

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería  
Ambiental

**“Sistema de Gestión Ambiental para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales  
(PTAR) Los Tajos basado en la NORMA ISO 14001:2015”**

Oswaldo Quirós Chacón

CARTAGO, junio, 2019

**TEC** | Tecnológico de Costa Rica  
Ingeniería Ambiental

TRIBUNAL EXAMINADOR

**Sistema de Gestión Ambiental para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos", basado en la NORMA ISO 14001:2015**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de **Ingeniero Ambiental** con el grado de Licenciatura.

**Miembros del tribunal**



**M. Sc. Teresa Salazar**  
**Director**

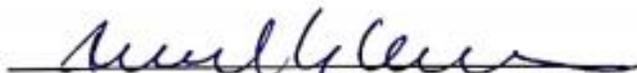


**Lic. Wilfred Zúñiga Castro**  
**Lector 1**

**Lic. Ana Lorena Vallejo**  
**Lector 2**



**M. Sc. Diana Zambrano Piamba**  
**Coordinadora COTRAFIG**



**MGA. Ricardo Coy Herrera**  
**Director Escuela de Química**



**M. Sc. Ana Lorena Arias Zúñiga**  
**Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental**







## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi papá Marcos, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que estarías igual de feliz que yo, de haber concluido esta etapa. A mi mamá Zoraida, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez. A mis hermanos Floyd, Rosaura y Marquitos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por apoyarme en todo momento.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Escuela de Química y la Carrera de Ingeniería Ambiental por darme una educación de calidad.

A la profe Teresa, por toda la paciencia, mucha paciencia y la guía en todo este proceso.

A Wilfred Zúñiga y Olman Jiménez, por abrirme la puerta en PTAR Los Tajos para la realización de este trabajo y por tener la actitud para ayudarme de la mejor manera.

A mis amigas Adriana y Yossira, por acompañarme en momentos de frustración y de éxito y por sacarme risas en los momentos precisos.

A mis amigos Sivianny y Francisco por las conversaciones y las risas de siempre.

A mi amiga Mariana por hacer la revisión filológica de mi tesis.

A mi amigo Kevin, por la motivación a ir a sacar el estrés en el gimnasio siempre y a mi coach “Chamo” por los entrenamientos durísimos.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1.1	Objetivo general	3
2.1.2	Objetivos específicos	3
<b>3</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
3.1	<i>GESTIÓN AMBIENTAL</i>	5
3.1.1	Sistemas de Gestión ambiental	5
3.1.2	Finalidad de los SGA	5
3.1.3	Norma <i>ISO 14001:2015</i>	7
3.2	<i>Auditoría Interna</i>	7
3.3	<i>Huella Hídrica (HH)</i>	8
3.3.1	Huella Hídrica Directa (HHD)	9
3.3.2	Huella Hídrica Indirecta (HHI)	9
<b>4</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>11</b>
4.1	<i>Definición del caso de estudio</i>	11
4.2	<i>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos</i>	12
4.2.1	Línea de agua	12
4.2.2	Línea de lodos	13
4.2.3	Línea de gas	14
4.3	<i>Establecimiento del Plan de Control de la Planta</i>	15
4.3.1	Diagnóstico inicial	15
4.3.2	Determinación de los niveles de ruido	17
4.3.3	Determinación de la concentración de los gases que producen olor	18
4.3.4	Identificación de los Residuos Sólidos generados en la PTAR	18
4.3.5	Mapeo de procesos	19
4.3.6	Determinación de la escala de significancia	19
4.3.7	Legislación Ambiental	19
4.3.8	Identificación de los aspectos ambientales (AAS)	20
4.3.9	Plan de control	20
4.4	<i>Programa de auditoría interna</i>	20

4.5	<i>Huella hídrica</i>	21
4.5.1	HH Directa	21
4.5.2	HH Indirecta	22
<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
5.1	<i>Establecimiento del Plan de control de PTAR Los Tajos</i>	22
5.1.1	Diagnóstico inicial de PTAR Los Tajos	23
5.1.2	Mapeo de procesos	33
5.1.3	Definición de la escala de significancia	35
5.1.4	Legislación Ambiental	36
5.1.5	Identificación de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS)	39
5.1.6	Plan de Control	43
5.2	<i>Programa de auditoría interna</i>	45
5.3	<i>Determinación de la huella hídrica de ptar los tajos</i>	49
5.3.1	Cuantificación de la HH directa	49
5.3.2	Cuantificación HH Indirecta	51
5.3.3	Huella hídrica de PTAR Los Tajos	54
5.3.4	Formulación de estrategias de reducción	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>
6.1	<i>Conclusiones</i>	57
6.2	<i>Recomendaciones</i>	58
<b>7</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>APÉNDICES</b>	<b>65</b>
	<b>Apéndice 1: Herramienta de verificación de la Norma ISO 14001:2015</b>	<b>66</b>
	<b>Apéndice 2: Metodología para identificar aspectos ambientales</b>	<b>95</b>
	<b>Apéndice 3: Tipos de Residuos Generados en PTAR Los Tajos</b>	<b>96</b>
	<b>Apéndice 4: Ficha de proceso línea de aguas – pozo de gruesos</b>	<b>98</b>
	<b>Apéndice 5: Ficha de proceso línea de aguas – desarenado y desengrasado</b>	<b>99</b>
	<b>Apéndice 6: Ficha de proceso línea de aguas – sedimentadores</b>	<b>100</b>
	<b>Apéndice 7: Ficha de proceso línea de lodos – espesadores</b>	<b>101</b>

<b>Apéndice 8: Ficha de proceso línea de lodos – digestores</b>	<b>102</b>
<b>Apéndice 9: Ficha de proceso línea de lodos – deshidratación de lodos</b>	<b>103</b>
<b>Apéndice 10: Ficha de proceso línea de gases – cilindro de carbono activado</b>	<b>104</b>
<b>Apéndice 11: Ficha de proceso línea de gases – calderas</b>	<b>105</b>
<b>Apéndice 12: Ficha de proceso línea de gases – quemador</b>	<b>106</b>
<b>Apéndice 13: Escala y criterios de significancia</b>	<b>107</b>
<b>Apéndice 14: Requisitos legales y otros requisitos</b>	<b>108</b>
<b>Apéndice 15: Significancia de los aspectos ambientales encontrados</b>	<b>119</b>
<b>Apéndice 16: Plan de control para la PTAR Los Tajos</b>	<b>123</b>
<b>Apéndice 17: Programa de auditoría interna PTAR Los Tajos</b>	<b>132</b>
<b>Apéndice 18: Procedimiento de realización de auditorías internas</b>	<b>137</b>
<b>Apéndice 19: Registro de auditorías</b>	<b>143</b>
<b>Apéndice 20: Registro de Minuta de reunión inicial y reunión final de auditoría</b>	<b>144</b>
<b>Apéndice 21: Formulario de Reporte de no conformidad</b>	<b>145</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>146</b>
<b>Anexo 1: Plan de Atención de Emergencias: Planta de Tratamiento de aguas residuales los tajos, i etapa, san José</b>	<b>147</b>
<b>Anexo 2: Plan de Salud Ocupacional: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos, I Etapa, San José</b>	<b>147</b>
<b>Anexo 3: Manual de Protocolos para el Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos de PTAR Los Tajos</b>	<b>147</b>
<b>Anexo 4: Política Ambiental Institucional</b>	<b>147</b>
<b>Anexo 5: Organigrama de PTAR Los Tajos</b>	<b>148</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 4.1. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos. ..</b>	<b>11</b>
<b>Figura 4.2 Distribución de PTAR Los Tajos (UCR, 2019). .....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 5.1 Nivel de cumplimiento de la PTAR Los Tajos con respecto a los aspectos de la Norma <i>ISO 14001:2015</i>. .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 5.2 Meta de cumplimiento y situación actual de la PTAR con respecto a la Norma ISO. ....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 5.3 Decibeles máximos de sonido detectados en los puntos de muestreo .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 5.4 Diagrama de proceso - línea de agua.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 5.5 Diagrama de proceso - línea de lodos .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 5.6 Diagrama de proceso – línea de gases .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 5.7 Diagrama de los procesos administrativos .....</b>	<b>35</b>

## **LISTA DE CUADROS**

<b>Cuadro 5.1</b>	<b>Calidad de las aguas residuales tratadas en PTAR Los Tajos.</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 5.2</b>	<b>Mediciones de gases que producen olor (NH<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>S).</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 5.3</b>	<b>Requisitos legales y otros requisitos.</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 5.4</b>	<b>Identificación de los AAS.</b>	<b>40</b>
<b>Cuadro 5.5</b>	<b>Plan de control de la PTAR Los Tajos</b>	<b>44</b>
<b>Cuadro 5.6</b>	<b>Programa de auditoría interna</b>	<b>47</b>
<b>Cuadro 5.7</b>	<b>Consumo de Agua PTAR Los Tajos.</b>	<b>49</b>
<b>Cuadro 5.8</b>	<b>Parámetros de calidad de un cuerpo de agua superficial clase 1</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro 5.9</b>	<b>Límites máximos permisibles para los parámetros obligatorios de aguas residuales vertidas en un cuerpo receptor.</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro 5.10</b>	<b>Huella hídrica gris PTAR Los Tajos basado en un vertido a un cuerpo de agua clase 1 para el año 2017.</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 5.11</b>	<b>Consumo de energía eléctrica en PTAR Los Tajos, 2018.</b>	<b>53</b>
<b>Cuadro 5.12</b>	<b>Equivalencias de HH de las fuentes energéticas.</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 5.13</b>	<b>Detalle consumo de papel en PTAR Los Tajos.</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 5.14</b>	<b>Valor total de la HH de PTAR Los Tajos.</b>	<b>55</b>

## LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
SST	Sólidos suspendidos totales
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
HH	Huella hídrica
HHD	Huella hídrica directa
HHI	Huella hídrica indirecta
PGAI	Programa de gestión ambiental institucional
AyA	Acueductos y Alcantarillados

## RESUMEN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" cuenta con tratamiento primario en la línea de aguas y tratamiento completo en las demás líneas, fue diseñada para un caudal promedio diario de 2,81 m<sup>3</sup>/s. En la planta se han realizado esfuerzos en el mejoramiento ambiental mediante la implementación de algunas herramientas de gestión ambiental, sin embargo, no se cuenta con un sistema de gestión ambiental definido. Esta investigación consiste en una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma *ISO 14001:2015*; para esto se hizo un diagnóstico de cumplimiento de la Norma, se identificaron los aspectos ambientales de cada una de las líneas de procesos de la planta, se realizó un análisis de la legislación vigente aplicable a los aspectos ambientales encontrados, se definieron criterios ambientales de significancia con sus respectivas evidencias de verificación, se determinaron los aspectos ambientales significativos y se generó un Plan de Control para solventarlos. Los apartados que registraron el nivel de cumplimiento más bajo fueron: Revisión por la dirección y Sistema de gestión ambiental, ambos con un porcentaje de cumplimiento de un 30% y Auditoría Interna con un 0%. Los aspectos ambientales significativos de mayor prioridad encontrados fueron: el vertido de aguas residuales, la generación de lodos y un riesgo de fallo operativo en el área de pozo de gruesos. Adicionalmente, se elaboró una propuesta de Programa de Auditoría para verificar periódicamente el nivel de cumplimiento de la planta con los aspectos de la Norma ISO. Asimismo, se realizó el cálculo de la huella hídrica de la planta el cual se estimó en - 4 333 884,96 m<sup>3</sup>/año. Estos hallazgos reflejan un margen de mejora en desempeño ambiental, sin embargo, existe evidencia de un compromiso por el mejoramiento ambiental; además, se espera una mejora significativa en el momento que se implemente la segunda etapa de esta obra.

**Palabras clave:** Aguas Residuales, Lodos, PTAR, Sistema de Gestión Ambiental, *ISO 14001:2015*, Aspectos Ambientales, Auditoría, Huella Hídrica.

## **ABSTRACT**

Los Tajos Wastewater Treatment Plant has primary treatment of wastewater and was designed for an average daily flow of 2.81 m<sup>3</sup> / s. At the plant, efforts have been made to improve the environment through the implementation of some environmental management tools, however, there is no defined environmental management system. This research consists of a proposal for an Environmental Management System based on the *ISO 14001: 2015* Standard. For this, a diagnosis of compliance with the Standard was made, the environmental aspects of each of the plant's process lines were identified, an analysis of the current legislation applicable to the environmental aspects was carried out, environmental criteria of significance were defined their respective verification evidences, significant environmental aspects were determined and a Control Plan was created to solve them. The sections that recorded the lowest level of compliance were; Management review, Environmental management system, both with a compliance percentage of 30% and Internal Audit with 0%. The significant environmental aspects of higher priority found were the discharge of wastewater, the generation of sludge and a risk of operating failure in the wellbore area and additionally a proposal for an Audit Program was prepared to periodically verify the compliance level of the plant with the aspects of the ISO Norm., In addition, the calculation of the water footprint of the plant was made which was estimated at - 4 333 884,96 m<sup>3</sup>/year. These findings reflect a margin of improvement in environmental performance rather broad, however, there is evidence of a commitment to environmental improvement; in addition, a significant improvement is expected when the second stage of this work is implemented.

**Key words:** Wastewater, Sludge, WWTP, Environmental Management System, *ISO 14001: 2015*, Environmental Aspects, Audit, Water Footprint.

## 1 INTRODUCCIÓN

El aumento del uso de los recursos naturales sin criterios de sostenibilidad ha sido responsable del deterioro y la menor disponibilidad de estos y de la liberación de contaminantes peligrosos al ambiente a lo largo del tiempo, esto ha dado lugar a la creación de pautas, exigencias y normativas en torno al tema (González & Aramburo, 2017). En este contexto, la norma ISO 14000 Sistemas de Gestión Ambiental surgió como un compromiso de protección medioambiental con un enfoque que pudiera ser aplicado globalmente.

La gestión ambiental puede definirse como un conjunto de labores que se realizan para controlar el impacto sobre el medio ambiente de las actividades, productos o servicios de una organización, entre ellas se encuentran la de crear una estructura organizativa en la que estén recogidas todas las responsabilidades en materia de gestión ambiental, supervisión del cumplimiento de la legislación vinculante, la identificación y gestión de los riesgos de los impactos medioambientales, diseñar actividades de formación y sensibilización destinadas al personal de la organización y definir los procedimientos de seguimiento de medición y evaluación del desempeño (Spiegel & Spiegel, s/f).

La PTAR Los Tajos requiere de un instrumento que sistematice los esfuerzos realizados en la materia de gestión, el cual integre los cuatro planes de gestión con los que cuenta, desarrollando un único instrumento de gestión, el cual se elaboró con base en la norma *ISO 14001:2015*; esta norma afecta todos los aspectos de la gestión de la planta en cuanto a sus responsabilidades ambientales, se centra en la organización proveyendo un conjunto de estándares basados en procedimiento y unas pautas desde las que una entidad puede construir y mantener un sistema de gestión ambiental .

Esta PTAR, perteneciente al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), es la planta de tratamiento de aguas más grande de Centroamérica por su caudal de diseño, y a pesar de su importancia en la disminución del impacto ambiental que producen los vertidos de las aguas residuales a las cuencas de los ríos Rivera, Torres, María Aguilar y Tiribí, en el Área Metropolitana de San José, enmarcado en el Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José, mismo que se encuentra en ejecución, y por ende esta Planta aún no cuenta con un plan de gestión integrado que permita potenciar su compromiso con un futuro sostenible (Solano, 2011).

En PTAR Los Tajos existen herramientas que permiten evaluar el desempeño de cada uno de los procesos en los distintos sectores de la planta; se tienen sistemas de control e inspección establecidos para las actividades que se realizan, tales como laboratorio, seguridad y salud ocupacional, mantenimiento y herramientas de calidad ambiental, sin embargo, estos instrumentos se podrían enmarcar en conjunto, mediante un Sistema de Gestión Ambiental, proponiendo acciones que puedan mejorar la calidad de la operación de la planta, actualizando los Aspectos Ambientales identificados en el PGAI presentado en el 2013 ante la Secretaría Técnica Ambiental (SETENA); de esta forma se podría enriquecer el potencial de implementación de la ISO 14001:2015 en la PTAR.

La planta, como núcleo del Plan de Mejoramiento Ambiental de San José, a pesar de ser un proyecto en ejecución viene dando prioridad al tema del mejoramiento ambiental, buscando como mejorar y hacer más sostenibles los procesos, por ello, como un indicador para la trazabilidad de estos avances se propone el cálculo inicial de la Huella Hídrica (HH), de manera que se propicie el control adecuado sobre el uso y la disposición del agua dentro de la planta, identificando los principales factores que inciden sobre el consumo del recurso hídrico de forma directa e indirecta, alineando el quehacer con los aspectos de la norma ISO. Por tanto, con el objetivo de solventar tales necesidades, esta investigación plantea el desarrollo de una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental para la PTAR Los Tajos cumpliendo con los lineamientos de la norma *ISO 14001:2015*, en el cuál, se van a proponer actividades y herramientas de gestión, que solventen los aspectos ambientales de la institución.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1.1 Objetivo general**

Desarrollar una propuesta de Sistema de Gestión Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos", basado en los lineamientos de la norma *ISO 14001:2015*.

### **2.1.2 Objetivos específicos**

- Establecer un plan de control del desempeño ambiental de la institución contemplando la administración y las líneas de tratamiento de agua, lodos y gas.
- Elaborar una propuesta de programa de auditoría interna para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos".
- Estimar la huella hídrica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" mediante la metodología Hoekstra.

### **3 REVISIÓN DE LITERATURA**

Las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente no fueron objeto de reflexión en ningún momento de la historia hasta el siglo XX; hasta convertirse en un tema de interés global en los últimos años (Medina, 2017). Los seres humanos, en búsqueda de revertir la situación han desarrollado numerosas herramientas para combatir y mitigar la contaminación y los daños ambientales, tanto a nivel personal, como a nivel empresarial; una herramienta que está ganando popularidad en el sector empresarial es el Sistema de Gestión Ambiental (SGA), cada vez más, las organizaciones la están implementado con el objetivo de cumplir con estándares de calidad.(Beyer, 2001).

Es importante el control de desempeño ambiental de una institución en cada una de las etapas de sus procesos, dado que, el impacto ambiental y la imagen corporativa van de la mano; la reputación general de la empresa y el grado de cumplimiento de los estándares requeridos por leyes y reglamentos relacionados con las emisiones y descargas están estrechamente relacionados (Henri & Journeault, 2010).

El desempeño ambiental es el resultado de las actividades estratégicas de una empresa que manejan su impacto en el medio ambiente natural. Estas actividades pueden variar sustancialmente de un estado de enfoques que requieren que las empresas construyan capacidades y recursos para soluciones reactivas que cumplir mínimamente (o no cumplir) las normas reglamentarias estándar (Cusumano, Kahl, & Suarez, 2008).

Para el funcionamiento de una empresa se requiere de una administración que actúe para cumplir con los objetivos para los cuales fue creada; sin embargo, también es importante la creación de un órgano que vigile las operaciones de esta y la actuación de la propia administración. Por tal razón, la labor de vigilancia es reconocida en todas partes y cada vez adquiere mayor importancia ante la necesidad de proteger a los dueños de los malos manejos que pudiera hacer la administración, y de que en la empresa exista un órgano que se encargue de garantizar la veracidad de las actividades jurídicas y financieras de esta (Consejo Coordinador Empresarial Mexicano, 2011).

### 3.1 GESTIÓN AMBIENTAL

El ambiente es el entorno en el cual una organización opera, incluyendo el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones. La gestión ambiental se puede definir como el conjunto de actividades de gestión, encaminadas a controlar el impacto sobre el medio ambiente que se deriva de las actividades, productos o servicios de una organización en lo que respecta a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente, administrando correctamente los recursos naturales para preservar la calidad de vida y la biodiversidad (ISO, 2015a).

#### 3.1.1 Sistemas de Gestión ambiental

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es un conjunto de procesos y prácticas que permiten a una organización reducir sus impactos ambientales y aumentar su eficiencia operativa; es un marco que ayuda a una organización a alcanzar sus objetivos ambientales a través de una revisión, evaluación y mejora constantes de su desempeño ambiental. El supuesto es que esta revisión y evaluación consistentes identificarán oportunidades para mejorar e implementar el desempeño ambiental de la organización. El SGA en sí mismo no dictamina un nivel de desempeño ambiental que debe lograrse; el SGA de cada organización se adapta a sus propios objetivos y metas individuales (United States Environmental Protection Agency, 2017).

La Norma *ISO 14001* (ISO, 2015b) define un sistema de gestión ambiental como:

Un sistema de gestión ambiental ayuda a las organizaciones a identificar, gestionar, controlar y controlar sus problemas medioambientales de forma holística. También incluye la necesidad de una mejora continua de los sistemas de una organización y el enfoque de las preocupaciones ambientales.

#### 3.1.2 Finalidad de los SGA

Los SGA se han implementado a gran escala para mejorar el desempeño ambiental de las empresas y certificar sus logros. Estos son utilizados principalmente por industrias y

corporaciones del sector privado, sin embargo, las organizaciones del sector público y las instituciones educativas, como las universidades, también han comenzado a interesarse en procesos de certificación (Disterheft, Ferreira, Ramos, & De Miranda, 2012).

Hace una década, prácticamente no había debate en los círculos académicos o manufactureros sobre la relación entre las prácticas ambientales y el rendimiento corporativo, no era un factor a tomar en cuenta, a la hora de evaluar el desempeño de la organización, ya que se tomaba como hecho que las metas ambientales eran algo contradictorio a una estrategia comercial y se sostenía que cualquier inversión en un mejor desempeño ambiental podría causar plazos de entrega aumentados, calidad reducida o costos incrementados, para obtener ganancias reducidas y menores rendimientos para los accionistas (Melnyk, Sroufe, & Calantone, 2003). Un SGA trata de resaltar la idea de considerar a la organización como un sistema en su conjunto, entero, y no como un conglomerado de partes, de esta forma se busca que la preocupación y las actuaciones ambientales afecten a todas las actividades, los sectores y los recursos de la organización (Molina, Claver, Pereira, & Tarí, 2009). Esto se traduce en el control de una serie de aspectos medioambientales que generalmente son los siguientes:

- a) **Gestión del agua.** En este aspecto se evalúa el manejo del agua de abastecimiento en la organización, se toman en cuenta los vertidos de aguas residuales resultantes de las actividades que realiza la entidad y se trata de llevar un control analítico de ellos, con la gestión del agua de abastecimiento se busca reducir el consumo del recurso hídrico tomando medidas de mitigación que permitan reducir el consumo (Alfaro, Budowski, Lahmann, & Leff, 2013).
- b) **Gestión de emisiones.** Las organizaciones pueden generar emisiones atmosféricas según sea los procesos que ocurran en sus instalaciones.
- c) **Gestión de la energía.** La energía es un recurso indispensable para el funcionamiento de las organizaciones, según la magnitud de la organización, se suelen consumir grandes cantidades de electricidad debido a los procesos que se desarrollan. La gestión de la energía requiere el control del consumo buscando, cuando sea posible, el ahorro, tratando de emplear nuevas fuentes de energía menos contaminantes y amigables con el ambiente (Zhou, Fu, & Yang, 2016).
- d) **Gestión de los suelos.** La afectación a los suelos es uno de los factores más importantes desde el punto de vista ambiental. Pueden ocurrir vertidos accidentales,

residuos almacenados incorrectamente, depósitos de combustible, entre otros; estos elementos, pueden causar escenas de contaminación en el suelo. La gestión del suelo pretende perseguir el control de los posibles focos contaminantes de este elemento, y dado el caso de que ocurra contaminación, se puede proceder a la restauración de las condiciones originales (Beyer, 2001).

### **3.1.3 Norma ISO 14001:2015**

Constituye un enfoque sistemático sobre los aspectos ambientales de una organización y es una herramienta que posibilita a una organización, cualquiera que sea su tipo o tamaño, controle el impacto de sus actividades, productos o servicios sobre el medio ambiente (Roy & Ghose, 2016).

La *ISO 14001* es un estándar internacional de aceptación mundial basado en el concepto de que se puede lograr un mejor desempeño ambiental cuando los aspectos ambientales se identifican y gestionan sistemáticamente, dando una gran contribución a la sostenibilidad, a través de la prevención de la contaminación, el desempeño ambiental mejorado y el cumplimiento de las leyes aplicables (Figueroa, 2017).

Las organizaciones que aplican la Norma *ISO 14001* han tenido éxito en una amplia gama de áreas, incluyendo la reducción del consumo de energía y agua, un enfoque más sistemático para el cumplimiento legal y un mejor desempeño ambiental general. De este modo, *ISO 14001* es adecuado para organizaciones de todo tipo y tamaño, ya sean privadas, sin fines de lucro o gubernamentales, y requiere que una organización considere todos los asuntos ambientales relevantes para sus operaciones, tales como contaminación del aire, problemas de agua y alcantarillado, gestión de desechos, contaminación del suelo, mitigación y adaptación al cambio climático y uso y eficiencia de los recursos (ISO, 2015b).

## **3.2 AUDITORÍA INTERNA**

La auditoría interna es una actividad de evaluación independiente y objetiva para agregar valor y mejorar las operaciones contables, financieras y administrativas de una organización, ayudándole a cumplir sus objetivos, por medio de la evaluación y mejora de la eficacia de sus procesos (Thogmartin, 2019). La finalidad de la auditoría interna es propiciar una mejora continua en la conducción de las operaciones y obtener un mayor beneficio económico para

la empresa o un cumplimiento más eficaz de sus objetivos institucionales (Al- jabali, Abdalmanam, & Ziadat, 2011).

La Norma ISO establece la necesidad de realizar una auditoría interna para comprobar el correcto desempeño de los procesos y el cumplimiento de los requisitos de la propia norma. Según lo establece NQA (2015): "la auditoría incluye cuatros grupos de actividades que garantizan la recopilación de la información que resulta necesaria para realizar la evaluación de la eficacia del sistema implementado". Estos cuatro grupos de actividades son:

- Planificación de la auditoría: el grupo de auditores define como va a enfrentar el caso en estudio.
- Ejecución de la auditoría: se realiza según lo definido en el programa de auditoría interna.
- Informe: una vez se tienen los resultados de la auditoría, el equipo de auditores deberá preparar un informe dirigido a la jefatura de la PTAR donde se detallen los hallazgos encontrados y las opciones de mejora propuestas.
- Seguimiento: se le debe dar continuidad al caso de manera que se verifique que se solventaron opciones de mejora.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos", como parte del compromiso por el mejoramiento ambiental, busca orientar sus operaciones al cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015, por ello, con esta investigación se quiere conocer el potencial para una implementación a futuro de esta norma; actualmente para desarrollar este proyecto, se requeriría fondos del estado, y al tratarse de una institución pública es un proyecto con un proceso complejo de gestionar y justificar.

### 3.3 HUELLA HÍDRICA (HH)

La huella hídrica es un indicador medioambiental que define el volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios que consumimos, es una variable necesaria que nos dice la cantidad de agua que nos cuesta fabricar un producto o por su defecto, el agua que nos cuesta llevar a cabo un determinado proceso (WaterFootprint Network, 2016). Tradicionalmente, las evaluaciones de los usos del agua se realizaban exclusivamente midiendo o estimando las captaciones de las fuentes superficiales o subterráneas, ignorando la producción de bienes y servicios finales, sin tener en cuenta que estos productos se realizan

en largas cadenas de producción con consumos específicos dentro de cada una de las etapas y con impactos específicos según cada zona (Bakken, Killingtveit, & Alfredsen, 2017).

### 3.3.1 Huella Hídrica Directa (HHD)

La HHD se clasifica en Azul, Gris, o Verde de acuerdo con;

**La HH Azul:** Representa el agua perdida en las fuentes disponibles ya sea de la superficie o fuentes subterráneas en la cuenca hidrográfica. Las pérdidas que se contemplan pueden suceder al evaporarse el agua, si esta no regresa a la misma cuenca de donde fue extraída (por ejemplo si es vertida en otra cuenca o al mar) , si se incorpora a un producto, o si esta no regresa en el mismo período de tiempo (Alvarez et al., 2016).

**La HH Gris:** Es la cantidad de agua que se requiere para que un contaminante pueda ser absorbido por un cuerpo de agua en el ambiente (Pellicer, 2013).

**La HH Verde:** Se incluye cuando el agua de lluvia se integra al proceso de producción, por lo que no se toma en cuenta para el cálculo de la huella hídrica en una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que el agua de lluvia no está integrada al proceso productivo de la planta (Shao & Chen, 2013). Este es el caso de PTAR Los Tajos, cuyas instalaciones se encuentran techadas y las aguas se descargan directamente al cuerpo receptor.

### 3.3.2 Huella Hídrica Indirecta (HHI)

Según (Hoekstra, 2017) la HHI “se refiere al volumen de agua incorporada o contaminada en toda la cadena de producción de un producto”. El cálculo de la Huella Hídrica Indirecta puede realizarse en base al consumo de electricidad, papel (varios tipos) o alimentos.

**Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de electricidad:** Para el cálculo de la HHI basándose en el consumo de energía eléctrica, debe conocerse el tipo y fuente de energía eléctrica. Se requiere saber si la energía eléctrica utilizada proviene de plantas hidroeléctricas, a partir de la combustión de biomasa, por abastecimiento eólico o solar, entre otros.

De acuerdo con la metodología de la (WaterFootprint Network, s.f). Una vez determinado el tipo y fuente de energía, se requiere conocer el consumo de electricidad usada por la planta durante el período de estudio. Tras esto, es indispensable conocer los factores de Conversión del tipo de energía del caso, es decir de energía obtenida de una hidroeléctrica. En este caso

el factor de conversión dependerá precisamente de las fuentes directas utilizadas para generar la electricidad utilizada por la institución.

**Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de papel:** Se refiere la cantidad de agua necesaria para producir el total de papel utilizado al año, la cantidad de papel utilizado debe estar contabilizado en unidades de masa y se multiplica por el equivalente en HH.

**Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de alimentos:** La HH Indirecta asociada al consumo de alimentos está estrictamente relacionada al consumo de los productos de la canasta familiar, se incluye cuando el sector residencial es evaluado desde el enfoque consumidor, esto se debe a que las actividades propias del sector, no son productivas ni de procesos, son actividades de consumo (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 DEFINICIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos, su ubicación de muestra en la Figura 4.1. Esta planta utiliza un tratamiento de tipo primario (es decir físico) con tratamiento completo en las líneas de lodos, gas odorífico, y aprovechamiento de gas. Diseñada para un caudal promedio diario de 2,81 m<sup>3</sup>/s y máximo diario de 3,45 m<sup>3</sup>/s en su primera etapa, la PTAR Los Tajos es el núcleo de la I Etapa del Proyecto de Mejoramiento Ambiental de San José. (FuturEnviro, 2015).

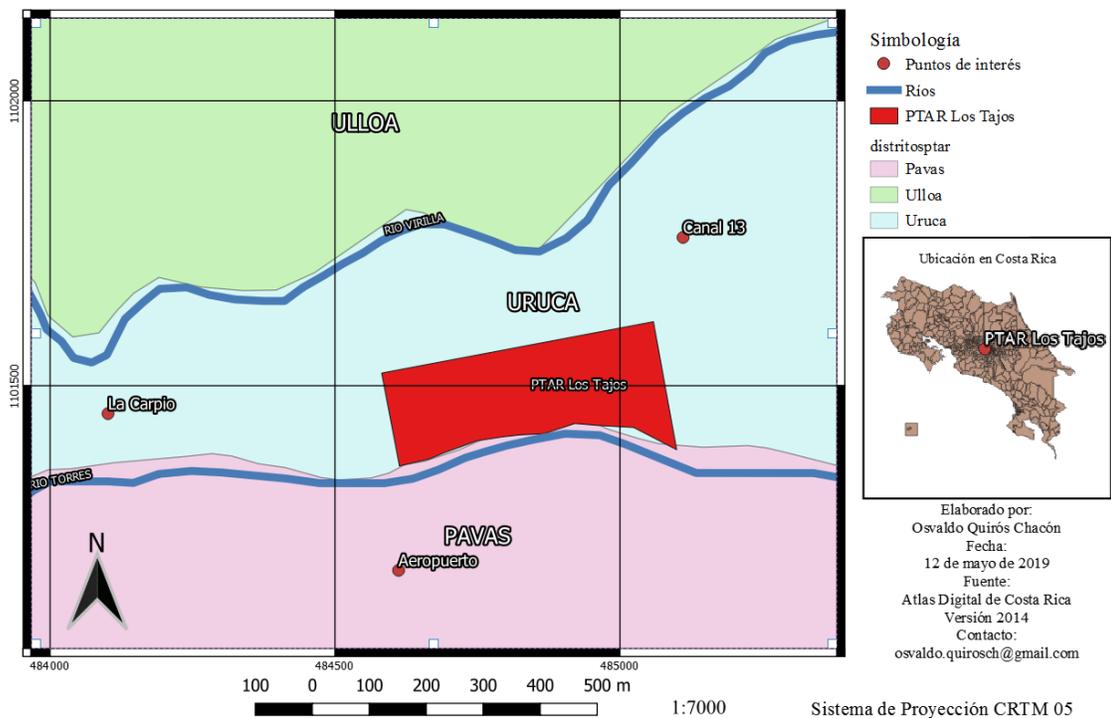


Figura 4.1. Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos.

La presente investigación es de tipo mixta, debido a que surge como iniciativa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" para propiciar la mejora continua en materia de gestión ambiental. La metodología a seguir se basa en la Norma ISO 14001:2015, sin embargo, no contempla la implementación de todas sus partes.

## 4.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LOS TAJOS

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) "Los Tajos" es una planta de tratamiento construida por la empresa española llamada "Acciona Agua" y se inauguró en el país el 01 de agosto de 2015 y su objetivo es aliviar la carga contaminante de los ríos María Aguilar, Tiribí y Torres. La instalación es la mayor depuradora del país y se convierte en la primera referencia de "Acciona Agua" en Costa Rica. El proyecto supuso una inversión de 48.2 millones de dólares y presta el servicio a más de un millón de personas, el 65% de la población estimada de la zona metropolitana de San José, la capital del país.

Por su nivel de compromiso ambiental, en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos", se busca cumplir con todos los lineamientos que implica la Norma *ISO 14001:2015*, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental que puedan causar sus operaciones. Mediante el SGA que se va a desarrollar, se planea mejorar la gestión interna de los procesos de tratamiento de aguas residuales, así como un control del uso de los recursos con los que cuenta la planta. Además, dado que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" es una de las plantas de tratamiento más grandes de Latinoamérica (AyA, 2017), se quiere ser un ejemplo de responsabilidad social y ambiental para las demás entidades similares, generando cierto grado de distinción para nuestro país.

A continuación, se detallan cada una de las líneas de tratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos", las cuales serán tomadas en cuenta para el diseño del Plan de Control, el plan de auditoría interna y el cálculo de la huella hídrica, bajo los lineamientos de la *ISO 14001:2015*. La descripción de las siguientes etapas, se basa en el diseño propuesto por "Acciona Agua" (FuturEnviro, 2015):

### 4.2.1 Línea de agua

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" utiliza un tratamiento primario para las aguas residuales, los tratamientos primarios son aquellos que eliminan los sólidos en suspensión presentes en el agua (Von Sperling, 2015). Las etapas que componen esta línea de procesos se detallan a continuación:

**Pozo de gruesos:** Retiene los desechos voluminosos que llegan a la planta. Para la extracción de los desechos voluminosos se instala una cuchara bivalva de 1000 litros. La instalación se

completa cuenta con un contenedor de 5 m<sup>3</sup> que sirve para el almacenamiento de desechos. Una grúa de 5.000 kg de capacidad es lo que sostiene la cuchara para la extracción de desechos al contenedor. En uno de los laterales del pozo de gruesos, existe un vertedero de *by-pass* que permite evacuar excedentes.

**Rejillas de desbaste:** El primer proceso de tratamiento preliminar en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" consiste en las rejillas de desbaste. Las rejillas de desbaste tienen tres fases: impacto, gruesos y finos. Las rejillas de impacto se colocan en la salida del pozo de gruesos con un espacio de paso de 100 mm; después de las rejillas de impacto, existe una de desbaste de gruesos de paso 30 mm y otra de desbaste (tamizado) de finos de 6 mm. Los sólidos retenidos en las rejillas se descargan a dos contenedores, uno para rejillas de gruesos y otro para la de finos, de 5 m<sup>3</sup> para ser enviados al relleno sanitario.

**Desarenado y desengrasado:** Para el desarenado y desengrase existe un tratamiento que posee las condiciones necesarias para retener la arena y para retener grasas, aceites y pequeños materiales flotantes. La separación de los materiales se da por la aireación mediante sopladores.

#### 4.2.2 Línea de lodos

Los procesos de tratamiento de lodos que se realizan en esta etapa permiten una reducción del volumen del lodo, eliminando agua y aumentando así la concentración en sólidos, como se indica a continuación:

**Sedimentadores:** Los sedimentadores son la última etapa de la línea de aguas y la primera en la línea de lodos, el espesamiento de los lodos se realiza en el fondo de los sedimentadores y al mismo tiempo, se conducen las aguas residuales al canal de vertido de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" al río. Del sedimentador se extraen dos tipos de lodos: los necesarios para la recirculación al sedimentador y los lodos primarios que irán a tratamiento posterior.

**Espesamiento, digestión y almacenamiento tampón:** Previo al proceso de espesamiento de lodos, dichos lodos son sometidos a un tamizado con el objeto de eliminar sólidos y fibras que puedan afectar al posterior proceso, tanto al espesamiento como a la digestión. La purga de los sedimentadores primarios se realiza por bombeo hasta llegar al colector común de entrada a tamizado de lodos, lodo tamizado es transportado hasta los espesadores;

posteriormente, los lodos se envían al edificio de bombeo y reparto de lodos para el mezclado. Los lodos espesados se bombean a digestión, el lodo, en su proceso de digestión, sufre una descomposición de su materia volátil, produciendo gas metano y CO<sub>2</sub>.

**Deshidratación de lodos:** Del depósito tampón, se realiza la purga de lodos a deshidratación, donde el lodo es sometido a un acondicionamiento químico mediante adición de polímero catiónico como agente conglomerante. Para transportar los lodos desde la salida de las centrífugas hasta los silos de almacenamiento, existe un tornillo sin fin, finalmente, se van a recolectar y se van a disponer a un relleno sanitario. El AyA realiza este servicio por medio de una contratación tercerizada.

### 4.2.3 Línea de gas

En esta línea de proceso lo que se busca es utilizar los gases producidos en los digestores de lodos, para disminuir las emisiones atmosféricas y el consumo de energía eléctrica. Las etapas se describen a continuación:

**Calderas:** Se utilizan para la producción de agua caliente, cuyo calor es aprovechado por los digestores. Las calderas pueden ser alimentadas por el gas de digestión o bien, por combustible (gasoil). Existe un depósito de 10.000 L de capacidad, con una autonomía de más de diez días de funcionamiento.

**Sopladores:** Uno de los apartados fundamentales en el correcto funcionamiento del proceso de digestión es la homogeneización del lodo, esto ocurre mediante inyección de gas a presión al digestor.

**Filtro de carbono activado:** Mediante un filtro de este tipo, el biogás generado en la digestión anaerobia es tratado para eliminar su humedad y sustancias no deseadas y que pueden alterar los procesos posteriores, como monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico.

**Quemador:** Para la destrucción de gas metano en exceso existe un quemador de gas, previéndose una capacidad de quemado de 1453 m<sup>3</sup>/h.

**Desodorización:** Los olores son extraídos tanto de los edificios como de las zonas cubiertas mediante una red de conductos que conectan los procesos con el sistema de desodorización. La desodorización en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" se realiza por vía química y por vía biológica.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "Los Tajos" cuenta con cincuenta trabajadores; además, la planta cuenta con trece edificaciones principales como se muestra en la Figura 2. Adicionalmente, existen tres casetas para guardas y un tanque de agua para incendios.



*Figura 4.2 Distribución de PTAR Los Tajos. Fuente: (PTAR Los Tajos, 2016).*

### 4.3 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE CONTROL DE LA PLANTA

La realización del plan de control consta de varias etapas, las cuales se detallan a continuación:

#### 4.3.1 Diagnóstico inicial

Durante esta etapa se recopilaron datos e información teórica necesaria para el desarrollo del proyecto. En la identificación y evaluación de la problemática ambiental se utilizaron técnicas tales como:

- a) **Entrevistas no estructuradas:** Con esta técnica se recopilaron los datos más específicos respecto al conocimiento de normativas ambientales del país y a la instauración de un modelo de gestión ISO 14001:2015 en la PTAR, se obtuvieron datos relacionados con el manejo de residuos, operación, mantenimiento y salud ocupacional, así como la gestión administrativa.
- b) **Inspecciones:** Se llevaron a cabo con Wilfred Zúñiga, encargado del Área de Calidad y Gestión Ambiental, y con trabajadores del área de operación y mantenimiento, con el objetivo de conseguir información de manera directa sobre el sistema de tratamiento de aguas, lodos, gases y olores y sus implicaciones operativas y de mantenimiento.
- c) **Revisión de la documentación existente:** Se obtuvo información sobre el programa de gestión ambiental institucional (PGAI) del 2015, que posee registrado la PTAR ante el MINAE, se revisó el Plan de Atención a Emergencias (Anexo 1), el Plan de Salud Ocupacional (Anexo 2), el Manual de Protocolos para el Manejo de Residuos Sólidos (Anexo 3), la Política Ambiental del AyA (Anexo 4), además, se revisaron los registros de consumo de energía, de agua, de papel, y se revisaron los informes de calidad de aguas residuales de la PTAR.
- d) **Lista de Verificación de Cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015:** Se realizó un análisis de cada apartado de la Norma INTE/ISO 14001:2015 y se levantó una lista de verificación de la norma; para cada apartado se formuló una pregunta en la cual se evaluaba si existía un cumplimiento nulo, parcial o total de ese apartado, de acuerdo a ello, se asignaba uno de cuatro puntajes posibles, siendo 0 un cumplimiento nulo, 3 un cumplimiento parcial bajo, 6 un cumplimiento parcial alto y 10 un cumplimiento total. Los puntajes obtenidos se registraron en una herramienta elaborada en Excel, la Herramienta de Registro de Evaluación de Cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015, mediante esta herramienta se obtuvieron gráficos de barras y de araña, que facilitaron la visualización e interpretación de los niveles de cumplimiento de la norma. (Ver Anexo 1).

Adicionalmente, se realizó una identificación de las fuentes y tipo de residuos que se producen en la planta, y se realizaron análisis ambientales de los niveles de ruido y la concentración de gases causantes de olor (factores de los cuales no se contaba con ningún

registro), para ello se utilizaron los instrumentos Medidores de NH<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>S AEROQUAL SERIES 500, GPS Garmin 64s, Sonómetro MINI SOUND METER 850014 - SPER SCIENTIFIC; el primero son dos dispositivos que miden la concentración de gases que producen olor (NH<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>S) en el aire, el segundo es un GPS con el que se georreferenciaron los puntos de muestreo y el tercero es un medidor de sonido.

Al realizar el análisis de ruido y olores, por la irregularidad del terreno, se utilizó un muestreo de tipo aleatorio, tratando de ubicar los principales focos de emisión de estos contaminantes. El muestreo aleatorio es el método conocido universalmente para evitar subjetividades y proporciona mejores resultados que intentar recoger de forma consciente unidades de muestra de varias partes del lote (Otzen & Manterola, 2017). Consiste en separar del lote un número de unidades de muestra de manera aleatoria, de manera que cada punto del lote tenga la misma probabilidad de ser incluido en la muestra representativa.

Este método se suele emplear cuando el lote a muestrear presenta variantes significativas de una zona a otra, en el caso de PTAR Los Tajos, el lote presenta variantes en su topografía, se dividió el lote en zonas de manera que en cada zona hubiera una unidad de tratamiento o un puesto crítico cercano, se colocó un punto de manera aleatoria (se obtuvieron 17 puntos de muestreo) y posteriormente estos puntos fueron georreferenciados.

#### **4.3.2 Determinación de los niveles de ruido**

Se utilizó el método del Ministerio de Salud de acuerdo con el Decreto 32692-S Procedimiento para la Medición de Ruido (PGR, 2005):

- a) Antes de efectuar la medición, se anotó la fecha y hora de inicio y de finalización de las mediciones.
- b) Se identificaron las fuentes generadoras del ruido que se va a medir.
- c) Se hizo el muestreo para ruido continuo, con la atenuación lento (slow), el sonómetro se colocó a una altura aproximada de 1,5 m del nivel del suelo, con un ángulo formado entre el sonómetro y un plano inclinado paralelo al suelo entre los 30 a 60 grados.
- d) Se colocó el sonómetro a una distancia libre mínima aproximada de 0,50 m del cuerpo.
- e) Se verificó la presencia del antiviento del equipo.

- f) Al efectuar las mediciones, se evitaron condiciones meteorológicas extremas tales como lluvia, viento, rayería y otros que puedan afectar los resultados obtenidos y al equipo.
- g) Cada medición en cada punto de muestreo se realizó cada 15 segundos.
- h) Se realizaron al menos 15 mediciones y anotaron los resultados correspondientes.
- i) Se descartaron aquellas mediciones que ocurrían durante ruidos ocasionales (entre otros: motocicletas con escape libre, sirenas de ambulancias o bomberos).

#### **4.3.3 Determinación de la concentración de los gases que producen olor**

Se utilizó el método sugerido por el fabricante del equipo AEROQUAL SERIES 500:

- a) Antes de efectuar la medición, se anotó la fecha y hora de inicio y de finalización de las mediciones.
- b) Se realizó en los mismos puntos de muestreo que el muestreo de ruido.
- c) Se calentaron los sensores de los equipos medidores AEROQUAL SERIES 500.
- d) Se colocó el equipo a una distancia libre mínima aproximada de 0,50 m del cuerpo.
- e) Al efectuar las mediciones, se debe evitaron condiciones meteorológicas extremas tales como lluvia, viento, rayería y otros que puedan afectar los resultados obtenidos y al equipo.
- f) Se realizó una medición puntual en cada sitio de muestreo.
- g) Se realizaron 17 mediciones y se anotaron los resultados correspondientes.

#### **4.3.4 Identificación de los Residuos Sólidos generados en la PTAR**

Los residuos sólidos se identificaron de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a) Se verificó la sectorización realizada de la PTAR para la elaboración Manual de Protocolos para el Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos de PTAR Los Tajos (Ver Anexo 3).
- b) Se elaboró una descripción de las actividades que se desarrollan en cada sector.
- c) Se investigó la normativa nacional relacionada con la clasificación de residuos sólidos (Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839).
- d) Se definió una clasificación de residuos en comunes, especiales y peligrosos.

- h) Se realizaron inspecciones visuales a las áreas identificadas para determinar los posibles residuos que se podrían generar en ese punto.
- i) Se levantó un registro de la información recopilada.

#### **4.3.5 Mapeo de procesos**

Para la elaboración del mapeo de procesos, se realizaron recorridos por cada línea de tratamiento (aguas, lodos y gases), se identificaron las operaciones realizadas en cada una de ellas, analizando entradas y salidas para cada operación unitaria.

#### **4.3.6 Determinación de la escala de significancia**

Para la evaluación de los AA, se creó una matriz de significancia de los AA, para la cual se definió una escala de significancia en acuerdo con el Área de Calidad y Gestión Ambiental de la PTAR.

Se tomaron en cuenta la amplitud, la frecuencia y el impacto ambiental como criterios de evaluación. La amplitud se refiere al área de influencia, la frecuencia se refiere a cada cuanto ocurre el AA y el impacto ambiental se refiere a si el daño es reversible o irreversible. Para estos tres criterios de evaluación, se les asignó un puntaje de acuerdo con el grado de daño generado por el aspecto ambiental, esta escala permite determinar la significancia o no de un aspecto ambiental. A cada aspecto ambiental se le aplicó la escala de significancia, y se sumó el puntaje obtenido y de acuerdo con ello, se determinó si el aspecto ambiental era significativo o no.

#### **4.3.7 Legislación Ambiental**

Se realizó una matriz de evaluación de cumplimiento de la normativa costarricense. Para ello, se hizo una investigación de la normativa nacional, para determinar cuáles leyes o reglamentos rigen para una PTAR, esta investigación se hizo a través del Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ), en el sitio web de la Procuraduría General de la República, el sitio contiene la legislación (leyes, decretos ejecutivos, reglamentos y demás normas de aplicación general) promulgada desde el año 1821 (PGR, 2018); esto de acuerdo a la sección de la norma 6.1.3 requisitos legales y otros requisitos.

### **4.3.8 Identificación de los aspectos ambientales (AAS)**

La identificación de los AAS comprendió la realización de varios pasos, según el Procedimiento de Identificación de AAS, Apéndice 2. Se realizó una matriz de los aspectos ambientales encontrados tanto en el diagnóstico inicial como en el levantamiento del mapeo de procesos; esto basado en el aspecto de la norma 6.1.2 aspectos ambientales.

### **4.3.9 Plan de control**

Se realizó un plan de control, en el que se registraron los AAS, para cada uno de ellos se estableció lo siguiente:

- a) Prioridad
- b) Objetivos
- c) Metas ambientales
- d) Plazo de cumplimiento
- e) Indicadores
- f) Medidas ambientales
- g) Presupuesto
- h) Responsables

## **4.4 PROGRAMA DE AUDITORÍA INTERNA**

Para la realización del programa de auditoría interna se consultó y se utilizó como referencia la Norma ISO 19011:2018 Directrices para Auditar Sistemas de Gestión (ISO, 2018), el procedimiento realizado fue el siguiente:

- a) Se determinaron los requisitos de contenido que debe tener un programa de auditoría.
- b) Se formuló un procedimiento para realizar auditorías internas.
- c) Se diseñaron herramientas para la realización de las auditorías (registros de auditorías, reuniones y no conformidades).
- d) Se hizo la matriz del Programa de Auditoría.

Lo anterior según el aspecto 8.1 planificación y control operacional.

## 4.5 HUELLA HÍDRICA

La metodología utilizada para el cálculo de la HH es la elaborada por la Red Internacional de Huella Hídrica (Hoekstra et al., 2011). La metodología se esquematiza en 4 fases: (i) determinación de alcance y objetivos, (ii) contabilización de Huella Hídrica, (iii) análisis de sostenibilidad de la HH, y (iv) formulación de estrategias de reducción. Se considera el alcance como el conjunto de procesos unitarios que ocurren en la ubicación geográfica de PTAR Los Tajos.

### 4.5.1 HH Directa

Para el cálculo de la HHD, es necesario calcular de manera separada cada uno de sus componentes. La HHD está compuesta por HH Azul, HH Gris y HH Verde (como ya se mencionó, no se contempla en este trabajo).

#### HH Azul

Para calcular la HH Azul se revisaron los registros de consumo de agua potable de la PTAR. El cálculo se realizó con la ecuación (1):

$$HH_{Azul} = \text{Consumo de agua} \left( \frac{m^3}{\text{año}} \right) * 20\% [\text{Volumen/tiempo}] \quad (1)$$

(Hoekstra et al; 2011)

El 20% corresponde al porcentaje de evaporación.

#### HH Gris

Para su cálculo se revisaron los informes de calidad de aguas residuales de la PTAR y la normativa nacional, específicamente el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales y el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, con los datos obtenidos, se calculó la HH Gris según la ecuación (2):

$$HH_{gris} = \frac{L}{c_{max} - c_{nat}} = \frac{Efl \times c_{efl} - Vc \times c_{act}}{c_{max} - c_{nat}} \quad (2)$$

(Hoekstra et al; 2011)

Donde:

HH Gris

L= Carga de contaminantes en el vertido ( $m^3 \cdot mg / \text{año} \cdot L$ )

Efl= Es el Volumen total del efluente que es descargado al alcantarillado ( $m^3 / \text{año}$ )

Cefl = Es la concentración de la sustancia (contaminante) en el cuerpo del efluente ( $mg / l$ )

Vc= Es el volumen total de agua que es consumida ( $m^3 / \text{año}$ )

Cact= Es la concentración real del contaminante cuando el agua es utilizada. ( $mg / l$ )

Cmax= La concentración máxima aceptable en el cuerpo de agua de descarga ( $mg / l$ )

Cnat = Es la concentración del cuerpo receptor sin intervención antrópica ( $mg / l$ )

La concentración real es igual a cero. Porque se toma agua potable, donde el agua ya se encuentra tratada y no posee el contaminante en estudio (CTA, 2013).

#### 4.5.2 HH Indirecta

El cálculo de la HH Indirecta, tanto para papel como para electricidad, se realizó mediante la ecuación (3) y (4) respectivamente, se obtuvo multiplicando el consumo del insumo por su respectivo factor de conversión a HHI (ver cuadro 5.16). No se realiza el cálculo de la HH Indirecta asociada al consumo de alimentos porque en este caso no se evaluó el sector residencial sino el proceso productivo de una PTAR.

$$HHI_{\text{papel}} = \text{Consumo de papel} \left( \frac{\text{ton}}{\text{año}} \right) \times \text{Factor de conversión HHI} \quad (3)$$

$$HHI_{\text{Electricidad}} = \text{Consumo de electricidad} \left( \frac{\text{kW}}{\text{año}} \right) \times \text{Factor de conversión HHI} \quad (4)$$

(Hoekstra et al., 2011)

## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE CONTROL DE PTAR LOS TAJOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los pasos realizados para la creación del Plan de Control.

### 5.1.1 Diagnóstico inicial de PTAR Los Tajos

El diagnóstico inicial se da como el primer paso para identificar y conocer los aspectos ambientales presentes en el proceso de tratamiento de aguas residuales de la PTAR Los Tajos, además, permite verificar el estado de cumplimiento de las normas ambientales vigentes y aplicables a este tipo de actividades.

#### Estado de funcionamiento

A partir de las entrevistas e inspecciones en la PTAR, se logra determinar lo siguiente respecto al estado de funcionamiento de la planta:

**Aguas Residuales:** El vertido se realiza directamente a un cuerpo de aguas de flujo permanente, tal como lo indica la legislación ambiental, en este caso al Río Torres, con concentraciones de DBO, DQO y SST superiores a lo que indica el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, esto como referencia, dado que la planta cumple con el Decreto de Gradualidad, Decreto N° 32133-S, las condiciones de operación encontradas se muestran en el Cuadro 5.1, en este aspecto, se realizan esfuerzos para continuar con la segunda etapa de la planta, dado que, una vez finalizado el proyecto se espera una mejoría significativa en la calidad del vertido de aguas residuales, actualmente la PTAR cumple con la normativa vigente, dado que sus actividades son reguladas por el decreto mencionado; se podría alcanzar una mejoría en las condiciones actuales si se agregara floculante a la etapa de los sedimentadores, esa actividad no se hace actualmente para ahorrar costos operativos, esto representaría gastos significativos para el estado, el decreto de gradualidad exime a la planta del cumplimiento del Reglamento de Vertido y Rehúso de Aguas Residuales.

*Cuadro 5.1 Calidad de las aguas residuales tratadas en PTAR Los Tajos.*

Parámetro	Entrada (mg/L)	Salida (mg/L)	Valor de la Norma (mg/L)	% de remoción
DBO	158	113	50	28
SST	150	76	50	50
DQO	400	249	150	38

Fuente: (AyA, 2018)

**Lodos:** Se generan alrededor de 5000 kg/d, sin embargo, es materia orgánica a la que la PTAR está dando tratamiento para que no se envíe de forma cruda y directa a un cuerpo de agua receptor; existen oportunidades de mejora orientadas principalmente a la disminución de la ocurrencia de fallos operativos, puesto que han ocurrido algunas fugas a nivel interno, las cuales se han tratado con los debidos procedimientos de seguridad y salud ocupacional y algunos equipos en ocasiones han estado fuera de funcionamiento, sin embargo, se pueden potenciar los procesos de mantenimiento preventivo que se realizan.

**Ahorro de Energía:** La planta ha realizado dentro de su gestión esfuerzos para implementan mecanismos de eficiencia energética, como por ejemplo realizar el centrifugado de la deshidratación de lodos en horas nocturnas, donde la demanda de la matriz de energía país estas más disponibles, sin embargo, hay que reforzar las áreas las administrativas (oficinas, comedores, salas de reunión, entre otro) para el uso más eficiente de los aires acondicionados. Por otra parte, es necesario implementar un programa de ahorro eficiente en todo el tren de procesos, por citar un ejemplo; las centrifugas pueden ser llevadas a un uso mayor individualmente, y no utilizar dos equipos simultáneamente, cuando un solo equipo según fabricante daría el rendimiento esperado.

**Biogás:** En la valoración realizada el análisis da como resultado un excelente manejo del biogás, la planta en este momento cuenta con una caudal de entrada más bajos que su capacidad de diseños, este fenómeno hace que las unidades tengan un tiempo de retención mayor, y por ende se conviertan en sedimentadores improvisados, como es el ejemplo del pozo de gruesos, en el fondo de su unidad se han decantado lodos los cuales se encuentran en proceso de descomposición, no se sabe a ciencia cierta si esto realmente impacte en la producción del gas, pero conforme se aumente el caudal este fenómeno operativo se estabilizará.

**Consumo de Papel:** En la planta se realizan esfuerzos para que la gestión documental se haga de forma electrónica o digital, además, en las oficinas se tienen contenedores donde se depositan hojas para ser usadas al dorso de la impresión, que se podrían utilizar para realizar anotaciones, y en última instancia, el material sobrante, se recoge y se almacena para ser enviado a reciclar, previo registro en las matrices de control.

En cuanto al centro de acopio, este funciona como sitio de transferencia de valorizables, para que los materiales que allí se encuentran, no se vean afectados por las condiciones

ambientales se podrían mejorar las condiciones del centro de acopio, por citar un ejemplo el ordenamiento de los elementos que allí se encuentran, ya que no siempre está ordenado, y estibados los materiales valorizados. Es importante señalar que este sitio cuenta con contenedores rotulados y del color establecido por la estrategia nacional.

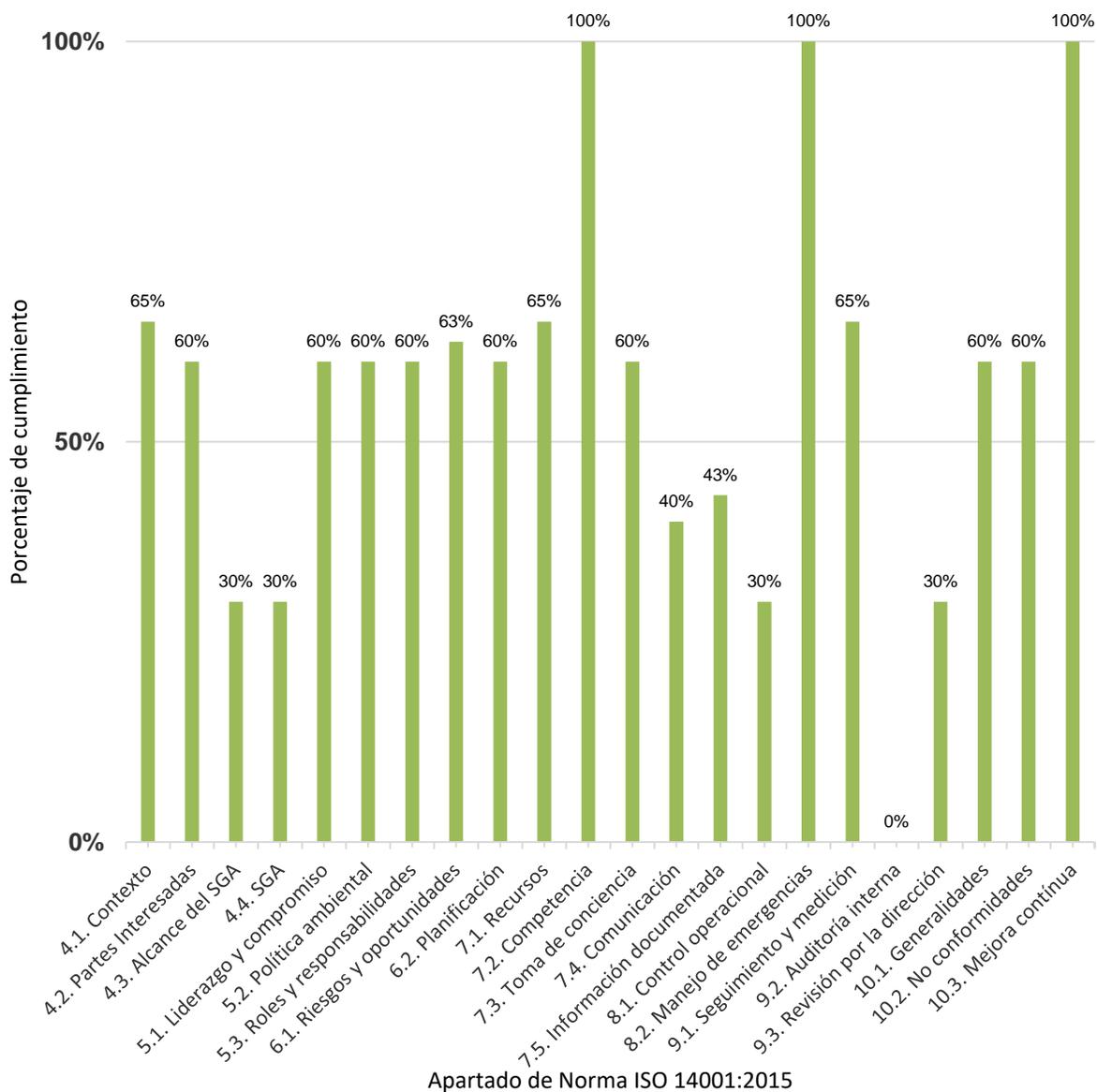
### **Nivel de cumplimiento de la Norma *ISO 14001:2015***

Esta evaluación se realiza como una valoración inicial para determinar si existe potencial en la PTAR para optar por una implementación de la norma, de manera que se ponga una línea base para distintos análisis a futuro.

La herramienta creada para la evaluación del cumplimiento está en el Apéndice 1, consta de las siguientes partes:

- a) Lista de verificación: se enumeran las cuestiones de los apartados de la norma.
- b) Resumen de cumplimiento: se llenan tablas donde se registran los puntajes obtenidos en cada apartado.
- c) Sección gráfica: es una sección en Excel donde se ingresan los puntajes obtenidos para visualizar gráficamente el nivel de cumplimiento de la norma.

Con respecto al diagnóstico, en el mes de octubre de 2018 se realizó un análisis a la PTAR para verificar el cumplimiento con la NORMA *ISO 14001:2015*, se elaboró una lista de verificación en la que se analiza el nivel de desempeño de la planta en cada apartado de la norma. La Lista de verificación se encuentra en el Apéndice 1; además, en la Figura 5.1, se puede observar el porcentaje de cumplimiento obtenido en cada aspecto de la Norma *ISO 14001*.



**Figura 5.1 Nivel de cumplimiento de la PTAR Los Tajos con respecto a los aspectos de la Norma ISO 14001:2015.**

Según los porcentajes de cumplimiento registrados, se puede observar que los más altos están relacionados con los aspectos 7.2 Competencia, 8.2 Preparación y respuesta ante emergencias y 10.3 Mejora continua.

La competencia, con un porcentaje de cumplimiento del 100%, se refiere a la capacidad del recurso humano, en PTAR Los Tajos se brinda la capacitación necesaria a los trabajadores, asegurando que estas personas sean competentes; las capacitaciones buscan solventar las

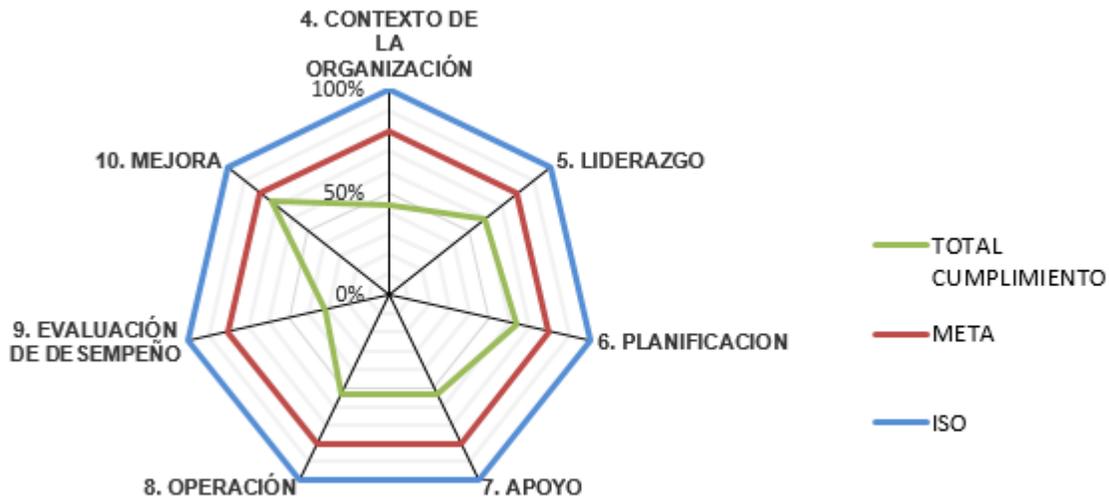
necesidades de formación asociadas con los aspectos ambientales de la planta, además, se realiza un esfuerzo para implementar la formación, la tutoría, la contratación o subcontratación de personas competentes.

Acerca de la preparación y respuesta ante emergencias, con un porcentaje de cumplimiento del 100%, existe evidencia documentada que indica que la PTAR cuenta con planes de emergencia debidamente establecido e implementados (ver Anexo 1), en los cuales, se indica cómo se prepara la planta, ante una situación de emergencia, además, la organización ha realizado acciones que ayudan a prevenir o mitigar las consecuencias de una situación de emergencia.

En cuanto a la mejora continua, con un porcentaje de cumplimiento del 100%, la organización busca mejorar cada día la eficacia de las actividades de gestión ambiental que realizan. Para mejorar el desempeño ambiental existe un compromiso de parte de AyA de finalizar la construcción de la PTAR.

Los aspectos que registran un nivel de cumplimiento más bajo son los aspectos 9.2 Auditoría Interna, 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión, 4.4 Sistema de gestión ambiental y 9.3 Revisión por la dirección. Estos cuatro aspectos en conjunto presentan un puntaje menor, dado que aún no existe un SGA implementado, por lo tanto, si bien existen herramientas que realizan el manejo ambiental, no están integradas como un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), los demás aspectos presentan un nivel de cumplimiento intermedio.

A partir de haber realizado un análisis por apartados, en conjunto con el personal administrativo de la PTAR, se logra realizar el “modelo de gráfico araña”, mostrado en la Figura 5.2. La administración de PTAR Los Tajos espera, para una vez terminada la construcción de la planta, poder alcanzar un 80% de cumplimiento de la norma.



**Figura 5.2 Meta de cumplimiento y situación actual de la PTAR con respecto a la Norma ISO.**

Como se puede observar en la Figura 5.2, las fortalezas de la planta actualmente son la planificación, el apoyo y la mejora continua, y los aspectos donde existe margen de mejora, corresponden al contexto de la organización, liderazgo, operación y evaluación del desempeño. A continuación, se realiza un análisis de los hallazgos encontrados para cada apartado.

### **Contexto de la organización**

Se tiene un porcentaje de cumplimiento del 40%, a nivel interno, se realizan esfuerzos para agilizar los procesos de toma de decisiones, sin embargo, existe margen de mejora en la coordinación de las agendas de trabajo de los jefes de área, a nivel externo, su operación contribuye con el Proyecto Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José, sin embargo, por motivos ajenos a las actividades de la PTAR, se han dado disconformidades con la comunidad de La Carpio, cuando existe escasez de agua o demandan algún tipo de servicio, la entrada de PTAR Los Tajos puede verse bloqueada como medida de presión para obtener el beneficio (REPRETEL, 2019).

## **Liderazgo**

Con un porcentaje de cumplimiento aproximado del 50%, PTAR Los Tajos posee una Política Ambiental la cual es la Política Ambiental de AyA, sin embargo, se puede analizar si es jurídicamente posible implementar una política ambiental propia para la planta, que esté enfocada principalmente en el tema de aguas residuales y que esté ligada a la realidad de la PTAR. (Anexo 4). Sobre el liderazgo, los jefes de área centran sus esfuerzos para que el personal operativo acate correctamente las instrucciones de trabajo, y asuman las responsabilidades de sus respectivos puestos.

## **Planificación**

En la planta se tiene registros debidamente organizados sobre todo tipo consumos de materiales para el quehacer operativo, desde las labores administrativas hasta las operativas, sin embargo, con respecto a la matriz de identificación de impactos ambientales, existen posibilidades de mejora, dado que este registro se realizó antes de iniciar operaciones en la PTAR, por lo tanto, no se contemplaron muchos de los aspectos ambientales encontrados durante esta investigación, los cuales demandan de una planificación de acciones para ser tratados o solventados.

## **Apoyo**

En este apartado la PTAR obtuvo un porcentaje de cumplimiento de un 55%, el AyA proporciona los recursos que la planta necesita para mantener operaciones, las personas que laboran poseen la capacitación debida para asumir los distintos roles operativos, incluso en PTAR Los Tajos se brinda capacitación a personal del AyA que labora en otras plantas de tratamiento, sin embargo, sería conveniente reforzar el proceso de sensibilización ambiental, en los que el personal reafirme, la importancia de tener buenas prácticas a la hora de realizar el trabajo, ser conscientes de que existen riesgos y oportunidades de mejora, en las cuales, todos pueden colaborar, independientemente de sus funciones para las cuales fueron contratados, debe existir conocimiento que trascienda las normas ambientales.

Con respecto a la comunicación, se puede mejorar, hay actividades de las áreas operativas o de mantenimiento, que podrían notificarse al Área de Calidad y Gestión Ambiental y

Seguridad y Salud Ocupacional, y se es conveniente realizar esfuerzos para concretar reuniones donde se requiere la presencia de todos los jefes de área.

### **Operación**

A nivel de operación, existe un nivel de cumplimiento cercano al 50%, esta planta cuenta con un sistema SCADA (acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition), este es un sistema de elementos de software y hardware que permite a la planta:

- a) Controlar los procesos a distancia
- b) Monitorizar, recopilar y procesar datos en tiempo real
- c) Interactuar directamente con dispositivos como sensores, válvulas, bombas, motores, a través del software
- d) Grabar eventos en un archivo de registro

Los sistemas de software SCADA son cruciales para los procesos industriales, ya que ayudan a mejorar en eficiencia, procesar datos para tomar decisiones más inteligentes, y a avisar de los problemas del sistema para ayudar a reducir el tiempo de inactividad (Pérez, 2015). Lo que algunas veces no contemplan estos sistemas, son los riesgos de fallo operativo, en el caso de PTAR Los Tajos, por ser una planta perteneciente a una institución pública, las gestiones de compras de repuestos y reparaciones para los equipos llevan su debido proceso, y algunas veces se vuelven lentos por la metodología que se usa a nivel de gobierno país; es decir, por motivos externos que se salen de la manos de la administración de la PTAR, se puede limitar la capacidad operativa de la planta.

### **Evaluación del desempeño**

Con respecto a la evaluación del desempeño, con un porcentaje de cumplimiento superior al 30%, se realizan las evaluaciones del desempeño del personal de AyA, además, a nivel de SGA, mediante esta investigación se pretende potenciar la implementación de auditorías internas, una vez se implemente el Sistema de Gestión, y de esta manera se pretende identificar no conformidades y acciones correctivas relacionadas con este aspecto.

### **Mejora continua**

Este es uno de los aspectos en los que se encuentra mejor la PTAR, existe un porcentaje de cumplimiento del 60% aproximadamente, la mayor evidencia es la planificación actividades

para la mejora de la gestión, existen oportunidades para que estudiantes realicen los trabajos de grado en la institución, actualmente se está comenzando a implementar un plan de 5 S y además, se realizan esfuerzos para lograr la implementación de la segunda etapa de la planta por parte del AyA, entre otras actividades; sin embargo, aún existen posibilidades de mejora, relacionadas con el cumplimiento de los requisitos para una eventual implementación de la Norma ISO.

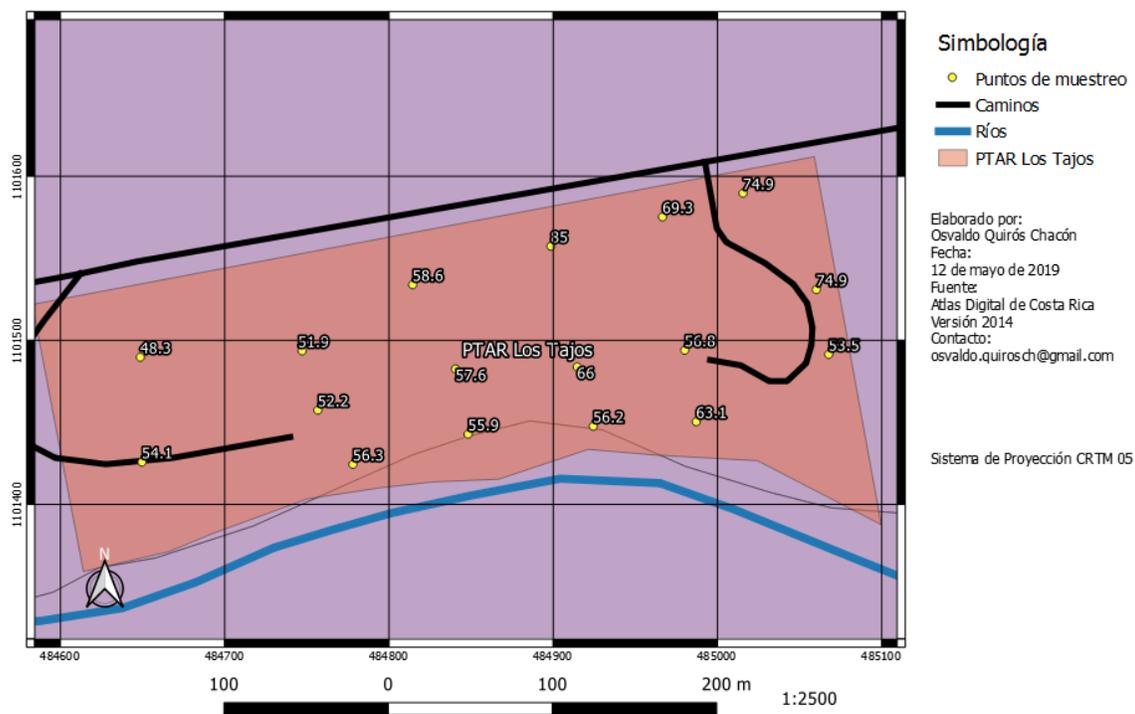
### **Tipos de residuos generados**

En el Apéndice 3, se muestran los tipos de residuos generados en la planta; los más comunes son aceites quemados, implementos de trabajo engrasados, recipientes impregnados de grasas, fibras o partículas de materiales plásticos y orgánicos. Es relevante considerar que el Área de Calidad y Gestión Ambiental lleva registros de control de las actividades que implican uso de energía, agua, papel, residuos, basura u otros.

### **Análisis de ruido y gases que producen olor**

Estos dos aspectos fueron objeto de análisis en el diagnóstico inicial, en nuestro país existe legislación ambiental que regula los niveles de ruido en zonas mixtas, así como normativas que regulan la concentración gases que producen olor en el ambiente; para ambos factores, los niveles emitidos por la PTAR están bajo los límites que indica el reglamento, además, no se reportan quejas a nivel interno ni externo.

Sobre los niveles de ruido, en la Figura 5.3 se indican los valores máximos detectados de ruido durante 15 minutos de muestreo en cada punto; las mediciones obtenidas tienen una incertidumbre de  $\pm 1.5$  dB (SPER, 2019), se encontraron sitios puntuales donde existe mayor cantidad de ruido a lo permitido por la norma que es 70 dB en horario diurno para una zona mixta, sin embargo, se esperaría que no exista afectación a la salud ocupacional ni a la fauna, ya que estos puntos son en la zona de calderas donde la circulación del personal es mínimo, además no hay ningún tipo de hábitat de fauna cercana y el otro punto es cercano a la entrada principal, en este último, es ruido que proviene desde fuera de los límites de la PTAR puesto que está cerca de la calle principal, es un ruido ocasional debido al paso de vehículos.



**Figura 5.3 Decibeles máximos de sonido detectados en los puntos de muestreo**

En relación con las mediciones de  $\text{NH}_3$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , se determinó que las concentraciones encontradas eran despreciables. Las mediciones obtenidas se registran en el Cuadro 5.2, las incertidumbres del equipo se tomaron del fabricante (Aeroqual, 2019); en el caso del  $\text{NH}_3$  no se detectó y para el  $\text{H}_2\text{S}$  las concentraciones detectadas son inferiores a lo que dice el *Decreto No. 30221-S Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes* (PGR, 2018).

**Cuadro 5.2 Mediciones de gases que producen olor ( $\text{NH}_3$  y  $\text{H}_2\text{S}$ )**

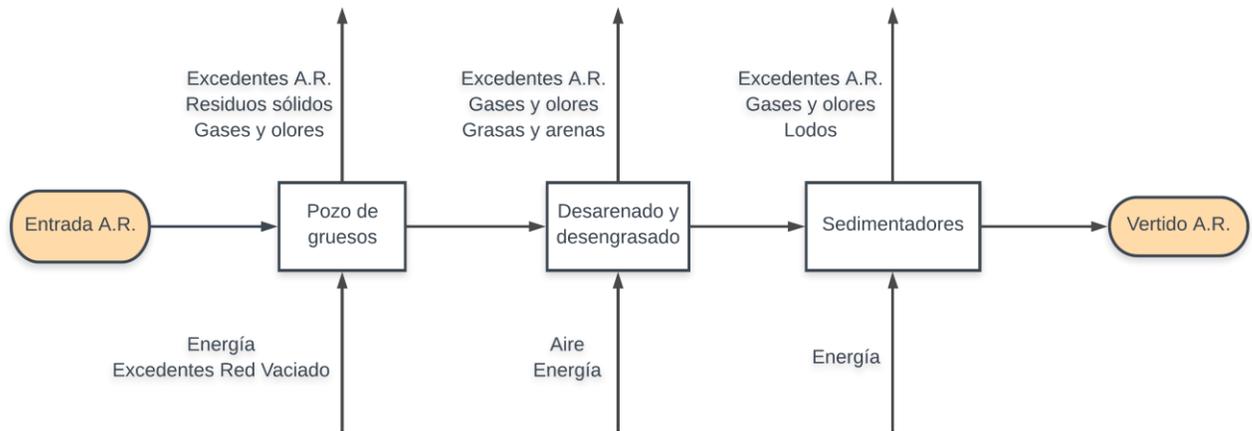
No. Medición	Concentración $\text{NH}_3$ ( $\pm 0,10$ ppm)	Concentración límite $\text{NH}_3$ (ppm)	Concentración $\text{H}_2\text{S}$ ( $\pm 0,01$ ppm)	Concentración límite $\text{H}_2\text{S}$ (ppm)
1	0,00	0,50	0,00	0,02
2	0,00		0,00	
3	0,00		0,01	
4	0,00		0,00	
5	0,00		0,01	
6	0,00		0,00	
7	0,00		0,00	

No. Medición	Concentración NH <sub>3</sub> (± 0,10 ppm)	Concentración límite NH <sub>3</sub> (ppm)	Concentración H <sub>2</sub> S (± 0,01 ppm)	Concentración límite H <sub>2</sub> S (ppm)
8	0,00	0,50	0,00	0,02
9	0,00		0,00	
10	0,00		0,01	
11	0,00		0,01	
12	0,00		0,00	
13	0,00		0,00	
14	0,00		0,00	
15	0,00		0,01	
16	0,00		0,00	
17	0,00		0,00	
Promedio	0,00	0,50	0,00	0,20

### 5.1.2 Mapeo de procesos

Adicional al diagnóstico inicial, se realizó un mapeo de procesos para determinar el origen de los aspectos ambientales de la planta, se determinaron las entradas y salidas de cada etapa del tratamiento. Es conveniente tomar en cuenta que para este mapeo de procesos, solo se tomaron en cuenta los procesos unitarios básicos y más representativos de cada línea de procesos.

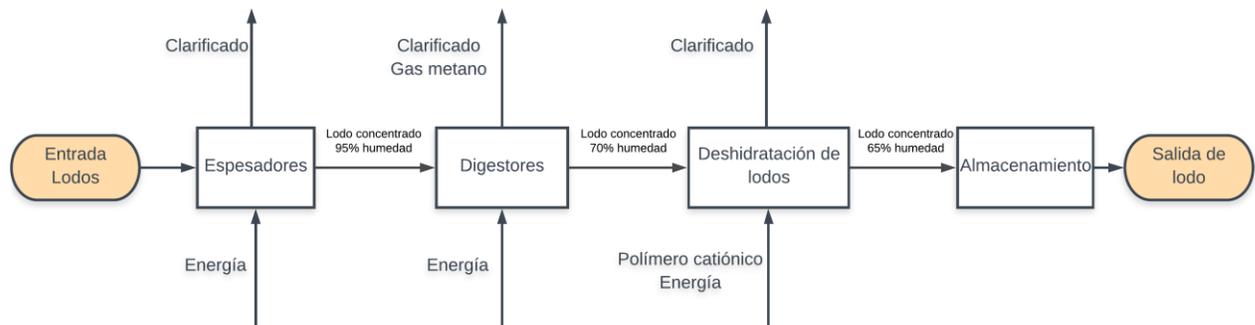
**Línea de aguas:** En la figura 5.4 se pueden identificar las entradas y salidas del proceso que ocurren desde la entrada de aguas residuales, hasta su vertido al cuerpo receptor.



**Figura 5.4 Diagrama de proceso - línea de agua**

Las actividades que se realizan en cada etapa, los puestos críticos, aspectos ambientales, indicadores y actividades correctivas se detallan en el Apéndice 4: Ficha de proceso línea de aguas – pozo de gruesos, Apéndice 5: Ficha de proceso línea de aguas – desarenado y desengrasado, y Apéndice 6: Ficha de proceso línea de aguas – sedimentadores.

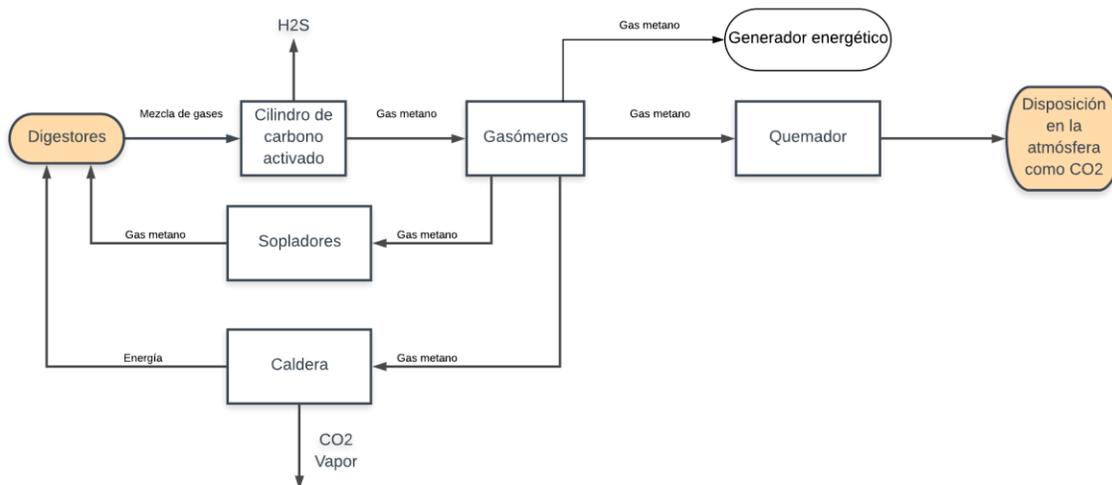
**Línea de lodos:** En la figura 5.5 se observan las entradas y salidas de la línea de lodos, desde la entrada (provenientes de los sedimentadores) hasta su salida para disposición.



**Figura 5.5 Diagrama de proceso - línea de lodos**

Las actividades que se realizan en cada etapa, los puestos críticos, aspectos ambientales, indicadores y actividades correctivas se detallan en el Apéndice 7: Ficha de proceso línea de lodos – espesadores, Apéndice 8: Ficha de proceso línea de lodos – Digestores, y Apéndice 9: Ficha de proceso línea de lodos – deshidratación de lodos respectivamente.

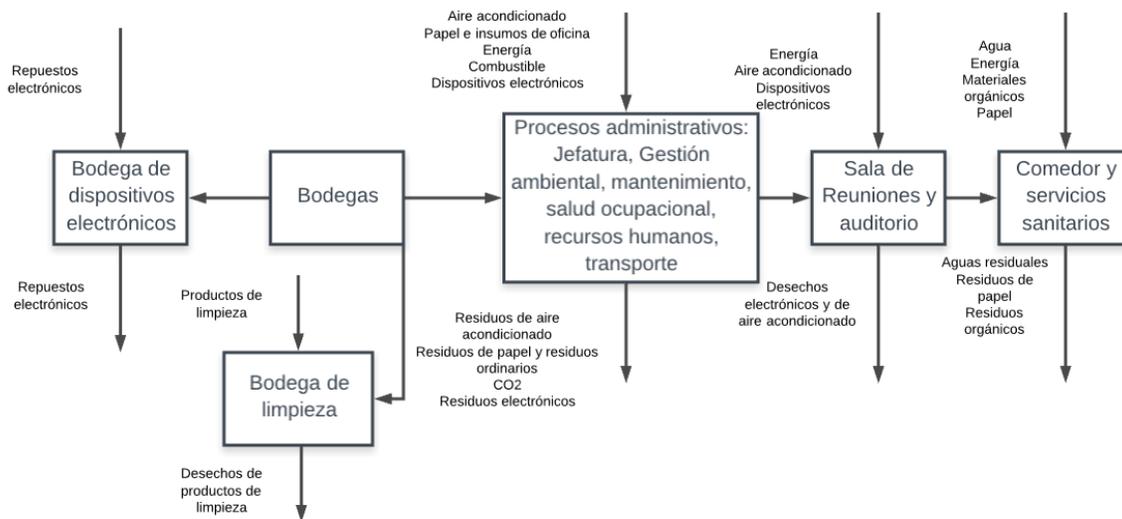
**Línea de gas:** En la Figura 5.6 se pueden observar las entradas y salidas de la línea de gas, proceso que comienza en los digestores de lodos y acaba en la disposición a la atmósfera.



**Figura 5.6 Diagrama de proceso – línea de gases**

Las fichas de los procesos cilindro de carbono activado, caldera y quemador, se detallan en los Apéndices 10, 11 y 12 respectivamente.

**Procesos administrativos:** En la Figura 5.7 se pueden observar las entradas y salidas de la del edificio administrativo, tomando en cuenta las distintas actividades y aposentos que se realizan en el edificio.



**Figura 5.7 Diagrama de los procesos administrativos**

### 5.1.3 Definición de la escala de significancia

La Escala y Criterios de Significancia se encuentran en el Apéndice 13, a cada aspecto ambiental se le califica según los criterios de evaluación definidos, siendo 1 el puntaje menor,

2 con un nivel de significancia intermedio, y 3 cuando ocurre el peor de los casos. Al sumar los puntajes obtenidos para cada criterio de evaluación, se puede obtener un puntaje máximo de 9 y un mínimo de 3, cuando el puntaje sea estrictamente mayor que 5, se le considera como AAS.

#### **5.1.4 Legislación Ambiental**

La normativa aplicable para cada AA en detalle, su impacto, y verificación de cumplimiento se encuentra en el Apéndice 14: Requisitos Legales y Otros Requisitos. En el Cuadro 5.3 se ejemplifica el análisis sobre normativas que se realizó para los AA identificados, se debe analizar el impacto ambiental que causa el AA y se identifica la normativa que lo regula, cabe mencionar que si existe normativa reguladora, el AA será considerado como significativo.

Se encuentra que PTAR Los Tajos en su primera etapa cumple con la mayoría de la normativa ambiental que le compete, existen detalles en el tema de la gestión de residuos que se deben mejorar para cumplir con estos aspectos. Por ejemplo, se debe mejorar el centro de acopio dado que no cuenta con los requisitos estructurales que el Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables N° 35906-S solicita, los materiales se encuentran dispuestos en un sitio bajo techo que no cuenta con paredes que aíslen los residuos de las diferentes condiciones ambientales, además, se encuentran desordenados y existen residuos de manejo especial que no reciben ningún tipo de manejo distinto a lo demás; en el plan de manejo de residuos sólidos es conveniente incluir los residuos provenientes del biofiltro, se requiere investigar la madera utilizada para averiguar una forma adecuada de disposición, dado que no se sabe qué características bioinfecciosas pueda tener.

De acuerdo con la Norma ISO, un AA sería considerado como significativo, en el momento que exista legislación ambiental nacional que lo regule; para efectos de certificación, se debe cumplir con todas las leyes, reglamentos, decretos, entre otros, que se relacionan con las actividades de la organización (ISO, 2015).

**Cuadro 5.3 Requisitos legales y otros requisitos**

<b>Proceso</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Legislación Ambiental</b>	<b>Artículo</b>	<b>Cumplimiento</b>	<b>Evidencia</b>
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Generación de aguas residuales	Contaminación de cuerpos receptores	Decreto N° 32133 Declara de interés público y necesidad social el diseño, financiamiento, ejecución, operación y mantenimiento de obras para la recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales, generados en centros urbanos.	Artículo 2°- se dispone que el cumplimiento de las concentraciones máximas establecidas para los parámetros Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (5,20) en las aguas residuales de tipo ordinario que se viertan en un cuerpo receptor, será alcanzado gradualmente, mediante la adopción de sistemas de tratamiento y de tecnologías que incrementen los porcentajes de remoción de contaminantes.	Sí	La PTAR se encuentra en la primera etapa
Línea de lodos	Generación de lodos	Afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Decreto N° 33601 Reglamento de vertido y rehúso de aguas residuales.	Artículo N°63 Se prohíbe el vertido de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales a los cuerpos de agua y alcantarillado sanitario	Sí	Sistema de contención de fugas y los lodos se disponen en un relleno sanitario con una entidad registrada en el Ministerio de Salud

<b>Proceso</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Legislación Ambiental</b>	<b>Artículo</b>	<b>Cumplimiento</b>	<b>Evidencia</b>
Línea de aguas y funciones administrativas	Generación de residuos sólidos ordinarios	Contaminación de suelos, aguas y generación de emisiones	Ley 8839 Ley para la gestión integral de residuos.	Artículo 14°-Todo ente generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos.	Sí	Se disponen con un ente registrado en el Ministerio de Salud

### **5.1.5 Identificación de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS)**

En el Apéndice 15 se muestran los AAS encontrados en la PTAR, en total se identificaron 27 AA, de los cuales, 25 fueron catalogados como AAS; la mayoría de los AA ya se encuentran controlados, y otros a pesar de ser considerados como significativos, dado que existe algún tipo de legislación que los regula, sus límites se encuentran por debajo de lo que dice el reglamento, o bien, se realizan las acciones que indica la normativa; por esta razón, requieren solo medidas de seguimiento y no de mejora.

Una vez identificados los AAS se puede tener un panorama y una línea base sobre la cual planificar las acciones que buscarán solventarlos. En el Cuadro 5.4 se muestra como ejemplo de análisis de los tres AAS de mayor prioridad identificados en la PTAR.

*Cuadro 5.4 Identificación de los AAS.*

Proceso	Aspecto Ambiental	Aplicación de legislación ambiental	Criterios de significancia				Significancia
			Amplitud	Frecuencia	Impacto ambiental	Puntaje total	
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Generación de aguas residuales	sí	3	3	3	<b>9</b>	SI
Línea de lodos	Generación de lodos	sí	3	3	2	8	SI
Línea de aguas y funciones administrativas	Generación de residuos sólidos ordinarios	sí	3	3	2	8	SI

La generación de aguas residuales, la generación de lodos y la digestión de lodos en pozo de gruesos son considerados los mayores AAS de la PTAR puesto que son los que obtuvieron un mayor puntaje según la escala de significancia, además, para los primeros dos, existe normativa ambiental reguladora; a continuación, se da una descripción más detallada de estos.

### **Generación de aguas residuales**

**Amplitud:** La amplitud de este AAS es extensa, dado que presenta un área de influencia externa, superando los límites de la empresa al realizar el vertido al ya contaminado Río Torres, esto afecta los ecosistemas que se puedan encontrar aguas abajo a partir del punto de vertido; sin embargo, se debe destacar que la planta está realizando un trabajo de depuración a un flujo de aguas residuales que antes era descargado a este río sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando un impacto ambiental mucho mayor.

**Frecuencia:** El vertido de aguas residuales de la planta es constante, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la planta está depurando y mejorando la calidad de las aguas residuales de más de un millón de personas de la GAM, por lo tanto, el caudal puede variar ligeramente en algunos momentos del día o en algunas épocas del año, sin embargo, siempre va a existir, y dado que se pretenden conectar más zonas de la Gran Área Metropolitana al alcantarillado sanitario, se espera un aumento en el caudal de entrada de aguas residuales; PTAR Los Tajos debe centrar sus esfuerzos en la conclusión de las etapas restantes, para mejorar la calidad del vertido al río.

**Impacto Ambiental:** El impacto ambiental ocasionado por el vertido de aguas residuales crudas a un cuerpo receptor es prácticamente irreversible, los daños al cuerpo de agua receptor tomarían años en recuperarse incluso si se cortara totalmente el vertido de aguas residuales, sin embargo, con la existencia de la PTAR Los Tajos, se reduce la magnitud del impacto ambiental de las aguas residuales de los habitantes de la GAM.

### **Generación de lodos**

**Amplitud:** La amplitud de este AAS es extensa, dado que presenta un área de influencia externa, superando los límites de la empresa, esto porque los lodos se disponen en un relleno sanitario, sin embargo, en PTAR Los Tajos la disposición de lodos se realiza

responsablemente, con un ente gestor registrado en el Ministerio de Salud, con ello se lograr una disminución de afectación a los ecosistemas y la calidad del suelo, el agua y el aire. Los efectos de estos lodos podrían afectar incluso algunos cuerpos de agua por infiltración o escorrentía de lixiviados, por ello la importancia de los esfuerzos que realiza la PTAR.

**Frecuencia:** La generación y extracción de lodos en la PTAR es diaria, la cantidad diaria puede variar según sea la cantidad de materia orgánica presente en las aguas residuales, y al igual que el vertido de aguas residuales, se espera un aumento de la cantidad a lo largo de los años, dado que se pretenden conectar más zonas de la Gran Área Metropolitana al alcantarillado sanitario, PTAR Los Tajos al brindar tratamiento completo de lodos, contribuye al mejoramiento ambiental de la GAM.

**Impacto Ambiental:** El impacto ambiental ocasionado por la generación de lodos es parcialmente reversible, la calidad de los lodos cumple con la normativa nacional, y se disponen en el relleno sanitario con un ente gestor aprobado por el Ministerio de Salud, si las actividades en el relleno sanitario se realizan de forma responsable, el impacto ambiental puede ser menor.

#### **Descomposición de lodos en pozo de gruesos**

**Amplitud:** La amplitud de este AA es a nivel local, no supera los límites de la empresa y no afecta las demás líneas de tratamiento, el inicio del proceso de digestión en esta etapa se ve evidenciado por el burbujeo que existe en pozo de gruesos, lo que indica que existe una acumulación de lodos en el fondo de este tanque, afectando el tiempo de retención del proceso de tratamiento de aguas, y la calidad de los lodos y el gas producido.

**Frecuencia:** Este es un AAS que está ocurriendo diariamente, sin embargo, en la PTAR se realizan los procesos de gestión para contar con el funcionamiento de la cuchara bivalva que es el instrumento destinado para la remoción de residuos en pozo de gruesos.

**Impacto Ambiental:** Es conveniente analizar si la calidad del biogás producido y la calidad de los lodos no se ven afectados, según investigaciones similares, en el caso de los gases esto hace que disminuya su poder calórico (Barber et al; 1999) y sobre los lodos, afecta su contenido de nitrógeno (Yamashita & Yamamoto-ikemoto, 2014).

### **5.1.6 Plan de Control**

El Plan de Control de la planta se encuentra en el Apéndice 16, en él se describen para todos los aspectos ambientales que existen en cada etapa de las líneas de tratamiento de PTAR Los Tajos, las acciones que se proponen para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos que estos puedan tener, además, se establecen su plazo de cumplimiento, indicadores, presupuesto y responsables.

En el Cuadro 5.5 se ejemplifica el tipo de análisis realizado a cada AA de la planta.

**Cuadro 5.5 Plan de control de la PTAR Los Tajos**

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Generación de aguas residuales	Alta	Mejoramiento de la calidad fisicoquímica del agua del Río Torres después de la PTAR	Disminuir en un 2% la concentración de DBO, DQO y SST después de la PTAR.	6 meses	DBO (mg/L) DQO (mg/L) SST (mg/L)	Realizar talleres a nivel externo, sobre el uso adecuado del recurso hídrico, los impactos ambientales de las aguas residuales y los riesgos de las conexiones ilegales. Buscar un convenio con una ONG de voluntariado donde haya un proyecto de Saneamiento y Lavado del Río Torres. Desarrollar un manual de buenas prácticas de lavado de plantas y equipos. Desarrollar un manual de buenas prácticas de lavado de vehículos, promoviendo un lavado en seco.	€200 000	Gestión Ambiental Institucional
Funciones de mantenimiento	Generación de lodos	Alta	Disminuir la afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Disponer con una entidad gestora el 100% de los lodos.	1 año	ton lodos/año	Disponerlos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH Implementar un programa de limpieza de los contenedores de este material para disminuir la proliferación de vectores.	€175 000/viaje Alquiler de Góndola para Lodos: €300 000/mes	Gestión Ambiental Institucional
Línea de aguas y funciones administrativas	Generación de residuos sólidos ordinarios	Alta	Disminuir la cantidad de residuos sólidos ordinarios que llegan a la PTAR y disminuir su impacto ambiental a nivel interno de la PTAR	Disminuir en un 2 % la cantidad de residuos sólidos generados por mes.	6 meses	kg R.S/mes Capacitación	Realizar talleres a nivel externo, sobre el impacto ambiental de arrojar residuos sólidos al alcantarillado sanitario, para reducir la cantidad de residuos sólidos que llegan a la planta. Establecer un programa de limpieza a vapor, de los contenedores de estos materiales para disminuir la proliferación de vectores y generación de malos olores.	€200 000	Gestión Ambiental Institucional

En PTAR Los Tajos existe una adecuada planificación de las actividades que se realizan, sin embargo, se podría considerar una planificación más flexible, por ejemplo semestral, aunque es una gestión propia de AyA, de igual forma, se podría justificar por estos factores:

- Riesgo de modificación de la legislación vigente.
- Presupuesto anual.
- El cambio de personal y pérdida de personas que hayan sido previamente capacitadas.
- Es un tratamiento primario.
- Los equipos cumplen un ciclo de vida.
- Es una organización sin fines de lucro.

## 5.2 PROGRAMA DE AUDITORÍA INTERNA

Se creó una propuesta de programa de auditoría interna, este se encuentra en el Apéndice 17, se debe destacar que actualmente en PTAR Los Tajos lo que se busca es potenciar la viabilidad de la implementación de una norma ISO, no evaluar su cumplimiento, por ello, se plantea como medida de mejora, este programa de auditoría. Adicionalmente a la propuesta del programa de auditoría, se creó una Guía para su implementación, esta se muestra en el Apéndice 18: Procedimiento de realización de auditorías internas; como ejemplo del Programa de Auditoría, se puede observar en el Cuadro 5.6 un extracto del este.

Para cada proceso a auditar se debe establecer lo siguiente:

**Área o línea de tratamiento a la que pertenece:** Se van a clasificar según pertenezca a la línea de aguas (L.A), línea de lodos (L.L) o línea de gases (L.G), para realizar ordenadamente el proceso de auditoría, es conveniente realizarlas por línea de tratamiento, por esta razón, en el programa se debe establecer a cual pertenece.

**Equipo de auditores requerido:** Estas personas deberán conocer los indicadores operacionales de esa actividad, en el Anexo 5 se encuentra el organigrama de la PTAR, considerando los puestos que allí se mencionan, es indispensable que dentro del equipo de auditores estén un oficial electrónico, uno mecánico y otro eléctrico, un operador y el especialista en Sistemas de Control, estas personas conocen todos los aspectos que inciden en cada una de los procesos, siendo de gran ayuda para el auditor líder, el gestor de calidad ambiental, además de ellos, se propone que en el comité de auditoría estén integrados la especialista en seguridad y salud ocupacional, la encargada de laboratorio el coordinador de

operación y el coordinador de mantenimiento, este grupo deberá definir los auditores internos, los cuales pueden ser ellos mismos, o personal interno capacitado; también pueden ser contrataciones externas.

**Objetivo de la auditoría:** El objetivo de este programa de auditoría es verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015 en los procesos de la PTAR, una vez que se implemente el SGA, sin embargo, este es el planteamiento inicial, el objetivo de cada auditoría podría variar con el tiempo, por ejemplo, se podría realizar una auditoría con el objetivo de verificar los beneficios de la implementación de una medida del plan de control.

**Fecha de inicio y fin:** Este programa de auditoría está diseñado para comenzar a desarrollarse a partir del año 2020 en los primeros 3 meses del año, se pretende dejar un espacio de tiempo mientras se comienza con la implementación del Plan de Control Ambiental presentado en este proyecto. Es indispensable llevar un registro de las fechas en que se realizan todas las actividades de la auditoría; al presentar el informe final de auditoría, este debe contener evidencia de los hallazgos y las recomendaciones sugeridas sobre no conformidades detectadas al momento de la auditoría, no se pueden incluir eventos ocurridos fuera de la fecha de auditoría o no corroborados por el equipo auditor (ISO, 2015b).

**Alcance:** Va desde cuestiones operativas, hasta de mantenimiento o de gestión ambiental, en el Cuadro 5.6, para pozo de gruesos, por ejemplo, se pretenden auditar actividades como funcionamiento de grúas y compuertas, ruido y olores y asignación de responsabilidades. Se debe definir exactamente qué actividades intervienen en el proceso y que es lo que se va a auditar.

**Recursos:** Al tratarse de una auditoría ambiental va a llevar trabajo de campo, se van a realizar visitas a las áreas de procesos, por lo tanto, se van a requerir recursos impresos o herramientas electrónicas que faciliten el registro de información, sin embargo, esto puede variar según el equipo auditor.

Cuadro 5.6 Programa de auditoría interna

PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS							
Versión: 01 Fecha: 05/05/19							
L.A: Línea de agua L.L: Línea de lodos L.G: Línea de gas				Elaborado por:		Aprobado por:	
Proceso	Área	Equipo Auditor	Objetivo	Fecha de inicio	Fecha de fin	Alcance	Recursos
Pozo de gruesos	L.A	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	ene-20	feb-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Higiene <input type="checkbox"/> Grúas <input type="checkbox"/> Compuertas <input type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Residuos <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Espesadores	L.L	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	feb-20	mar-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Higiene <input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/> Ductos <input type="checkbox"/> Bombeo <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

**PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS**  
**Versión: \_01 Fecha: 05/05/19**

<b>L.A: Línea de agua   L.L: Línea de lodos   L.G: Línea de gas</b>				<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<i>Proceso</i>	<i>Área</i>	<i>Equipo Auditor</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Fecha de inicio</i>	<i>Fecha de fin</i>	<i>Alcance</i>	<i>Recursos</i>
Cilindro de carbono activado	L.G	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	mar-20	abr-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Olores <input type="checkbox"/> Residuos <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Ductos <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

Como evidencia de la realización de las auditorías se creó una ficha de registro de auditoría, su formato se presenta en el Apéndice 19, además, se debe documentar quien asiste a las reuniones de apertura y cierre de las auditorías, se deben levantar minutas de reunión cuyo formato se detalla en el Apéndice 20; y cuando se detecte alguna no conformidad, el auditor a cargo, debe levantar un reporte de no conformidad, este formato se encuentra en el apéndice 21; el comité de auditoría deberá velar por que se apliquen las herramientas mencionadas.

### 5.3 DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE PTAR LOS TAJOS

#### 5.3.1 Cuantificación de la HH directa

##### Cuantificación HH Azul

El objetivo del estudio es conocer el impacto a nivel del recurso hídrico, de los procesos unitarios que se realizan dentro de PTAR Los Tajos. Para el cálculo de la HH Azul, se utilizó el consumo de agua promedio de la PTAR Los Tajos entre el segundo semestre del año 2017 y primer semestre del año 2018; esto se detalla en el Cuadro 5.7.

*Cuadro 5.7 Consumo de Agua PTAR Los Tajos.*

Periodo	Consumo de agua (m <sup>3</sup> )
Segundo semestre 2017	37517
Primer semestre 2018	32256
Total	69773

Fuente: (AyA, 2018)

Reemplazando la cantidad total de agua en la ecuación (1) se obtiene que:

$$HH = 69773 \left( \frac{m^3}{año} \right) * 20\% \left[ \frac{Volumen}{tiempo} \right]$$

$$HH_{Azul} = 13955 \left( \frac{m^3}{año} \right)$$

##### Cuantificación HH Gris

El cálculo se realizó con base a los parámetros DBO, DQO y SST puesto que son los tres parámetros más contaminantes según las características del efluente de PTAR Los Tajos.

Este cálculo se realiza tomando en cuenta que el alcance del proyecto corresponde a los procesos unitarios que se realizan en la ubicación geográfica de PTAR Los Tajos, se debe realizar una comparación de la calidad del agua de la entrada con la de la calidad a la salida de la planta, mediante la ecuación (2):

$$HH_{gris} = \frac{L}{c_{max} - c_{nat}} = \frac{Efl \times c_{efl} - Vc \times c_{act}}{c_{max} - c_{nat}} \quad (2)$$

(Hoekstra et al; 2011)

El valor promedio del caudal de efluente (Efl) anual es de  $17\,662\,525 \text{ m}^3/\text{año}$ ; además, considerando que, según el Decreto N° 33903-MINAE-S Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, un efluente sin intervención antrópica el agua podría considerarse de clase 1, el cual, según este reglamento, para Cnat se presenta las características mostradas en el Cuadro 5.8.

**Cuadro 5.8 Parámetros de calidad de un cuerpo de agua superficial clase 1**

Parámetro	Concentración (mg/l)
DQO	<20
SST	<10
DBO	<=3

Fuente: (PGR, 1995)

Los límites máximos permisibles para la descarga de agua a un cuerpo receptor, se ha elegido de acuerdo con el Decreto N° 33601-MINAE-S Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales, las concentraciones máximas (Cmax) aceptables en el cuerpo de agua de descarga se presentan en el Cuadro 5.9.

**Cuadro 5.9 Límites máximos permisibles para los parámetros obligatorios de aguas residuales vertidas en un cuerpo receptor**

Parámetro	Concentración (mg/l)
DQO	150
SST	50
DBO	50

Fuente: (PGR, 1995)

Según WaterFootPrint, la HH Gris se puede determinar con diferentes parámetros, y el resultado final será con el que se logre encontrar la máxima huella hídrica. Una vez que se tiene todos los valores se puede reemplazar en la ecuación (2), y se tiene para los años 2017 y 2018 lo mostrado en el Cuadro 5.10.

Como un ejemplo de cálculo, al sustituir en la ecuación (2) se tiene:

$$HH_{gris} = \frac{17\,662\,525 \frac{m^3}{año} \times 54 \frac{mg}{L} DBO - 17\,662\,525 \frac{m^3}{año} \times 80,25 \frac{mg}{L} DBO}{50 \frac{mg}{L} DBO - 3 \frac{mg}{L} DBO}$$

$$HH_{gris} = -9\,864\,708,22 \frac{m^3}{año}$$

**Cuadro 5.10 Huella hídrica gris PTAR Los Tajos basado en un vertido a un cuerpo de agua clase I para el año 2017**

Contaminante	Concentración	Unidad	Tipo de huella	Huella hídrica	Unidad
DBO Cefl	54,00	mg/L			
DBO Cact	80,25	mg/L			
DBO Cmax	50,00	mg/L	Directa	-9 864 708,22	m <sup>3</sup> /año
DBO Cnat	3,00	mg/L			
DQO Cefl	107,50	mg/L			
DQO Cact	139,75	mg/L			
DQO Cmax	150,00	mg/L	Directa	-4 348 217,08	m <sup>3</sup> /año
DQO Cnat	19,00	mg/L			
SST Cefl	77,25	mg/L			
SST Cact	206,50	mg/L			
SST Cmax	50,00	mg/L	Directa	-55 680 033,71	m <sup>3</sup> /año
SST Cnat	9,00	mg/L			
Huella hídrica gris máxima entre II semestre 2017 y I semestre 2018				-4 348 217,08	m <sup>3</sup> /año

Fuente: (AyA, 2018)

En el Cuadro 5.10, se aprecia la HH correspondiente al segundo semestre del año 2017 y el primero del 2018, se maneja el cálculo con base al DQO dado que es el parámetro con que se obtuvo una mayor huella, sin embargo, al ser negativa, se evidencia que se tiene un impacto ambiental positivo.

### 5.3.2 Cuantificación HH Indirecta

#### Cuantificación HHI, con base al consumo de electricidad

Se tiene registro del consumo eléctrico de la PTAR, mediante la facturación mensual pagada entre el período comprendido entre enero y agosto del año 2018. El consumo promedio mensual fue de 168,19 kWh, tal como se aprecia en el Cuadro 5.11.

*Cuadro 5.11 Consumo de energía eléctrica en PTAR Los Tajos, 2018*

<b>Mes</b>	<b>Energía (kWh)</b>	<b>Demanda máxima (kW)</b>
Enero	183,36	295,64
Febrero	168,38	296,02
Marzo	180,732	311,14
Abril	179,597	301,71
Mayo	166,369	278,57
Junio	154,859	275,58
Julio	159,881	267,81
Agosto	152,362	290,75
<b>Total</b>	<b>1.345,54</b>	<b>311,140</b>
<b>Promedio</b>	<b>168,19</b>	<b>289,653</b>

Fuente: (AyA, 2018).

Según la metodología de (WaterFootprint Network, 2016) el Equivalente de HH de las fuentes energéticas hidráulicas es 22,3 HH en m<sup>3</sup>/GJ. Por lo tanto, el total de consumo de energía eléctrica se debe transformar a GJ para poder proceder con la operación. Aplicando factores de conversión se tiene:

$$\text{Consumo de energía} = \frac{168,18 \text{ kWh}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \times \frac{3,6 \text{ MJ}}{1 \text{ kWh}} \times \frac{1 \text{ GJ}}{10^3 \text{ MJ}} = \frac{7,27 \text{ GJ}}{\text{año}}$$

Tomando en cuenta que 3,6 MJ = 1 kWh, entonces se obtiene que el total consumido en electricidad es 7,27 GJ/año. En el Cuadro 5.12 se pueden observar las equivalencias en HH según la fuente de energía.

*Cuadro 5.12 Equivalencias de HH de las fuentes energéticas*

<b>Fuente energética</b>	<b>HH en m<sup>3</sup>/GJ</b>
Agua (energía hidroeléctrica)	22,3
Gas natural	0,11
Energía eólica	0

<b>Fuente energética</b>	<b>HH en m<sup>3</sup>/GJ</b>
Energía solar	0,27
Carbón	0,16

Fuente: (WaterFootprint Network, 2016)

Aplicando el equivalente de HH en la ecuación (3), se obtiene:

$$HH \text{ Indirecta} = \frac{7,27 \text{ GJ}}{\text{año}} \times \frac{22,3 \text{ m}^3}{\text{GJ}} = \frac{162,12 \text{ m}^3}{\text{año}}$$

El valor anual de la HHI basada al consumo de electricidad, por lo tanto, es 162,12 m<sup>3</sup>.

### **Cuantificación HHI, con base al consumo de papel**

Otro componente que forma parte de la HH Indirecta es el consumo de papel. A continuación, en el Cuadro 5.13, se detalla los valores registrados de consumo de papel por la institución durante el 2018.

*Cuadro 5.13 Detalle consumo de papel en PTAR Los Tajos*

<b>Mes</b>	<b>Consumo de resmas Papel bond Carta (2,5 kg/resma)</b>
Enero	11
Febrero	5
Marzo	8
Abril	6
Mayo	9
Junio	6
<b>Total</b>	<b>45</b>
<b>Promedio mensual</b>	<b>7,5</b>

Fuente:(AyA, 2018)

Para calcular el valor de la HHI para el papel de impresión y escritura (papel bond), considerando que el mayor porcentaje de papel que se importa en Costa Rica proviene de Estados Unidos (Hoekstra et al; 2011) la HH es igual a 955 m<sup>3</sup> por tonelada; además, considerando el promedio mensual mostrado en el Cuadro 5.13, el promedio anual de consumo de resmas de papel es de 90 resmas por año.

Para el papel de impresión, aplicando el factor de conversión de resmas a kg y el factor de conversión de HHI en la ecuación (4) se tiene:

$$HHI = \frac{\text{Consumo de papel ton}}{\text{año}} \times \frac{\text{Factor de conversión HHI m}^3}{\text{ton}}$$

$$HHI = \frac{90 \text{ resmas}}{\text{año}} \times \frac{2,5 \text{ kg}}{1 \text{ resma}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{955 \text{ m}^3}{1 \text{ ton}} = \frac{215 \text{ m}^3}{\text{año}}$$

El valor anual de la HHI basada al consumo de papel, por lo tanto, es 215 m<sup>3</sup>.

### 5.3.3 Huella hídrica de PTAR Los Tajos

Los valores totales de la HH se detallan en el siguiente Cuadro 5.14.

*Cuadro 5.14 Valor total de la HH de PTAR Los Tajos.*

INDICADOR		VALOR (m <sup>3</sup> /año)
HHD	Huella Azul	13955
	Huella Gris	- 4 348 217,08
	Total HHD	-4 334 262,08
HHI	Electricidad	162,12
	Papel	215
	Total HHI	377,12
<b>TOTAL HH</b>		<b>- 4 333 884,96</b>

### 5.3.4 Formulación de estrategias de reducción

A continuación, se proponen acciones para reducir la HH por tipo de huella.

#### **HH Directa**

Aprovechar nuevas tecnologías: Realizar un reemplazo de los inodoros de doble descarga por equivalentes de bajo consumo, los mingitorios de descarga por mingitorios secos y valorar la posibilidad de compra de hidrolavadoras ahorradoras de agua para utilizarlas en lavado y limpieza de las instalaciones en vez de lavado con manguera convencional.

Asegurar el compromiso interno: Reconocer el valor del agua, se debe hacer el espacio para concientizar al personal sobre el uso adecuado del recurso hídrico y propiciar buenas prácticas de trabajo que generen una disminución en el consumo de agua.

Evaluación de la dosificación de cloruro férrico para el tratamiento primario: Como medida para la reducción de la huella hídrica gris, se puede realizar un estudio para evaluar la viabilidad de la utilización de cloruro férrico como coagulante, en el tratamiento primario para reducir la cantidad de materia orgánica presente en el vertido de aguas residuales.

### **HH Indirecta**

Para disminuir la HH Indirecta asociada al consumo de energía eléctrica, se debe capacitar al personal sobre el uso adecuado del aire acondicionado, crear conciencia sobre el apagado de los equipos de uso diario al final de la jornada de trabajo y utilizar la iluminación artificial cuando sea estrictamente necesario.

Para disminuir la HH Indirecta asociada al consumo de papel, se deben establecer políticas de cero uso del papel, propiciando el uso de los recursos informáticos electrónicos.

En resumen, para reducir la HH a nivel interno, se pueden seguir las medidas propuestas en el Plan de Control, sin embargo, conforme pasen los años la HH va a aumentar puesto que cada vez van a haber más hogares conectados a la red de alcantarillado sanitario de la GAM, por lo tanto, a mayor caudal de aguas residuales a tratar, mayor va a ser la cantidad de contaminantes en el vertido al río; ya que no se prevé una disminución hasta que no se implemente la segunda etapa de la PTAR.



## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

Se diseñó el Plan de Control Ambiental para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos, obteniéndose que los AAS de mayor prioridad son el vertido de aguas residuales, la generación de lodos y un riesgo de fallo operativo en pozo de gruesos.

La PTAR Los Tajos en su primera etapa cumple con la mayoría de la normativa ambiental que le compete, sin embargo, se debe mejorar las instalaciones del centro de acopio.

Los apartados de la Norma ISO 14001:2015 que registran un mayor porcentaje de cumplimiento (100%) son 7.2 Competencia, 8.2 Preparación y respuesta ante emergencias y 10.3 Mejora continua y los aspectos de menor cumplimiento son 4.4 Sistema de Gestión Ambiental, 9.2 Auditoría Interna, y 9.3 Revisión por la dirección.

Los residuos más comunes, que se generan en la PTAR son aceites quemados, implementos de trabajo engrasados, recipientes impregnados de grasas, fibras o partículas de materiales plásticos y orgánicos por lo tanto se deben manejar con prioridad.

Con base en los controles operacionales de la planta y las mediciones realizadas de las concentraciones de  $\text{NH}_3$  y  $\text{H}_2\text{S}$  en el aire, se consideran que no existen contaminación por olor en PTAR Los Tajos.

La línea de tratamiento mayormente optimizada es la línea de gas, es prácticamente autosostenible.

Se elaboró una propuesta de programa de auditoría interna para la PTAR, considerando como criterios la Norma ISO 14001 y la legislación nacional, siendo las actividades más comunes que se deben auditar en cada proceso, la higiene, el funcionamiento de grúas y compuertas, el estado de los contenedores, ruido, olores, seguridad, responsabilidades y estado del tratamiento.

Se estimó la HH de la PTAR en - 4 333 884,96  $\text{m}^3/\text{año}$ , esto indica que la planta tiene un impacto ambiental positivo en el ambiente, ya que cumple su función depuradora de las aguas residuales que le ingresan.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Realizar las medidas propuestas en el Plan de Control, para lograr manejar los AAS que causan un mayor impacto ambiental, mejorando la calidad del tratamiento de aguas residuales, la imagen pública de la PTAR y logrando un mayor acercamiento al cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015.

Se recomienda que PTAR Los Tajos considere la elaboración de una Política Ambiental local supeditada a la norma jurídica nacional vigente, pero que aterrice en las realidades de la PTAR como institución.

Se recomienda la realización del análisis del contexto de la organización, incluyendo la definición de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, así como la identificación de condiciones internas y externas de la organización.

Actualizar la información del Plan de Control y el Programa de Auditoría de forma anual.

Volver a realizar el cálculo de la HH una vez se haya implementado la segunda etapa de la PTAR.

Se recomienda realizar la estimación del índice de evaporación de agua, propio de la planta, considerando los procesos de digestión y calderas.

Es necesario incluir en los Registros de los Informes de Calidad del Agua el grado de certeza (incertidumbre) asociado a los datos provenientes de análisis físico-químicos de la calidad del agua del vertido de la PTAR y el Río Torres para mayor veracidad de los mismos.

A futuro, se recomienda realizar primero el cálculo de la huella hídrica y luego continuar con la actualización del Plan de Gestión.

## 7 REFERENCIAS

- Aeroqual. (2019). Series 500 – Portable Indoor Air Quality Monitor. Recuperado de <https://www.aeroqual.com/product/series-500-portable-indoor-monitor>
- Alfaro, M., Budowski, G., Lahmann, E., & Leff, E. (2013). El Agua en Costa Rica. *Ambientales UNA*, 45, 13–40. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/ambientales/45.pdf>
- Alvarez, A., Morábito, J. A., Schilardi, C., Alvarez, A., Morábito, J. A., & Schilardi, C. (2016). *Green and blue water footprint of corn (Zea mays) production in central and northeastern provinces of argentina*. 48(1), 161–177.
- AyA. (2017). AyA invierte en Saneamiento de Aguas Residuales y Mejoramiento Ambiental *RESIDUALES ES RETO NACIONAL*. 1–8.
- AyA. (2018). *Registros PTAR Los Tajos*.
- Bakken, T. H., Killingtveit, Å., & Alfredsen, K. (2017). The Water Footprint of Hydropower Production-State of the Art and Methodological Challenges. *Global Challenges*, 1(5), 1600018. <https://doi.org/10.1002/gch2.201600018>
- Barber, W. P. F., Utilities, U., House, D., Road, L., Sankey, G., & Cheshire, W. (1999). *Observing the effects of digestion and chemical dosing on the*. 351–358.
- Beyer, W. N. (2001). Estimating toxic damage to soil ecosystems from soil organic matter profiles. *Ecotoxicology*, 10(5), 273–283. <https://doi.org/10.1023/A:1016707200900>
- Consejo Coordinador Empresarial Mexicano. (2011). *Código de Mejores Prácticas Corporativas*. 7–10. Recuperado de <http://cce.org.mx/comitedegobiernocorporativo/archivos/Auditoria Interna.pdf>
- CTA. (2013). *Guía metodológica de aplicación de huella hídrica en cuenca Porce*. 121. <https://doi.org/10.1126/science.1191181>
- Cusumano, M. A., Kahl, S. j., & Suarez, F. F. (2008). Services, industry evolution, and the copetitive strategies of product firms. *Academy of Management Journal*, 51(2), 315–334. <https://doi.org/10.1002/smj>
- Disterheft, A., Ferreira, S. S., Ramos, M. R., & De Miranda, U. M. (2012). Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions - Top-down versus participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 31, 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.034>

- Figuroa, L. (2017). *Influencia de los Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001 en las organizaciones : caso estudio empresas manufactureras de Barranquilla Influence of environmental management systems in organizations ISO 14001 : case study manufacturing enterprises of Barra*. 25, 143–153.
- FuturEnviro. (2015). Los Tajos wastewater treatment plant, Costa Rica. *FuturENVIRO*. Recuperado de <http://futurenviro.es/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-los-tajos-costa-rica/>
- González, H., & Aramburo, D. (2017). *La Conciencia Ambiental en Costa Rica* (1a ed.). San José: MINAE - SINAC.
- Henri, J. F., & Journeault, M. (2010). Eco-control: The influence of management control systems on environmental and economic performance. *Accounting, Organizations and Society*, 35(1), 63–80. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2009.02.001>
- Hoekstra, A. Y. (2017). Water Footprint Assessment: Evolvment of a New Research Field. *Water Resources Management*, 31(10), 3061–3081. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1618-5>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*.
- ISO. (2015a). ISO 14001:2015(es) Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- ISO. (2015b). ISO 14001:2015(es) Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso.
- ISO. (2018). *ISO 19011:2018 Directrices para Auditar Sistemas de Gestión*. Recuperado de [https://www.academia.edu/37956259/ISO\\_19011\\_2018\\_ESPAÑOL.pdf\\_DIRECTRICES\\_PARA\\_AUDITAR\\_SISTEMAS\\_DE\\_GESTIÓN?auto=download](https://www.academia.edu/37956259/ISO_19011_2018_ESPAÑOL.pdf_DIRECTRICES_PARA_AUDITAR_SISTEMAS_DE_GESTIÓN?auto=download)
- Ivanova, Y. (2013). *Evaluación de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá como una herramienta de gestión del recurso hídrico en el área urbana* (Vol. 2). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15009/IvanovaYulia2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, P. (2017). BIOÉTICA Y MEDIO AMBIENTE: INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA BIOÉTIICO - AMBIENTAL Y SUS PERSPECTIVAS.

- Universidad de La Sabana*, 14(2001), 1–14. Recuperado de <http://personaybioetica.unisabana.edu.co/index.php/personaybioetica/article/view/811/1957>
- Melnyk, S. A., Sroufe, R. P., & Calantone, R. (2003). Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management*, 21(3), 329–351. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00109-2)
- Molina, J. F., Claver, E., Pereira, J., & Tarí, J. J. (2009). Gestión de la calidad y medioambiental y rendimiento empresarial: Un análisis de los hoteles españoles. *Revista Europea de Direccion y Economia de la Empresa*, 18(2), 63–78.
- Nandan, A., Yadav, B. P., Baksi, S., & Bose, D. (2017). Assessment of water footprint in paper & pulp industry & its impact on sustainability. *World Scientific News*, 64, 84–98. Recuperado de <http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-39e3a89e-59f7-4a87-9203-ed4d893bb5ce>
- NQA. (2015). *ISO14001:2015 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION GUIDE*. Recuperado de <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/NQA-ISO-14001-Implementation-Guide.pdf>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227–232. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pellicer, F. (2013). *La evaluación de la Huella Hídrica Gris en una Demarcación Hidrográfica*. Recuperado de <http://www.conama2012.conama.org/conama10/download/files/conama2014/CT2014/1896711645.pdf>
- PGR. (1995). Sistema Costarricense de Información Jurídica. Recuperado de Reglamento sobre la protección contra las radiaciones ionizantes website: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15464&nValor3=76357&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=15464&nValor3=76357&strTipM=TC)
- PGR. (2005). *Procedimiento para la medición de ruido*. Recuperado de [https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre\\_ministerio/directrices\\_dm/2019/DAJ\\_dm\\_](https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/directrices_dm/2019/DAJ_dm_)

cb\_1327\_2019.pdf

- PGR. (2018). Sistema Costarricense de Información Jurídica. Recuperado de <http://www.pgrweb.go.cr/scij/>
- Presidencia. (2016). Planta de Tratamiento Los Tajos genera beneficios adicionales al saneamiento. Recuperado de Presidencia de la República de Costa Rica website: <http://presidencia.go.cr/comunicados/2016/03/planta-de-tratamiento-los-tajos-genera-beneficios-adicionales-al-saneamiento/>
- REPRETEL. (2019). *Bloqueo a la entrada de La Carpio*. Recuperado de <http://www.repretel.com/actualidad/bloqueo-a-la-entrada-de-la-carpio-143219>
- Roy, R., & Ghose, D. (2016). Quality Management System (ISO 9001) and Environmental Quality Management System (ISO 14001): Towards an integrated model. *IOSR Journal of Business and Management*, 18(10), 09–20. <https://doi.org/10.9790/487x-1810020920>
- Shao, L., & Chen, G. Q. (2013). Water footprint assessment for wastewater treatment: Method, indicator, and application. *Environmental Science and Technology*, 47(14), 7787–7794. <https://doi.org/10.1021/es402013t>
- Solano, M. del M. (2011). *Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media-alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo* (Universidad Nacional). Recuperado de [https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua.pdf](https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Impacto%20ambiental%20por%20aguas%20residuales%20y%20residuos%20sólidos%20en%20la%20calidad%20del%20agua.pdf)
- SPER. (2019). Mini Sound Meter - 850014. Recuperado de <https://www.sperdirect.com/mini-sound-meter-314-prd1.htm>
- Spiegel, J., & Spiegel, J. (s/f). *Control de la contaminación ambiental*.
- Thogmartin, J. R. (2019). Internal Auditing. *Data Analytics*, 119–130. <https://doi.org/10.1201/9781315267555-9>
- UCR. (2019). Humedal artificial: una propuesta para el manejo de aguas residuales. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/02/15/humedal-artificial-una-propuesta-para-el-manejo-de-aguas-residuales.html>
- United States Environmental Protection Agency. (2017). Environmental Management Systems (EMS). Recuperado de <https://www.epa.gov/ems/learn-about-environmental-management-systems>

- Von Sperling, M. (2015). Basic Principles of Wastewater Treatment. En *Water Intelligence Online* (Vol. 6). <https://doi.org/10.2166/9781780402093>
- WaterFootprint Network. (2016). *Manual para la evaluación de la huella hídrica*. Recuperado de <https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>
- WaterFootprint Network. (2019). *Manual para la evaluación de la huella hídrica*.
- Yamashita, T., & Yamamoto-ikemoto, R. (2014). *Nitrogen and Phosphorus Removal from Wastewater Treatment Plant Effluent via Bacterial Sulfate Reduction in an Anoxic Bioreactor Packed with Wood and Iron*. (3), 9835–9853. <https://doi.org/10.3390/ijerph110909835>
- Zhou, K., Fu, C., & Yang, S. (2016). Big data driven smart energy management: From big data to big insights. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.050>



## **8 APÉNDICES**

## APÉNDICE 1: HERRAMIENTA DE VERIFICACIÓN DE LA NORMA ISO 14001:2015

### Lista de verificación

El diagnóstico construido consta de 38 preguntas. Las preguntas están basadas en los requerimientos específicos del estándar ISO 14001:2015. El diagnóstico provee ejemplos de características que pueden resultar en ciertas calificaciones, pero éstos no pueden cubrir todas las circunstancias. Se debe elegir la respuesta que más cerca corresponda a la situación y al desempeño actual de la organización. Existen 3 posibles respuestas a cada pregunta con 4 posibles porcentajes de cumplimiento; para cada apartado de esta norma, el auditor va a considerar (cuando aplique) si la organización ha tocado ese punto de la norma, existe conocimiento, actividades, documentación, divulgación, evidencia, implementación, seguimiento, auditoría y planes de mejora continua; y de acuerdo a ello va a determinar un puntaje de cumplimiento de 0, 3, 6 o 10.

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Cumplimiento</b>
No. Aún no hemos tocado este punto	0
Parcialmente. El 50% de las características han sido establecidas e implementadas por la empresa se otorga un 6; por debajo de este puntaje, se otorga el 3.	3 - 6
Totalmente. Consideramos que estamos listos para recibir la certificación ISO 14001 en esta área (esta cláusula del 14001).	10

El diagnóstico utiliza un sistema ponderado de calificación. El doble de peso se otorga a la sección de liderazgo, este debe ser demostrado desde la alta dirección, porque sin liderazgo, no hay compromiso con el sistema de gestión ambiental. En las secciones de Contexto de la Organización, Planificación, Apoyo, Operación, Evaluación del desempeño y Mejora, cada pregunta tiene un peso según la sección.

<b>Aspectos de la Norma ISO 14001:2015 Evaluados</b>	<b>Cantidad de preguntas</b>	<b>Puntaje que se obtiene por pregunta</b>	<b>Puntaje por aspecto</b>
Contexto org.	7 preguntas	Máximo 10 c/u	70
Liderazgo	4 preguntas	Máximo 20 c/u	80
Planificación	6 preguntas	Máximo 10 c/u	60
Apoyo	10 preguntas	Máximo 10 c/u	100
Operación	3 preguntas	Máximo 10 c/u	30
Evaluación desemp.	5 preguntas	Máximo 10 c/u	50
Mejora	3 preguntas	Máximo 10 c/u	30
<b>Puntaje Total</b>			<b>420</b>

## APARTADO 4: CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

### Sección 4.1 Comprensión de la organización y su contexto

Secc. 4.1	1. La organización conoce las cuestiones ambientales externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad.
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe conocimiento.	0
<b>Parcialmente.</b> Si existe conocimiento pero no hay documentación se otorga un 3; si existe conocimiento y existe una documentación parcial se otorga un 6.	3 – 6
<b>Totalmente.</b> Si existe y esta documentada, distribuida a todos los empleados y disponible al público.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 4.1	2. La organización realiza seguimiento y revisión de la información sobre estas cuestiones externas e internas pertinentes al SGA.
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No se da seguimiento.	0
<b>Parcialmente.</b> Si existe seguimiento pero no hay revisión se otorga un 3; si existe seguimiento y existe una revisión parcial se otorga un 6.	3 – 6
<b>Totalmente.</b> Si existe y hay revisión.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Secc. 4.2	3. Se conocen las necesidades y expectativas de las partes interesadas (usuarios, proveedores de servicios, comunidad involucrada, entes reguladores) y cuáles de estas se consideran como requisitos legales y otros requisitos.
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No se conocen.	0
<b>Parcialmente.</b> Se conocen las necesidades y expectativas del 50% de las partes interesadas mencionadas, se otorga un 6; para un porcentaje menor al 50% se otorga un 3; consideradas éstas, dentro de la normativa vigente.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Se conocen las necesidades y expectativas de las partes interesadas y existe un compromiso legal.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental

Secc. 4.3	4. Establece los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión ambiental, incluyendo en él, todas las actividades productos y servicios que estén dentro del alcance definido. La organización debe considerar: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las cuestiones internas e internas del apartado 4.1.</li> <li>b) Los requisitos legales y otros requisitos del apartado 4.2.</li> <li>c) Unidades, funciones y límites físicos de la organización.</li> <li>d) Actividades, productos y servicios.</li> <li>e) Su autoridad y capacidad para ejercer control e influencia.</li> </ul>
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No están establecidos los límites.	0
<b>Parcialmente.</b> Si el alcance del SGA no es claro se otorga un 3; si el alcance es claro y existen consideraciones que deberían o no estar incluidas dentro de los límites se otorga un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> El alcance del SGA está correctamente delimitado para las consideraciones que se incluyen en él.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 4.3	5. Al definir el alcance del SGA, la organización lo tiene como información documentada y esta disponible para las partes interesadas, reforzando el compromiso a la mejora continua, al cumplimiento con leyes ambientales, y a la prevención de la contaminación.
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe documentación.	0
<b>Parcialmente.</b> Existe una documentación parcial, todos los empleados entienden el alcance del SGA y están comprometidos a cumplir con la ley y los reglamentos (o uno o más de los otros compromisos mencionados).	3 - 6
<b>Totalmente.</b> El alcance del SGA se encuentra documentado y disponible para las partes interesadas.	10

**Hallazgos:****Recomendaciones:****Sección 4.4 Sistema de Gestión Ambiental**

Secc. 4.4	6. Existe un SGA establecido e implementado, al cual se le realiza mantenimiento y existe un plan de mejora continua. que incluya los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe un SGA establecido.	0
<b>Parcialmente.</b> Existe un SGA establecido y se encuentra en proceso de implementación se otorga un 6, pero si no se encuentra en proceso de implementación se otorga un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe un SGA implementado y la organización busca su mejoramiento continuo según la norma.	10

**Hallazgos:****Recomendaciones:**

Secc. 4.4	<p>7. La organización debe aplicar un enfoque al SGA basado en procesos y sus interacciones a su sistema de gestión. La organización debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión y su aplicación en toda la organización.</li> <li>b) Determinar los insumos necesarios y los resultados esperados de cada proceso.</li> <li>c) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.</li> <li>d) Determinar los riesgos a la conformidad de los bienes y servicios y la satisfacción del usuario.</li> <li>e) Determinar los criterios, métodos, mediciones e indicadores de desempeño relacionados, necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.</li> <li>f) Determinar los recursos necesarios para sus procesos y asegurar su disponibilidad.</li> <li>g) Asignar responsabilidades y autoridades para procesos.</li> <li>h) Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados previstos.</li> <li>i) Supervisar, analizar y cambiar, si es necesario, estos procesos asegurando que continúan entregando los resultados previstos.</li> <li>j) Asegurar la mejora continua de estos procesos.</li> </ul>
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no realiza ninguna de las actividades anteriores.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización realiza 6 de las actividades anteriores (mencionar en apartado de comentarios), se otorga un 6; si la organización realiza menos de 6, se otorga un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización realiza todas las actividades anteriores.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## APARTADO 5: LIDERAZGO

### Sección 5.1 Liderazgo y compromiso

Secc. 5.1	<p>8. La alta dirección demuestra su liderazgo y compromiso con respecto al sistema de gestión por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Asumir la responsabilidad y la rendición de cuentas con relación a la eficacia del SGA.</li> <li>b) Garantizar que la política ambiental y objetivos ambientales se establecen para el sistema de gestión y son compatibles con la dirección estratégica de la organización.</li> <li>c) Velar por la integración de los requisitos del sistema de gestión en los procesos de negocio de la organización.</li> <li>d) Velar por que los recursos necesarios para el sistema de gestión de ambiental están disponibles.</li> <li>e) Comunicar la importancia de la gestión del sistema sea eficaz y de acuerdo con los requisitos del sistema de gestión y los requerimientos de bienes y servicios.</li> <li>f) Asegurar que el sistema de gestión cumple sus resultados previstos.</li> <li>g) Participar, dirigir y apoyar a las personas para contribuir a la eficacia del sistema de gestión .</li> <li>h) La promoción de la mejora y la innovación continua.</li> <li>i) El apoyo a otras funciones de gestión pertinentes para demostrar su liderazgo.</li> </ul>
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existen un liderazgo evidente de parte de la alta dirección.	0
<b>Parcialmente.</b> La alta dirección asume su rol de líder y existe un compromiso evidente en al menos 5 consideraciones anteriores, se otorga un 6; menor a 5 consideraciones, otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe un total liderazgo y compromiso de la alta dirección con el SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 5.2 Política ambiental

Secc. 5.2	9. La alta dirección establece, implementa y mantiene una política ambiental acorde al alcance definido de su SGA.
-----------	--

Escala del Avance del <i>ISO 14001</i>	Puntos
<b>No.</b> No existe una política ambiental en la organización.	0
<b>Parcialmente.</b> Existe una política ambiental en proceso de implementación, otorgue un 3; si se encuentra implementada pero no se le da seguimiento otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe una política ambiental implementada, a la cual, la alta dirección da mantenimiento y seguimiento.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 5.2	10. La política ambiental está documenta, es accesible y es de conocimiento de todos los funcionarios de la organización.
-----------	---

Escala del Avance del <i>ISO 14001</i>	Puntos
<b>No.</b> La política ambiental no está documentada.	0
<b>Parcialmente.</b> La política ambiental está documentada y es accesible para al menos el 60% de los funcionarios otorgue un 6, para un porcentaje menor otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La política ambiental es accesible y su existencia es de total conocimiento de los funcionarios de la organización.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

### Sección 5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

Secc. 5.3	11. Las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes de cada puesto, se encuentran asignadas y comunicadas dentro de la organización por parte de la alta dirección.
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existen responsabilidades y autoridades dentro de la organización.	0
<b>Parcialmente.</b> Existen responsabilidades y autoridades asignadas para al menos el 60% de los puestos de trabajo, otorgue un 6; para un porcentaje menor a ese otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existen responsabilidades y autoridades definidas para cada puesto dentro de la organización, comunicadas por la alta dirección.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## APARTADO 6: PLANIFICACIÓN

### Sección 6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades

Secc. 6.1.1	12. La organización conoce las acciones requeridas para abordar riesgos y oportunidades pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe conocimiento.	0
<b>Parcialmente.</b> Si existe conocimiento pero no hay documentación, otorgue un 3; existe conocimiento y existe una documentación parcial, otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Si existe y esta documentada, distribuida a todos los empleados y disponible al público.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 6.1.2	13. Mantiene documentados los aspectos ambientales e impactos ambientales asociados y los criterios usados para determinar AAS.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe documentación sobre los aspectos e impactos ambientales de la institución.	0
<b>Parcialmente.</b> Si existe conocimiento de los aspectos ambientales pero no hay documentación de ello, otorgue un 3; si existe conocimiento y una documentación parcial, otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Si existen y están documentados, distribuidos a todos los empleados y disponible al público.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 6.1.3	14. La organización mantiene la información documentada de sus requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe conocimiento.	0
<b>Parcialmente.</b> Si existe conocimiento pero no hay documentación, otorgue un 3; si existe conocimiento y una documentación parcial, otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Si existe y esta documentada, distribuida a todos los empleados y disponible al público.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 6.1.4	15. Planifica las acciones para abordar aspectos ambientales significativos (AAS), requisitos legales y otros en procesos de SGA así como evaluar eficacia.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe planificación.	0
<b>Parcialmente.</b> Existe planificación parcial para el abordaje del 60% de los aspectos ambientales de la organización y otros requisitos, otorgue un 6; para un porcentaje menor, otorgue 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización planifica cada una de las acciones para el abordaje de cada uno de sus AAS y demás requisitos para su SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 6.2 Objetivos ambientales y planificación para lograrlos

Secc. 6.2.1	16. La organización establece y documenta los objetivos ambientales para las funciones y niveles pertinentes de su proceso.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existen objetivos ambientales establecidos.	0
<b>Parcialmente.</b> Si existen objetivos o intenciones de mejora ambiental pero no se encuentran documentados, otorgue un 3; si están parcialmente documentados otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe una clara documentación donde la organización establece sus objetivos ambientales relativos a su proceso.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 6.2.2	17. Sobre el cumplimiento de los objetivos ambientales, la organización tiene establecido qué se va a hacer, qué recursos requieren, quién es el responsable, cuándo se finalizará, cómo se evaluarán los resultados, incluidos los indicadores de seguimiento de los avances.
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe planificación sobre como cumplir los objetivos ambientales.	0
<b>Parcialmente.</b> Existe una planificación para el 60% de los objetivos ambientales, otorgue un 6; para un porcentaje menor otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe una clara planificación que llevará al cumplimiento de los objetivos ambientales.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## **APARTADO 7: APOYO**

### **Sección 7.1 Recursos**

Secc. 7.1	18. La organización determina y hace una proporción de los recursos (personas, infraestructura, ambiente, seguimiento y medición) necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del Sistema de Gestión Ambiental.
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe una estimación de los recursos necesarios.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización realiza estimaciones de los recursos necesarios para 3 de los aspectos anteriores, otorgue un 6; menor a 3 aspectos otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Los recursos necesarios están estimados y fundamentados.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 7.1	19. La organización identifica correctamente los conocimientos necesarios que deben poseer sus funcionarios para el funcionamiento del sistema de gestión ambiental, procurando asegurar la satisfacción de los usuarios del servicio.
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no conoce las necesidades de capacitación del personal.	0
<b>Parcialmente.</b> El 60% del personal posee los conocimientos mínimos requeridos para su puesto, otorgue un 6; para un porcentaje menor otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización ha identificado correctamente los requerimientos de capacitación de se personal, necesarios para un adecuado funcionamiento de su SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 7.2 Competencia

Secc. 7.2	20. La organización asegura que las personas que realizan trabajos bajo su control, son competentes, se les brinda formación, y cuando sea aplicable, se toman acciones para adquirir la competencia necesaria. determinar la competencia necesaria de las personas que realizan trabajos bajo su control
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> El personal no es competente.	0
<b>Parcialmente.</b> El 60% de los funcionarios han recibido capacitación relativa a sus puestos de trabajo, otorgue un 6, para un porcentaje menor otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Se busca personal competente y se le da formación que propicie la mejora de su desempeño.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 7.3	<p>21. La organización asegura que las personas que realicen trabajo bajo el control de la organización son concientes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) La política ambiental.</li> <li>b) Los aspectos ambientales significativos y los impactos ambientales reales o potenciales relacionados a su puesto.</li> <li>c) Su compromiso para la mejora del desempeño ambiental.</li> <li>d) Las implicaciones de no cumplir con los requerimientos del Sistema de Gestión Ambiental.</li> </ul>
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> El personal no es conciente de lo que implica un SGA.	0
<b>Parcialmente.</b> El personal es conciente de 3 aspectos anteriores relativos al SGA que debe cumplir en su puesto, otorgue un 6, para menos de 3 aspectos, otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> El personal es conciente de todos los requerimientos del SGA relativos a sus puestos.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

#### **Sección 7.4 Comunicación**

Secc. 7.4.1	<p>22. La organización establece, implementa y mantiene un proceso para llevar a cabo una comunicación interna y externa, mediante el cual, responde a las comunicaciones pertinentes sobre su sistema de gestión ambiental y le permite conservar información documentada como evidencia de sus comunicaciones.</p>
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No hay una comunicación pertinente de la organización con las partes internas y externas pertinentes sobre su sistema de gestión.	0
<b>Parcialmente.</b> Las labores de comunicación que realiza la organización, no se encuentran establecidas como un proceso o no se documentan, otorgue un 3; si existe una documentación parcial otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe un proceso claro de comunicación con las partes internas y externas que inciden en la organización, y las labores realizadas están documentadas.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 7.4.2	23. Comunica internamente la información pertinente del sistema de gestión ambiental entre los diversos niveles y funciones de la organización, incluidos los cambios en el sistema de gestión ambiental y se asegura que esto contribuya a la mejora continua del personal bajo control.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No hay una comunicación interna.	0
<b>Parcialmente.</b> Existe comunicación interna pero no llega a todos los niveles de la organización, otorgue un 3; existe comunicación entre todos los niveles pero no se le da seguimiento a la información que se comunica otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe comunicación interna y se le da seguimiento propiciando la mejora continua.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 7.4.3	24. Se comunica externamente información pertinente al sistema de gestión ambiental, según se establezca en los procesos de comunicación de la organización y según lo requieran sus requisitos legales y otros requisitos.
-------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No hay una comunicación externa.	0
<b>Parcialmente.</b> La información que la organización comunica, no informa aspectos relativos al SGA, otorgue un 3; la información comunicada informa parcialmente o no cumple con todos los requisitos relativos a su SGA otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Existe comunicación externa, la cual, cumple con todos los requisitos legales y otros requisitos relativos al SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

**Sección 7.5 Información documentada**

Secc. 7.5.1	25. El Sistema de Gestión Ambiental incluye la información documentada requerida por esta Norma Internacional y la información documentada que la organización determina como necesaria para la eficacia del Sistema de Gestión Ambiental.
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No hay información documentada pertinente al SGA.	0
<b>Parcialmente.</b> El SGA incluye únicamente la información parcial que la organización determina como necesaria, otorgue un 3; el SGA incluye información parcial tanto requerida por la norma como la que la organización considera como necesaria, otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Se dispone de la información documentada requerida.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 7.5.2	26. Sobre la confección y actualización de la información documentada, la organización: a) Se segura que la identificación y descripción sean apropiados. b) Se segura que el formato y los medios de soporte sean apropiados. c) Se segura que la revisión y aprobación sean apropiados.
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La información documentada no se encuentra estandarizada.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización cumple con 2 de los parámetros mencionados, otorgue un 6; si cumple con 1, otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización cumple con las expectativas mencionadas.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

--	--

Secc. 7.5.3	27. La información documentada, requerida para el SGA, y por esta norma, tiene controles de manera que, está disponible para su uso cuando se necesite, está protegida, es posible su distribución, acceso y recuperación, se le da un adecuado almacenamiento, preservación y control de cambios.
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe control sobre el uso y mantenimiento de la información documentada.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización cumple con 5 de los parámetros mencionados, otorgue un 6; menor a 5, otorgue un 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización cumple con los requerimientos anteriores.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## **APARTADO 8: OPERACIÓN**

### **Sección 8.1 Planificación y control operacional**

Secc. 8.1	28. La organización establece, implementa, controla y mantiene los procesos necesarios para cumplir con los requisitos del SGA, las acciones para abordar riesgos y oportunidades, los objetivos ambientales y su planificación; mediante el establecimiento de criterios de operación.
-----------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> No existe seguimiento al SGA.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización da seguimiento al SGA, sin embargo, no cumple con los criterios de operación establecidos en su SGA, otorgue un 3; si hay un cumplimiento parcial de los criterios de operación, otorgue un 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización cumple con los criterios de operación establecidos en el SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 8.1	<p>29. La organización mantiene información documentada que indique el cumplimiento de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Controla los cambios planificados y examinar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones.</li> <li>b) Asegura que los procesos contratados externamente estén controlados o que se tenga influencia sobre ellos.</li> <li>c) Establece controles para asegurar que sus requisitos ambientales se aborden en el proceso de diseño y desarrollo de su servicio, considerando cada etapa de su ciclo de vida.</li> <li>d) Determina requisitos ambientales para la compra de productos o servicios.</li> <li>e) Comunica sus requisitos ambientales pertinentes a los proveedores externos y contratistas.</li> <li>f) Considera la necesidad de suministrar información acerca de los impactos ambientales potenciales significativos asociados con el transporte o la entrega, el uso, el tratamiento al fin de la vida útil y la disposición final de sus productos y servicios.</li> </ul>
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no realiza ninguna de las acciones anteriores.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización realiza 4 de las acciones anteriores y presenta documentación que lo demuestre, otorgue un 6; para menos de 4, otorgue un 3..	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización documenta el cumplimiento de las actividades anteriores.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 8.2 Preparación y respuesta ante emergencias

Secc. 8.2	<p>30. La organización establece, implementa y da mantenimiento a los procesos necesarios acerca de cómo prepararse y responder a situaciones potenciales de emergencia considerando los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Existe preparación para responder, mediante la planificación de acciones para prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos provocados por situaciones de emergencia.</li> <li>b) Hay capacidad de tomar acciones en cuanto a la respuesta de situaciones de emergencia reales.</li> <li>c) Se pone a prueba periódicamente las acciones de respuesta planificadas</li> <li>d) Se evalúa y revisa periódicamente los procesos y las acciones de respuesta planificadas, en particular, después de que hayan ocurrido situaciones de emergencia o de que se hayan realizado pruebas.</li> <li>e) Proporciona información y formación pertinentes, con relación a la preparación y respuesta ante emergencias, según corresponda, a las partes interesadas pertinentes, incluidas las personas que trabajan bajo su control.</li> <li>f) Mantiene la información documentada en la medida necesaria.</li> </ul>
-----------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no realiza ninguna de las acciones anteriores.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización realiza 5 de las acciones anteriores y presenta documentación, otorgue un 6; realiza menos de 5 y documentación parcial, otorgue 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización documenta el cumplimiento de las actividades anteriores.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## APARTADO 9: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

### Sección 9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

Secc. 9.1.1	<p>31. La organización hace seguimiento, medición análisis y evalúa su desempeño ambiental al determinar:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Qué necesita seguimiento y medición.</li><li>b) Los métodos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, según corresponda.</li><li>c) Los criterios contra los cuales la organización evaluará su desempeño ambiental, y los indicadores apropiados.</li><li>d) Cuándo se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición.</li><li>e) Cuándo se deben analizar y evaluar los resultados del seguimiento y la medición.</li><li>f) Que los equipos de medición estén calibrados o verificados.</li><li>g) La eficacia del SGA y su desempeño ambiental.</li></ul> <p>La organización debe poseer evidencia documentada de lo anterior.</p>
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no evalúa su desempeño ambiental.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización evalúa su desempeño ambiental, pero no existe o existe solo una evidencia parcial de que lo haga, cumpliendo 5 factores anteriores, otorgue 6; menos de 5 factores, otorgue 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización posee evidencia documentada de dar un completo seguimiento, medición, análisis y evaluación a su desempeño ambiental.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 9.1.2	<p>32. La organización establece , implementa y mantiene procesos para evaluar el cumplimiento de sus requisitos legales y otros requisitos, procesos en los cuales la organización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Determina la frecuencia con la que se evaluará el cumplimiento.</li> <li>b) Evalúa el cumplimiento y emprende las acciones que fueran necesarias.</li> <li>c) Mantiene el conocimiento y la comprensión de su estado de cumplimiento.</li> </ul> <p>La organización debe poseer evidencia documentada de lo anterior.</p>
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no evalúa su nivel de cumplimiento de sus requisitos legales y otros requisitos.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización evalúa su nivel de cumplimiento de sus requisitos legales y otros requisitos, pero no existe o existe solo una evidencia parcial de que lo haga, si cumple con 2 factores, otorgue 6; si cumple 1, otorgue 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización posee evidencia documentada de dar un completo seguimiento, medición, análisis y evaluación a su nivel de cumplimiento de sus requisitos legales y otros requisitos.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## Sección 9.2 Auditoría interna

Secc. 9.2.1	<p>33. La organización lleva a cabo y mantiene eficazmente auditorías internas a intervalos planificados conforme con los requisitos de su SGA y los requisitos de esta norma.</p>
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no realiza auditorías internas.	0
<b>Parcialmente.</b> Se realizan auditorías internas no planificadas, otorgue 3; se realizan auditorías internas planificadas que no cumplen con los requisitos de esta norma, otorgue 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización lleva a cabo auditorías internas, planificadas de manera que integren los requisitos de su SGA y los requisitos de esta norma.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

Secc. 9.2.2	34. La organización establece, implementa y mantiene uno o varios programas de auditoría interna que incluyen, la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y la elaboración de informes de sus auditorías internas, para ello, la organización: a) Define los criterios de auditoría y el alcance para cada auditoría. b) Selecciona los auditores y lleva a cabo auditorías para asegurarse de la objetividad y la imparcialidad del proceso de auditoría. c) Asegura de que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente. La organización debe poseer evidencia documentada de lo anterior.
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no realiza auditorías internas.	0
<b>Parcialmente.</b> Se realizan auditorías que no cumplen con los requisitos mencionados o no existe evidencia de ello, cumpliendo con 2 criterios anteriores, otorgue 6; para 1 criterio, otorgue 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización lleva a cabo auditorías internas, planificadas de manera que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente y existe evidencia que lo respalda.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

### Sección 9.3 Revisión por la dirección

Secc. 9.2.1	<p>35. La alta dirección revisa el sistema de gestión ambiental de la organización a intervalos planificados para asegurar su eficacia, esta revisión incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) El estado de los hallazgos encontrados en las revisiones previas.</li> <li>b) Los cambios en las cuestiones externas e internas pertinentes al sistema de gestión, las necesidades y expectativas de las partes interesadas, requisitos legales, sus aspectos ambientales significativos, riesgos y oportunidades.</li> <li>c) Grado de cumplimiento de los objetivos ambientales.</li> <li>d) La información sobre el desempeño ambiental de la organización relativa a no conformidades y acciones correctivas, resultados de seguimiento y medición, cumplimiento de los requisitos legales y resultados de las auditorías.</li> <li>e) Adecuación de los recursos.</li> <li>f) Comunicación con las partes interesadas.</li> <li>g) Oportunidades de mejora continua.</li> </ul> <p>La organización debe poseer evidencia documentada de lo anterior.</p>
-------------	--

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no revisa el SGA.	0
<b>Parcialmente.</b> Se realizan revisiones que cumplen con 5 requerimientos anteriores y poseen información que lo demuestre, otorgue 6; para menos de 5, otorgue 3.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización lleva a cabo revisiones de su SGA a intervalos planificados, de manera que integran los requerimientos anteriores y poseen documentación de ello.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## APARTADO 10: MEJORA

### Sección 10.1 Generalidades

Secc. 10.1	36. La organización determina las oportunidades de mejora e implementa las acciones necesarias para lograr los resultados previstos en su Sistema de Gestión Ambiental.
------------	---

Escala del Avance del ISO 14001	Puntos
<b>No.</b> La organización no busca oportunidades de mejora.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización determina oportunidades de mejora pero no las desarrolla o no cumplen los resultados previstos, otorgue 3; si estas oportunidades de mejora se encuentran en desarrollo otorgue 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización implementa las acciones necesarias para lograr los resultados esperados de su SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

### Sección 10.2 No conformidad y acción correctiva

Secc. 10.2	37. Cuando ocurre una no conformidad la organización reacciona ante las no conformidades y toman acciones para hacer frente a las consecuencias, evalúan la necesidad de acciones para eliminar las causas mediante la revisión de la no conformidad, en caso de ser necesario, hacer cambios al SGA. La organización debe conservar información documentada de los procedimientos mencionados.
------------	--

Escala del Avance del ISO 14001	Puntos
<b>No.</b> La organización no toma acciones ante las no conformidades.	0
<b>Parcialmente.</b> La organización propone las acciones apropiadas ante no conformidades o no presenta evidencia de que lo haga, otorgue 3; si las acciones se encuentran en proceso de implementación, otorgue 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> La organización implementa las acciones apropiadas y necesarias para hacer frente a las no conformidades y presenta documentación de ello.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

**Sección 10.3 Mejora continua**

Secc. 10.3	38. La organización propicia la mejora continuamente, la conveniencia, adecuación y eficacia del SGA.
------------	---

<b>Escala del Avance del ISO 14001</b>	<b>Puntos</b>
<b>No.</b> La organización no realiza acciones que lleven a un mejoramiento del SGA.	0
<b>Parcialmente.</b> Existen esfuerzos realizados en el mejoramiento del SGA, sin embargo, no son adecuados para el SGA, otorgue 3; si se están desarrollando acciones que propician la mejora continua pero no muestran la eficacia esperada, otorgue 6.	3 - 6
<b>Totalmente.</b> Se realizan acciones eficaces para mejorar continuamente el SGA.	10

**Hallazgos:**

**Recomendaciones:**

## RESUMEN DE CUMPLIMIENTO

Nombre de la organización/proceso/departamento: AyA PTAR Los Tajos

Fecha de la autoevaluación: Enero 2020

### POR PREGUNTA

PREGUNTA	CALIFICACION MAXIMA	CALIFICACION ACTUAL
1	10	3
2	10	10
3	10	6
4	10	3
5	10	3
6	10	0
7	10	6
8	20	6
9	20	6
10	20	6
11	20	6
12	10	10
13	10	3
14	10	6
15	10	6
16	10	6
17	10	6
18	10	3
19	10	10
20	10	10
21	10	6
22	10	6
23	10	3
24	10	3
25	10	0
26	10	3
27	10	10
28	10	0
29	10	6
30	10	10
31	10	10
32	10	3
33	10	0
34	10	0
35	10	3
36	10	6

<b>PREGUNTA</b>	<b>CALIFICACION MAXIMA</b>	<b>CALIFICACION ACTUAL</b>
37	10	6
38	10	10

**Por Sección**

<b>Secciones Principales del SGA ISO 14001</b>	<b>Puntos Máximos</b>	<b>Calificación Actual</b>	<b>Porcentaje de cumplimiento (Calificación actual/puntuación total x 100)</b>
<b>4 Contexto de la organización</b> (1-7)	<b>70</b>	31	44%
<b>5 Liderazgo</b> (8-11)	<b>80</b>	48	60%
<b>6 Planificación</b> (12-17)	<b>60</b>	37	62%
<b>7 Apoyo</b> (18 – 27)	<b>100</b>	54	54%
<b>8 Operación</b> (28-30)	<b>30</b>	16	53%
<b>9 Evaluación del desempeño</b> (31-35)	<b>50</b>	16	32%
<b>10 Mejora</b> (36-38)	<b>30</b>	22	73%
<b>Puntuación total</b>	<b>420</b>	200	48%

De esta forma se puede tener el porcentaje de cumplimiento para cada aspecto y el porcentaje de cumplimiento total de la Norma *ISO 14001:2015*.

Los puntajes obtenidos para cada pregunta se registran en el documento en Excel para su posterior interpretación gráfica, una vez registrados los puntajes, el documento se ve de la siguiente manera:

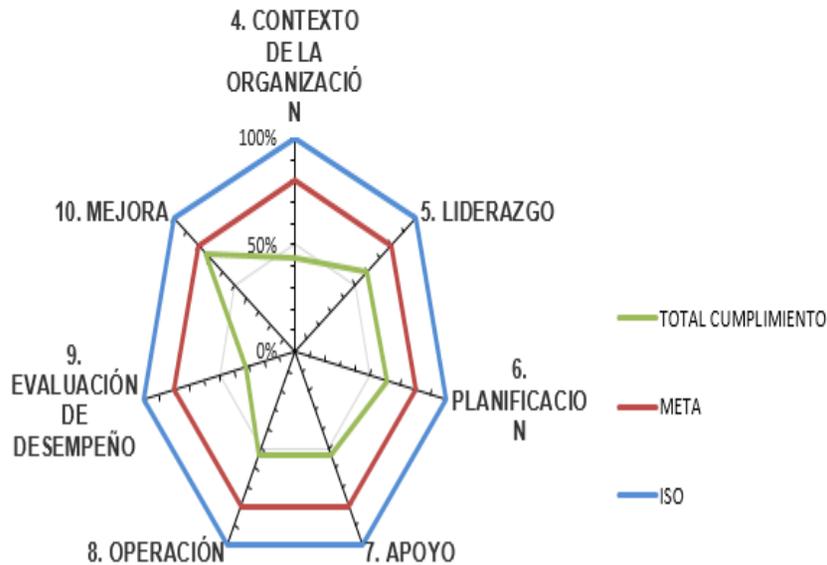
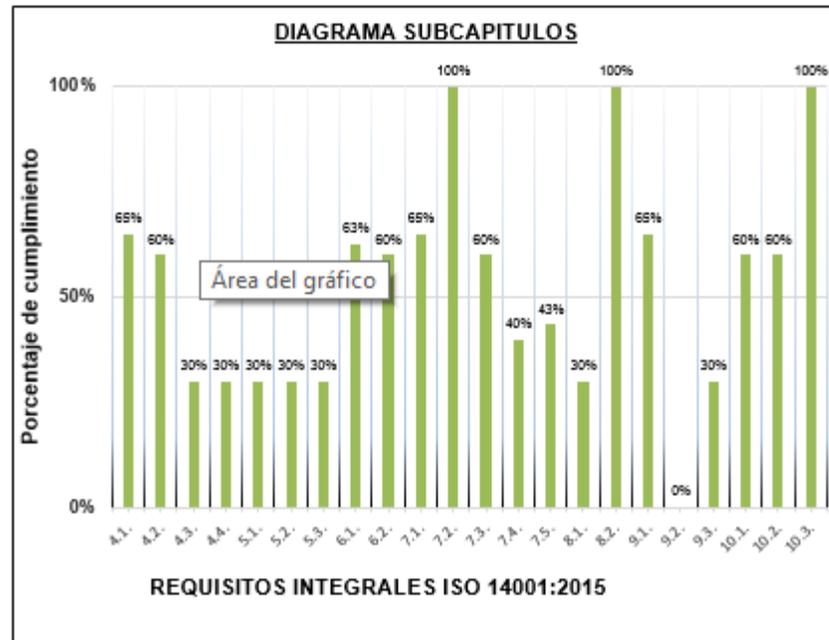
**Cuadro de evaluación de la Norma ISO 14001:2015 (Sección de ejemplo de formato de evaluación).**

REQUISITOS INTEGRALES ISO 14001:2015	Los siguientes, son los requisitos mínimos a cumplir, que se necesitan para colocar un puntaje de 0, 3, 6 ó 10 Los puntajes máximos de cada sección de la norma se asignan de acuerdo a la base de 400 puntos (*) Cuando aplique.	PUNTAJE										% DE CUMPLIMIENTO	HALLAZGO	RECOMENDACIONES	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				10
<b>4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN</b>		Puntaje máximo: 17% Obtenido: 7,4%													
<b>4.1 COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DE SU CONTEXTO</b>		6,5													
La organización conoce las cuestiones ambientales externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3		
La organización realiza seguimiento y revisión de la información sobre estas cuestiones externas e internas pertinentes al SGA.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10		
<b>4.2 COMPRENSIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS</b>		6													
Se conocen las necesidades y expectativas de las partes interesadas (usuarios, proveedores de servicios, comunidad involucrada, entes reguladores) y cuáles de estas se consideran como requisitos legales y otros requisitos.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	6		
<b>4.3 DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL</b>		3													
Establecimiento de los límites y la aplicabilidad del sistema de gestión ambiental, incluyendo en él, todas las actividades productos y servicios que estén dentro del alcance definido. La organización debe considerar: a) Las cuestiones internas e internas del apartado 4.1. b) Los requisitos legales y otros requisitos del apartado 4.2. c) Unidades, funciones y límites físicos de la organización. d) Actividades, productos y servicios. e) Su autoridad y capacidad para ejercer control e influencia.		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3		
Al definir el alcance del SGA, la organización lo tiene como información documentada y esta disponible para las partes interesadas, reforzando el compromiso a la mejora continua, al cumplimiento con leyes ambientales, y a la prevención de la contaminación		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3		

Una vez ingresados a esta herramienta, la totalidad de los puntajes de evaluación obtenidos, se generan automáticamente los siguientes cuadros:

Hoja de cuadros generados en Excel por la herramienta de evaluación de la Norma ISO 14001:2015 elaborada para PTAR Los Tajos.

NUMERAL	REQUISITOS	TOTAL	META	ISO
4	4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	44%	80%	100%
5	5. LIDERAZGO	60%	80%	100%
6	6. PLANIFICACION	62%	80%	100%
7	7. APOYO	54%	80%	100%
8	8. OPERACIÓN	53%	80%	100%
9	9. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO	32%	80%	100%
10	10. MEJORA	73%	80%	100%
TOTAL DEL SGA		54%		





## **APÉNDICE 2: METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR ASPECTOS AMBIENTALES**

Para conocer cuáles son las circunstancias en las que las actividades, productos y servicios interactúan con el medio ambiente y, por tanto, cuáles son los impactos ambientales, es imprescindible conocer los aspectos ambientales asociados a esos impactos.

En la identificación de los aspectos ambientales la organización debe tener en cuenta las distintas condiciones en las que realiza su actividad, así como los distintos procesos y operaciones.

Para obtener los resultados óptimos, mediante visitas a las líneas de procesos de tratamiento, se realizaron los siguientes pasos:

- a) Se identifican las operaciones y procesos en las actividades.
- b) Se realiza un diagnóstico inicial para verificar el estado actual de la planta, y tener una línea base del proyecto.
- c) Se realiza un mapeo de procesos.
- d) Se analiza las actividades asociadas a las operaciones y procesos.
- e) Se identifican las entradas y salidas en cada etapa.
- f) Se realiza una evaluación de la normativa nacional aplicable.
- g) Se define una escala de significancia.
- h) Se realiza valoración de los AA considerando la escala de significancia

### APÉNDICE 3: TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS EN PTAR LOS TAJOS

AREA / ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO GENERADO			
		NG: NO SE GENERA			
		NO PELIGROSOS		PELIGROSOS	
COMUNES	ESPECIALES				
<b>POZO DE GRUESOS</b>	Primera unidad de la línea de tratamiento de aguas, permite retener los residuos sólidos voluminosos.	Papel, plásticos, cartones entre otros tipos de residuos sólidos ordinarios	NG	Lámparas Fluorescentes	
<b>TALLER</b>	Reparación de equipos	Papel, plástico y cartón.	Piezas metálicas	Lámparas Fluorescentes, Aceites	
<b>BOMBAS</b>	Mantenimiento y reparación de equipo de bombeo.	NG	Piezas metálicas	Aceites usados, implementos de trabajo engrasados, recipientes impregnados de aceites y grasas, lámparas fluorescentes.	
<b>MANTENIMIENTO – Oficinas Área Operativa</b>	Manejo de las actividades de operación y mantenimiento de la PTAR.	Papel	NG	Tóner y cartuchos de Impresoras, Rezagos Tecnológicos, Lámparas Fluorescentes.	
<b>POZO DE GRUESOS</b>	Primera unidad de la línea de tratamiento de aguas, permite retener los residuos sólidos voluminosos.	Papel, plásticos, cartones entre otros tipos de residuos sólidos ordinarios	NG	Lámparas Fluorescentes	
<b>DESARENADO Y DESENGRASADO</b>	Separación de las grasas, arenas y aceites del agua residual.	NG	Grasas, arenas y aceites	NG	
<b>SEDIMENTADORES</b>	Decantación del material particulado y vertido de aguas residuales	NG	Lodos y aguas residuales	NG	
<b>TAMICES</b>	Separación de materiales fibrosos de los lodos.	Fibras o partículas de materiales plásticos y orgánicos	Lodos.	Lámparas fluorescentes.	

AREA / ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO GENERADO		
		NG: NO SE GENERA		
		NO PELIGROSOS		PELIGROSOS
		COMUNES	ESPECIALES	
<b>DESHIDRATACIÓN DE LODOS</b>	Secado de lodos.	NG	Lodos y piezas metálicas	Lámparas fluorescentes.
<b>QUEMADOR</b>	Queimado del biogás excedente	NG	Emisiones atmosféricas	NG
<b>TRATAMIENTO DE OLORES</b>	Tratamiento de los gases que producen olor	NG	Madera contaminada	NG
<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Actividades de seguridad, limpieza, higiene y mantenimiento de zonas verdes de la PTAR	Desechos orgánicos de áreas verdes	Aguas residuales	NG
<b>CALDERAS</b>	Calefacción de lodos	NG	Piezas metálicas	Aceites
<b>BAÑOS</b>	Aseo personal	Barrido, papel sanitario, recipientes (cloro y detergentes).	NG	Lámparas fluorescentes
<b>COMEDORES</b>	Alimentación	Barrido, restos de comida, envoltura de alimentos, recipientes (Jabón de cocina, detergentes)	NG	Lámparas fluorescentes
<b>BODEGAS</b>	<b>BODEGAS</b>	Recibo, almacenamiento y entrega de materiales	Papel, plástico y cartón.	Piezas metálicas

## APÉNDICE 4: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE AGUAS – POZO DE GRUESOS

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA- PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO POZO DE GRUESOS	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
<p>Concentrar los desechos voluminosos, que, por su tamaño y composición, podrían interferir en el correcto funcionamiento de la línea de tratamiento. Estos residuos se concentran en la parte baja del pozo y posteriormente se extraen con la cuchara bivalva.</p>		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
<p>-Extracción de residuos sólidos voluminosos mediante una cuchara bivalva de 1000 L.          -Extracción de sólidos medianos y finos mediante tamices.          -Extracción de arenas y lodos sépticos del bypass y pozo de gruesos.          -Operación de una grúa de 5000 kg que mueve la cuchara bivalva.          -Disposición de residuos sólidos.          -Operación del sistema SCADA.</p>		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>INICIO</b> Tubería entrada a la planta	Tratamiento de aguas residuales. Gasto de energía. Generación de residuos.	
<b>FIN</b> Rejillas de impacto		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Aguas residuales. Energía. Excedentes de aguas residuales.	Residuos peligrosos. Residuos inertes y urbanos. Aguas residuales.	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Caudal de agua residual a tratar. Consumo de energía en el tiempo. Residuos sólidos extraídos en el tiempo.	m <sup>3</sup> /s kWh ton/año	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
<p>Extraer los residuos sólidos según la frecuencia necesaria, evidenciada por un estudio donde se determine la carga diaria en cada día de la semana.          Establecer una frecuencia de lavado de los depósitos de almacenamiento para evitar la contaminación por vectores y malos olores.          Desarrollar campañas educativas para evitar la contaminación por sólidos voluminosos.</p>		

**APÉNDICE 5: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE AGUAS – DESARENADO Y DESENGRASADO**

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA- PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO DESARENADO Y DESENGRASADO	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
Reducir la velocidad de flujo del agua residual, para retener arena, grasas, aceites y pequeñas partículas flotantes.		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
-Extracción de grasas y arenas. -Mantenimiento del sistema.		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
INTERNOS	EXTERNOS	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
INICIO Desarenador	Tratamiento de aguas residuales. Gasto de energía.	
FIN Desengrasador	Generación de grasas. Generación de arenas.	
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Aguas residuales. Energía. Aire.	Arenas y depósitos Grasas Aguas residuales	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Caudal de agua residual a tratar. Consumo de energía en el tiempo. Extracción de grasas por día. Extracción de arenas por día	m <sup>3</sup> /s kWh kg/d kg/d	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
Extraer las grasas y arenas según la frecuencia necesaria, evidenciada por un estudio donde se determine la carga diaria en cada día de la semana. Establecer una frecuencia de lavado de los depósitos de almacenamiento para evitar la contaminación por vectores y malos olores.		

**APÉNDICE 6: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE AGUAS –  
SEDIMENTADORES**

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA- PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO SEDIMENTADORES	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
Decantar el material particulado en el fondo del sedimentador para que espese y sea extraído en forma de lodo.		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
-Extracción de lodos. -Mantenimiento del sistema.		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
INTERNOS	EXTERNOS	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
INICIO	Tratamiento de aguas residuales. Gasto de energía. Generación de lodos.	
Canal de salida de los sedimentadores		
FIN		
Canal de vertido al río		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Aguas residuales. Energía.	Lodos Aguas residuales	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Caudal de agua residual a tratar.	m <sup>3</sup> /s	
Consumo de energía en el tiempo.	kWh	
Extracción de lodos por día.	kg/d	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
Valorar la posibilidad de un aprovechamiento de los lodos o venta de ellos para beneficio de la institución. Establecer una frecuencia de lavado de los depósitos de almacenamiento para evitar la contaminación por vectores y malos olores.		

## APÉNDICE 7: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE LODOS – ESPESADORES

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA- PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO ESPESADORES	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
<p>Concentrar los lodos y reducir el volumen a estabilizar, mediante el escurrimiento del agua que forma parte de ellos.</p>		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
<p>-Almacenamiento y bombeo de los lodos espesados. -Reparto de agua a sedimentación.</p>		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>INICIO</b> Tamizado	Tratamiento de lodos Gasto de energía Generación de un clarificado	
<b>FIN</b> Tubería extracción de lodos espesados		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Lodos Energía	Lodos 95% humedad Clarificado	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Consumo de energía en el tiempo. Extracción de lodos por día. Humedad de los lodos.	m <sup>3</sup> /s kWh %	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
<p>Verificación de riesgo de fugas de lodos y efectividad de la agitación. Construcción de muros de contención para disminuir el área de un eventual impacto ambiental por una fuga de lodos.</p>		

## APÉNDICE 8: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE LODOS – DIGESTORES

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA- PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO Digestores	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
<p>Estabilización de los lodos mediante un proceso biológico en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en productos gaseosos o "biogás" (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, entre otros), y los lodos digeridos consisten en una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, entre otros).</p>		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
<p>-Quemado de gas metano. -Mantenimiento del sistema.</p>		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>INICIO</b>	Tratamiento de lodos. Gasto de energía. Salida de aguas residuales. Quemado de gas metano.	
Tubería de conducción a digestores		
<b>FIN</b>	Lodos digeridos. Agua residual. Gas metano.	
Deshidratación de lodos		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Lodos espesados. Energía. Gas metano recirculado.		
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Peso de lodos digeridos en el tiempo.	ton/año	
Consumo de energía en el tiempo.	kWh	
Porcentaje de remoción de humedad.	%	
Cantidad de gas producida en el tiempo.	m <sup>3</sup> /d	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
<p>Valorar una posible venta del gas metano para generar ingresos a la institución. Buscar una alternativa de aprovechamiento de los lodos de manera que no se viertan al relleno sanitario.</p>		

**APÉNDICE 9: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE LODOS –  
DESHIDRATACIÓN DE LODOS**

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA- PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO DESHIDRATACIÓN DE LODOS	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
Reducir la humedad de los lodos digeridos de forma que puedan procesarse y manipularse como un residuo semisólido.		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
-Purga de agua residual. -Mantenimiento del sistema.		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
INTERNOS	EXTERNOS	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
INICIO Digestores	Tratamiento de aguas residuales. Gasto de energía. Generación de lodos.	
FIN Disposición de los lodos		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Lodos digeridos. Energía.	Lodos deshidratados. Aguas residuales.	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Peso de lodos listos para disposición. Consumo de energía en el tiempo. Porcentaje de humedad de los lodos.	ton/año kWh %	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
Valorar la posibilidad de un aprovechamiento de los lodos o venta de ellos para beneficio de la institución y una disposición con un ente gestor registrado por el ministerio de salud. Establecer una frecuencia de lavado de los depósitos de almacenamiento para evitar la contaminación por vectores y malos olores.		

## APÉNDICE 10: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE GASES – CILINDRO DE CARBONO ACTIVADO

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA-PROC-
FICHA DEL PROCESO CILINDRO DE CARBONO ACTIVADO	VERSIÓN  1	CÓDIGO:  FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
Limpieza del biogás de gases contaminantes que no poseen poder calórico.		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
Extracción del H <sub>2</sub> S del proceso		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>INICIO</b>	Generación de residuos de carbono activado.	
Ducto de salida del digestor		
<b>FIN</b>		
Gasómetros		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Biogás contaminado con otros gases.	H <sub>2</sub> S. Biogás limpio. Residuos de carbono activado.	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Porcentaje de remoción del carbono activado. Cantidad de gas producida en el tiempo.	% m <sup>3</sup> /d	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
Disponer el carbono activado con un ente gestor registrado en el Ministerio de Salud.		

## APÉNDICE 11: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE GASES – CALDERAS

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA-PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO CALDERA	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
Emisión de calor para mantener la temperatura óptima para la digestión de los lodos.		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
Combustión del gas. Producción de energía en forma de calor.		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>	<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>	
<b>INICIO</b> Ducto de salida del gasómetro	Producción de CO <sub>2</sub>	
<b>FIN</b> Ducto de salida al digestor		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Agua. Gas.	Vapor. Energía.	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Consumo de agua. Cantidad de gas consumido en el tiempo.	m <sup>3</sup> /año m <sup>3</sup> /año	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
Valorar la posibilidad de la reutilización de las aguas residuales. Asegurar la producción de un gas de consumo de calidad.		

## APÉNDICE 12: FICHA DE PROCESO LÍNEA DE GASES – QUEMADOR

DIRECCIÓN RYT GAM DEPARTAMENTO DE TRATAMIENTO	PTAR LOS TAJOS	FICHA-PROC- CÓDIGO:
FICHA DEL PROCESO QUEMADOR	VERSIÓN 1	FECHA DE REVISIÓN
<b>OBJETIVO DEL PROCESO</b>		
Reducir el impacto ambiental que podría causar el gas metano si se liberara directamente a la atmósfera.		
<b>ACTIVIDADES QUE CONFORMAN EL PROCESO</b>		
Quema del gas metano		
<b>PUESTO CRÍTICO (RESPONSABLES)</b>		
<b>INTERNOS</b>	<b>EXTERNOS</b>	
-DRyT-OMSR. -DRyT-OMST.	Contratista o prestador de servicios (Codificación propia).	
<b>LÍMITES DEL PROCESO</b>		<b>ASPECTOS AMBIENTALES</b>
<b>INICIO</b> Ducto de salida del gasómetro	Generación de residuos de carbono activado.	
<b>FIN</b> Liberación a la atmósfera		
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	
Gas metano	CO <sub>2</sub>	
<b>INDICADORES</b>	<b>UNIDADES</b>	
Cantidad de gas producida en el tiempo.	m <sup>3</sup> /d	
<b>ACTIVIDADES CORRECTIVAS</b>		
Evitar la acumulación de materia orgánica, que al final, afectan la calidad y cantidad del gas producido. Utilizar el generador cuando se esté produciendo una cantidad de gas rentable.		

### APÉNDICE 13: ESCALA Y CRITERIOS DE SIGNIFICANCIA

Escala de significancia para los aspectos ambientales			
Calificación cualitativa	Baja	Media	Alta
Calificación cuantitativa	1	2	3
Criterios de evaluación			
<b>Amplitud</b>	Aislado: área de influencia puntual	Local: área de influencia local o parcial, sin superar los límites de la empresa	Extenso: área de influencia externa, superando los límites de la empresa
<b>Frecuencia</b>	El AAS ocurre una vez al año	El AAS ocurre una vez al mes	El AAS ocurre una vez al día
<b>Impacto ambiental</b>	Reversible	Parcialmente reversible	Irreversible
<b>Legislación</b>	Aplica legislación: Al existir legislación reguladora se va a considerar como AAS, la prioridad de este aspecto la van a dar los criterios anteriores.		No aplica legislación: Si no existe legislación reguladora no se considera como AAS.

Criterio de significancia	
Calificación cuantitativa promedio	Significancia
<=5	NO
>5 Si le aplica normativa	SI

## APÉNDICE 14: REQUISITOS LEGALES Y OTROS REQUISITOS

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Consumo de energía eléctrica	Consumo de agua y generación de emisiones	Decreto Ejecutivo N° 23616-MIRENEM, de 22 de agosto de 1994.	ARTICULO 4. Límites de consumo El MINAET establecerá un programa gradual obligatorio de uso racional de la energía, destinado a las empresas privadas con consumos anuales de energía mayores de 240.000 kilovatios-hora de electricidad, 360.000 litros de derivados de petróleo o un consumo total de energía equivalente a doce terajulios	Sí	Consumo mensual de energía

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Funciones administrativas	Generación de emisiones atmosféricas de fuentes móviles por combustibles fósiles	Contaminación del aire. Lluvias ácidas. Enfermedades respiratorias	Ley 7447 (13 de abril de 1993). Regulación del Uso Racional de la Energía.  Reforma Manual de Procedimientos para la Revisión Técnica de Vehículos Automotores en las Estaciones RTV	Artículo 27, en materia energética y ambiental, el MINAET controlará y fijará los límites permisibles de emisión de gases y partículas. Artículo 54, 55, 56. Controles adecuados en la flotilla vehicular por una lista de vehículos, clasificación de vehículo.  Artículo 1 Revisión Técnica de Vehículos Automotores en las Estaciones de RTV	Sí	Hoja técnica de RTV
Línea de gases	Generación de residuos de carbono activado	Contaminación del agua y el suelo	Decreto N° 41527-S Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos	Artículo 7°-De las obligaciones y responsabilidades del generador.	Sí	Disposición de los residuos con un ente registrado en el Ministerio de Salud

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de lodos	Uso de agua de pozo e hidrante para calderas	Agotamiento de manto acuífero y reducción del recurso hídrico disponible para incendios	Decreto N° 32868 Canon por Concepto de Aprovechamiento de Aguas  Decreto N° 30480-MINAE Determina los principios que regirán la política nacional en materia de gestión de los recursos hídricos, y deberán ser incorporados, en los planes de trabajo de las instituciones públicas relevantes.	Artículo 5°—Toda persona física o jurídica, deberá pagar el canon de aprovechamiento de agua al MINAE a través de su Departamento de Aguas.  Artículo 1°— 6. El aprovechamiento del agua debe realizarse utilizando la mejor infraestructura y tecnología posibles de modo que se evite su desperdicio y contaminación.	Sí	Tecnología adecuada y cumplimiento del pago del canon
Línea de agua, línea de gases, línea de lodos y funciones administrativas	Consumo de agua potable	Agotamiento del recurso hídrico no renovable	Ley N° 1634 Ley General de Agua Potable	Artículo 14°- Será reprimido con una multa de diez a trescientos sesenta colones o arresto de cinco a ciento ochenta días, aquel que haga uso indebido o desperdicio de agua potable de las cañerías de cualquier localidad del país.	Sí	Se cumple pero falta mayor concientización

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de lodos	Generación de aceites quemados	Contaminación de suelos y aguas	Decreto N° 41527-S Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos	Artículo 7°-De las obligaciones y responsabilidades del generador.	Sí	Disposición de los residuos con un ente registrado en el Ministerio de Salud
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Generación de aguas residuales	Contaminación de cuerpos receptores	Decreto N° 32133 Declara de interés público y necesidad social el diseño, financiamiento, ejecución, operación y mantenimiento de obras para la recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales, generados en centros urbanos.	Artículo 2°- se dispone que el cumplimiento de las concentraciones máximas establecidas para los parámetros Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (5,20) en las aguas residuales de tipo ordinario que se viertan en un cuerpo receptor, será alcanzado gradualmente, mediante la adopción de sistemas de tratamiento y de tecnologías que incrementen los porcentajes de remoción de contaminantes.	Sí	La PTAR se encuentra en la primera etapa

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de agua	Generación de insectos y vectores	Transmisión de enfermedades que afectan la salud pública	Decreto N° 38335-S-MTSS Reglamento para regular la actividad de control de plagas mediante la aplicación de plaguicidas de uso doméstico y profesional.	Artículo 1°-Que es competencia del Ministerio de Salud velar porque todas las personas físicas o jurídicas que se ocupen del control y exterminio de plagas estén autorizados para este fin con el objetivo de evitar accidentes o daños a la salud.	Sí	Existe control de plagas regulado por el Ministerio de Salud
Línea de aguas y funciones administrativas	Generación de residuos sólidos ordinarios	Contaminación de suelos, aguas y generación de emisiones	Ley 8839 Ley para la gestión integral de residuos.	Artículo 14°-Todo ente generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos.	Sí	Se disponen con un ente registrado en el Ministerio de Salud
Línea de agua, línea de lodos, línea de gases y funciones administrativas	Manejo de productos de limpieza	Riesgo de derrame que podría contaminar el agua, el suelo y afectar las líneas de tratamiento, al igual que la salud de los trabajadores.	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Línea de agua, línea de lodos, línea de gases y funciones administrativas	Generación de residuos Electrónicos	Contaminación del suelo por disposición de residuos sólidos	Decreto N° 41527-S Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos	Artículo 7°-De las obligaciones y responsabilidades del generador.	Sí	Disposición de los residuos con un ente registrado en el Ministerio de Salud

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Funciones administrativas	Consumo de papel	Disminución de los recursos naturales.	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Línea de aguas, línea de lodos.	Generación de ruido	Afectación a la salud	Reglamento N°39200-s para el Control de Contaminación por Ruido	Artículo 4°- Se establece como zona mixta. Artículo 14.-Límites de niveles de sonido. Ninguna persona permitirá u ocasionará la emisión de cualquier sonido, que exceda los niveles establecidos	Si	Solo en un punto no cumple, no hay fauna cerca

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de aguas y línea de lodos	Generación de gases causantes de olores NH3 y H2S	Contaminación del aire	Reglamento N° 39951-S de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio	Artículo 7.-Las concentraciones de contaminantes no deberán ser superiores a los valores máximos. Los métodos de muestreo y de análisis deberán ser los anotados como Métodos de Referencia o alguno equivalente a criterio del Ministerio de Salud.	Sí	Mediciones in situ evidencian concentraciones inferiores a las máximas permitidas por la norma
Línea de lodos	Generación de residuos sólidos especiales	Afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Decreto N° 38272-S Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial	Artículo 17.- Todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, deben implementar en el marco de los Programas de Gestión Integral de Residuos o de los Planes Sectoriales de Residuos, acciones específicas orientadas a la prevención, minimización y gestión integral de los residuos de manejo especial, tal como se definen en el presente reglamento.	Sí	Disposición de los residuos con un ente registrado en el Ministerio de Salud

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de gases	Generación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas	Contaminación del aire. Lluvias ácidas. Enfermedades respiratorias	Reglamento sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de Calderas y Hornos de Tipo Indirecto  N° 36551-S-MINAET-MTSS	Artículo 7°-Valores máximos de emisión. Se establecen los valores máximos de emisión para las calderas y hornos de tipo indirecto que queman combustibles fósiles y biomásicos.	Sí	Registros no superan los valores máximos de emisión
Funciones administrativas	Uso de refrigerantes	Deterioro de la capa de ozono	Reglamento N° 35676-S-H-MAG-MINAET Reglamento de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) de acuerdo a la ley N° 7223 y sus enmiendas	Artículo 12°-El Ministro de ambiente, energía y telecomunicaciones tiene la facultad de prohibir la exportación, importación, reexportación y el uso de sustancias que se identifiquen como agotadoras de la capa de ozono, siempre y cuando la misma sea incluida en el Protocolo de Montreal.	Sí	El gas en uso está incluido dentro del Protocolo de Montreal
Funciones administrativas y de mantenimiento	Generación de residuos orgánicos (de comida y mantenimiento de áreas verdes)	Contaminación de suelo, agua y aire	Ley 8839 Ley para la gestión integral de residuos.	Artículo 14°-Todo ente generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos.	Sí	Existe una compostera para residuos de comida, lo demás se envía a relleno sanitario

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
todas las líneas	Residuos de fluorescentes y lámparas incandescentes	Contaminación de suelo, agua y aire	Decreto N° 37788-S-MINAE Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.	Artículo N°7-El generador de residuos peligrosos, así como los gestores de estos, serán responsables de garantizar el manejo integral según condiciones establecidas en este reglamento.	Sí	Se disponen con un ente registrado en el Ministerio de Salud, sin embargo, es conveniente mejorar las condiciones de acopio
Línea de lodos	Generación de lodos	Afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Decreto N° 33601 Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales.	Artículo N°63 Se prohíbe el vertido de lodos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales a los cuerpos de agua y alcantarillado sanitario	Sí	Se creó un sistema de contención de fugas y los lodos se disponen en un relleno sanitario con una entidad registrada en el Ministerio de Salud
Línea de lodos	Riesgo de derrame de lodos	Afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Línea de gases	Manejo de productos químicos ( $H_2SO_4$ , $FeCl_3$ , polímero catiónico y NaOH).	Afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Decreto N° 24099 Reglamento de registro y control de sustancias peligrosas.	Artículo N° 23 Toda persona natural o jurídica que importe, fabrique, manipule, almacene, venda, distribuya o suministre sustancias peligrosas, es responsable de sus trabajadores, por lo que estará obligado a instruirlos en el manejo correcto de esas sustancias.	Sí	Existe una adecuada disposición de este tipo de residuos con un ente regulado por el Ministerio de Salud
Línea de gases	Generación de residuos del biofiltro	Contaminación del suelo	Ley 8839 Ley para la gestión integral de residuos.	Artículo 14°-Todo ente generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos.	No	Debe hacerse un estudio de la madera óptima para un adecuado funcionamiento del biofiltro
Funciones administrativas	Riesgo de incendios y explosión	Posibilidad de daño a las instalaciones y contaminación del aire	Ley N° 8228 Protección contra incendios	Artículo 12.- La adopción del paquete de normas de la NFPA se hará de forma gradual,	Sí	Incendios producidos

Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Legislación Ambiental	Artículo	Cumplimiento	Evidencia
Funciones administrativas	Generación de residuos valorizables	Deterioro de los residuos sólidos aprovechables	Ley 8839 Ley para la gestión integral de residuos.	Artículo 14°-Todo ente generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos.	No	Centro de acopio no cumple con las condiciones
Línea de agua, línea de lodos y línea de gases	Riesgo de fallos operativos	Acumulación de residuos sólidos en pozo de gruesos	No aplica	No aplica	No aplica	Daños en grúas, cuchara bivalva, tornillos sin fin, operación con tampón al 100%.
Línea de aguas y línea de lodos	Digestión de lodos en pozo de gruesos	Mala calidad del biogás gas producido, disminuye su poder calórico	No aplica	No aplica	No aplica	Burbujas de gas en pozo de gruesos

**APÉNDICE 15: SIGNIFICANCIA DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES  
ENCONTRADOS**

Proceso	Aspecto Ambiental	Aplicación de legislación ambiental	Criterios de significancia				Significancia
			Amplitud	Frecuencia	Impacto ambiental	Puntaje total	
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Consumo de energía eléctrica	sí	1	3	2	6	SI
Funciones administrativas	Generación de emisiones atmosféricas de fuentes móviles por combustibles fósiles	sí	1	3	1	5	SI
Línea de gases	Generación de residuos de carbono activado	sí	2	1	2	5	SI
Línea de gases	Uso de agua de pozo e hidrante para calderas	sí	1	2	2	5	SI
Línea de agua, línea de gases, línea de lodos y funciones administrativas	Consumo de agua potable	sí	2	3	2	7	SI
Línea de lodos	Generación de aceites quemados	sí	1	2	2	5	SI
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Generación de aguas residuales	sí	3**	3	3	6	SI

Proceso	Aspecto Ambiental	Aplicación de legislación ambiental	Criterios de significancia				Significancia
			Amplitud	Frecuencia	Impacto ambiental	Puntaje total	
Línea de agua	Generación de insectos y vectores	sí	1	2	1	4	SI
Línea de aguas y funciones administrativas	Generación de residuos sólidos ordinarios	sí	3	3	2	8	SI
Línea de agua, lodos y funciones administrativas	Manejo de productos de limpieza	no	1	2	1	4	NO
Línea de agua, línea de lodos, línea de gases y funciones administrativas	Generación de residuos Electrónicos	sí	1	1	2	4	SI
Funciones administrativas	Consumo de papel	no	1	3	2	6	SI
Línea de aguas, línea de lodos.	Generación de ruido	sí	1	3	1	5	SI
Línea de aguas y línea de lodos	Generación de gases causantes de olores	sí	1	2	1	4	SI
Línea de lodos	Generación de residuos sólidos especiales	sí	1	2	3	6	SI
Línea de gases	Generación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas	sí	1	3	2	6	SI
Funciones administrativas	Uso de refrigerantes	sí	2	3	2	7	SI

Proceso	Aspecto Ambiental	Aplicación de legislación ambiental	Criterios de significancia				Significancia
			Amplitud	Frecuencia	Impacto ambiental	Puntaje total	
Funciones administrativas y de mantenimiento	Generación de residuos orgánicos (de comida y mantenimiento de áreas verdes)	sí	1	2	2	5	SI
Funciones administrativas	Residuos de fluorescentes	sí	1	1	2	4	SI
Línea de lodos	Generación de lodos	sí	3	3	2	8	SI
Línea de lodos	Riesgo de derrame de lodos	no	1	2	2	5	NO
Línea de gases	Manejo de productos químicos (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , FeCl <sub>3</sub> , polímero catiónico y NaOH).	sí	1	2	1	4	SI
Línea de gases	Generación de residuos del biofiltro	sí	1	2	1	4	SI
Funciones administrativas y línea de gases	Riesgo de incendios y explosión	sí	1	1	2	4	SI
Funciones administrativas	Generación de residuos valorizables	sí	1	3	1	5	SI
Línea de aguas	Riesgo de fallo operativo	no	2	3	2	7	SI

Proceso	Aspecto Ambiental	Aplicación de legislación ambiental	Criterios de significancia				Significancia
			Amplitud	Frecuencia	Impacto ambiental	Puntaje total	
Línea de aguas y línea de lodos	Digestión de lodos en pozo de gruesos	no	2	3	3	8	SI

## APÉNDICE 16: PLAN DE CONTROL PARA LA PTAR LOS TAJOS

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Consumo de energía eléctrica	Alta	Reducir el consumo de energía que la institución utiliza para alcanzar sus objetivos	Disminuir en un 2% el consumo de energía anual.	3 meses	kWh/año Capacitaciones	Programa de uso racional de la energía y PGAI. Operación con una centrífuga, un sedimentador y un decantador.	N/A	Gestión Ambiental Institucional, Operación y Mantenimiento
Funciones administrativas	Generación de emisiones atmosféricas de fuentes móviles por combustibles fósiles	Baja	Reducir el consumo de combustible en los vehículos institucionales	Disminuir en un 10% el gasto de combustible mensual.	4 meses	L gasolina/mes L Diésel/mes	Establecer un programa de mantenimiento trimestral de la flotilla vehicular, donde se registren los niveles de emisiones de gases contaminantes. Capacitar a los choferes sobre formas de manejo menos perjudiciales para el ambiente	€500 000	Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional
Línea de gases	Generación de residuos de carbono activado	Baja	Prevenir la contaminación del agua y el suelo	Recuperar el 100% de los residuos de carbono activado.	6 meses	% eficiencia de desorción	Disponer con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	€175 000/ton	Departamento Administrativo Financiero y Gestión Ambiental Institucional
Línea de gases	Uso de agua de pozo e hidrante para calderas	Baja	Evitar el desgaste de manto acuífero y reducción del recurso hídrico para incendios	Implementar sistemas de recolección de agua de lluvia en el 50% de las edificaciones de la PTAR.	1 año	m <sup>3</sup> /año de agua de lluvia captada y # de edificios con sistemas de agua de lluvia.	Valorar la posibilidad de utilizar agua tratada para el funcionamiento de la caldera. Verificar la dureza del agua que alimenta las calderas para evitar incrustaciones. Implementar un sistema de recolección y almacenamiento de agua de lluvia.	€5 000 000	Gestión Ambiental Institucional, Operación y Mantenimiento

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de agua, línea de gases, línea de lodos y funciones administrativas	Consumo de agua potable	Alta	Reducir el consumo de agua que la institución utiliza para alcanzar sus objetivos	Disminuir en un 10% el consumo de agua mensual.	1 año	m <sup>3</sup> /mes	<p>Desarrollar talleres internos, sobre buenas prácticas al utilizar el agua.</p> <p>Desarrollar un manual de buenas prácticas de lavado de plantas y equipos.</p> <p>Utilizar dos hidrolavadoras industriales a vapor para lavado.</p> <p>Utilizar dispositivos ahorradores de agua en mangueras convencionales.</p> <p>Sustituir los orinales de descarga por orinales secos.</p> <p>Establecer chequeos periódicos en las líneas de conducción del agua para descartar fugas.</p>	€8 000 000	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de agua, línea de lodos y funciones administrativas	Generación de aguas residuales	Alta	Mejoramiento de la calidad fisicoquímica del agua del Río Torres después de la PTAR	Disminuir en un 2% la concentración de DBO, DQO y SST después de la PTAR.	6 meses	DBO (mg/L) DQO (mg/L) SST (mg/L)	Realizar talleres a nivel externo, sobre el uso adecuado del recurso hídrico, los impactos ambientales de las aguas residuales y los riesgos de las conexiones ilegales. Buscar un convenio con una ONG de voluntariado donde haya un proyecto de Saneamiento y Lavado del Río Torres. Desarrollar un manual de buenas prácticas de lavado de plantas y equipos. Desarrollar un manual de buenas prácticas de lavado de vehículos, promoviendo un lavado en seco.	€200 000	Gestión Ambiental Institucional
Línea de lodos	Generación de aceites quemados	Baja	Prevenir la contaminación del agua y el suelo	Disponer con una entidad gestora el 100% de los residuos de carbono activado y disminuir en un 2% la cantidad de aceite utilizado al año.	6 meses	% de aceite Tratado Barriles aceite comprados/año	Verificar la prioridad con que se realizan los cambios de aceite e investigar si esta se puede alargar según el uso de los equipos. Levantar registros de cantidad de aceite quemado que se genera por mes y cuanto se dispone para hacer comparaciones y poder verificar un ahorro de este insumo. Disponerlos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	\$0/ton	Departamento Administrativo Financiero y Gestión Ambiental Institucional

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de agua	Generación de insectos y vectores	Baja	Disminuir la proliferación de insectos causantes de enfermedades	Disminuir en un 25% las incapacidades relacionadas a afecciones médicas causadas por vectores.	3 meses	# de fumigas y # de incapacidades	Revisar el procedimiento de la fumigación de la empresa contratada, se deben proteger los equipos y las herramientas de los operadores. Levantar fichas de fumigación, donde se detalle el área a desinfectar, ingrediente activo, concentración, dosis aplicada, persona responsable y un apartado para observaciones del sitio, con el objetivo de identificar opciones de mejora.	N/A	Gestión Ambiental Institucional, Operación y Mantenimiento
Línea de aguas y funciones administrativas	Generación de residuos sólidos ordinarios	Alta	Disminuir la cantidad de residuos sólidos ordinarios que llegan a la PTAR y disminuir su impacto ambiental a nivel interno de la PTAR	Disminuir en un 2 % la cantidad de residuos sólidos generados por mes.	6 meses	kg R.S/mes Capacitación	Realizar talleres a nivel externo, sobre el impacto ambiental de arrojar residuos sólidos al alcantarillado sanitario, para reducir la cantidad de residuos sólidos que llegan a la planta. Establecer un programa de limpieza a vapor, de los contenedores de estos materiales para disminuir la proliferación de vectores y generación de malos olores.	€200 000	Gestión Ambiental Institucional

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de agua, lodos y funciones administrativas	Manejo de productos de limpieza	Baja	Disminuir costo económico de las labores de limpieza y su riesgo para la salud.	Disminuir el gasto mensual en productos de limpieza en un 10%	3 meses	Colones/mes	<p>Verificar las etiquetas de los productos para descartar riesgos a la salud en caso de derrame de algún producto con un ingrediente activo dañino para la salud.</p> <p>Realizar un registro de la cantidad y el tipo de producto que se consume a nivel mensual.</p> <p>Realizar un taller a nivel interno sobre buenas prácticas de limpieza.</p> <p>Sustituir los detergentes actuales por detergentes ecológicos.</p> <p>Capacitar al personal en caso de uso de productos de limpieza abrasivos, entre otros.</p>	€200 000	Gestión Ambiental Institucional, Operación y Mantenimiento
Línea de agua, línea de lodos, línea de gases y funciones administrativas	Generación de residuos Electrónicos	Baja	Reducir el impacto ambiental causado por residuos electrónicos	Disponer con una entidad gestora el 100% de los residuos de electrónicos	6 meses	kg Residuos/año	<p>Levantar registros por peso de la cantidad de residuos sólidos generados al año.</p> <p>Disponerlos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH</p>	entre €1 500 000 y \$2 500 000 /ton	Departamento Administrativo Financiero y Gestión Ambiental Institucional
Funciones administrativas	Consumo de papel	Alta	Mejorar las condiciones del centro de acopio, reducir el uso de papel y aumentar la cantidad que reciclada.	Ahorrar un 5% de las resmas de papel utilizadas con respecto al año anterior.	3 meses	Resmas/mes	<p>Organizar el centro de acopio.</p> <p>Realizar talleres internos sobre el no desperdicio de papel.</p>	€120 000/ton	Gestión Ambiental Institucional

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de aguas, línea de lodos.	Generación de ruido	Baja	Concientizar al personal sobre la importancia de utilizar equipo de protección personal en puestos vitales y prevenir problemas con la comunidad.	Disminuir en un 25% las incapacidades relacionadas con molestias por ruido y realizar al menos 4 mediciones de ruido al año.	3 meses	dB # de incapacidades	Mediciones periódicas de los niveles de ruido a nivel interno y externo. Realizar una campaña de concientización interna, donde se motive al personal a utilizar el equipo de protección necesaria en puestos críticos.	€100 000	Salud ocupacional
Línea de aguas y línea de lodos	Generación de gases causantes de olores NH3 y H2S	Baja	Verificar periódicamente la calidad del aire.	Realizar al menos 4 mediciones de la calidad del aire al año.	6 meses	ppm	Mediciones periódicas de la concentración de estos gases en el Aire. Realizar una campaña de concientización interna, donde se motive al personal a utilizar el equipo de protección necesaria en puestos críticos. Registrar en una bitácora, las variables que inciden en situaciones donde se disparan los olores, por ejemplo, condiciones climáticas, temperatura, caudal, entre otros.	€100 000	Gestión Ambiental Institucional, Operación y Mantenimiento
Línea de lodos	Generación de residuos sólidos especiales	Alta	Reducir el impacto ambiental causado por la generación de residuos sólidos especiales.	Disponer con una entidad gestora el 100% de los residuos especiales.	6 meses	kg Residuos/año	Disponerlos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	Entre €175 000 y \$250 000 /ton	Departamento Administrativo Financiero y Gestión Ambiental Institucional
Línea de gases	Generación de emisiones atmosféricas de fuentes fijas	Alta	Propiciar las condiciones para aumentar la producción y mejorar la	Aumentar en un 5% la cantidad de gas aprovechado en la PTAR.	6 meses	m <sup>3</sup> biogás/día	Medir la calidad y la cantidad del gas producido y las concentraciones de contaminantes en el gas quemado.	N/A	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
			calidad del gas producido.				Extraer los lodos acumulados en pozo de gruesos.		
Funciones administrativas	Uso de refrigerantes	Alta	Reducir el impacto ambiental causado por el uso de refrigerantes.	Disminuir el consumo de gas refrigerante en un 20%.	3 meses	litros de refrigerante/año	Verificar el uso del refrigerante R134A o R450A en aires acondicionados de las instalaciones y vehículos institucionales. Concientizar al personal sobre un adecuado uso de los dispositivos de aire acondicionado.	€50 000	Gestión Ambiental Institucional, Mantenimiento
Funciones administrativas	Generación de residuos orgánicos (de comida y mantenimiento de áreas verdes)	Baja	Sistematizar la gestión de la materia orgánica generada en la institución.	Disminuir un 2% la cantidad de residuos orgánicos que se envían al relleno sanitario.	6 meses	ton residuos/año	Colocar contenedores dedicados para el almacenamiento exclusivo de los residuos de este tipo. Promover el uso de la compostera. Disponerlos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	€175 000/ton	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional
Funciones de mantenimiento	Residuos de fluorescentes y lámparas incandescentes	Baja	Evitar la contaminación de suelo, agua y aire	Disponer con una entidad gestora el 100% de los residuos fluorescentes y de lámparas incandescentes.	6 meses	ton residuos/año	Disponer los residuos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	€2 500 000/ton	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional
Funciones de mantenimiento	Generación de lodos	Alta	Disminuir la afectación a la salud humana, afectación del paisaje,	Disponer con una entidad gestora el 100% de los lodos.	1 año	ton lodos/año	Disponerlos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	€175 000/viaje Alquiler de Gondola	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
			deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.				Implementar un programa de limpieza de los contenedores de este material para disminuir la proliferación de vectores.	para Lodos: €300 000/mes	Gestión Ambiental Institucional
Línea de lodos	Riesgo de derrame de lodos	Baja	Disminuir la afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Reducir en un 100% los derrames de lodos verificando que el nivel de carga hidráulica no sobrepase la capacidad de diseño de las distintas operaciones unitarias.	1 año	# de derrames por año carga hidráulica de lodos: m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> *d	Identificar los sitios por donde se pueden escapar los lodos. Cementar el perímetro de los sitios de fuga y colocar muros de contención. Valorar la posibilidad de incorporar sensores de carga hidráulica en los puntos que se han registrado eventualidades.	€1 000 000	Gestión Ambiental Institucional, Operación y Mantenimiento
Línea de lodos	Manejo de productos químicos (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , FeCl <sub>3</sub> , polímero catiónico y NaOH).	Baja	Disminuir la afectación a la salud humana, afectación del paisaje, deterioro de la calidad del suelo, el agua y el aire.	Disponer con una entidad gestora el 100% de los residuos contaminados con productos químicos	6 meses	kg residuos/año	Disponer los residuos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH Construir un muro de contención alrededor de los contenedores de reactivos.	€175 000/ton	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional
Línea de gases	Generación de residuos de residuos del biofiltro	Baja	Prevenir la contaminación del suelo	Sustituir un 20% del área de madera del biofiltro por otro tipo de madera que se adapte a las condiciones climáticas nacionales.	1 año	ppm de NH <sub>3</sub> y H <sub>2</sub> S en el aire	Investigar las características de la madera actual para encontrar una alternativa. Disponer los residuos con una entidad gestora registrada en el Ministerio de Salud: WASTECH	€175 000/ton	Departamento Administrativo Financiero, Mantenimiento y Gestión Ambiental Institucional

Proceso	Aspecto ambiental	Prioridad	Objetivos	Metas ambientales	Plazo de cumplimiento	Indicadores	Medidas ambientales	Presupuesto	Responsables
Línea de gases	Riesgo de incendios y explosión	Baja	Reducir la posibilidad de daño a las instalaciones y contaminación del aire	Disminuir en un 50% la velocidad promedio del tránsito en la vía frente a PTAR Los Tajos.	1 año	velocidad de tránsito km/h	Mejorar la señalización vial en las proximidades de la PTAR y colocar reductores de velocidad frente a Canal 13 y postes contenedores de impactos en el muro, paralelo a los gasómetros. Realizar mediciones de velocidad de tránsito antes y después de implementar estas medidas.	N/A	Departamento Administrativo
Funciones administrativas	Generación de residuos valorizables	Baja	Evitar el deterioro de los residuos valorizables	Aprovechar en un 100% los residuos valorizables generados al año.	1 año	% residuos aprovechados ton residuo/año	Construir paredes al centro de acopio.	€2 000 000	Departamento Administrativo Financiero, y Gestión Ambiental Institucional
Línea de agua, línea de lodos, línea de gases	Riesgo de fallos operativos	Alta	Evitar la disminución de la capacidad de operación del sistema	Disminuir en un 20% la cantidad de fallos operativos de las máquinas.	3 meses	# de reparaciones obligatorias por mes (no cuenta mantenimiento preventivo).	Realizar un análisis de ciclo de vida de las máquinas para implementar un sistema de compras de repuestos, establecer un registro de reparaciones de máquinas y desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo.	N/A	Mantenimiento
Línea de aguas	Digestión de lodos en pozo de gruesos	Alta	Mejorar la cantidad del biogás producido	Aumentar en un 5 % la cantidad de gas producido	6 meses	m <sup>3</sup> /año	Evitar que tampón llegue a un 100% de capacidad mediante el aumento de actividad de las centrifugas. Realizar un estudio sobre el tiempo óptimo de operación de una caldera.	N/A	Mantenimiento

## APÉNDICE 17: PROGRAMA DE AUDITORÍA INTERNA PTAR LOS TAJOS

Este programa tiene como objetivo la evaluación del SGA una vez implantado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Los Tajos, se utiliza para la planificación, realización, documentación y seguimiento de las auditorías internas de gestión ambiental, con el objeto de verificar que las actividades que se realizan en la planta cumplen con las disposiciones establecidas en el Sistema de Gestión; como criterios de evaluación, para cada actividad auditada, se toman la **Norma ISO 14001:2015** y la **Normativa Nacional vigente**.

PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS							
Versión: _____ Fecha: 05/05/19							
L.A: Línea de agua    L.L: Línea de lodos    L.G: Línea de gas			Elaborado por:		Aprobado por:		
Proceso	Área	Equipo Auditor	Objetivo	Fecha de inicio	Fecha de fin	Alcance	Recursos
Pozo de gruesos	L.A	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	ene-20	feb-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Higiene <input type="checkbox"/> Grúas <input type="checkbox"/> Compuertas <input type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Residuos <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Desarenado y desengrasado	L.A	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	ene-20	feb-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Higiene <input type="checkbox"/> Grúas <input type="checkbox"/> Compuertas <input type="checkbox"/> Contenedores <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

**PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS**  
**Versión: \_\_\_\_\_ Fecha: 05/05/19**

<b>L.A: Línea de agua L.L: Línea de lodos L.G: Línea de gas</b>				<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<i>Proceso</i>	<i>Área</i>	<i>Equipo Auditor</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Fecha de inicio</i>	<i>Fecha de fin</i>	<i>Alcance</i>	<i>Recursos</i>
						Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Residuos <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	
Sedimentadores	L.A	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	ene-20	feb-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Higiene <input type="checkbox"/> Compuertas <input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/> Calidad del vertido <input type="checkbox"/> Bombeo <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Espesadores	L.L	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	feb-20	mar-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Higiene <input type="checkbox"/> Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

**PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS**  
**Versión: \_\_\_\_\_ Fecha: 05/05/19**

<b>L.A: Línea de agua   L.L: Línea de lodos   L.G: Línea de gas</b>				<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<i>Proceso</i>	<i>Área</i>	<i>Equipo Auditor</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Fecha de inicio</i>	<i>Fecha de fin</i>	<i>Alcance</i>	<i>Recursos</i>
						Ductos <input type="checkbox"/> Bombeo <input type="checkbox"/>	
Digestores	L.L	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	feb-20	mar-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/> Ductos <input type="checkbox"/> Bombeo <input type="checkbox"/> Acceso <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Deshidratación de lodos	L.L	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	feb-20	mar-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Ruido <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/> Ductos <input type="checkbox"/> Centrífugas <input type="checkbox"/> Polímero <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

**PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS**  
**Versión: \_\_\_\_\_ Fecha: 05/05/19**

<b>L.A: Línea de agua L.L: Línea de lodos L.G: Línea de gas</b>				<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<i>Proceso</i>	<i>Área</i>	<i>Equipo Auditor</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Fecha de inicio</i>	<i>Fecha de fin</i>	<i>Alcance</i>	<i>Recursos</i>
						Tornillo sin fin <input type="checkbox"/> Acceso <input type="checkbox"/>	
Almacenamiento	L.L	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	feb-20	mar-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Olores <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Higiene <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Cilindro carbono activado	L.G	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	mar-20	abr-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Olores <input type="checkbox"/> Residuos <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Ductos <input type="checkbox"/> Estado del tratamiento <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Gasómetros	L.G	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	mar-20	abr-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Olores <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

**PROGRAMA ANUAL DE AUDITORÍAS INTERNAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE PTAR LOS TAJOS**  
**Versión: \_\_\_\_\_ Fecha: 05/05/19**

<b>L.A: Línea de agua L.L: Línea de lodos L.G: Línea de gas</b>				<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>	
<i>Proceso</i>	<i>Área</i>	<i>Equipo Auditor</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Fecha de inicio</i>	<i>Fecha de fin</i>	<i>Alcance</i>	<i>Recursos</i>
						Ductos <input type="checkbox"/> Membrana <input type="checkbox"/>	
Quemador	L.G	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	mar-20	abr-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Emisiones <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Sopladores	L.G	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	mar-20	abr-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Olores <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Ductos <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa
Caldera	L.G	Auditor líder y auditor de área operativa.	Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 14001:2015	mar-20	abr-20	Actividades desarrolladas en el proceso: Agua <input type="checkbox"/> Responsabilidades <input type="checkbox"/> Energía <input type="checkbox"/>	Computadora, papelería impresa

## **APÉNDICE 18: PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS INTERNAS**

### **Objetivo**

Establecer los lineamientos a seguir para planificar y realizar las auditorías del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

### **Alcance**

Los requisitos de este procedimiento son aplicables a todos los recursos, actividades, funciones y procedimientos que constituyen el SGA de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Los Tajos.

### **Documentos aplicables y documentos de referencia**

Documentos aplicables:

- Programa Anual de Auditorías Internas del SGA Integrado de PTAR Los Tajos.
- Reporte de No Conformidad.
- Informe Final de Auditoría.
- Minuta de Reunión

Documentos de referencia:

- SGA PTAR Los Tajos.
- *ISO 14001:2015* Sistemas de Gestión Ambiental.
- *ISO 19011:2018* Directrices para Auditar Sistemas de Gestión.

### **Acceso**

Tendrán acceso al presente documento, el Comité de seguimiento de actividades, todo el personal de PTAR Los Tajos demás personal implicado directamente en las actividades descritas.

### **Definiciones**

**Auditoría interna:** Proceso sistemático realizado en PTAR Los Tajos, de forma independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el alcance al que se cumplen los criterios de evaluación de la auditoría.

**Evidencia Objetiva:** Datos documentados que apoyan la evidencia o verdad de algo.

**No conformidad:** Incumplimiento de un requisito.

**Auditor de interno:** Persona perteneciente a la institución, que lleva a cabo una auditoría.

**Auditado:** Área o departamento objeto de la auditoría.

## **Descripción**

### ***Planificación de las auditorías***

Al final de cada año, la dirección del Área de Gestión Ambiental elabora y somete a revisión de la Alta Dirección, un Programa de Auditorías aplicable al año siguiente, de modo que abarque a todas las actividades alcanzadas por el Sistema de Gestión Ambiental.

El programa de auditorías incluye:

- Áreas y fechas previstas para la auditoría.
- Equipo auditor.
- Auditado.

Una vez aprobado el programa de auditorías por la Alta Dirección, es distribuido a los responsables de las distintas áreas a auditar, por parte del responsable de Gestión Ambiental. Se podrán realizar auditorías no incluidas en el programa anual siempre que se considere necesario, comunicándose previamente a las áreas que serán auditadas. Estas auditorías extraordinarias podrán ser llevadas a cabo debido, entre otras causas a:

- Introducción de cambios de organización, tecnológicos, modificaciones significativas en el Sistema de Gestión Ambiental, entre otros casos.
- Se sospeche o se tenga certeza de que el Sistema de Gestión Ambiental ha disminuido su eficacia.
- Se considere oportuno para la verificación de acciones correctivas, o preventivas que requieran control y seguimiento de su implantación y efectividad.

Todas las áreas de la empresa cubiertas por el SGA serán auditadas como mínimo una vez al año y se procurará que dicha programación interfiera lo menos posible en las actividades que realiza la PTAR.

La planificación de las actividades de auditoría se realiza de forma anual, si ésta debiera alterarse, el responsable de Gestión Ambiental emitirá una nueva edición del Programa de Auditorías, siguiendo el mismo proceso de aprobación y distribución que el programa anterior.

### ***Equipo auditor***

El equipo auditor está formado por una o varias personas, dependiendo de las características de la auditoría y de los conocimientos requeridos para efectuar la misma. Con el objetivo de mantener la independencia y objetividad en el proceso, es requisito que el personal auditor no tenga responsabilidad directa sobre el área auditada, y sea lo más objetivo posible.

Uno de los auditores actúa como auditor líder, asumiendo las funciones de organización y dirección de la auditoría, así como la comunicación de sus resultados. El equipo auditor puede estar constituido por personal calificado como mínimo como Auditor o por personal calificado como Auditor de empresas acreditadas, contratadas a tal efecto. En este caso se solicita la presentación del certificado de acreditación como Auditor.

Los requisitos de calificación establecidos para los auditores internos son los siguientes:

Auditor:

- Experiencia profesional: como mínimo, un año de experiencia profesional
- Formación académica: como mínimo, titulación en una ciencia o carrera afín al proceso.
- Conocimientos específicos:
  - Conocimiento sobre técnicas de auditorías de Gestión Ambiental.
  - Conocimiento sobre Sistemas de Gestión Ambiental.
  - Conocimiento del Sistema de Gestión Ambiental de la PTAR.
- Entrenamiento práctico en auditorías, como mínimo, asistencia a dos auditorías como observador.

Auditor jefe:

- Cumplir los requisitos antes mencionados, tener dos años mínimo de experiencia profesional, así como haber realizado tres auditorías como auditor.

La calificación como auditor / auditor líder, la realiza el responsable del área de Gestión Ambiental de la PTAR, comprobando el cumplimiento de los requisitos de calificación anteriormente indicados.

## **Etapas de una auditoría interna**

### ***Preparación***

Previamente a la realización de la auditoría, el auditor estudia la documentación aplicable, y si lo considera oportuno, elabora una lista de comprobación. En este documento se especifica el área donde se realiza la auditoría y las actividades concretas objeto de verificación, de forma que sirva como guía para el desarrollo de la auditoría. Se deben tomar en cuenta los anteriores informes de auditorías, los informes de no conformidad y las acciones correctivas generadas en el año, y cualquier otro registro que se considere útil.

### ***Programa de auditoría***

Con una antelación de 15 días hábiles a la fecha programada, el auditor envía un escrito al responsable directo del área a auditar incluyendo:

- Área para auditar.
- Actividad objeto de la auditoría.
- Fecha de la auditoría prevista.
- Equipo auditor.
- Capítulos de la norma auditada. (*ISO 14001:2015* Sistemas de Gestión de Ambiental)
- Duración prevista.
- Auditado.

### ***Realización***

La auditoría se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en el presente Procedimiento, dado que, la finalidad de la Auditoría es la mejora continua del Sistema de Gestión, se prestará especial atención a la corrección de aquellas deficiencias detectadas en auditorías anteriores, además, se auditará la efectividad de las medidas recientemente implantadas para modificar el SGA.

El desarrollo de la auditoría sigue el esquema:

- a) Reunión inicial. La auditoría se inicia con una reunión de apertura donde se confirma el alcance de la auditoría, el programa y todo lo referente a la documentación.
- b) Ejecución de la auditoría. Durante el transcurso de la auditoría debe estar presente el responsable o persona del área a auditar que facilite las evidencias objetivas y datos necesarios solicitados por el auditor para el cumplimiento satisfactorio de las actividades.

El auditor documenta en sus anotaciones personales la identificación de los puntos comprobados (identificación del trabajo, personal, documentos, acciones correctivas, oportunidades de mejora, entre otros.) con el fin de facilitar el informe final de auditoría.

A través de las entrevistas, lista de chequeo, documentos, observación de las actividades desarrolladas y situación en las áreas implicadas, el equipo auditor busca evidencias objetivas que constaten que las actividades auditadas se realizan según lo establecido en el SGA, comprobando que la institución está dando respuesta a los requerimientos de la Norma aplicable.

Las no conformidades detectadas durante la auditoría se comentan y se analizan con el auditado, para tratar de averiguar:

- Las causas que producen la no conformidad
- Los efectos o incidencias sobre la efectividad del trabajo o actividades de la PTAR

- Si la no conformidad es un caso único o es continua y sistemática
- Si puede ser debida a falta de recursos, formación, carencias de algún documento del sistema de gestión, entre otros.

Las no conformidades detectadas deben estar documentadas de forma precisa, con base en datos objetivos y no en impresiones subjetivas del auditor. Además, se debe tratar de verificarlas a través de otras fuentes independientes tales como la observación física, la medición y los registros. Toda no conformidad detectada en el momento de la auditoría debe estar reflejada en el “Informe de auditoría”. Durante la auditoría se realiza una comprobación y seguimiento de la implantación y efectividad de las acciones correctivas y preventivas, pendientes de auditorías anteriores y que afecten al área auditada. Con el objetivo de conseguir una mejora progresiva del SGA de PTAR Los Tajos, el auditor registra en el Informe de Auditoría (apartado mejoras propuestas) aquellas oportunidades de mejora detectadas a lo largo de la auditoría.

- c) Reunión final. Al finalizar la auditoría se realiza una reunión en la que deben estar presentes el equipo auditor, los responsables de las áreas auditadas y el responsable del Área de Calidad y Gestión Ambiental.

Esta reunión tiene como objetivo:

- Explicar cómo se ha desarrollado la auditoría, se debe realizar una descripción de las no conformidades y las conclusiones obtenidas en cuanto a su origen y efectos sobre la gestión,
- Exponer las no conformidades detectadas durante la auditoría a los asistentes, de tal modo que se asegure que se entienden claramente los resultados de la auditoría y que son aceptados.
- Establecer un plazo para que los responsables de las áreas definan las medidas a tomar.
- Comentar las mejoras propuestas por el equipo Auditor.

Asimismo, si durante el transcurso de la auditoría se pusieran de manifiesto acciones de mejora que puedan contribuir a eliminar causas potenciales de una no conformidad estas acciones se registran y se gestionan como acciones preventivas.

### ***Informe de la auditoría***

El equipo auditor prepara en un plazo máximo de quince días un informe de auditoría donde se describe:

- Objeto/alcance de la auditoría.
- Área auditada.
- Fecha de la auditoría.

- Equipo auditor.
- Comprobaciones realizadas.
- Resultados obtenidos: se adjuntarán las no conformidades detectadas.
- Mejoras propuestas
- Plazos acordados para la definición por los auditados de las medidas a tomar
- Firma equipo auditor.
- Anexos: se adjuntarán las evidencias objetivas que se consideren necesarias.

El Informe, una vez firmado por el equipo auditor, es archivado por el Área de Calidad y Gestión Ambiental y se remite copia a responsables, Gerentes y directores del área auditada y a Dirección General. En los informes de cierre de auditoría se deben adjuntar las evidencias que demuestren las comprobaciones realizadas, en relación con las no conformidades, oportunidades de mejora, acciones correctivas y medidas preventivas.

### **Seguimiento**

El responsable del área auditada procede a definir junto con el Área de Calidad y Gestión Ambiental, las acciones a emprender que pueden ser: corrección o acción; correctiva/preventiva.

En cualquier caso, es función del Área de Calidad y Gestión Ambiental el seguimiento y cierre del “Informe de auditoría” manteniendo registro de las no conformidades detectadas en el transcurso de las auditorías, y reclamando a los responsables de su cierre las evidencias que demuestran la resolución de las no conformidades en las fechas indicadas. Asimismo, el Área de Calidad y Gestión Ambiental podrá convocar una auditoría extraordinaria para verificación de la resolución de las no conformidades. No se considera una auditoría cerrada hasta la resolución de todas las No conformidades detectadas.

## APÉNDICE 19: REGISTRO DE AUDITORÍAS

El auditor deberá llenar la ficha de registro de auditoría que se muestra a continuación; esto se toma como evidencia de la realización de la auditoría, se deberá considerar el área o proceso que se va a auditar, el alcance, la normativa aplicable, la metodología, entre otros aspectos mencionados en la ficha.

### Ficha de registro de auditoría interna de PTAR Los Tajos

FICHA DE REGISTRO DE AUDITORÍA			
<b>Objetivo y alcance de la auditoría:</b>			
<b>Criterio de auditoría (Norma):</b>			
<b>Metodología de Auditoría:</b>			
<b>Requisitos de seguridad y confidencialidad de información:</b>			
<b>Audidores:</b>			
Apertura		Clausura	
<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>

Elaborador por \_\_\_\_\_.

Aprobado por \_\_\_\_\_.



## APÉNDICE 21: FORMULARIO DE REPORTE DE NO CONFORMIDAD

Cuando exista evidencia de una “No Conformidad”, el auditor interno deberá levantar una boleta de No Conformidad y detallar los datos que en ella se solicitan, a fin de que exista un documento formal que evidencie la realización de la auditoría en determinada área o proceso; a continuación de muestra la boleta de reporte de no conformidad:

	<b>REPORTE DE NO CONFORMIDAD</b>		Código de formulario:	
	<b>PTAR LOS TAJOS</b>		Número de revisión:	
			Número de no conformidad:	
<b>ORÍGEN</b>				
Fecha:		Departamento/Línea de proceso:		
Área/Proceso/Actividad afectada:				
<b>TIPO DE REVISIÓN</b>				
Auditoría <input type="radio"/>		Inspección <input type="radio"/>		Otro (especifique):
Reportado por:				
Dirigido a:				
<b>DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD</b>				
CAUSA U ORIGEN DE LA NO CONFORMIDAD DETECTADA				
<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>				
<b>INVOLUCRADOS EN LA CORRECCIÓN Y LAS ACCIONES CORRECTIVAS</b>				
Nombre	Cargo	Fecha de verificación	Firma	
<b>CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD</b>				
Verificación efectuada (Acciones efectuadas/Implementadas):				
Datos	Verificado por		Aprobado por	
Nombre				
Firma				
Fecha				

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: PLAN DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LOS TAJOS, I ETAPA, SAN JOSÉ**

Documento adjunto

**ANEXO 2: PLAN DE SALUD OCUPACIONAL: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LOS TAJOS, I ETAPA, SAN JOSÉ**

Documento adjunto

**ANEXO 3: MANUAL DE PROTOCOLOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE PTAR LOS TAJOS**

Documento adjunto

**ANEXO 4: POLÍTICA AMBIENTAL INSTITUCIONAL**

Documento adjunto

**ANEXO 5: ORGANIGRAMA DE PTAR LOS TAJOS**

