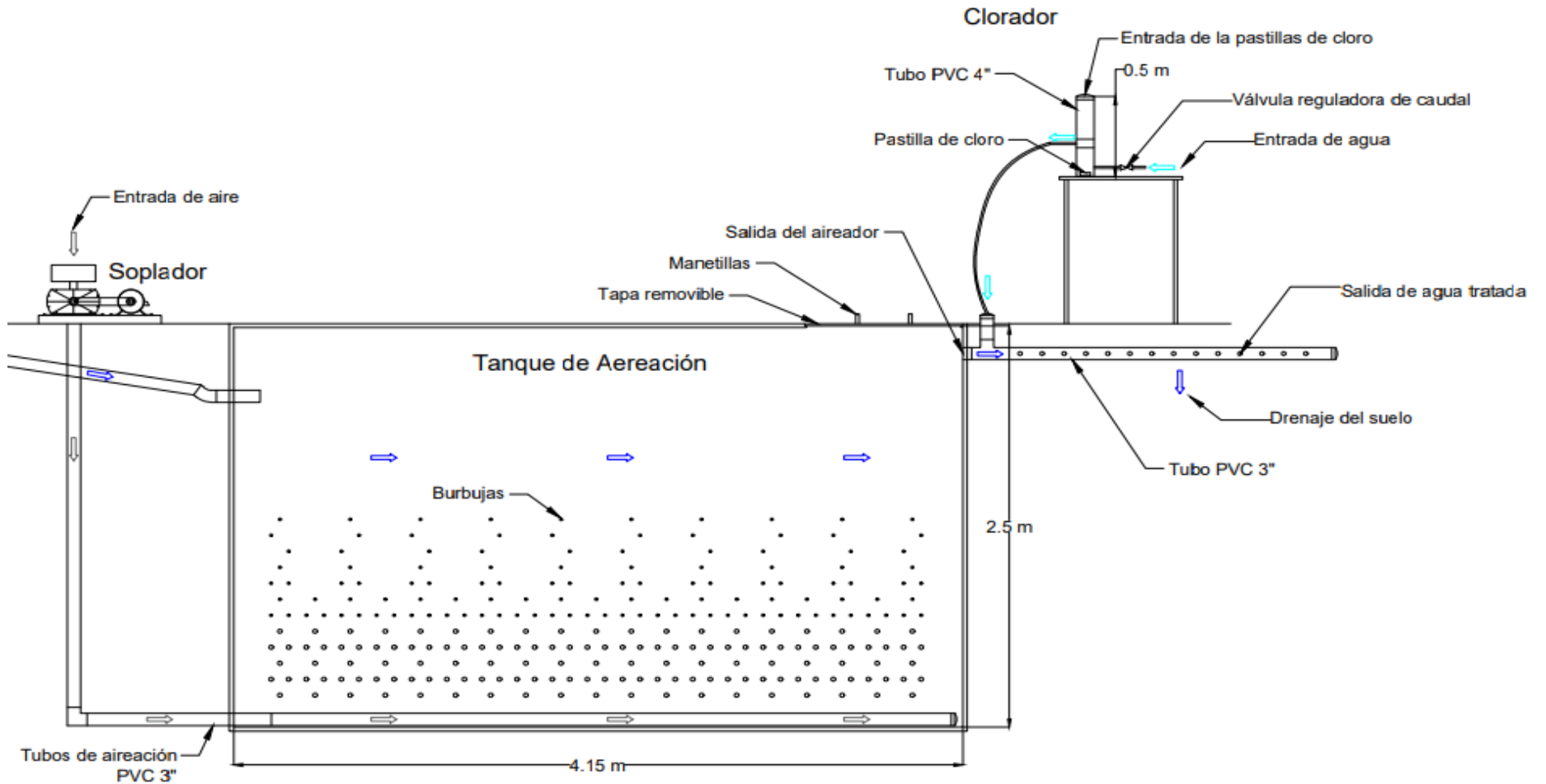
### Vista lateral de rejilla y tanque sedimentador



**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

## Imagen 9

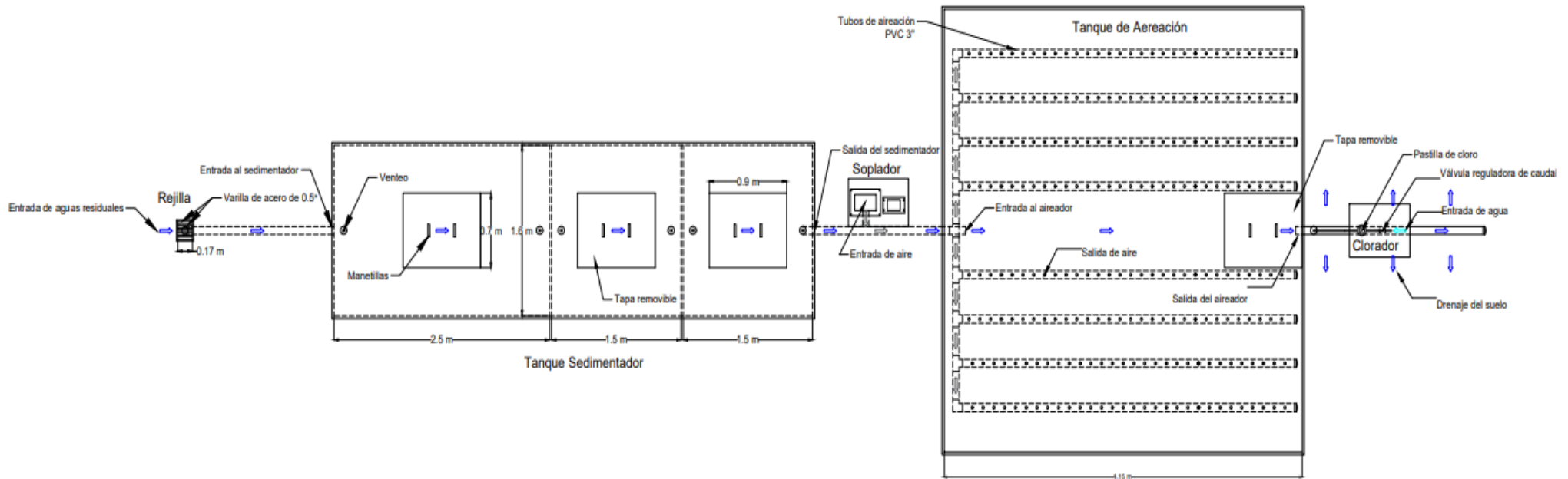
### Vista lateral de tanque de aireación y clorador



**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

## Imagen 10

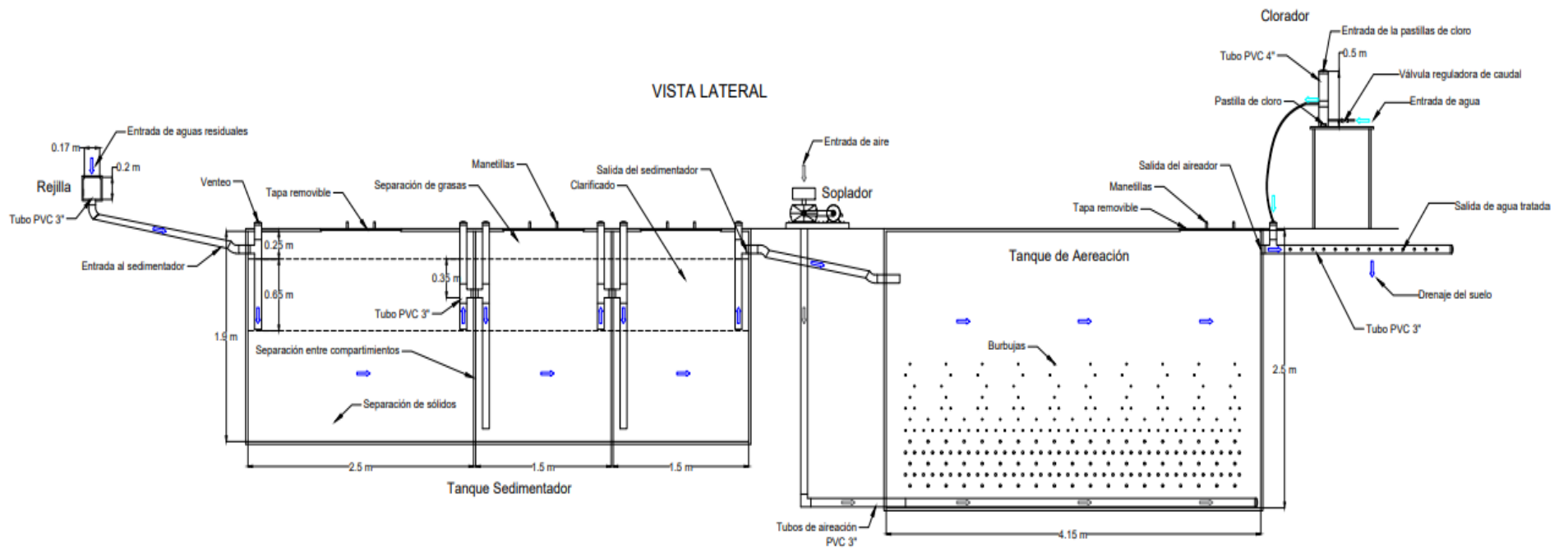
### Vista superior de planta de tratamiento de fluidos corporales



**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

## Imagen 11

### Vista lateral de planta de tratamiento de fluidos corporales



**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

### **4.3.2 Manual de operaciones para planta de tratamiento de fluidos corporales**

Para el adecuado funcionamiento de una planta de tratamiento, es importante conocer y determinar su uso y características; a partir de ello, se puede establecer el funcionamiento y cuidado de la misma. Por lo anterior, a continuación, se presenta, de manera sintetizada, un pequeño manual que dirige las operaciones del diseño de planta de tratamiento de fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria.

#### **4.3.3.1 Procesos de tratamiento**

En ingeniería sanitaria, ingeniería química e ingeniería ambiental, el término *tratamiento de aguas* es el conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico, físico-químico o biológico que tiene como finalidad la eliminación o reducción de la contaminación o las características no deseables de las aguas, ya sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales (Medrano, 2000).

Es decir; se busca tratar el agua, mediante procedimientos determinados, utilizando equipos tales como rejillas, sedimentadores, desarenadores y desengrasadores.

En relación con la planta de tratamiento de fluidos corporales, se tienen los siguientes procedimientos:

- Las rejillas se utilizan para separar objetos de tamaño más importante (detienen materias gruesas como papel sanitario, trapos, etc.) El mantenimiento preventivo de las rejillas, al igual que el resto de los módulos e incluyendo toma de mediciones, se realizará en forma manual en un trabajo

que comprometerá cinco horas semanales. Cabe aclarar que el material sustraído se debe depositar en bolsas especiales dirigidas a desechos infectocontagiosos, y aprovechar el contrato que actualmente tiene la Funeraria Comunal de Grecia con una empresa encargada de la recolección de estos residuos, lo cual, además, es un requisito del Ministerio de Salud.

- El tanque anaerobio también funciona como trampa de grasa y sedimentador (en donde la materia adquiere una textura más uniforme, además de eliminarse aceites, grasas o cualquier otra sustancia de menor densidad que el agua).
- La homogenización es un proceso que brinda la oportunidad de que una mezcla tenga las mismas propiedades en toda la sustancia- Este sistema anaerobio con capacidad volumétrica para brindar un tiempo de retención hidráulica de 24 horas es ideal como homogeneizador.
- El tercer compartimento del tanque anaerobio funciona como clarificador y separa el agua tratada por sedimentación. En el sedimentador primario, se remueven de un 60% a un 65% de los sólidos sedimentables y de 30% a 35% de los sólidos suspendidos.
- El tanque de aireación deberá permanecer entre los parámetros de sólidos sedimentables para garantizar el buen funcionamiento de los microorganismos.
- Es importante estar al tanto de que la cámara seca del clorador contenga las pastillas. Según Barrantes (2019), citando a la OMS (2007,) los equipos dosificadores que trabajan bajo el “sistema por erosión” utilizan tabletas con

cloro, las cuales se pueden obtener de distribuidores o prepararse localmente comprimiendo mecánicamente polvo de hipoclorito de calcio, en el caso de ser una pastilla de hipoclorito de calcio.

- El mantenimiento preventivo de las rejillas, al igual que el resto de los módulos e incluyendo toma de mediciones, se realizará en forma manual en un trabajo que comprometerá cinco horas semanales.

#### **4.3.3.2 Información básica del diseño**

Es importante tener claros algunos aspectos del funcionamiento de la planta de tratamiento, como la jornada de operación y otros que se destacan seguidamente:

- Horas por día: 5
- Días por semana: 1
- Semanas laboradas por año: 52
- Jornada de trabajo de la planta de tratamiento: intermitente
- Caudal promedio diario en  $\text{m}^3/\text{día}$ :  $3.36 \text{ m}^3/\text{d}$
- Caudal máximo diario en  $\text{m}^3/\text{día}$   $16.44 \text{ m}^3/\text{d}$
- Caudal máximo horario en  $\text{m}^3/\text{h}$ .  $5.38 \text{ m}^3/\text{h}$

#### **4.3.3.3 Tipo de agua residual**

De acuerdo con el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, los tipos de agua residual serán ordinarias y especiales.

#### 4.3.3.4 Características del agua residual

Las características del agua residual cruda con base en los parámetros obligatorios del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales son las siguientes:

**Tabla 14**

***Características del agua residual cruda con base en los parámetros obligatorios del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales***

Análisis solicitado	Entrada al sistema de tratamiento
pH* +/- 0.04	6.74
Temperatura*/°C	23.2 +/- 0.2
Demanda química de oxígeno (DQO)* mg/L	1700 +/- 37
Demanda biológica de oxígeno (DBO)* mg/L	451 +/- 40

La concentración de DBO es de 451 mg/l y un DQO de 1700 mg/l.

Los límites de los parámetros que deberá cumplir el efluente del sistema de tratamiento según el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales son los siguientes:

Parámetro	Límite máximo
- DBO <sub>5</sub> , 20.....	300 mg/L
- DQO.....	750 mg/L
- Sólidos suspendidos.....	300 mg/L
- Sólidos sedimentables.....	5 ml/l
- Grasas/aceites.....	50 mg/L
- Potencial hidrógeno.....	6 a 91
- Temperatura.....	15°C ≤ T ≤ 40°C
- Sustancias activas al azul de metileno.....	5 mg/L

#### **4.3.3.5 Perfil profesional del personal a cargo de las diferentes actividades y procedimientos de la planta de tratamiento**

En la determinación del personal para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de fluidos corporales, se debe tener en cuenta el tamaño de la instalación, los procesos de tratamiento y el tipo de desechos por ser tratados. Para el caso de fluidos corporales, en los puestos de Jefe de planta, operador, electromecánico, laboratorista, se tiene que:

- Ser responsable y prestar atención a las normas de seguridad laboral.
- Mantener la concentración durante el seguimiento de la planta y ser consciente de que lo hecho repercute en el medio ambiente.
- Tener conocimientos de matemáticas.
- Estar activo y en forma. Se necesita destreza para las tareas manuales rutinarias de mantenimiento.

- Tener interés por la ciencia, especialmente, por la biología y la química.

#### Competencias de los puestos:

- Buena forma física
- Capacidad para concentrarse
- Capacidad para trabajar en equipo
- Capacidad de seguir instrucciones
- Capacidad de seguir la normativa en materia de salud y seguridad
- Capacidad de utilizar herramientas
- Destrezas en informática
- Habilidad para los números
- Habilidad para resolver problemas
- Habilidades sociales
- Puntualidad
- Responsabilidad
- Seguimiento de estándares estrictos de higiene, salud y seguridad
- Supervisión de la evolución de las aguas residuales en la planta de tratamiento
- Supervisión de la maquinaria
- Utilización de herramientas y maquinaria

#### Equipo y herramientas

- Carretillas de mano
- Palas
- Rastrillos

- pHmetro
- Conos de sedimentación (imhoff)
- Manguera
- Guantes

#### **4.3.3.6 Procedimientos necesarios para una adecuada puesta en marcha del sistema de tratamiento**

- Remover natas, espumas, grasas y aceites que se acumulen en el tratamiento anaerobio. Estos materiales deben almacenarse y disponerse adecuadamente para evitar los malos olores producto de su descomposición.
- Recoger las muestras del afluente y el efluente cuando sea necesario. Para ello, se debe seguir el procedimiento de muestra puntual o compuesta.
- Realizar la evacuación de lodos del clarificador cada vez que se requiera.
- Realizar mediciones semanales de pH, temperatura, caudal y sólidos sedimentables con el fin de controlarlos en los niveles requeridos para el tratamiento (Ingenieros Sas, 2014).

#### **Operación**

- Estudiar los planos de diseño y mantener una copia permanentemente en la planta.
- Analizar responsabilidades de la persona supervisora y de los operadores.
- Preparar los formatos donde se llevarán todos los registros.

- Reunir información sobre la planta, incluyendo el instructivo de operación, catálogos de los equipos y otra literatura de interés que pueda ser útil en la aclaración y solución de problemas operativos.
- Inspeccionar detenidamente la planta de tratamiento y hacer una lista de herramientas rutinarias que pueden ser requeridas para reparaciones mecánicas y eléctricas, piezas de repuesto, grasa para lubricación, etc.
- Verificar que los tanques, mecanismos, ductos y canales se encuentren perfectamente nivelados, limpios y libres de obstrucciones, y que los sistemas eléctricos (fuerza y tierras) y de control estén en perfectas condiciones de operación.
- Revisar con los operadores que los equipos mecánicos estén funcionando correctamente, bien lubricados y engrasados, que no presenten ruidos y vibraciones anormales.
- Antes del llenado de cada estructura se deberá remover de tanques, canales y otros conductos, los trapos, restos de madera, piedras y otros desperdicios de la construcción que puedan obstruir la planta.
- Abrir y cerrar las válvulas y revisar que su operación sea fácil y normal.
- Revisar que los vertederos estén bien nivelados.
- Revisar y preparar todas las medidas de seguridad dentro de la planta especialmente aquellos que tengan que ver con equipos eléctricos, manejo de químicos, barreras de protección (Ingenieros Sas, 2014).

#### **4.3.3.7 Control operacional**

Las estructuras que conforman todo el sistema de tratamiento por si solas no garantizan su efectivo funcionamiento. Se hace necesario que el operario esté al tanto de cada uno de los procesos llevados a cabo y evalúe algunos parámetros claves que le permiten concluir si los procesos se están dando de manera eficiente o no.

Hacer pruebas hidrostáticas en todas las estructuras construidas, especialmente en concreto para verificar que no existan fugas. Esto deberá hacerse de acuerdo con la normatividad vigente y de preferencia con agua limpia por si existe la necesidad de hacer reparaciones.

- Temperatura
- pH
- Índice de densidad de lodos
- Índice volumétrico de lodos

#### **4.3.3.8 Mantenimiento**

- Limpieza de rejillas
- Limpieza de canales
- Limpieza de natas
- No se debe operar la planta si hace falta algún insumo químico.
- Los tanques de almacenamiento deben lavarse cada 6 meses.
- Cada tres meses se deben limpiar manualmente los equipos electromecánicos.

- Cada tres (3) años se debe retocar la pintura exterior de la planta.

#### Rotulación

En cuanto a la rotulación, es importante denotar que cada componente del sistema de tratamiento de la planta deberá estar rotulado de manera visible.

#### Residuos

Todo el material retenido en las rejas y en las trampas de grasa deberá ser retirado y depositado en bolsas rojas para la correcta segregación o separación de los desechos bioinfecciosos. El material retenido como lodos en las estructuras de distribución y el material flotante (natas, espuma y otros) deberá ser sustraído por medio de camión cisterna cada vez que se requiera.

#### **4.3.3.9 Plan de trabajo**

- La planta debe contar siempre con disponibilidad de agua limpia, jabón y toallas.
- La planta debe contar con un botiquín donde se incluya, como mínimo, esparadrapo, algodón, alcohol, una disolución detergente desinfectante, tijeras y pinzas.
- El operador debe disponer de guantes y botas de goma, casco de trabajo y overol.
- Todas las prendas utilizadas en la planta deben permanecer en ella al finalizar la jornada laboral.
- Siempre que se vaya a comer, a beber, o incluso a encender un cigarrillo, es obligatorio lavarse las manos.

- Todas las herramientas de trabajo deben limpiarse con agua limpia antes de ser guardadas después de su uso.
- Los cortes, arañazos y abrasiones que pueda sufrir el operador deben desinfectarse inmediatamente después de que se hayan producido.
- Si el operador debe también ocuparse del mantenimiento de equipos eléctricos, debe asegurarse de que sus manos, ropas y calzado estén secos.
- El acceso a la planta debe mantenerse cerrado
- El operador debe vacunarse contra el tétano, así como contra otras posibles enfermedades que indiquen las autoridades de la salud. También debe someterse a un chequeo médico periódico.
- Antes de empezar su labor como operador, la persona seleccionada para este trabajo debe recibir instrucción en primeros auxilios (Ingenieros Sas, 2014)

#### **4.3.3 Presupuesto**

Finalmente, es de gran relevancia poder identificar el presupuesto para la construcción de la planta de tratamiento de fluidos corporales propuesta en este trabajo final de graduación. Por ello, a continuación, se muestra una aproximación de los materiales y costos de cada uno, incluyendo la mano de obra, teniendo así un acercamiento al valor de la misma. Estos cálculos se realizaron tomando en cuenta el conocimiento en el tema que tiene el sustentante de esta tesis y cotizaciones brindadas por El Lagar, sucursal de Grecia (ver anexo #15) así como el tipo de cambio del dólar del día 11 de julio del 2022 (₡692,68 venta).

Tabla 15

***Presupuesto para la construcción de una planta de tratamiento de fluidos corporales***

<b>Materiales</b>	<b>Costo</b>
Rejilla	\$67
Caja de registro	\$132
Homogenizador y sedimentador	\$2 864
Tubos 3" (6 metros)	\$127
Tanque de aireación	\$2 168
Motor y soplador tipo tohin de 2hp	\$641
Difusores (8)	\$332
Clorador (ver anexo #8)	\$50
<b>Total</b>	<b>\$6 381</b>

**Fuente:** Elaboración propia del investigador para efectos del trabajo investigativo, 2022

## **5. Capítulo V Conclusiones y recomendaciones**

## **5.1 Conclusiones**

### **5.1.1 Fluidos corporales desechados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas y funerarias**

A través de los cálculos realizados y de la información recabada, se llega a la conclusión de que se pueden extraer, en promedio, 3,85 litros de fluidos a un cadáver, mediante procedimientos de conservación cadavérica transitoria. Es importante recalcar que este promedio podría variar de acuerdo con la complexión del cuerpo humano; por lo tanto, los resultados se basaron en personas cuya estructura ósea y muscular es variada.

Seguidamente, se debe mencionar que, de acuerdo con los datos arrojados, actualmente son más los procesos de conservación cadavérica transitoria que se llevan a cabo en salas de patología que los que se realizan en casas de habitación; no obstante, esta última práctica aún se ejerce, aunque se percibe que se ha vuelto menos recurrente.

Es importante resaltar que los fluidos corporales, que devienen de los cadáveres, son contaminantes, por lo cual surge la necesidad de analizar su disposición final. Por ejemplo, colocarlos en una alcantarilla no es una opción. Ante esto es que surge la idea de una planta de tratamiento diseñada idóneamente para disponer estos materiales.

### **5.1.2 Construcción de una sala de procedimientos de conservación cadavérica transitoria: parámetros**

Queda en evidencia que los procedimientos de conservación cadavérica transitoria llevados a cabo en los cuerpos son comunes; es decir, prácticamente todos los cuerpos los reciben, ya que permiten que éstos se mantengan en buen estado y retrasan la descomposición normal del organismo posterior a la muerte, por tanto, se puedan hacer los rituales acostumbrados como velación y entierro. Además, se asevera que los fluidos resultantes de estos procedimientos en los cadáveres, generan contaminación, por lo cual deben ser tratados adecuadamente.

Asimismo, se afirma que la principal institución encargada de regular los desechos de los fluidos corporales resultantes de prácticas de conservación cadavérica transitoria es el Ministerio de Salud siguiendo lo establecido en el Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos (no cuenta con un protocolo interno para el control de una adecuada disposición final de los mismos). A su vez, también se clarifica que dichos procesos se deber realizar en una sala de patología específica para ello; por tanto, queda claro que es completamente un desacierto ejecutar estas actividades en las casas de habitación.

En esta misma línea, se tiene que, en el cantón de Grecia, por parte de la Municipalidad, no se cuenta con un plan regulador que contemple el uso de suelo para sala de patología, por lo cual se recurre a utilizar la homologación de acuerdo con los bloques ya establecidos en el uso de suelo de funerarias en coordinación con el Ministerio de Salud.

### **5.1.3 Planta de tratamiento: disposición final de los residuos de fluidos corporales**

Como bien ha quedado expuesto a lo largo de esta investigación, tratar los fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria se vuelve una necesidad para la salud pública. El impulso de esta práctica corresponde a todas las personas, las cuales, conscientemente, analizan el deterioro hídrico que ocurre si estos residuos se depositan en otro lugar.

Es sabido que una planta de tratamiento no es la única opción para tratar los fluidos corporales que resultan de las preparaciones de cuerpos. En esta investigación se determina que es la mejor opción para el cantón de Grecia desde un punto de vista económico y ambiental. Además, se cuenta con el apoyo de ASONAFUCO, la cual es una asociación que comparte el propósito de la construcción de la planta.

En este sentido, es significativo hacer mención de lo necesario que resulta poder visualizar y detallar la construcción de la planta de tratamiento con todos sus componentes con el fin de valorizar no solo monetariamente el costo, sino también los beneficios para el cantón de Grecia.

Los datos propuestos en este trabajo final de graduación buscan mostrar un acercamiento con la realidad, donde se identifica una planta de tratamiento que cumpla una óptima función con el desecho de los fluidos corporales provenientes de procedimientos de conservación cadavérica transitoria, y que, si es el caso, pueda tratar, en forma adicional, otro tipo de desechos.

Si bien es cierto, la inversión final de este proyecto resulta algo elevada, las consecuencias positivas a nivel ambiental podrían compensarlo. Además, el análisis hecho dentro del cantón de Grecia para el aprovechamiento de la planta corresponde a que la construcción se realice en una única funeraria (o espacio común) y que ésta sea utilizada por cuatro o cinco funerarias de la zona, asumiendo la inversión de manera conjunta; además, mediante contrato, se puede definir el uso que se le dará, para que, así como región se puedan tratar todos los fluidos corporales y se proteja el recurso hídrico.

## 5.2 Recomendaciones

A continuación, se presentan algunas recomendaciones suscitadas posterior a este proceso investigativo sobre el tratamiento de fluidos corporales generados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se realizan en casas y funerarias para procurar una óptima disposición final de los mismos.

Estas recomendaciones se dirigen específicamente a futuras investigaciones relacionadas con la temática, a la Universidad Técnica Nacional y a las instituciones estatales vinculadas con este trabajo final de graduación, así como a las funerarias que pueden resultar beneficiadas.

### ***A futuras investigaciones***

La temática ambiental, especialmente el recurso hídrico, ha adquirido importancia en la actualidad, lo cual es sumamente beneficioso para el planeta. Por ello, es relevante que, en Costa Rica se continúe fomentando la investigación en torno al medio ambiente, el agua, los ecosistemas y todas las muchas más aristas que existentes. Se insta a los estudiantes a vincular dichos temas en sus trabajos finales de graduación para que, cada vez, más personas adquieran conocimiento y conciencia en relación con los recursos naturales.

También, se invita a futuras investigaciones a profundizar en los datos referentes a dotaciones de agua específicas para salas de patología y funerarias, ya que en la actualidad no se cuenta con un dato concreto.

### ***A la Universidad Técnica Nacional***

Específicamente a la carrera de Ingeniería en el Manejo Integral de Recurso Hídrico, se le recomienda que el tema de tratamiento de fluidos corporales que provienen de procedimientos de conservación cadavérica transitoria sea retomado en futuras investigaciones tanto por estudiantes como por docentes, donde se aborde de manera concreta y específica, por ejemplo, analizando viabilidad económica y ambiental, o la posición al respecto de diferentes funerarias en el país, pues todavía queda bastante por considerar en esta temática.

Propiamente a la universidad, para que propicie una alianza estratégica entre la Asociación Nacional de Funerarias Costarricense y el Ministerio de Salud para continuar trabajando el tema propuesto en este TFG desde la investigación, ya que el mismo como se mencionó anteriormente, no ha sido lo suficientemente estudiado, y esto puede posicionar de gran manera a la UTN dentro del desarrollo de conocimientos y tecnologías.

### ***A la Municipalidad de Grecia***

Es importante que, como institución, se planteen nuevos usos de suelo que contemplen todas las actividades existentes, ya que es común que, con el paso del tiempo, se creen nuevas, por lo cual van a necesitar un tipo uso. Asimismo, se recomienda que se pueda trabajar de una manera más conjunta con el Ministerio de Salud, manteniendo una buena comunicación que finalmente beneficie a los usuarios.

También, se propone la implementación de un plan piloto que involucre a las funerarias del cantón, donde se puedan discutir metodologías y concientizar sobre las verdaderas necesidades con respecto al desecho de fluidos corporales.

### ***Al Ministerio de Salud***

Como ente regulador de la salud pública, esta institución cuenta con parámetros determinados para orientar a la población que desea establecer alguna actividad en el comercio. En esta línea, sería viable que se logre promocionar más este tipo de información, y que, al mismo tiempo, esté al alcance de todas las personas.

Asimismo, es de vital importancia que se puedan mejorar las guías y los reglamentos que rigen temáticas de saneamiento público.

### ***A las funerarias del cantón de Grecia***

Se insta a que se involucren con asociaciones como ASONAFUCO y que se analice la viabilidad de participar en sus proyectos, con miras a una mayor presencia en el ámbito ambiental. Asimismo, se pueden incluir otras entidades como el Ministerio de Salud y el MINAE para buscar fondos que propicien el desarrollo de proyectos de investigación, o también, capacitación a los patólogos y dueños de otras funerarias sobre la importancia del buen manejo de los fluidos corporales.

## **6. Capítulo VI Bibliografía**

- Asthana, M., Kumar, A. y Sharma, B. S. (2017). Wastewater Treatment. En R. L. Singh (Ed.), *Principles and Applications of Environmental Biotechnology for a Sustainable Future* (pp. 173-232). Singapore: Springer Singapore. doi: 10.1007/978-981-10-1866-4\_6
- AyA-MINAE-MS (2016). Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales 2016-2045. <http://www.da.go.cr/saneamiento-de-aguas-residuales/>
- Barrantes, P. (2019). Elaboración de un Clorador rudimentario de cámara seca. Proyecto Aplicado al Ámbito Hídrico. Universidad Técnica Nacional.
- Barrantes, R. (1999). Investigación: Un camino al conocimiento. Un enfoque cuantitativo y cualitativo. San José, Costa Rica: Editorial EUNED.
- Bergé, A., Wiest, L., Baudot, R., Giroud, B, y Vulliet, E. (2018). Occurrence of multi-class surfactants in urban wastewater: contribution of a healthcare facility to the pollution transported into the sewerage system. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 9219-9229. doi: 10.1007/s11356-017-0470-8
- Boillot, C., Bazin, C., Tissot-Guerraz, F., Droguet, J., Perraud, M., Cetre, J. C., ... Perrodin, Y. (2008). Daily physicochemical, microbiological and ecotoxicological fluctuations of a hospital effluent according to technical and care activities. *Science of the Total Environment*, 403(1-3), 113-129. doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.04.037
- Cardador, M. J. (2014). Estrategias Analíticas en el control de Ácidos Haloacéticos (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, Córdoba, España. <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/12013>
- Cascante, J. (2011). *Métodos mixtos de investigación*. Costa Rica: UNED.

- Chandrappa, R. y Das, D.G. (2014). Sustainable water engineering. Theory and practice. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/sidunalibro-ebooks/detail.action?docID=1712694>
- Entrevistado 1 (2022). Políticas del Ministerio de Salud para la construcción de una sala de procedimientos de conservación cadavérica transitoria. [Comunicación personal, entrevista semiestructurada]. Ministerio de Salud, Costa Rica.
- Entrevistado 2 (2022). Políticas de la Municipalidad de Grecia para la construcción de una sala de procedimientos de conservación cadavérica transitoria. [Comunicación personal, entrevista semiestructurada]. Municipalidad de Grecia, Alajuela, Costa Rica.
- Funiber (1991). *Metodología de la investigación científica*. Puerto Rico: Universidad Internacional Iberoamericana.
- García, U. (2019). Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales para el hospital psiquiátrico Roberto Chacón Paut, La Unión, Cartago, Costa Rica:UNA.
- Hernández, A. (2015). *Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales*. Madrid, España: Garceta
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Colombia, Interamérica Editores.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México D.F:McGraw-Hill Interamericana
- Herrera, M. y Martínez, A. (2016) Manejo de desechos hospitalarios: dicotomía entre el ser y el deber ser. Recuperado de: <https://derecho.ucr.ac.cr/Posgrado/wp->

content/uploads/bsk-pdf-manager/2018/01/etd-final-tesis-completa-correcciones-2016.pdf

Ibáñez, C. (2010) Tipos de residuos hospitalarios; forma de eliminación de los residuos hospitalarios. Recuperado de:

[https://www.madrimasd.org/blogs/salud\\_publica/2010/05/04/131890](https://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2010/05/04/131890)

Ingenieros Sas (2014). *Manual de operación, mantenimiento y control de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de Pereira.*

<http://www.utp.edu.co/cms->

[utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/1480454882-INSTRUCTIVO%20DE%20OPERACI%C3%93N.pdf.pdf](http://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/1480454882-INSTRUCTIVO%20DE%20OPERACI%C3%93N.pdf.pdf)

Latorre, A., Rincón, D. y Arnal, J. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa.* Barcelona: Ediciones Experiencia.

Laws, E. A. (2018). *Aquatic Pollution. An Introductory Text.* New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Leu, S.-Y., Chan, L., y Stenstrom, M. K. (2012). Toward Long Solids Retention Time of Activated Sludge Processes: Benefits in Energy Saving, Effluent Quality, and Stability. *Water Environment Research*, 84(1), 42-53. doi: 10.2175/106143011X12989211841052

Medrano, F. (2000). *Práctica.* Recuperado de:

<https://www.academia.edu/38172497/PRACTICA>

MINAET (s.f.) *Guía Práctica para el uso eficiente del Agua en el Sector Público costarricense.*

[http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/guia\\_de\\_agua\\_0.pdf](http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/guia_de_agua_0.pdf)

- Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016). Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales. San José, Costa Rica. <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Politica%20Nacional%20de%20Saneamiento%20en%20Aguas%20Residuales%20marzo%202017.pdf>
- Montoya, L., Alape, G. y Gutiérrez, C. (2006). *Diseño de un tratamiento de aguas residuales para el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses* Sede Bogotá. Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Morales, E. (2004). Accidentes laborales con exposición a fluidos corporales: características y circunstancias de su ocurrencia en el personal de salud del Hospital Clínico Regional Valdivia, durante el año 2002. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fmm828a/pdf/fmm828a.pdf>
- Muñoz, E. (2022). La UCR apoya iniciativas comunitarias para el manejo sostenible del agua. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2022/03/22/la-ucr-apoya-iniciativas-comunitarias-para-el-manejo-sostenible-del-agua.html>
- Nortehispana Seguros (2020). ¿Cuál es la diferencia entre tanatopraxia y tanatoestética? <https://www.nortehispana.com/blog/tanatopraxia-tanatoestetica/>
- Oliveira, T. S., Al Aukidy, M., y Verlicchi, P. (2018). Occurrence of Common Pollutants and Pharmaceuticals in Hospital Effluents. En P. Verlicchi (Ed.), *Hospital Wastewaters* (Vol. 60, pp. 171-188). Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/698\_2017\_5
- OMS (2018). Desechos de las actividades de atención sanitaria. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

- PGR (2006). Reglamento de Vertido.  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250&strTipM=TC)
- Poder Ejecutivo (2003). Reglamento sobre la gestión de los desechos infectocontagiosos que se generan en establecimientos que prestan atención a la salud y afines. <https://www.bvs.sa.cr/ambiente/textos/legislacion17.pdf>
- Reyes, J. (2016). Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de coco utilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572261592004/html/>
- Rodríguez-Mozaz, S., Chamorro, S., Martí, E., Huerta, B., Gros, M., Sánchez-Melsió, A., ... Balcázar, J. L. (2015). Occurrence of antibiotics and antibiotic resistance genes in hospital and urban wastewaters and their impact on the receiving river. *Water Research*, 69, 234-242. doi: 10.1016/j.watres.2014.11.021
- Rodríguez-Mozaz, S., Lucas, D., y Barceló, D. (2018). Full-Scale Plants for Dedicated Treatment of Hospital Effluents. En P. Verlicchi (Ed.), *Hospital Wastewaters* (Vol. 60, pp. 189-208). Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-61313-1\_13
- Romero, J. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y Principios de Diseño*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sabalain, C. (2009). *Introducción de Conceptos Básicos El Medio Ambiente y la Estadística: Construcción de Indicadores Ambientales (ILAC/ODM) en los*

países de América Latina.

[https://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/2/37052/2009\\_09\\_ma\\_id\\_37052\\_sabalian\\_cristina\\_ppt.pdf](https://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/2/37052/2009_09_ma_id_37052_sabalian_cristina_ppt.pdf)

Sampieri, R; Collado, C y Lucio, P. (2003) Metodología de la Investigación. México D.F:McGraw-Hill Interamericana

Soto, J. (2020). ¿Sabes qué es la incineración de residuos y por qué no debe aprobarse en México?.

<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/4106/sabes-que-es-la-incineracion-de-residuos-y-por-que-no-debe-aprobarse-en-mexico/#:~:text=Consiste%20en%20someter%20los%20residuos,energ%C3%ADa%20t%C3%A9rmica%20y%20fo%20el%C3%A9ctrica.>

Tanatos Formación (2019). Diferencias entre embalsamamiento y conservación transitoria. <https://tanatosformacion.com/diferencias-entre-embalsamamiento-y-conservacion-transitoria/#:~:text=Desde%20la%20Antig%C3%BCedad%2C%20el%20embalsamamiento,por%20m%C3%A1s%20de%2072%20horas.>

<https://tanatosformacion.com/diferencias-entre-embalsamamiento-y-conservacion-transitoria/#:~:text=Desde%20la%20Antig%C3%BCedad%2C%20el%20embalsamamiento,por%20m%C3%A1s%20de%2072%20horas.>

<https://tanatosformacion.com/diferencias-entre-embalsamamiento-y-conservacion-transitoria/#:~:text=Desde%20la%20Antig%C3%BCedad%2C%20el%20embalsamamiento,por%20m%C3%A1s%20de%2072%20horas.>

Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., Burton, F., Abu-Orf, M., Bowden, G, ..., Pfrang, W. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resources Recovery*. New York, USA: Mc Graw-Hill, Inc.

Universidad Industrial de Santander (s.f.) Plan de gestión integral de residuos: manejo de residuos peligrosos.

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/capacitaciones/Manejo%20de%20Productos%20y%20Residuos%20Quimicos.pdf>

Valles, M. (1999). Técnicas Cualitativas de Investigación Social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Recuperado desde: [<http://investigacionsocial.sociales.uba.ar/files/2013/03/Miguel-Valles-Tecnicas-Cualitativas-De-Investigacion-Social.pdf>].

## **7. Capítulo VII Anexos**

## Anexo #1. Bitácora Funeraria Comunal de Grecia defunciones julio-diciembre 2019.

	FECHA	PERSONA FALLECIDA	# CONTRATO	SI O NO PÉLUS	MANEJO PÉLUS	SALA PÉLUS
1	05.07.19	Amelia Rojas	Re #6971	Si	Folio	Si
2	16.07.19	Jonas Pardo Araya	Cont. #4886	Si	Henny	Si
3	29.07.19	Jorge Ant. Sanchez Calderon	Cont #4890	Si	Henny	Si
4	31.07.19	Elda Sabaris Calderon	Cont #4891	Si	Folio	Si
5	06.08.19	Batalio Aguilar Goyaly	Cont #4892	Si	Henny	Si
6	12.08.19	Luis Ego Suarez Morote	Cont #4893	Si	Folio	Si
7	<del>26.08.19</del>	<del>Flore M. Alfaro Benavente</del>	<del>Cont #4899</del>	<del>Si</del>	<del>-</del>	
8	24.08.19	José Alfo Araya Cepedy	RC #7028	Si	Henny	Si
9	26.08.19	Flore M. Alfaro Benavente	Cont. #4899	Si	Folio	Si
10	30.08.19	Guenda Alfaro Moraga	Cont #4901	Si	Henny	No
11	06.09.19	Dulanda Ezequiel Uhart	Cont #4903	Si	Folio	Si
12	08.09.19	Olivia M. Lizano Moraga	Cont #4904	Si	Henny	No
13	12.09.19	Rini Concha Castillo	Cont #4906	Si	Folio	Si
14	13.09.19	Victor Mora Rodriguez	Cont #4906	Si	Henny	Si
15	18.09.19	Adriana Navarro Mora	Cont #4908	Si	Folio	Si
16	20.09.19	Maria Ang Lizano Moraga	Cont #4909	Si	Henny	Si
17	26.09.19	Luis Hidalgo Castro	Cont #4911	Si	Folio	Si
18	10.10.19	Maria Elbeth Chinchillo Gony	Cont #4917	Si	Henny	Si
19	12.10.19	Alvaro Rodriguez Castro	Cont #4921	Si	Folio	Si
20	14.10.19	Miriam Tiron Morchero	Cont #4922	Si	Henny	Si
21	19.10.19	Maria Benavente Lizano	Cont #4924	Si	Folio	Si
22	28.10.19	Dora Alft Barbara Rodriguez	Cont #4927	Si	Henny	Si

## Anexo #2. Bitácora Funeraria Comunal de Grecia defunciones julio-diciembre 2019.

23	28-10-19	José María Montero	Cont # 4928	SI	Fonio	SI
24	01-11-19	Manuel Ang Rodríguez Maule	Cont # 4928	SI	Henny	SI
25	06-11-19	Fredy Ma Equiel Samuels	cont # 4931	SI	Fonio	SI
26	10-11-19	Victor Canónico Varela	cont # 4932	SI	Henny	SI
27	20-11-19	Josely Banaster Montero	Cont # 4938	SI	Fonio	SI
28	1-12-19	Francisco Fonseca Arias		SI	Henny	SI
29	3-12-19	Elvira Cerezo Mijang	Cont # 4941	SI	Henny	SI
30	10-12-19	Berta Michang Tineu	Cont # 4942	SI	Fonio	SI
31	14-12-19	Jorge Cardona Solera	Cont # 4943	SI	Fonio	SI
32	17-12-19	Mario de los Angeles Pizar	cont # 4944	SI	Henny	SI
33	18-12-19	Doña Hilda Arias	Cont # 7182	SI	Fonio	SI
34	19-12-19	Luis Cerezo Oribe	cont # 4945	SI	Henny	SI
35	29-01-20	Alexander Pamiy Pamiy	Cont # 4959	SI	Fonio	SI
36	15-02-20	Orlando Pamiy Arias	cont # 4964	SI	Henny	SI
37	17-02-20	Judith Sanchez Pamiel	cont # 4966	SI	Fonio	SI



**Anexo #4.** Recibo de agua medida Funeraria Comunal de Grecia, febrero 2022.

MUNICIPALIDAD DE GRECIA  
**RECIBO DE AGUA MEDIDA**  
 Cedula: 3007066439  
 ASOCIACION SERVICIO FUNEBRE COMUNITARIO  
 CONTIGUO A LA GUARDIA RURAL

Fecha: 11/02/2022 11:04:35.014  
 Cajera: KRISTINGS

1	RECOLECCION DE BASURA	2022/02	2022/02	2 585,00
18	ASEO VIAS Y SITIOS PUBLICOS	2022/02	2022/02	8 190,00
	SERVICIO DE AGUA MEDIDA	2022/01	2022/01	71 092,50
	HIDRANTES MEDIDOR	2022/01	2022/01	1 414,00
Sub Total:				83 861,50
Intereses:				0,00
Multas:				0,00
IVA				9 320,03
<b>TOTAL:</b>				<b>93 181,53</b>

"Señor contribuyente favor verificar la fecha declaración de su patente"  
 "Grecia, Ciudad Limpia y Amante de la Paz"

**Anexo #5.** Recibo de agua medida Funeraria Comunal de Grecia, marzo 2022.

**MUNICIPALIDAD DE GRECIA**  
**RECIBO No. P-0088257**  
 Cedula: 3002066439  
 ASOCIACION SERVICIO FUNEBRE CI  
 CONTIGUO A LA GUARDIA RURAL

Fecha: 11/03/2022 11:28:20.988  
 Cajera: PAULINARM

RECOLECCION DE BASURA		
2022/03	2022/03	2 565,00
ASEO VIAS Y SITIOS PUBLICOS		
2022/03	2022/03	8 190,00
SERVICIO DE AGUA MEDIDA		
2022/02	2022/02	63 187,50
HIDRANTES MEDIDOR		
2022/02	2022/02	1 330,00

---

Sub Total:	¢	75 272,50
Interes:	¢	0,00
Multas:	¢	0,00
IVA	¢	8 214,38
<b>TOTAL:</b>	¢	<b>83 486,88</b>

**Señor contribuyente favor verificar la fecha declaración de su patente"**

**"Grecia, Ciudad Limpia y Amante de la Paz"**

**Anexo #6:** Instrumento aplicado en el Ministerio de Salud.

***Entrevista semiestructurada***

La presente entrevista semiestructurada es un instrumento de recolección de información elaborado por un estudiante de la carrera de Ingeniería en el Manejo del Recurso Hídrico en la Universidad Técnica Nacional; el cual es fundamental para la investigación del Trabajo Final del Graduación denominada: ***Análisis de la contaminación ambiental causada por fluidos corporales generados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se realizan en casas y funerarias.***

Con esta tesis se pretende conocer cuál es la contaminación producida por los fluidos corporales no tratados de procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se llevan a cabo en casas de habitación o funerarias, para a su vez, identificar los efectos socioambientales tomando en cuenta el tratamiento y la disposición final de dichos desechos.

Es importante resaltar que la información recolectada a través de este cuestionario será utilizada exclusivamente para fines académicos. Su participación es voluntaria y, si se presentara alguna pregunta que no desea contestar, puede abstenerse de responder. Espero su colaboración, ya que la perspectiva del Ministerio de Salud es de gran importancia para la presente investigación.

1. ¿Cuál es el lugar óptimo para realizar procedimientos de conservación cadavérica transitoria según el Ministerio de Salud?

---

---

---

---

---

2. ¿Cuáles son las normativas que establece el Ministerio de Salud para realizar procedimientos de conservación cadavérica transitoria?

---

---

---

---

3. ¿Aprueba el Ministerio de Salud la realización de procedimientos de conservación cadavérica transitoria en casas de habitación?

---

---

4. ¿Cuenta el Ministerio de Salud con un reglamento para la disposición final de los fluidos corporales producidos de procedimientos de conservación cadavérica transitoria?

---

---

5. ¿Es un requisito del Ministerio de Salud la realización de procedimientos de conservación cadavérica transitoria?

---

---

6. ¿Considera el Ministerio de Salud que en la práctica de procedimientos de conservación cadavérica transitoria se puede producir contaminación ambiental? Sí, no y ¿por qué?

---

---

---

**Anexo #7:** Instrumento aplicado en la Municipalidad de Grecia.

***Entrevista semiestructurada***

La presente entrevista semiestructurada es un instrumento de recolección de información elaborado por un estudiante de la carrera de Ingeniería en el Manejo del Recurso Hídrico en la Universidad Técnica Nacional; el cual es fundamental para la investigación del Trabajo Final del Graduación sobre el tema: ***Análisis de la contaminación ambiental causada por fluidos corporales generados en procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se realizan en casas y funerarias.***

Con esta tesis se pretende conocer cuál es la contaminación que producen los fluidos corporales no tratados de procedimientos de conservación cadavérica transitoria que se llevan a cabo en casas de habitación o funerarias para, a su vez, identificar los efectos socio-ambientales tomando en cuenta el tratamiento y disposición final de dichos desechos.

Es importante resaltar que la información recolectada a través de este cuestionario será utilizada exclusivamente para fines académicos, su participación es voluntaria y, si se presentara alguna pregunta que no desea contestar, puede abstenerse de responder. Espero su colaboración, ya que la perspectiva del Ministerio de Salud es de gran importancia para la presente investigación.

1. ¿Tiene la municipalidad un plan regulador actualizado?

---

---

2. ¿Contempla el plan regulador usos de suelos?

---

3. ¿Cómo adjudica la municipalidad los usos de suelo?

---

---

4. ¿Cuál es la clasificación de los usos de suelo?

---

---

5. ¿Qué sucede cuando se solicita un uso de suelo que no está contemplado en el plan regulador?

---

---

6. ¿Cuál es la intervención el Ministerio de Salud referente a los usos de suelo?

---

---

**Anexo #8:** Costos para la elaboración del clorador.

Material	Cantidad	Costo
Silletas	2	₪10.000,00
Tapone hembra roscado	2	₪ 3.000,00
Tapón hembra liso		₪ 2.000,00
Válvula reguladora de caudal	1	₪ 7.000,00
Válvula check de disco resorte	1	₪ 5.000,00
Tubería	0,5 m	₪ 2.000,00
Adaptador macho	1	₪ 4.000,00
Adaptadores macho 1/2	2	₪ 700,00
<b>Total</b>		<b>₪33.700,00</b>

**Fuente:** Barrantes, 2019

### Anexo #9.

Se considera una funeraria con capacidad para 400 personas y 2 empleados, la cual tiene varios vertidos que van a una planta de tratamiento.

Características del vertido:

1. El vertido de aguas residuales ordinarias corresponde al 99.83 % del efluente total y tiene un DBO de 280 mg/l y un DQO de 550 mg/l.
2. El vertido de aguas especiales (fluidos corporales.) corresponde al 0.17% y tiene un DBO de 451 mg/l y un DQO de 1700 mg/l.

Hora	Volumen de entrada 1 99.83% (m <sup>3</sup> )	Volumen de entrada 2 0.17% (m <sup>3</sup> )	Volumen de entrada total (m <sup>3</sup> )	Volumen de salida homogeneizado (m <sup>3</sup> )	Volumen acumulado en el tanque (m <sup>3</sup> )	Descarga acumulada sin homogeneizar (m <sup>3</sup> )	Descarga acumulada homogeneizada
6 am - 7 am	0,378	0	0,378	0,69	2,98	0,378	0,69
7 am - 8 am	0,85	0	0,85	0,69	3,15	1,228	1,37
8 am - 9 am	1,133	0	1,133	0,69	3,59	2,361	2,06
9 am - 10 am	1,7	0	1,7	0,69	4,61	4,061	2,74
10 am - 11 am	0,189	0,00385	0,19285	0,69	4,12	4,25385	3,43
11 am - 12 pm	0	0,005	0,005	0,69	3,44	4,25885	4,11
12 pm - 1 pm	0	0,005	0,005	0,69	2,76	4,26385	4,80
1 pm - 2 pm	0,189	0	0,189	0,69	2,26	4,45285	5,48
2 pm - 3 pm	0,378	0	0,378	0,69	1,95	4,83085	6,17
3 pm - 4 pm	0,283	0	0,283	0,69	1,55	5,11385	6,85
4 pm - 5 pm	0,567	0	0,567	0,69	1,43	5,68085	7,54
5 pm - 6 pm	1,417	0	1,417	0,69	2,16	7,09785	8,22
6 pm - 7 pm	5,383	0	5,383	0,69	6,86	12,48085	8,91
7 pm - 8 pm	2,644	0	2,644	0,69	8,82	15,12485	9,59
8 pm - 9 pm	0,661	0	0,661	0,69	8,80	15,78585	10,28
9 pm - 10 pm	0,472	0	0,472	0,69	8,58	16,25785	10,96
10 pm - 11 pm	0,189	0	0,189	0,69	8,09	16,44685	11,65
11 pm - 12 am	0	0	0	0,69	7,40	16,44685	12,34
12 am - 1 am	0	0	0	0,69	6,72	16,44685	13,02
1 am - 2 am	0	0	0	0,69	6,03	16,44685	13,71
2 am - 3 am	0	0	0	0,69	5,35	16,44685	14,39
3 am - 4 am	0	0	0	0,69	4,66	16,44685	15,08
4 am - 5 am	0	0	0	0,69	3,97	16,44685	15,76
5 am - 6 am	0	0	0	0,69	3,29	16,44685	16,45
			16,44685				

Hora	DBO 1 (mg/L)	DBO 2 (mg/L)	Carga Orgánica de entrada 1 (Kg)	Carga Orgánica de entrada 2 (Kg)	Carga Orgánica Total de entrada (Kg)	DBO Total (mg/L)
6 am - 7 am	200	451	0,0756	0	0,08	200
7 am - 8 am	200	451	0,17	0	0,17	200
8 am - 9 am	200	451	0,23	0	0,23	200
9 am - 10 am	200	451	0,34	0	0,34	200
10 am - 11 am	200	451	0,04	0,0017364	0,04	205,0109
11 am - 12 pm	200	451	0,00	0,002255	0,00	451
12 pm - 1 pm	200	451	0,00	0,002255	0,00	451
1 pm - 2 pm	200	451	0,04	0	0,04	200
2 pm - 3 pm	200	451	0,08	0	0,08	200
3 pm - 4 pm	200	451	0,06	0	0,06	200
4 pm - 5 pm	200	451	0,11	0	0,11	200
5 pm - 6 pm	200	451	0,28	0	0,28	200
6 pm - 7 pm	200	451	1,08	0	1,08	200
7 pm - 8 pm	200	451	0,53	0	0,53	200
8 pm - 9 pm	200	451	0,13	0	0,13	200
9 pm - 10 pm	200	451	0,09	0	0,09	200
10 pm - 11 pm	200	451	0,04	0	0,04	200
11 pm - 12 am	200	451	0,00	0	0,00	
12 am - 1 am	200	451	0,00	0	0,00	
1 am - 2 am	200	451	0,00	0	0,00	
2 am - 3 am	200	451	0,00	0	0,00	
3 am - 4 am	200	451	0,00	0	0,00	
4 am - 5 am	200	451	0,00	0	0,00	
5 am - 6 am	200	451	0,00	0	0,00	

<b>Hora</b>	<b>Carga orgánica de salida homogeneizada (Kg)</b>	<b>Carga orgánica acumulada en el tanque (Kg)</b>	<b>Carga orgánica en el tanque más carga de entrada</b>	<b>Volumen en el tanque más volumen</b>	<b>DBO en el tanque (mg/L)</b>	<b>Carga Orgánica sacada del tanque</b>	<b>Carga Orgánica remanente en el tanque (Kg)</b>
6 am - 7 am	0,14	0,14	0,21	3,36	0,00	0,00	0,14
7 am - 8 am	0,14	0,17	0,34	4,00	0,00	0,00	0,17
8 am - 9 am	0,14	0,26	0,49	4,73	0,00	0,00	0,26
9 am - 10 am	0,14	0,46	0,80	6,31	0,00	0,00	0,46
10 am - 11 am	0,14	0,36	0,40	4,31	0,00	0,00	0,36
11 am - 12 pm	0,31	0,05	0,06	3,44	0,00	0,00	0,05
12 pm - 1 pm	0,31	-0,25	-0,25	2,76	0,00	0,00	-0,25
1 pm - 2 pm	0,14	-0,35	-0,31	2,45	0,00	0,00	-0,35
2 pm - 3 pm	0,14	-0,41	-0,34	2,33	0,00	0,00	-0,41
3 pm - 4 pm	0,14	-0,49	-0,44	1,83	0,00	0,00	-0,49
4 pm - 5 pm	0,14	-0,52	-0,40	2,00	0,00	0,00	-0,52
5 pm - 6 pm	0,14	-0,37	-0,09	3,58	0,00	0,00	-0,37
6 pm - 7 pm	0,14	0,57	1,65	12,24	0,00	0,00	0,57
7 pm - 8 pm	0,14	0,96	1,49	11,46	0,01	0,00	0,96
8 pm - 9 pm	0,14	0,96	1,09	9,46	0,01	0,00	0,95
9 pm - 10 pm	0,14	0,91	1,01	9,05	0,01	0,00	0,91
10 pm - 11 pm	0,14	0,81	0,85	8,28	0,01	0,00	0,81
11 pm - 12 am							
12 am - 1 am							
1 am - 2 am							
2 am - 3 am							
3 am - 4 am							
4 am - 5 am							
5 am - 6 am							

**Anexo #10**

Muestra de fluidos corporales provenientes de procedimiento de conservación cadavérica transitoria



**Anexo #11**

Muestra de fluidos corporales provenientes de procedimiento de conservación cadavérica transitoria



## **Anexo #12**

### Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos

En el siguiente link, se puede observar el reglamento completo:

<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cos191039.pdf>

#### **DECRETAN:**

### **REGLAMENTO GENERAL PARA LA CLASIFICACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

#### **CAPÍTULO I**

##### **DISPOSICIONES GENERALES**

**Artículo 1°-Objeto.** Este reglamento tiene como propósito establecer las condiciones y requisitos para la clasificación de los residuos peligrosos, así como las normas y procedimientos para la gestión de éstos, desde una perspectiva sanitaria y ambientalmente sostenible.

**Artículo 2°-Ámbito de aplicación.** Este reglamento es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, para las personas físicas o jurídicas que generen, acumulen, transporten, traten, manipulen, valoricen y realicen la disposición final de cualquier residuo peligroso, según se clasifican éstos en el presente reglamento. Se excluyen del ámbito del presente reglamento los residuos radioactivos, los residuos de medicamentos y sus materias primas, así como los residuos infecto-contagiosos, que son residuos peligrosos pero que serán regulados según decretos o reglamentos específicos.



## Anexo #14

### Conformación de la Asociación de Funerarias Costarricense

Heredia, San Rafael Carretera Getsemani de la entrada de Tanque Noventa, setenta y cinco metros norte casa a mano derecha color blanca con portón rojo, cédula número: uno – mil ciento treinta y cuatro – quinientos seis, **MELVIN EDUARDO ALVARADO SEGURA**, mayor, divorciado, comerciante, vecino de Alajuela Grecia, cincuenta metros sur de la casa de ANDE, quinta casa a mano derecha color papaya, portor gris, cédula número: dos – quinientos diecisiete – cero noventa y siete. **MARIA DE LOS ANGELES MENDEZ ALVARADO** cédula de identidad dos – seiscientos dieciséis – ciento doce, quien dice ser: mayor, casada una vez, asistente dental y vecina de Palmares de Alajuela, Barrio Santa Lucia, doscientos metros este de la estrada principal, de las Quebradas, segunda casa a mano derecha color terracota. **MELANY PAOLA ALVARADO MADRIZ**, mayor, soltera, estudiante, vecina de Alajuela Grecia, cincuenta metros sur de la casa de ANDE, quinta casa a mano derecha color papaya, portor gris, cédula número: dos – setecientos setenta y seis – seiscientos y el Licenciado **JAIRO JOSÉ RAMÍREZ PACHECO**, mayor, soltero, abogado, vecino de Palmares, Alajuela, cincuenta metros oeste del Centro de Cuido Eliza Álvarez, cédula número: dos – seiscientos cuarenta y cinco – novecientos ochenta y seis, presente pero no en calidad asociado fundador, su participación es asesor legal. Acuerdan aclarar y corregir el acta constitutiva celebrada el día veinticuatro de octubre del año dos mil dieciocho debido a subsanar los defectos consignados en dicha acta, en cuanto a los domicilios de constituyentes que se tenga los de la presente acta. Se aclara el **ARTÍCULO SEGUNDO**: El domicilio de la asociación será en la Provincia dos Alajuela, cantón siete Palmares, distrito uno Palmares, setenta y cinco metros Oeste de la Guardería Eliza Álvarez, local esquinero a mano derecha color blanco ocupado por la Funeraria Caminos de Esperanza. Por error se omitió se aclarar el artículo tercero incisos a) y h) quedando de la siguiente manera: **ARTÍCULO TERCERO**: Los fines primordiales de la asociación son los siguientes: a) La asociación pretende de conformidad con la legislación vigente, los presentes estatutos y reglamentos que se dicten, difundir públicamente el desarrollo funerario. En cuanto al Inciso h), se solicita al registro se no tome nota de dicho inciso, se acordó la eliminación. En cuanto al Artículo cuarto se explica que también se realizará actividades recreativas, deportivas y culturales quedando dicho artículo de la siguiente manera: **ARTÍCULO CUARTO**: Para el cumplimiento de sus fines la asociación realizará, entre otras, las siguientes actividades: a) Comprar, vender, gravar, hipotecar, pignorar, y en cualquier otra forma disponer de toda clase de bienes muebles e inmuebles, siempre dentro de las limitaciones del artículo cuarenta y tres del Código Civil, celebrar contratos de toda índole y realizar toda especie de operaciones lícitas encaminadas a la consecución de sus fines, b) Recaudar contribuciones entre los miembros para financiar la consecución de sus objetivos esenciales, c) Gestionar

A.7.2

A.7.3

A.7.4

## Anexo #15

### Cotizaciones de materiales

**Vendedor :** El Lagar de Grecia Luciano Vasquez Alvarado 2

Articulo	Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Total Línea Sin Imp.	Porcentaje Imp.
5011337	AGREGADO PIEDRA CUARTILLA M3 GAM	6.00	15,808.15	94,848.90	13.00
5011333	AGREGADO ARENA TAJO M3 GAM	6.00	14,375.40	86,252.40	13.00
1231758	MORTERO REPELLO GRUESO MPR130M 40K SUR	15.00	3,850.00	57,750.00	13.00
7046023	CLAVO CORRIENTE C/CABEZA 2 1/2 65MM	2.00	1,394.73	2,789.47	13.00
7049012	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO DE 1.68MM #16 KILO	8.00	1,100.00	8,800.00	13.00
1024388	SEMIDURO REGLA 25 X 75 X 3.34 MTS SIN CEPILLO	10.00	1,275.00	12,750.00	13.00
1070018	VARILLA DEFORMADA GRADO 40 #3 X 6 MTS	55.00	3,000.00	165,000.00	0.00
1016006	CEMENTO GRIS CEMEX UG ALTO DESEMPEÑO 50KL (GAM)	25.00	5,660.00	141,500.00	13.00
5011348	CONCRETO BLOQUE 15 X 20 X 40 TITAN(GAM)	420.00	505.00	212,100.00	13.00

**Total Líneas :** 9

**Total Peso :** 0.00 (KLF)

**Subtotal:** 781,790.77

**Descuento:** 0.00

**Impuesto:** 80,182.80

**Servicio:** 0.00

**Total:** 861,973.57

**Nota:** Precios sujetos a cambio.

1 de 1

**Vendedor :** El Lagar de Grecia Luciano Vasquez Alvarado 2

Articulo	Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Total Línea Sin Imp.	Porcentaje Imp.
7046023	CLAVO CORRIENTE C/CABEZA 2 1/2 65MM	0.50	1,765.49	882.74	13.00
1024392	SEMIDURO TABLA 25 X 300 X 3.34 MTS SIN CEPILLO	1.00	5,100.00	5,100.00	13.00
5001010	AGREGADO PIEDRA CUARTILLA SACO (50KL)	2.00	1,817.02	3,634.04	13.00
5001004	AGREGADO ARENA TAJO SACO ( 50KL)	3.00	1,836.35	5,509.05	13.00
1070018	VARILLA DEFORMADA GRADO 40 #3 X 6 MTS	2.00	3,000.00	6,000.00	0.00
1016006	CEMENTO GRIS CEMEX UG ALTO DESEMPEÑO 50KL (GAM)	1.00	5,660.00	5,660.00	13.00

**Total Líneas :** 6

**Total Peso :** 0.00 (KLF)

**Subtotal:** 26,785.83

**Descuento:** 0.00

**Impuesto:** 2,702.16

**Servicio:** 0.00

**Total:** 29,487.99

**Nota:** Precios sujetos a cambio.

**Vendedor :** El Lagar de Grecia Luciano Vasquez Alvarado 2

Articulo	Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Total Linea Sin Imp.	Porcentaje Imp.
1231758	MORTERO REPELLO GRUESO MPR130M 40K SUR	15.00	3,450.00	51,750.00	13.00
7046023	CLAVO CORRIENTE C/CABEZA 2 1/2 65MM	2.00	1,377.08	2,754.16	13.00
1024388	SEMIDURO REGLA 25 X 75 X 3.34 MTS SIN CEPILLO	10.00	1,275.00	12,750.00	13.00
7049012	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO DE 1.68MM #16 KILO	6.00	1,257.34	7,544.04	13.00
1070018	VARILLA DEFORMADA GRADO 40 #3 X 6 MTS	45.00	3,000.00	135,000.00	0.00
1016006	CEMENTO GRIS CEMEX UG ALTO DESEMPEÑO 50KL (GAM)	20.00	5,660.00	113,200.00	13.00
5011337	AGREGADO PIEDRA CUARTILLA M3 GAM	4.00	15,472.41	61,889.64	13.00
5011333	AGREGADO ARENA TAJO M3 GAM	4.00	14,850.00	59,400.00	13.00
5011348	CONCRETO BLOQUE 15 X 20 X 40 TITAN(GAM)	280.00	505.00	141,400.00	13.00
<b>Total Líneas : 9</b>			<b>Subtotal:</b>	<b>585,687.84</b>	
<b>Total Peso : 0.00 (KLF)</b>			<b>Descuento:</b>	<b>0.00</b>	
			<b>Impuesto:</b>	<b>58,589.42</b>	
			<b>Servicio:</b>	<b>0.00</b>	
<b>Nota: Precios sujetos a cambio.</b>			<b>Total:</b>	<b>644,277.25</b>	