



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN C.A CIGARRERA
BIGOTT SUCS**

Autora:
Colina, B. Dalki, J.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS**

Proyecto del Informe de Pasantías para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Autora:

Colina, B. Dalki, J.

C.I:29.560.554

Tutora Académica: Ing. Ana Avendaño

C.I: 7.187.788

San Diego, noviembre de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento de aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sues.

Realizado por el (la) Br. Dalki Colina

C.I. N° 29.560.554 cursante de la carrera de Ing. Industrial

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

[Signature] El Jurado
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Aida Arudain
C.I.: 7.182788

[Signature]
Jurado
Nombre: Fran Villanueva
C.I.: 12109963



16/11/2023

Jurado
Nombre: _____
C.I.: _____

Fecha: 15/11/2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Ana Avendaño, portador de la cédula de identidad N° 7.187.788, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano, Dalki Jaidelin Colina Betancourt, portador de la cédula de identidad N° 29.560.554, titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 29 días del mes de octubre del año dos mil veintidós.

Ing. Ana Avendaño

C.I: 7.187.788



REPÚBLICA BOLIVARIANA
UNIVERSIDAD DE VALENCIA
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI I 003 2023-ICR IP

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadana:
COLINA BETANCOURT, DALKI JAIDELIN
29.560.554
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 07-2023 de fecha 13/06/2023 aprobó el proyecto de grado tipo informe de Pasantía titulado:

Plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento de aguas residuales en C.A. Cigarrera Bigott Sucs.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Ana Cristina Avendaño de Mejías, titular de la cédula de identidad V-7.187.788

Atentamente



Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme en este camino y ser mi protector ante toda circunstancia.

A mi mamá, Idalia Betancourt, por su apoyo incondicional ante todo momento, por consolarme en mis momentos de crisis y brindarme la motivación necesaria para dar lo mejor de mi cuando sentía que no podía continuar.

A mi papá, Jacky Colina, por enseñarme que con motivación y responsabilidad todo es posible, igualmente, por su apoyo incondicional ante todo este camino recorrido, por llenarme de fortalezas, y acompañarme en mis trasnochos sin importar que tan cansado o dolido estuviera.

A mi hermana, Stefany Colina, por las risas y momentos compartidos, por las charlas que me ayudaron a aliviar la tensión y el estrés.

A Roberto y Mariana, los que me acompañaron en toda esta experiencia universitaria, convirtiéndose en amigos de confianza y llevándose gran parte de mi cariño. A ellos, por todos los momentos de risa, aprendizaje, apoyo y lágrimas. Por lograr lo que en algún momento dudamos o veíamos lejano.

A mis compañeros de universidad y a las personas que he conocido en la misma, porque cada uno de ellos ayudo a que esta fase fuese más disfrutable y memorable.

A mi tutora, Ana Avendaño, por acompañarme en este proceso y orientarme en todo lo posible, por brindarme sus conocimientos y consejos tanto para forjar este proyecto, como para mi vida profesional. Igualmente, mis agradecimientos para los profesores Viky Mujica, Nelly Niño, Manuel Cuadrado y Angélica Jaramillo por su aprendizaje, y consejos a lo largo de la carrera.

A Juan Carlos Rodríguez, por brindarme su apoyo y guiarme en el diseño del proyecto, por su paciencia al resolver mis dudas,

Finalmente, mis agradecimientos a C.A Cigarrera Bigott, a Luisana Jiménez y Fabiola Materano, por darme un espacio para aprender y ayudarme a decidir cuál será mi camino a partir de ahora. **¡A todos gracias!**

DEDICATORIA

Se lo dedico a mis padres, Idalia y Jacky, y a mi hermana Stefany Colina por su apoyo, paciencia y consejos, por acompañarme en todo momento, los buenos y los malos, por comprenderme y recorrer junto a mi este camino desde el inicio. A ustedes, por ser mi fuerza para continuar y ser mejor cada día, mi motivación para alcanzar mis metas, y demostrarme a mí misma que soy capaz de lograr más de lo que algunas veces soy capaz de creer.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I LA EMPRESA

1.1 Descripción de la Empresa.....	3
1.1.1 Razón Social.....	3
1.1.2 Ubicación de la Empresa	3
1.1.3 Mercado que asiste.....	3
1.1.4 Visión.....	3
1.1.5 Misión.....	3
1.1.6 Valores.....	4
1.1.7 Políticas y principios.....	4
1.2 Reseña Histórica.....	4
1.3 Estructura Organizativa.....	6
1.3.1 Organigrama General de C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	6
1.3.2 Descripción de los cargos principales.....	7
1.4 Descripción del departamento de sustentabilidad.....	9
1.4.1 Función del departamento.....	9
1.4.2 Organigrama del departamento de Sustentabilidad en C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	9
1.4.3 Descripción de los cargos generales.....	10
1.5 Descripción general del proceso productivo.....	10
1.5.1 Descripción del proceso donde se lleva a cabo la pasantía.....	11

1.6 Descripción del producto.....	12
II EL PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del Problema.....	13
2.2 Formulación del Problema.....	18
2.3 Objetivos de la Investigación.....	18
2.3.1 Objetivo General.....	18
2.3.2 Objetivos Específicos.....	18
2.4 Justificación.....	18
2.5 Alcance.....	19
III MARCO TEÓRICO	
3.1 Antecedentes.....	20
3.1.1 Antecedentes Internacionales.....	20
3.1.2 Antecedentes Nacionales.....	22
3.2 Teoría Central de la Investigación.....	23
3.3 Bases Teóricas.....	24
3.3.1. Mantenimiento.....	24
3.3.2. Objetivos del mantenimiento.....	24
3.3.3. Tipos de mantenimiento.....	25
3.3.3.1 Mantenimiento Correctivo.....	25
3.3.3.2 Mantenimiento Preventivo.....	25
3.3.3.3 Mantenimiento Predictivo.....	26
3.3.3.4 Mantenimiento en Uso.....	26
3.3.3.5 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).....	26
3.3.4 Plan de mantenimiento.....	26
3.3.5 Establecimiento de un plan de mantenimiento.....	27
3.3.6 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	27
3.3.7 Ventajas del TPM.....	28

3.3.8 Pilares del Mantenimiento Productivo Total.....	28
3.3.9 Método Kaizen.....	29
3.3.10 Metodología de las 5s de Kaizen.....	29
3.4 Bases Legales.....	30
3.5 Definición de Términos.....	31

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 Enfoque de la investigación.....	33
4.2 Tipo de Investigación.....	33
4.3 Diseño de la Investigación.....	33
4.4 Nivel de la investigación.....	34
4.5 Población y muestra.....	35
4.5.1 Población.....	35
4.5.2 Muestra.....	35
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
4.6.1 Técnicas de recolección de datos.....	35
4.6.1.1 Observación Directa.....	35
4.6.1.2Entrevista	35
4.6.1.3 Revisión documental.....	36
4.6.1.4Revisión bibliográfica.....	36
4.6.2 Instrumentos de recolección de datos.....	36
4.6.2.1Registros fotográficos.....	36
4.6.2.2Cuaderno de notas.....	37
4.6.2.3Grabador de audio.....	37
4.7 Técnicas de análisis de datos.....	37
4.8.Validez de los instrumentos.....	37
4.9 Fases metodológicas.....	38
4.10 Cuadro Técnico Metodológico.....	39

V RESULTADOS

5.1 Fase I: Diagnóstico del estado actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	40
5.1.1 Valores y principios ambientales de la empresa.....	40
5.1.1.1 Políticas.....	40
5.1.1.2 Compromisos.....	41
5.1.1.3 Normativas.....	41
5.1.2 Caracterización de las vertientes a la planta de tratamiento...	42
5.1.3 Caracterización de las condiciones físicas de la planta.....	44
5.1.3.1 Ubicación.....	44
5.1.3.2 Tipo de planta.....	44
5.1.3.3 Estructura y capacidad de la Planta de Tratamiento	46
5.1.3.4 Equipos utilizados durante el proceso.....	48
5.1.4 Descripción del proceso de tratamiento.....	48
5.1.4.3 Alcance del tratamiento.....	55
5.1.4.4 Limitaciones del tratamiento.....	55
5.1.5 Descripción del proceso de mantenimiento actual de la Planta de Tratamiento.....	55
5.1.6 Registros y controles de los tratamientos.....	56
5.1.7 Resultados de entrevistas al personal encargado del mantenimiento y operación de la planta de tratamiento.....	59
5.1.8 Resumen de las debilidades observadas.....	62
5.2 Fase II. Análisis de las causas que originan la problemática en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	62
5.2.1 Análisis de la eficiencia actual de la planta de tratamiento, basado en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.....	62
5.2.3 Análisis de los equipos utilizados por la planta en el proceso de tratamiento.....	70
5.2.4 Análisis de las debilidades encontradas en el diagnóstico en relación con el proceso de mantenimiento actual a través de la técnica de los 5 por qué.....	75
5.2.5 Resumen de oportunidades de mejoras encontradas.....	76
Fase III: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los componentes identificados en la planta de tratamiento.....	77
Propuesta N°1. Diseño del plan de mantenimiento.....	78

Propuesta N°2. Procedimientos seguros de trabajo.....	100
Propuesta N°3. Guía para el manejo de las herramientas de mantenimiento ..	108
Propuesta N°4. Perfil para el puesto de trabajo.....	110
Fase IV: Evaluar la factibilidad económica, técnica, operativa, ambiental y social del plan de mantenimiento preventivo.....	111
Estudio económico.....	111
Factibilidad técnica.....	115
Factibilidad operativa.....	115
Factibilidad ambiental.....	116
Factibilidad social.....	117
Conclusiones.....	119
Recomendaciones.....	121
Referencias.....	122
Anexos.....	126

ÍNDICE DE CUADROS DESCRIPCIÓN

CUADRO		pp.
1	Cuadro técnico metodológico.....	39
2	Microorganismos empleados en el proceso de la PTAR.....	45
3	Dimensiones de unidades y especificaciones de equipos.....	46
4	Cuadro de entrevistas.....	59
5	Componentes bombas autocebante en PTAR.....	71
6	Componentes bomba dosificadora en PTAR.....	72
7	Componentes motores reductores en PTAR.....	72
8	Componentes bombas sumergibles en PTAR.....	73
9	Componentes sopladores en PTAR.....	74
10	Análisis 5 ¿Por qué?.....	75
11	FODA.....	76

12	Análisis Oportunidades de mejora.....	77
13	Fichas técnicas.....	78
14	Inventario componentes de los equipos en la PTAR.....	81
15	Plan de mantenimiento preventivo (bombas autocebantes).....	84
16	Plan de mantenimiento preventivo (bombas sumergibles).....	85
17	Plan de mantenimiento preventivo (bomba dosificadora).....	86
18	Plan de mantenimiento preventivo motores reductores (agitadores)....	87
19	Plan de mantenimiento preventivo motor reductor (Biodisco).....	88
20	Plan de mantenimiento preventivo (sopladores).....	89
21	Plan de capacitación	99
22	Sanciones ambientales según la ley.....	115

ÍNDICE DE TABLAS
DESCRIPCIÓN

TABLA		pp.
1	Reporte de fallas en los equipos de la PTAR 2021	16
2	Reporte de fallas en los equipos de la PTAR 2022.....	16
3	Equipos dispuestos en la PTAR.....	48
4	Estándar de descarga de efluentes.....	63
5	Resultados de parámetros fisicoquímicos de la PTAR 2023.....	67
6	Resultados de parámetros microbiológicos de la PTAR 2023.....	68
7	Porcentajes de remoción de la PTAR.....	68
8	Rendimiento total de la PTAR.....	69
9	Restauración de la PTAR.....	111
10	Presupuesto para partes o materiales de mayor uso.....	111
11	Presupuesto para partes o materiales de mediano uso.....	112
12	Presupuesto para partes o materiales de menor uso.....	112
13	Presupuesto general	112
14	Presupuesto general del plan de mantenimiento preventivo.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN

FIGURA		pp.
1	Organigrama General de la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	7
2	Organigrama del departamento de Sustentabilidad de la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	9
3	Planta de Tratamiento para aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	14
4	Reportes de fallas en los equipos de la PTAR.....	15
5	Plano General de C.A Cigarrera Bigott Sucs. Planta Valencia.....	43
6	Diagrama del proceso de la PTAR en C.A Cigarrera Bigott Sucs.....	46
7	Tanque de campo T – 01	49
8	Tanque de campo T – 02	49
9	Tanque de campo T – 03.....	50
10	Tanquilla T – 06. Tanque principal.....	50
11	Tanquillas T – 05. Tanquillas de igualación.....	51
12	Reactores T – 07, T – 08, T- 09	51
13	Tanquillas T – 10, T – 11, T – 12.....	52
14	Tanquilla T – 13. Biodiscos.....	53
15	Tanquilla T – 14. Sedimentador secundario.....	53
16	Tanquilla T –15.....	54
17	Bomba sumergible.....	54
18	Control de Operación mensual. Tanquilla T – 06. (Tanque principal de la PTAR).....	57
19	Control de Operación mensual. Tanquilla T – 11. (Tanque biológico de la PTAR).....	58
20	Control de Operación mensual. Tanquilla de Salida.....	58
21	Cronograma anual plan de mantenimiento preventivo 2024.....	90
22	Cronograma anual plan de mantenimiento preventivo 2025	91
23	Flujograma de mantenimiento preventivo.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS
DESCRIPCIÓN

FIGURA		pp.
1	Reporte de fallas en los equipos de la PTAR (año 2021)	17
2	Reporte de fallas en los equipos de la PTAR (año 2022).....	17
3	Rendimiento total de la PTAR por mes en evaluación.....	69



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS

Autor: Colina, B. Dalki, J.

Tutor: Ing. Ana Avendaño

Fecha: noviembre 2023

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la sede de Planta Valencia de la empresa C.A Cigarrera Bigott, con el objetivo de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para asegurar la disponibilidad de los equipos en la planta de tratamiento de aguas residuales, encargada del procesamiento de los desechos líquidos generados por la transformación de la hoja de tabaco; así como de las aguas pluviales pertenecientes a las áreas de la empresa. Con el fin de cumplir con los objetivos de la investigación, se desarrollaron cuatro fases; en primer lugar, se diagnosticó el estado actual de la planta de tratamiento, considerando su procesos y elementos correspondientes, posteriormente, se analizó el rendimiento de la planta junto a los equipos disponibles para el proceso, aplicando con ello herramientas como 5 ¿por qué? y análisis FODA. Continuamente, se diseñó el plan de mantenimiento preventivo para los componentes identificados, basándose en la metodología del mantenimiento productivo total (TPM). Para la composición del plan se establecieron las fichas técnicas correspondientes a cada equipo, inventario, manual de las actividades y formatos de registro. Por otra parte, se planteó un plan de capacitación, junto a los procedimientos seguros de trabajo. Se finaliza la fase III con el diseño de un perfil de trabajo, basado en ofrecer una guía para el establecimiento de un puesto administrativo para la PTAR, y una guía para la aplicación de las 5`S a las herramientas a emplear para el mantenimiento. El estudio se encuentra enmarcado como un proyecto rentable, estimando un costo del plan de \$5.420, y un ahorro de \$72.203 en comparación con la restauración realizada en la PTAR, del mismo modo, se evalúa la factibilidad técnica, operativa, ambiental y social de la propuesta establecida. Se aclara que el trabajo es de tipo factible, adscrito a la línea de investigación de Ciencias Cognitivas y Aplicadas.

Descriptor: Plan de mantenimiento preventivo, planta de tratamiento para aguas residuales, TPM.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS**

Autor: Colina, B. Dalki, J.

Tutor: Ing. Ana Avendaño

Fecha: noviembre 2023

ABSTRACT

The present research work was carried out at the Valencia Plant headquarters of the company C.A Cigarrera Bigott, with the aim of designing a preventive maintenance plan to ensure the availability of equipment in the wastewater treatment plant, responsible for processing the liquid waste generated by the tobacco leaf transformation, as well as the rainwater from the company's areas. In order to fulfill the research objectives, four phases were developed. Firstly, the current state of the treatment plant was diagnosed, considering its processes and corresponding elements. Subsequently, the performance of the plant was analyzed along with the available equipment for the process, applying tools such as the 5 Whys? and SWOT analysis. Continuously, a preventive maintenance plan was designed for the identified components, based on the total productive maintenance (TPM) methodology. Technical sheets were established for each equipment, as well as inventory, activity manuals, and registration formats for the composition of the plan. On the other hand, a training plan was proposed, along with safe work procedures. Phase III concludes with the design of a job profile, aimed at providing a guide for the establishment of an administrative position for the wastewater treatment plant, and a guide for the application of the 5S to the maintenance tools to be used. The study is framed as a profitable project, estimating a plan cost of \$5,420 and a savings of \$72,203 compared to the restoration carried out in the wastewater treatment plant. Likewise, the technical, operational, environmental, and social feasibility of the proposed solution is evaluated. It is clarified that the work is of a feasible nature, associated with the research line of Cognitive and Applied Sciences.

Descriptors: Preventive maintenance plan, wastewater treatment plant, TPM

INTRODUCCIÓN

Desde 1975 C.A Cigarrera Bigott Sucs se ha destacado por su compromiso con la excelencia, lo que la ha convertido en la actualidad la empresa líder en la producción y comercialización de cigarrillos de alta calidad en Venezuela. A lo largo de los años, la empresa ha mantenido su visión de ser una compañía entregada a la innovación, el progreso y el bienestar de la sociedad en general, por esta razón, y con la finalidad de reducir el impacto que genera el proceso productivo de la compañía al medio ambiente, la empresa ha establecido entre sus instalaciones una planta de tratamiento, encargada de procesar y reincorporar los vertidos líquidos a su fuente natural sin provocar riesgos a la salud pública. No obstante, dicha planta no cuenta con un plan de mantenimiento que asegure la disponibilidad ni confiabilidad en los diversos elementos que permiten la operación continua, aumentando el riesgo de averías que afecten la eficiencia de las operaciones, y, por ende, de la empresa en general, llegando incluso a perjudicar la imagen corporativa de la misma.

Por esta razón, con el propósito de garantizar la continuidad de los procesos productivos, y cumplir con los requerimientos ambientales y sociales para lograr el principal objetivo de la empresa “A Better Tomorrow”, C.A Cigarrera Bigott Sucs se ve en la necesidad de establecer un plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). En virtud de ello, el trabajo de investigación, presentado como un informe de pasantía, diseña un plan de mantenimiento, especificando las acciones y periodicidad requerida para conservar un rendimiento adecuado en la planta, prolongando la vida útil de sus elementos, y garantizando la disponibilidad de los recursos técnicos y humanos.

Conforme con lo anterior, y con la finalidad de cumplir con los objetivos establecidos, este trabajo se estructura en cinco (5) capítulos descritos a continuación.

CAPÍTULO I: Hace referencia a todo lo referente a la empresa y el departamento donde se llevó a cabo el estudio, detallando la historia de la empresa, valores, estructura organizativa, proceso productivo y toda la información necesaria para el conocimiento general de la compañía.

CAPÍTULO II: Se basa en el planteamiento de la problemática encontrada junto a la formulación del mismo, especificando el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación; además de la justificación y alcance.

CAPÍTULO III: El enfoque es establecer los aspectos teóricos de la investigación, integrados por estudios previos vinculados directamente con el proyecto en desarrollo, asimismo, se detalla la teoría central de la investigación, definiendo los conceptos claves para una mejor comprensión del tema. Y, por último, se indican los fundamentos legales junto a la definición de términos básicos.

CAPÍTULO IV: Se describen los procedimientos metodológicos utilizados, entre ellos el tipo, diseño y nivel de la investigación adoptada, igualmente se considera la población y tamaño de la muestra, junto a las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos. En este capítulo se detalla la confiabilidad o validez de los instrumentos, además de especificar las fases metodológicas vinculadas con los objetivos a alcanzar.

CAPÍTULO V: Se establecen los resultados obtenidos en base a la metodología planteada durante los cuatro capítulos anteriores para el cumplimiento de los objetivos específicos. En este último capítulo, se detalla a través de fases el diagnóstico, análisis y diseño del plan de mantenimiento como una propuesta para la operatividad continua de la planta de tratamiento.

Finalmente se da paso a las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el estudio realizado, junto a las referencias bibliográficas y evidencias fotográficas adquiridas a lo largo de la investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

C.A Cigarrera Bigott Sucs es una compañía miembro del grupo British American Tobacco (BAT), reconocida como la empresa líder en manufactura y comercialización de cigarrillos de alta calidad en Venezuela. Distinguida por la productividad en sus operaciones es una de las empresas con mayor antigüedad y prestigio del país, caracterizándose, principalmente, por su gran capacidad de adaptación y modernización.

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Razón Social

C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS

1.1.2 Ubicación de la Empresa

Av. Don Julio Centeno, cruce con calle López Mendoza, zona industrial Castillito. Municipio San Diego. Estado Carabobo.

1.1.3 Mercado que asiste

BAT es una empresa multinacional británica dedicada a la fabricación y comercialización de productos relacionados con el tabaco. En este sentido, Bigott al ser miembro de dicha organización pertenece al mercado de la industria tabacalera, donde la comercialización de sus productos se realiza a través de la venta directa, mayoristas y distribuciones independientes en todo el país.

1.1.4 Visión

“Ser la mejor y más respetada empresa de tabaco en el mundo”

Ser la empresa con mayor reconocimiento de Venezuela y del grupo British American Tobacco (BAT), como modelo mundial por sus principios, logros, calidad de gestión, innovación y enfoque al cliente, en un ambiente de trabajo que maximice la creatividad, el compromiso y potencial de su gente.

1.1.5 Misión

“Garantizar al consumidor el placer de fumar y la defensa de su libertad de elección”

Lo que implica ofrecer productos de la mejor calidad, que satisfagan las más exigentes expectativas, mientras se defiende la libertad de elección del cliente en un entorno cada vez más adverso.

1.1.6 Valores

Para Bigott los valores definen su esencia, siendo la guía para alinear a su gente y procesos con los preceptos y convicciones de la compañía, representándolos en 6 ideales.

- Responsabilidad
- Trabajo en equipo
- Calidad
- Inclusión
- Innovación

1.1.7 Políticas y Principios

Las pautas por detallar a continuación se encuentran establecidas por el grupo BAT, adjudicadas a las empresas asociadas al mismo, entre ellas C.A Cigarrera Bigott Sucs.

- Normas de Conducta Empresarial
- Marco para la Responsabilidad Social Corporativa
- Principios de Marketing Internacional (IMP)
- Principios de Empleo
- Política ambiental del grupo
- Declaración de posición económica circular
- Declaración de política de salud y seguridad
- Declaración de políticas de calidad

1.2 Reseña Histórica

Durante más de 100 años la empresa Bigott se ha distinguido por ser una de las organizaciones más prestigiosas en Venezuela, siendo caracterizada por su gran capacidad de adaptación y modernización. La empresa surge gracias a la visión de Luis Bigott, empresario venezolano reconocido a partir de comienzos del siglo XX, quien en 1915 decide instaurar una fábrica de cigarrillos llamada B.B, ubicada en lo que actualmente se conoce como la avenida Baralt de Caracas.

El trabajo y la creatividad desarrollada en B.B atrajeron la atención de la compañía transnacional British American Tobacco, quien interesada en incursionar en el mercado venezolano inicia acuerdos con Luis Bigott, hasta que el 07 de enero de 1921 es creada C.A Cigarrera Bigott Sucs. A partir de acuerdos y estrategias, a finales del año 1940 la empresa comienza a brindar apoyo a los agricultores del tabaco en los estados Portuguesa, Carabobo,

Cojedes y Guárico. Para luego, el 28 de octubre de 1961 fundar en el municipio Valencia la planta procesadora de tabaco, ubicada cerca de las zonas de cultivo, con el fin de facilitar la recepción, clasificación y transformación de la materia prima, que sería trasladada posteriormente a la planta de Caracas.

En 1973, se introduce la marca Belmont Extra Suave en Venezuela, que desde entonces se estableció hasta otorgar a Bigott el liderazgo del mercado con un 50.7% de participación. En 1981, se crea la fundación Bigott, institución pionera en su tipo con la misión de promocionar y fomentar la cultura popular del país, para el año 2000, la fundación traspasa sus oficinas y talleres hasta su sede actual ubicada en el Casco Histórico de Petare, Distrito Capital.

Posteriormente, aparece la marca Consul en 1983, diseñada exclusivamente para el público venezolano que buscaba la adecuada relación precio – calidad, siendo la marca líder en ese segmento. En 1992 la empresa introduce al mercado a Lucky Strike, donde la prestigiosa marca se dirige a atender las necesidades del público Premium joven, y para el año 1995 se da un nuevo paso al conformar la Distribuidora Bigott, empresa con personalidad propia, cuya finalidad era manejar la logística los productos en los puntos de venta para mejorar el servicio al cliente.

El lanzamiento de Kent en 1997 genera en el mercado venezolano una nueva marca premium, caracterizada por contener bajos niveles en nicotina y alquitrán, siendo relanzada la marca con la presentación en tres versiones, Premium, Ultra y One en 2002. Motivados por la necesidad de desarrollo, Bigott estrena en 1998 su nueva imagen corporativa, adaptándola a una pauta mundial establecida por la casa matriz, BAT. Redefiniendo en 2001 su visión, misión y valores.

Ese mismo año, la compañía es reconocida con la certificación ISO 9001: 2000, ratificando a la empresa como la pionera en calidad de procesos del país. En 2002, Bigott se vuelve la primera filial latinoamericana de BAT que obtiene la certificación de calidad clase A, otorgada por la consultora internacional Oliver Wilght, reforzando la excelencia de la organización en procesos de planificación estratégica, control, desarrollo de nuevos productos, calidad total y mejoramiento continuo. Finalmente, en marzo del mismo año, por iniciativa de la compañía, el presidente de la república, Hugo Chávez, crea la primera Comisión Presidencial contra el fraude aduanero, y derivada de esta, en octubre, se crea la sub – comisión para la

lucha contra el contrabando de cigarrillos, donde Bigott se convierte en uno de los miembros principales.

En la actualidad Bigott cuenta con el 80% de participación en el mercado, gracias a la comercialización de sus cinco marcas, Belmont, Consul, Lucky Strike, Viceroy y Universal. Asimismo, ha mantenido su presencia en el contexto nacional por diversos factores que la distinguen del resto de industrias, como un portafolio de productos cuya calidad satisface las diversas preferencias, el esfuerzo colectivo por parte de sus colaboradores, y, la convicción de mejorar continuamente en cada una de sus áreas de negocio.

1.3 Estructura Organizativa

1.3.1 Organigrama General de C.A Cigarrera Bigott Sucs.

La estructura de la empresa se muestra de manera esquemática en la figura 1, donde se detallan los distintos niveles jerárquicos dentro de la empresa. Cabe destacar que se encuentra integrado por el grupo de liderazgo, que son los encargados de coordinar las operaciones necesarias en cada departamento, para el cumplimiento oportuno de las actividades involucradas, directa o indirectamente, en el proceso.

Igualmente, es importante señalar que en la actualidad C.A Cigarrera Bigott Sucs cuenta con un total de 144 trabajadores distribuidos entre zafra y Planta Valencia, ambas centrales pertenecientes a la compañía, pero diversas en sus funciones, destacando como principal diferencia el posicionamiento de los trabajadores dentro de la organización. Planta Valencia es la central conformada por un grupo de trabajadores fijos, que desarrollan sus actividades mayormente en el ámbito administrativo, en cambio, zafra hace referencia al grupo de trabajadores por contrato, que llevan a cabo su labor principalmente en el área productiva. Además, la empresa cuenta con un turno dividido en dos horarios de trabajo establecidos según las actividades ejecutadas.

- **Área Administrativa:** 8:00 am a 5:00 pm, con una hora de descanso de por medio.
- **Área Productiva:** 7:00 am a 3:30pm, con una hora de descanso de por medio.



Figura 1. Organigrama General de la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs.

Fuente: C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS

1.3.2 Descripción de los cargos principales

1.3.2.1 Director de Operaciones

Encargado de gestionar las actividades relacionadas con la logística del producto y el proceso, negocia con los proveedores los precios, calidades y plazos de entrega, intentando asegurar condiciones de distribución ideales. Al mismo tiempo, establece las estrategias de desarrollo en los nuevos mercados, determinando los recursos necesarios para garantizar el cumplimiento de los contratos, y, controlando los costes generados en la cadena de producción, con el propósito de alcanzar la máxima eficiencia y calidad.

1.3.2.2 Gerente de manufactura primaria (PMD).

Coordina y supervisa las actividades involucradas en el departamento de manufactura primaria en Planta Caracas, asegurando la continuación del procesamiento de la hoja de tabaco recibida desde Planta Valencia, con el fin de asegurar la calidad del producto final.

1.3.2.3 Gerente de manufactura secundaria (SMD)

Coordina y supervisar las actividades involucradas en el departamento de manufactura secundaria en Planta Caracas, encargada de la fabricación del empaque de los cigarrillos.

1.3.2.4 Gerente de Ingeniería

Responsable de liderar el departamento de ingeniería en las funciones de organización, planeación, coordinación y ejecución de los procesos, proponiendo métodos de trabajo que mejoren el rendimiento de los elementos de la organización. De igual forma, cuenta con la responsabilidad de contratar nuevos ingenieros y priorizar proyectos, así como, desarrollar nuevos productos.

1.3.2.5 Gerente de Sustentabilidad

Diseña, desarrolla, implementa y supervisa estrategias de sostenibilidad con el fin de mejorar el ámbito social, ambiental y económico de la empresa. Su principal función es evaluar los procesos productivos desde un punto de vista sostenible, identificando aquellas áreas en las que se carece de perspectiva ambiental, para su posterior propuesta de mejora, del mismo modo, certifica que la empresa cumpla con parámetros de seguridad e higiene industrial en cada uno de sus procesos.

1.3.2.6 Gerente de Ingeniería de Producción

Encargado de buscar la eficiencia e incremento de la productividad bajo los parámetros establecidos de calidad en los procesos; evalúa el rendimiento y uso adecuado de los recursos, supervisando la producción y controlando el stock de los almacenes.

1.3.2.7 Gerente de sistema integrado de trabajo (IWS)

El gerente del sistema integrado de trabajo, o por sus siglas en inglés, Integrated Work System, es el encargado de coordinar y mejorar el uso de los recursos de los departamentos y funciones de la compañía, garantizando que todos los involucrados trabajen guiados hacia los mismos objetivos, además, de verificar que la información se transmita de forma efectiva entre las diversas partes de la organización.

1.3.2.8 Gerente de Cadena de Suministros

Desarrolla y monitorea estrategias guiadas al mejoramiento productivo y a la eficiencia de los procesos en la compañía, reduciendo los costos y asegurando materiales de alta calidad. En esta área se realiza un seguimiento de la logística y actualización de inventarios en la empresa, analizando el rendimiento operativo y estableciendo estrategias que eviten la ejecución de factores que supongan la interrupción continua en el proceso.

1.3.2.9 Gerente de LEAF

El desarrollo de sus actividades se basa en el direccionamiento y supervisión de las actividades concernientes al procesamiento de la hoja de tabaco.

1.3.2.10 Gerente de Calidad

Su función es comprender las necesidades y requisitos de los clientes para el desarrollo competente de los procesos productivos, fijando pautas y parámetros de calidad que cumplan con estándares internos y externos previamente establecidos, con la finalidad de reducir los tiempos y perfeccionar los procesos.

1.3.2.11 Gerente de compras

Gestiona las actividades de compras para la adquisición de suministros al mejor precio, garantizando que los bienes e insumos obtenidos cumplan con los requisitos de calidad, asegurando la fluidez y agilidad en la cadena de suministros.

1.4 Descripción del departamento de sustentabilidad

1.4.1 Función del departamento

El área de sustentabilidad tiene por objeto identificar las consecuencias de los impactos a la salud ambiental generados por la manufactura del tabaco, e implementar sistemas de seguridad y salud para dar cumplimiento a la legislación medio ambiental aplicable, así como a las normas de seguridad laboral. Sus pilares se concentran en el alcance de cero pérdidas en la compañía, brindando un ambiente de trabajo libre de accidentes que fomenten una cultura de comportamiento seguro y minimice el impacto ambiental ocasionado por la actividad medular de la empresa.

1.4.2 Organigrama del departamento de Sustentabilidad en C.A Cigarrera Bigott Sucs

En base a lo descrito con anterioridad, para una mayor comprensión del cómo se constituye el equipo de trabajo, se expone a continuación la estructura organizativa del departamento representada en la figura 2. Detallando que el grupo de trabajo para el departamento se encuentra constituido por un total de 4 personas, cada una asignada a una función en específico, con un horario de trabajo de 8:00 am a 5:00pm.



Figura 2. Organigrama del departamento de Sustentabilidad de la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs.

Fuente: C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS

1.4.3 Descripción de los cargos generales

1.4.3.1 Gerente de sustentabilidad

Como se definió anteriormente, es el responsable de desarrollar y supervisar las estrategias de salud, seguridad y ambiente dentro de los marcos de la compañía, en apoyo de su equipo de trabajo gestiona los riesgos ambientales y laborales, ajusta continuamente la eficiencia operacional, y agrega valor al negocio a través de las actividades de sostenibilidad, incrementando el reconocimiento de la empresa como una asociación comprometida con responsabilidad social.

1.4.3.2 Coordinador de sustentabilidad Planta Caracas

Su función se basa en apoyar los planes de ambiente y seguridad laboral en la planta de Caracas, supervisando el cumplimiento de las normativas de seguridad y ambiente en cada área o departamento que conforma a la sede central. Del mismo modo, es el canal de comunicación entre la empresa, proveedores y organizaciones involucradas e interesadas en la preservación del medio ambiente.

1.4.3.3 Coordinador de sustentabilidad Planta Valencia

Su labor se centra en las mismas funciones del coordinador de Planta Caracas, supervisando el cumplimiento de las normativas de seguridad y ambiente en los departamentos de la sede en Valencia.

1.4.3.4 Analista de sustentabilidad

Es el encargado de evaluar las actividades concernientes de la empresa y aplicar propuestas de mejora relacionadas con el resguardo del medio ambiente y sus recursos.

1.5 Descripción general del proceso productivo

El proceso productivo de los cigarrillos se inicia en Planta Valencia, donde se adquiere, por medio de la compra de tabaco, las hojas de cigarrillo a procesar en la planta de Green Leaf Threshing (Trillado de Hoja Verde), es en esta área donde se limpia, transforma y clasifica la hoja de tabaco según el tipo de cigarrillo a fabricar, separando la vena de la lámina; continuamente el producto en proceso es transferido a la planta de DEER (Directamente Extruido, Expandido y Reconstituido), culminando la transformación de la hebra del tabaco con el agregado de sustancias pertinentes al proceso. Por otra parte, en la planta de FMD (manufactura de filtros) se lleva a cabo el armado del filtro, usando un sistema automatizado que dirige el proceso para la constitución de los cilindros porosos, empleando fibras de acetato

celulósico y carbón. Este material es distribuido en cajas adecuadas al tamaño de los filtros, conocidos como tableros, para ser enviados, en conjunto con la hebra del tabaco, a la planta de Caracas.

Una vez enviando el material, transportados en cajas de aproximadamente 200 kg c/u, el departamento de manufactura primaria (PMD) se encarga de procesarlo nuevamente para el posterior armado del cigarrillo. Una vez culminado, se traspa al departamento de manufactura secundaria (SMD), que recibe el cigarrillo ya armado, llevando a cabo las actividades de empaque y ensamble culminando con la fabricación, para la distribución del producto ampliamente conocido a nivel mundial.

1.5.1 Descripción del proceso donde se lleva a cabo la pasantía

Es de relevancia indicar que, entre las actividades concernientes al departamento de sustentabilidad, se encuentra la supervisión de la planta de tratamientos de aguas residuales (PTAR). Hoy en día, la instalación encargada del procesamiento del fluente generado por el proceso productivo del tabaco, es uno de los proyectos establecidos por el departamento para disminuir el impacto ambiental generado por la empresa, por ende, la ejecución adecuada de sus procesos requiere de la coordinación y evaluación constante, con la finalidad de verificar y asegurar que se cumpla con los objetivos establecidos.

1.6 Descripción del producto

C.A Cigarrera Bigott Sucs es la compañía productora de cigarrillos en sus distintas presentaciones, su sede en el estado Carabobo, conocida como Planta Valencia, es la encargada de la compra y procesamiento de la hoja de tabaco, juntamente con la creación del filtro del cigarrillo, productos que una vez transformados son enviados a Planta Caracas para su posterior ensamble y distribución.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema.

El inicio de la revolución industrial junto a su desarrollo supuso para la humanidad un punto de transición, donde los aspectos económicos, sociales y tecnológicos surgidos como el resultado de un avance netamente industrial, transformaron radicalmente el modelo de vida en la sociedad hasta asentar las bases del sistema productivo actual. No obstante, a medida que fueron incrementando las actividades manufactureras se crearon procesos complejos, que se sustentaron en la transformación de los recursos naturales para la producción de bienes y servicios según las diversas y crecientes necesidades del hombre, desencadenando con ello una desintegración en el equilibrio del medio ambiente.

Por tal motivo, en vista del impacto ocasionado, se generaron alternativas encaminadas a disminuir las consecuencias del desarrollo industrial, entre ellas, el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales. Según Troconis (2010) las plantas de tratamiento son instalaciones que cuentan con sistemas diseñados exclusivamente para retirar los agentes contaminantes vertidos en el agua, con el fin de asegurar su reutilización o reincorporación sin que presente un riesgo para la salud o el medio ambiente.

En este aspecto, cabe señalar que las plantas de tratamiento se componen principalmente de equipos que requieren un mantenimiento establecido que se lleve a cabo de forma regular, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de los diversos dispositivos, y con ello, preservar la ejecución adecuada de los procesos. Con relación a lo expuesto anteriormente, Suazo (2022) determina que un plan de mantenimiento es un documento que detalla el plan de acción a efectuar para la conservación de la maquinaria, especificando la frecuencia y periodicidad en que las actividades correspondientes al plan deben ser llevadas a cabo.

Del mismo modo, resalta la importancia de establecer un plan de mantenimiento preventivo, definiéndolo como una estrategia sencilla que prolonga la vida útil de los activos de una organización, puesto que su implementación será a lo largo de las condiciones normales de los equipos, con el fin de evitar averías, accidentes y reducir los gastos asociados. Por tal motivo, y en base a lo definido, se puede deducir que la falta de un plan de mantenimiento preventivo supondrá un incremento en cuanto a los costos a futuro, debido a que las labores de

mantenimiento a realizar serán implementadas por situaciones imprevistas o de emergencia; lo que se traducirá en paros consecutivos, perjudicando considerablemente el rendimiento de las actividades.

En opinión de Tejada (2021) las industrias Latinoamericanas no presentan, en su mayoría, resultados satisfactorios al momento de aplicar estrategias vinculadas con la conservación de los recursos que forman parte de su organización, algunas incluso no consideran al mantenimiento preventivo como una herramienta fundamental que proporciona confiabilidad en la continuidad de las operaciones productivas. De modo que, culminan incurriendo en costos superiores a lo previsto con la finalidad de prolongar el proceso productivo.

De esta forma el autor hace referencia a que las industrias en América Latina no cuentan, principalmente, con una cultura de mantenimiento preventivo, que sustente los diversos métodos que permitan preservar el funcionamiento adecuado de los equipos e instalaciones. Además, enfatiza la importancia de implementar planes que promuevan dicha cultura, donde el objetivo principal sea identificar señales tempranas de defectos para minimizar riesgos, reducir los costos involucrados en las posibles reparaciones, y asegurar los recursos técnicos y humanos que forman parte de la organización.

Los autores Alcalá y Gutiérrez (2001) indican que las industrias venezolanas no se encuentran exceptas de sufrir la carencia de una cultura de mantenimiento preventiva, siendo incapaces de administrar de manera efectiva las funciones asociadas con la conservación de sus recursos. Principalmente, y entre otros aspectos, prevalece la ausencia de planes de mantenimiento; afectando de forma significativa el funcionamiento de las maquinarias y sistemas, lo que ocasiona el deterioro continuo en la calidad de los productos o servicios prestados.

En el marco de las consideraciones expuestas, C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS, Planta Valencia, en función de cumplir con sus actividades de fabricación, requiere de operaciones asociadas a la generación de vertidos líquidos industriales, que de no ser tratados suponen un riesgo a la preservación del medio ambiente y la salud pública. Por ello, con el fin de alcanzar los requerimientos ambientales y sociales establecidos para el logro de su principal propósito “A Better Tomorrow”, Bigott cuenta con una planta de tratamientos para aguas residuales (PTAR) dentro de sus instalaciones, señalada en la figura 3 a continuación.



Figura 3. Planta de Tratamiento para aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Sucs

La misma recibe los desechos líquidos generados y los somete a un tratamiento que disminuye los agentes contaminantes provenientes de la actividad medular de la compañía, y, de las actividades de limpieza en áreas administrativas, entre otras concernientes a la empresa, para su posterior manipulación y reincorporación al caudal más cercano.

En sus inicios, la PTAR se encontraba bajo la completa responsabilidad de la empresa Bigott, quien en colaboración con una empresa contratista, mantenía el proceso de tratamiento para las aguas provenientes de las plantas de GLT, DEER y aguas negras en general. No obstante, con el paso de las operaciones productivas dentro de la empresa, el incremento del caudal del efluente aumentó de forma considerable, lo que varió considerablemente los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la calidad del agua, disminuyendo la eficiencia en el tratamiento del agua residual, generando a su vez incumplimientos en el ámbito ambiental y legal.

Al observar la problemática presente, la empresa se planteó la necesidad de modificar la planta de tratamiento, o en caso extremo, construir una nueva. Por tal motivo, se realizó una inversión para cambiar los elementos y equipos disponibles en dicha planta. En base a ello, otra empresa contratista conocida como Otecnagua, para el mes de noviembre del año 2022 se encargó de llevar a cabo el proyecto de restitución, donde culminado el mismo se continuó con la operación de la PTAR, dando cumplimiento a los parámetros legales y ambientales.

Cabe resaltar, que antes de la restitución, los equipos disponibles en la PTAR presentaban fallas que sumaban a la deficiencia del proceso, debido a que los mismos eran sometidos a mantenimientos correctivos. Por ende, con el fin de establecer un control de las fallas correspondientes a cada equipo, se estableció un reporte de fallos, donde el operario encargado notificaba los problemas incurridos al departamento de mantenimiento, a través de reportes que especificaban las condiciones surgidas en estos y sus medidas correctivas, registrándose entre los años 2021 – 2022 un total de 81 fallas relacionadas con botes de aceite, piezas dañadas o fuera de servicio, fugas y elementos no correspondientes instalados en los equipos. Por ello, con el objeto de dar a entender mejor la constitución de dichos reportes, se expondrá a continuación un ejemplar aportado por la compañía C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS, expuesto en la figura 4 a continuación.

Fecha	Hora	Tanque	Equipo	falla	Medidas de corrección	revisión de equipo	solucionado
15/04/22	9:00 AM	T05	Bomba A	No existe	- Instalar una bomba nueva	NO	SI 05/22
15/04/22	9:00 AM	T05	Bomba B	Es una bomba continuo	- Instalar una bomba autocebante	NO	SI 09/22
15/04/22	9:00 AM	N/A	Soladora N° 1	- Presenta un fuerte bote de aceite	- Reparar o instalar uno nuevo	NO	
15/4/22	9:00 AM	N/A	Soladora N° 2	Esta dañado	- Reparar o instalar uno nuevo	NO	SI 10/22
15/4/22	9:00 AM	N/A	Soladora N° 3	Esta dañado	- Reparar o instalar uno nuevo	NO	SI 11/22

elaborado por: *[Signature]* revisado por: *[Signature]* mes: ABRIL 2022

Figura 4. Reportes de fallas en los equipos de la PTAR.

Fuente: C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS

Seguidamente, se evidencian los fallos incurridos en la planta durante su operación.

Tabla 1. Reporte de fallas en los equipos de la PTAR

Año	Fallas registradas en el año	Nº de veces que se presentó la falla
2021	Elementos fuera de servicio	26
	Botes de aceite	12
	Elementos con problemas de arranque	10
	Bombas obstruidas	5
	Elementos sucios	3
	Elementos no correspondiente instalados	1
	Elementos inexistentes pero requeridos	1
TOTAL FALLAS REGISTRADAS EN EL AÑO		60

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Susc. (2023)

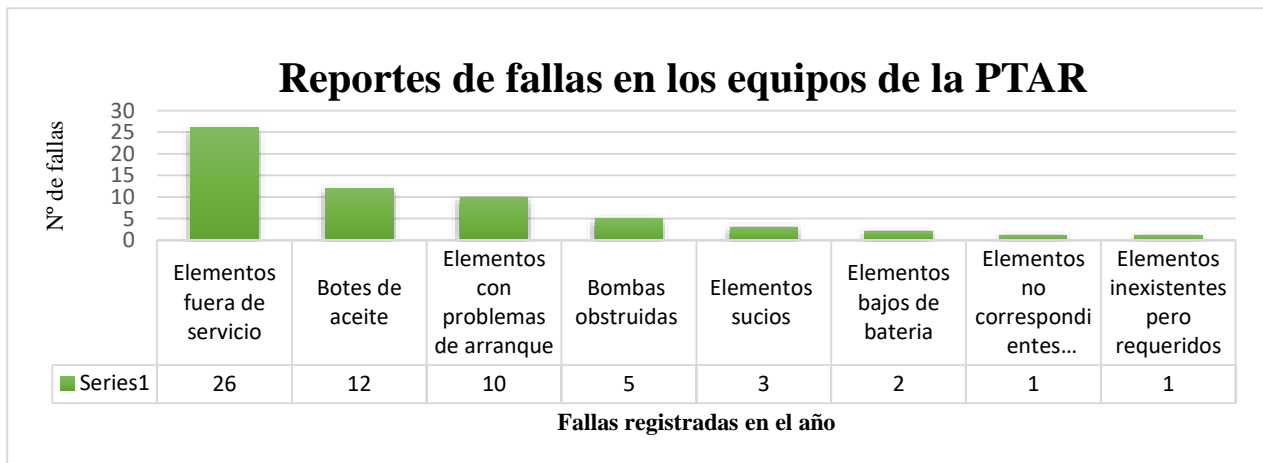


Gráfico 1. Reporte de fallas en los equipos de la PTAR (año 2021)

Autor: Colina, B. Dalki, J.

Tabla 2. Reporte de fallas en los equipos de la PTAR

Año	Fallas registradas en el año	Nº de veces que se presentó la falla
2022	Elementos fuera de servicio	10
	Falta de lubricación en los componentes	6
	Botes de aceite	4
	Elementos no correspondientes instalados	1
TOTAL FALLAS REGISTRADAS EN EL AÑO		21

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Susc. (2023)

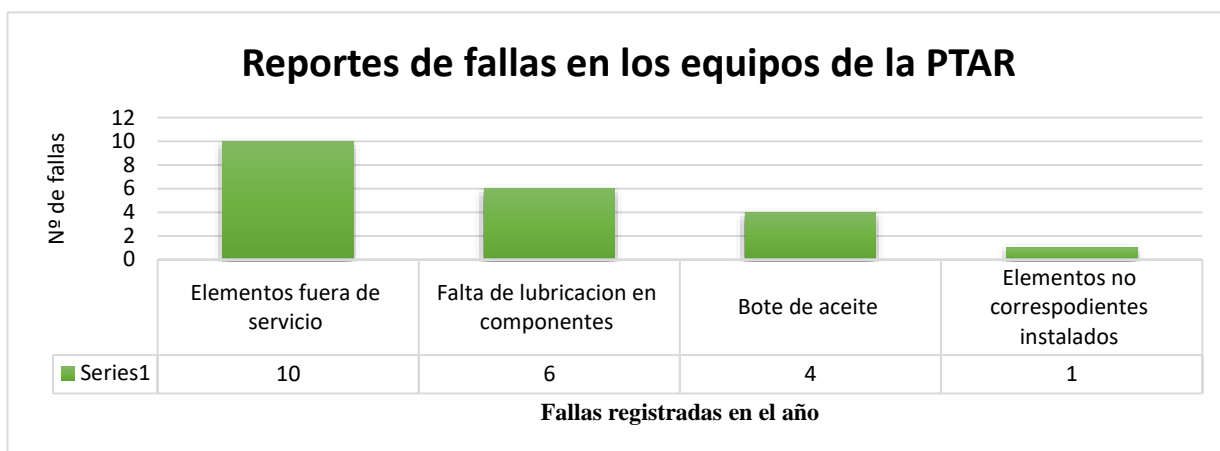


Gráfico 2. Reporte de fallas en los equipos de la PTAR (año 2022)

Fuente: Colina, B. Dalki, J.

Cabe resaltar, que la empresa cuenta con un manual de operaciones y mantenimiento para la planta de tratamiento, sin embargo, la constitución del mismo describe las actividades de mantenimiento de forma general, lo que ocasiona una disminución en el rendimiento de los equipos, y, por ende, del mismo proceso. Por esta razón, en la actualidad C.A Cigarrera Bigott Sucs se ve en la necesidad de establecer planes detallados que le permitan instaurar lineamientos para la detección oportuna de fallos, o la prevención de daños en los equipos de la PTAR, con la finalidad de reducir los costos involucrados en reparaciones, y asegurar la disponibilidad del proceso, garantizando la eficiencia para la compañía, junto al cumplimiento de los objetivos sustentables definidas por el mismo.

2.2 Formulación del problema.

Tomando en cuenta las particularidades expuestas surge como interrogante. ¿Cómo mejorar la eficiencia y durabilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales en la compañía C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.

- Analizar las causas que originan la problemática en la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los componentes identificados en la planta de tratamiento.
- Evaluar la factibilidad económica, técnica, operativa, ambiental y social del plan de mantenimiento preventivo.

2.4 Justificación de la Investigación

El mantenimiento preventivo tiene como fundamento evitar fallos en la producción de bienes y servicios, con la finalidad de que no se repercuta en una pérdida económica significativa. Aun cuando este tipo de mantenimiento implique un desembolso de dinero, lo cierto es que es menor, en comparación con otros tipos, y controlado, lo que propicia pronósticos que facilita la toma de decisiones en cuanto a recursos y elementos que formen parte de una compañía. Todo ello se debe a que las actividades involucradas, tales como limpiezas, ajustes, reparaciones e inspecciones se vuelven regulares y rutinarias, ayudando a mantener los equipos en funcionamiento adecuado e impidiendo los tiempos de inactividad no programados, así como, favoreciendo el diagnóstico de problemas antes de que se presenten.

En base a esto, la problemática descrita anteriormente en la compañía C.A Cigarrera Bigott Sucs lleva a justificar la investigación, puesto que es de vital importancia para dicha empresa contar con un plan de mantenimiento preventivo en la PTAR, dado que, se busca alarga la vida útil de los equipos, e incrementar la disponibilidad de estos permitiendo al técnico y operario conocer en profundidad los dispositivos, pero, sobre todo, disminuir los costes y asegurar el proceso de la planta.

De igual forma, el investigador logra favorecerse con el proyecto, puesto que se adquieren conocimientos teóricos y prácticos que favorecen el desarrollo de habilidades fundamentales para el diagnóstico y resolución de problemas, concediendo al mismo de una capacidad de análisis que le permita proponer una solución adecuada a la naturaleza del conflicto. Finalmente, el trabajo investigativo supone un aporte para investigaciones futuras relacionadas con el tema en estudio, valiendo como un antecedente a futuros autores que desarrollarán su proyecto de grado, principalmente, en la misma institución académica donde se presentó el mismo.

2.5 Alcance

La siguiente investigación basó su estudio en la planta de tratamiento de aguas residuales de C.A Cigarrera Bigott Sucs ubicada en la avenida Don Julio Centeno, cruce con calle López Mendoza, municipio San Diego, estado Carabobo. Con la finalidad de plantear una propuesta basada en un mantenimiento preventivo, que permita establecer acciones de mantenimiento precisas que garanticen un mayor rendimiento a los elementos o piezas que convergen en la planta. Cabe aclarar que, dentro de la estructura de la investigación, el desarrollo del proyecto fue analizado únicamente para un interés de la empresa, por ende, la elaboración del mismo supone su planteamiento basado en los aspectos tecnológicos, financieros y humanos con los que cuenta la compañía para esa área en específico. Como se señaló anteriormente, el plan de mantenimiento preventivo fue diseñado exclusivamente para los elementos involucrados directamente en el proceso, por ende, para su proyección no se consideran los tableros eléctricos, ni la planta eléctrica localizada en la PTAR.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Arias (2012) afirma que los antecedentes son el reflejo de los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada, sirviendo como modelo para futuras investigaciones. Por ello, para el desarrollo del presente trabajo se sustentó la información a través de trabajos investigativos a nivel local e internacional, con el propósito de ser referencias para el enriquecimiento de los conocimientos teóricos relacionados con el tema en desarrollo.

3.1.1 Antecedentes Internacionales

Igualmente, Jara, R. (2021) en su trabajo de grado titulado **“Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019”** con la finalidad de optar al título de Ingeniería Industrial en la Universidad Señor de Sipán, Perú, tuvo como objetivo aumentar la productividad de la empresa, diagnosticando las causas que repercuten en la productividad, y empleando los pilares del TPM como posible solución. La metodología de estudio se basó en un modelo descriptivo, cuantitativo, con un diseño pre -experimental, donde la población constituyó un total de 27 trabajadores del área de mantenimiento. Las técnicas empleadas para la recolección de datos fueron entrevistas, observaciones y encuestas.

La problemática abordada por el autor se centraba en el inadecuado mantenimiento de los equipos de la compañía minera, que resultaba en excesivas paradas, disminución de la productividad y sobre costo tanto en las actividades de mantenimiento como en las unidades inmovilizadas durante el proceso. Por ello, una vez identificadas las causas, se establecieron los pilares del TPM con el fin de coordinar el uso adecuado de los recursos pertenecientes a la compañía, obteniendo como resultados la disminución en paradas no estipuladas, disponibilidad de los equipos, incremento en los beneficios/costos, y aumento en la productividad.

Como contribución a la investigación actual, el autor propone una solución al problema mediante la aplicación del mantenimiento productivo total, la cual es la herramienta base para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo en la planta de tratamiento para aguas residuales de la compañía C.A Cigarrera Bigott Sucs, por consiguiente, el trabajo de grado descrito con anterioridad supone una guía para el correcto desglose de las actividades a

establecer en el plan de mantenimiento actual, con el motivo de proponer un programa adecuado que mejore las condiciones de la planta en estudio.

Milanés, J y Flórez, W. (2020) en su trabajo de grado titulado **“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en los sistemas de instrumentación y control de la empresa Aguas de Cartagena E.S.P”**, presentado para optar al título en Ingeniería Industrial en la Universidad Antonio Nariño, Colombia. La investigación enmarcada como un proyecto factible, enfocó su objeto de estudio en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en los sistemas de instrumentación y control en función de la criticidad de las estaciones de tratamiento, logrando la reducción de fallas en los equipos y un aumento en la productiva en la Empresa Aguas de Cartagena E.S.P.

Los autores utilizaron diversas herramientas y técnicas que permitieron la obtención de datos e información necesaria para el establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de la empresa. Para ello, iniciaron con la implementación de un diagrama de Pareto para determinar las principales averías en las estaciones de tratamiento, planteando a su vez un análisis de causa raíz. Posteriormente, priorizaron las estaciones de acuerdo al modelo de criticidad de factores ponderados, estableciendo una matriz de criticidad con el fin de identificar los procesos decisivos y su efecto en las estaciones. Finalmente, diseñaron un plan de mantenimiento preventivo acorde para los sistemas de instrumentación y control.

En el trabajo de grado se señalaron los beneficios a obtener, destacando la reducción en los tiempos invertidos en reparaciones, el aumento en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, el establecimiento de una guía objetiva para el personal de mantenimiento, y, el aminoramiento en el impacto económico de la empresa, disminuyendo los costos invertidos en restauraciones de un 70% a un 40%. Cabe resaltar, que la investigación descrita anteriormente, fue tomada como aporte debido a que justifica la importancia de un plan de mantenimiento preventivo, donde los beneficios establecidos por los autores se vinculan con los objetivos del trabajo en desarrollo, principalmente en el aumento de la eficiencia y el prolongamiento en la vida útil de los equipos para la planta de tratamiento de la compañía C.A Cigarrera Bigott Sucs, donde la autora busca disminuir los costos de mantenimiento y brindar una guía objetiva que facilite el manejo y cuidado de la planta.

3.1.2 Antecedentes Nacionales

Escorche, Y. (2019) llevó a cabo el trabajo de investigación titulado **“Plan de mantenimiento en la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobiggott”** presentado para la obtención del título de Ingeniero Industrial en la Universidad José Antonio Páez, ubicada en el municipio San Diego, Venezuela; expuesta como un proyecto factible con el objetivo de establecer un plan de mantenimiento preventivo a los equipos y maquinaria de la Planta de Peletizado de Semillas de Agrobiggott, con el propósito de disminuir la ocurrencia de paradas no planificadas, empleando para la obtención de información la revisión documental, entrevistas y observaciones directas.

En el trabajo de grado se presenta el diagnóstico sobre la situación de los equipos dispuestos en la planta, y se realiza un análisis en las fallas encontradas con el fin de establecer una solución adecuada que permita aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta de Peletizado. Por ende, se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, que según los resultados obtenidos por medio de la metodología AMEF, plantea el orden de las actividades asociadas a inspecciones, ajustes, limpiezas y recambios. Finalmente, se evalúan los aspectos económicos, operativos, ambientales y sociales concernientes al plan de mantenimiento, junto a los posibles beneficios para la empresa, donde se resalta la minimización en los costos de oportunidad y el incremento en la productividad al reducir las concurrencias en paradas no planificadas, cumpliendo con las producciones solicitadas a tiempo.

El vínculo de esta investigación se basa en corroborar la falta de planes de mantenimiento preventivo para las diversas áreas de la compañía tabacalera. Además, se relaciona con el objetivo final del proyecto en desarrollo, por lo que supondrá una referencia para la adecuada evaluación del plan en el ámbito económico, técnico, operativo, ambiental y social.

Finalmente, Torres, O. (2018) en su trabajo de grado titulado **“Diseño del proceso de gestión del mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en una empresa comercializadora de alimentos al mayor, ubicada en Caracas, Venezuela”** como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela. El autor establece su estudio en la sede N.º 2 correspondiente a la empresa Makro Comercializadora S.A, ubicada en la parroquia La Vega (Distrito Capital), donde observó la baja disponibilidad en los equipos como resultado de la aplicación en mantenimientos correctivos,

afectando directamente la operatividad de la sede. Como solución factible se propuso el diseño de una gestión de mantenimiento preventivo.

En este caso se recopilaron los manuales de cada equipo y se aplicaron herramientas como entrevistas, observaciones directas y encuestas para el posterior análisis de las maquinarias, los procesos de mantenimiento y las fallas recurrentes. Adicionalmente, el autor diseñó fichas técnicas descriptivas de los dispositivos, a la vez que estableció indicadores de gestión, para el debido monitoreo y control de las actividades ejecutadas por el personal de mantenimiento. Sucesivamente, diseñó un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la gestión en el mantenimiento de los equipos pertenecientes a la sede de Makro Comercializadora S.A. Por último, especificó recomendaciones enfocadas en la implementación del plan de mantenimiento, capacitación para el personal, y el uso estricto de formularios que permitieran fuentes de retroalimentación para posibles mejoras de las actividades establecidas en dicho plan. El aporte de este trabajo se fundamenta en el empleo de herramientas, como entrevistas, observaciones directas y análisis de manuales, que la autora tomó en consideración para una mayor comprensión de la maquinaria, elementos y procesos de la planta en estudio.

3.2 Teoría Central de la Investigación.

El presente trabajo se centra en la teoría de los sistemas, donde Pérez y Gardey (2008) la definen como una perspectiva interdisciplinaria que busca comprender la estructura, interacciones y funcionamiento de un conjunto de elementos relacionados entre sí, que interactúan al mismo tiempo con el entorno que los rodea, generando ciertos resultados o efectos. De manera que, para este caso, el sistema en estudio supone la planta de tratamiento, donde los elementos relacionados entre sí son representados por los equipos involucrados directamente en el proceso de la planta, con el fin de generar un resultado, en este caso, asociado con el tratamiento del líquido empleado en las actividades de la compañía.

Igualmente, se toma en consideración la teoría de las restricciones, contemplada por Aguilera (2000) como “una metodología que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistemática, contribuyendo a garantizar el principio de continuidad empresarial.”. En otras palabras, es un enfoque de gestión empresarial con la premisa de que todo sistema cuenta al menos con una restricción que se debe identificar, y eliminar para no limitar el desempeño empresarial. Para el proyecto en desarrollo, dicha restricción identificada se asocia con la falta de un mantenimiento preventivo que asegure la

disponibilidad de los elementos que divergen en la PTAR, por lo que se busca eliminar tal barrera con el establecimiento de un plan de mantenimiento que dé continuidad al desempeño tanto de la planta como de la empresa en general.

Finalmente, se cuenta con la teoría del comportamiento organizacional, definida por Fernández, M. (2023) como “una disciplina que estudia la dinámica que se produce entre las personas y los grupos en el entorno laboral”. Es decir, permite comprender cómo el comportamiento humano interactúa con las estructuras y procesos organizacionales por medio de factores psicosociales, con el fin de mejorar el rendimiento, la satisfacción laboral y la productividad de una organización. En relación al proyecto, es necesario que se genere una cultura de mantenimiento dentro de la organización, para garantizar la prolongación en la vida útil de los activos de la empresa, y con ello, garantizar la eficiencia y eficacia en la misma.

3.3 Bases Teóricas.

Según Arias (2006) las bases teóricas hacen referencia al desarrollo de los aspectos generales del tema en investigación, que comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, y que se encuentra dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado (p. 107). En otras palabras, las bases teóricas permiten reforzar y sustentar la investigación por medio de conceptos, características y principios, ofreciendo una mayor comprensión del tema en estudio.

3.3.1 Mantenimiento.

Tal como refiere la Norma COVENIN (3049-93), el mantenimiento son acciones que identifican y disminuyen la degradación de un elemento funcional o que restaura las condiciones de diseño de un equipo que ha fallado, es decir, se trata de un conjunto de actividades técnicas y administrativas que posibilita conservar o restaurar un elemento o unidad de producción, con el fin de que el paso del tiempo no afecte el rendimiento de estos.

3.3.2 Objetivos del mantenimiento.

- ✓ Mejorar continuamente los equipos hasta su más alto nivel operativo, mediante el incremento de la disponibilidad, confiabilidad y efectividad.
- ✓ Disminuir los costes de producción, asegurando y conservando las inversiones realizadas en los equipos y elementos.
- ✓ Proporcionar conocimientos y asistencia, a partir de la experiencia adquirida, a todos aquellos que intervienen en la gestión de los elementos o equipos.

- ✓ Cumplir normas de seguridad y ambiente.
- ✓ Evitar accidentes

3.3.3 Tipos de mantenimiento.

Para Vega (2022) contar con equipos y sistemas en perfectas condiciones es esencial para asegurar el correcto funcionamiento de los procesos, por ello, para maximizar la utilidad de los mismos y garantizar su disponibilidad a largo plazo, se deben priorizar ciertos tipos de mantenimientos sobre otros. Por tal motivo, se describirán a continuación los tipos de mantenimientos existentes en la actualidad, diferenciándose entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

3.3.3.1 Mantenimiento Correctivo.

Es el conjunto de tareas técnicas destinadas a corregir los defectos de los equipos que requieran reparación o reemplazo inmediato en sus elementos; suelen ser actividades no programadas con el objetivo de reparar fallos ocasionados por desgastes, daños o roturas, con el fin de regresar la maquinaria a sus condiciones operativas normales. Generalmente este tipo de mantenimiento ocasiona un mayor impacto financiero en las empresas, ya que suele ocasionar la indisponibilidad prolongada de los elementos si su aplicación es constante, no obstante, puede emplearse en aquella maquinaria con bajos niveles de criticidad y cuyas fallas no interfieran con la productividad de la compañía.

3.3.3.2 Mantenimiento Preventivo.

Consiste en la realización de actividades programadas periódicamente con el fin de evitar futuras anomalías e imprevistos, el propósito es mantener un nivel de servicio determinando en la maquinaria, llevando a cabo actividades de inspección, detección y prevención de fallos con el objeto de mantener al dispositivo bajo condiciones específicas de operación. En la actualidad es la mejor técnica para aprovechar al máximo los activos y reducir los gastos asociados a reparaciones imprevistas.

Entre sus ventajas se identifican las siguientes.

- ✓ Prolongación en la vida útil
- ✓ Mínimo mantenimiento
- ✓ Mayor productividad
- ✓ Reducción de tiempos de inactividad imprevistos
- ✓ Incremento en la confiabilidad

- ✓ Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento
- ✓ Disminución en la existencia de almacenes y costos

3.3.3.3 Mantenimiento Predictivo.

Es una técnica que emplea herramientas de análisis de datos para identificar el estado y operatividad de los equipos e instalaciones, aplicando determinadas variables que monitorean las condiciones y comportamientos de estos. Para su uso, es necesario identificar variables físicas cuya variación sea indicativa de problemas que puedan manifestarse en los dispositivos.

3.3.3.4 Mantenimiento en Uso.

Consta de un mantenimiento de baja intervención que puede llevarse a cabo por cualquier colaborador que opere directamente con la maquinaria, puesto que abarca tareas simples de prevención, como inspecciones visuales, toma de datos, limpiezas, lubricación y ajuste en algunos elementos de los equipos, por lo que no se requiere de una formación compleja en el operador.

3.3.3.5 Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).

Conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los dispositivos a intervalos programados para dejar al equipo a cero horas de funcionamiento, o como si fuera nuevo, sustituyendo los elementos sometidos a desgastes para aumentar la vida útil de las máquinas a largo plazo.

3.3.4 Plan de mantenimiento.

Albornoz (2020) define al plan de mantenimiento como un documento técnico que resume los procedimientos, recursos y la planificación de las tareas de mantenimiento de un bien, en el cual para su elaboración se requiere de una serie de datos imprescindibles para garantizar buenos resultados, tales como.

- ✓ Descripción del trabajo: en un plan de mantenimiento se debe definir detalladamente las actividades a realizar en cada orden de trabajo, priorizando las áreas y la secuencia en las tareas.
- ✓ Instrucciones: Deben cumplir normas de calidad específicas, por ello para alcanzar los estándares de calidad es fundamental que el plan incluya directrices explícitas en las actividades.
- ✓ Programación: La finalidad es asegurar que el trabajo se realice con la periodicidad necesaria para evitar averías y tiempos de inactividad.

- ✓ Trabajadores: Es importante indicar el conjunto de competencias técnicas necesarias para cada función de mantenimiento, facilitando la elección de técnicos u operadores capacitados para realizar la intervención.

3.3.5 Establecimiento de un plan de mantenimiento.

Con el propósito de establecer satisfactoriamente un plan de mantenimiento se deben seguir cuidadosamente una serie de pasos detallados a continuación.

1. Definir objetivos y metas: Establecer lo que se desea obtener con el plan de mantenimiento.
2. Establecer la maquinaria o elementos a incluir en el plan. Se debe realizar un inventario de los equipos existentes, así como los repuestos y consumibles que se emplean en sus intervenciones.
3. Revisar los mantenimientos previos realizados. Es importante contemplar los sistemas, herramientas, repuestos y responsables empleados en mantenimientos previos, así como las fechas de ejecución.
4. Consultar los manuales de los equipos. Conocer las especificaciones, recomendaciones y plazos de garantía.
5. Escoger el tipo de mantenimiento y programarlo. Determinar el tipo de mantenimiento adecuado según las condiciones de los equipos o los objetivos a alcanzar.
6. Gestionar prioridades y recursos. Se debe realizar el plan de acuerdo en función del tiempo y recursos disponibles
7. Designar a los responsables. Consiste en establecer la cantidad de operarios o técnicos a ejecutar el plan de mantenimiento.
8. Ejecutar las tareas del plan. Se define como el momento para realizar las intervenciones, cumpliendo con las actividades propuestas anteriormente.
9. Revisión del plan. Análisis e Información. Un plan de mantenimiento ha de ser un programa activo, revisado constantemente para ser ajustado de ser requerido.

3.3.6 Mantenimiento Productivo Total (TPM).

En opinión de Salazar (2019) el TPM es una metodología Lean Manufacturing que garantiza la disponibilidad y confiabilidad previstas de las operaciones, equipos y sistemas, mediante la aplicación de conceptos como la prevención, cero defectos, cero accidentes y

participación total del personal. El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora en la eficiencia de los equipos y operaciones, reduciendo las fallas, inconformidades y tiempos de cambio, junto al aumento en el orden y la limpieza.

3.3.7 Ventajas del TPM.

- ✓ Mejorar la calidad y productividad en los procesos.
- ✓ Aprovechar el capital humano.
- ✓ Reducir costos operativos y en mantenimientos correctivos.
- ✓ Flujos de producción continuos.
- ✓ Mayor control en las operaciones.
- ✓ Establecimiento de una cultura de prevención.

3.3.8 Pilares del Mantenimiento Productivo Total.

- ✓ Mejoras enfocadas: Desarrolla y realiza mejoras graduales en los procesos existentes, buscando la maximización en la eficiencia y la reducción en los costos, mediante la aplicación del enfoque científico conocido como PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.)
- ✓ Mantenimiento Autónomo: Consiste en capacitar al personal para supervisar los equipos por medio de comprobaciones e inspecciones diarias, que incluyan tareas de mantenimiento básicas como limpieza o lubricación en las piezas.
- ✓ Mantenimiento Planificado: Establece la programación de inspecciones y actividades de mantenimiento periódicas, con el objetivo de detectar posibles problemas y evitarlos. En el mismo se incluyen actividades de mantenimiento preventivo, así como actividades de mantenimiento predictivo.
- ✓ Mantenimiento de Calidad: Busca garantizar el cumplimiento en normas de calidad para todas las fases de producción, previniendo los fallos en las operaciones y minimizando el desperdicio de los recursos.
- ✓ Mantenimiento del desarrollo: Considera la designación de equipos interfuncionales para resolver problemas de producción, es decir, se encarga del desarrollo de estrategias basadas en análisis de datos para la obtención de equipos que cumplan los requerimientos de la empresa.
- ✓ Educación y Formación: Relacionado con formar a los operarios en el uso adecuado de los equipos, incluye el impartir cursos de actualización sobre procedimientos de

- seguridad, y ofrecer oportunidades de formación adicionales relacionados con sus funciones laborales.
- ✓ Seguridad, Salud y medio ambiente: El objetivo es crear un entorno seguro para los colaboradores o trabajadores, centrándose en la aplicación de políticas y procedimientos de salud y seguridad. Al mismo tiempo incluye la supervisión de las condiciones ambientales en torno a la maquinaria, verificando el cumplimiento de determinadas normativas de ambiente.
 - ✓ TPM en la administración: Establece la aplicación de los principios usados en el área de producción a las operaciones de oficina.

3.3.9 Método Kaizen.

Gonzáles (2023) da a entender al método Kaizen como “la metodología basada en el control estadístico de procesos, con el objetivo de eliminar ineficiencias en cada fase del proceso productivo.”. Siendo una estrategia de gestión cuya finalidad es mejorar los procesos de forma continua, eliminando actividades que no aporten un valor significativo a la producción.

3.3.10 Metodología de las 5s de Kaizen.

Gonzáles (2023) señala que la metodología 5s proviene de términos japoneses que referencian a los elementos básicos dentro de un sistema, divididos en.

Seiri (Clasificación): Identifica y clasifica aquello que es útil o necesario para una organización, manteniendo lo que la beneficie y desechando lo que no permite el crecimiento de la misma.

Seiton (Organizar): Crear un orden en todos los procesos u objetos ya clasificados, asignando ubicaciones fijas para reducir el tiempo de búsqueda.

Seiso (Limpiar): Aplicado para mantener el área de trabajo limpio y sin residuos de ningún tipo, mejorando la calidad de los procesos productivos junto a la disminución de posibles riesgos para los trabajadores.

Seiketsu (Estandarizar): Corrobora que los cambios funcionen adecuadamente en todos los niveles, asegurando que todos los miembros de una empresa cumplan con lo establecido.

Shitsuke (Autodisciplina): Es el esfuerzo individual de cada miembro para que el mejoramiento continuo se vuelva un hábito tanto en el espacio laboral como personal.

3.4 Bases Legales.

Duarte (2023) explica que “las bases legales son el conjunto de documentos de naturaleza legal que sirven como testimonio referencial y de soporte a la investigación que se realiza”. Por consiguiente, para sustentar de forma legal el trabajo, se expone el marco legal concerniente a la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs, junto a normas asociadas con el tema formulado.

3.4.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, Artículo 129.

Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural. El estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares, químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas.

3.4.2 Decreto N.º 2.216 “Normas para el Manejo de Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Comercial, Industrial y de Cualquier Naturaleza que no sea peligrosa”. Gaceta Oficial N° 4.418, Extraordinario del 27 de abril de 1992, Artículo 1.

El presente decreto tiene por objeto regular las operaciones de manejo de desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza no peligrosa, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente.

3.4.3 Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, Gaceta Oficial N.º 38.236 de fecha 26 de julio 2005. Capítulo II. De la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Artículo 10.

El Ministerio con competencia en materia de seguridad y salud en el trabajo, formulará y evaluará la política nacional destinada al control de las condiciones y medio ambiente de trabajo, la promoción del trabajo seguro y saludable, la prevención de los accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, la restitución de la salud y la rehabilitación, la capacitación y reinserción laboral, así como la promoción de programas para la utilización del tiempo libre, descanso y turismo social y del fomento de la construcción, dotación, mantenimiento y protección de la infraestructura de las áreas destinadas a tales efectos.

3.4.4 Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, de fecha 27 de septiembre de 2001, publicada en Gaceta Oficial Extraordinaria N.º 5.554, Artículo 1.

Esta Ley tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente.

3.4.5 Norma COVENIN 3049-93.

Esta Norma Venezolana establece el marco conceptual de la función de mantenimiento a fin de tender a la unificación de criterios y principios básicos de dicha función. Su aplicación está dirigida a aquellos sistemas en operación, sujetos a acciones de mantenimiento.

3.5 Definición de Términos

Aguas residuales: Aguas utilizadas provenientes de una comunidad, industria, granja u otro establecimiento, con contenido de materiales disueltos y suspendidos.

Confiabilidad: Es la capacidad de un sistema, equipo o proceso para funcionar de manera continua y sin fallas durante un periodo de tiempo determinado.

Criticidad: Hace referencia al grado de importancia o el nivel de impacto que tiene un elemento, sistema o proceso en la operación o en el logro de los objetivos de una organización.

Componente: Es aquella parte de un sistema más grande, que se usa para realizar una función en específico dentro de dicho sistema.

Disponibilidad: Es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento en el momento o instante que es requerido.

Eficacia: Capacidad de conseguir lo que se propone en el menor tiempo posible.

Eficiencia: Capacidad de un sistema, proceso o equipo para realizar una tarea con el menor consumo de recursos posibles.

Factibilidad: Describe algo que es viable, práctico o realizable con los recursos y condiciones disponibles.

Inspección: Actividad de evaluación que examina, verifica y comprueba algo para detectar posibles problemas, defectos e incumplimientos de normas o especificaciones.

Lubricación: Proceso en el que un fluido se introduce entre las superficies en contacto de dos cuerpos con movimientos relativos que rozan unidos por una carga, dicho fluido forma una película de separación física entre las superficies de los cuerpos, reduciendo la fuerza de deslizamiento, y con ello, el desgaste de las piezas.

Peletizado: Es el proceso de producción usado para la transformación de materiales en polvo, gránulo o partículas en pequeñas esferas uniformes.

Productividad: Relación entre los resultados y el tiempo utilizado para su obtención, cuanto menor sea el tiempo empleado para el alcance de los resultados deseados, más productivo es el sistema o proceso.

Sistema: Conjunto de elementos relacionados entre sí que funcionan como un todo.

Vida útil: Se refiere al período de tiempo durante el cual un producto, equipo o sistema se considera beneficioso y funcional para su uso previsto.

Zafra: Período en que se cosecha la hoja de tabaco para que pueda ser procesada y transformada en productos como el cigarrillo.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Arias (2012) indica que el marco metodológico es “La metodología del proyecto que incluye el tipo de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación” (p.110). Haciendo referencia a que es una herramienta empleada en la investigación para establecer los métodos y procedimientos empleados en un estudio, para la recolección, análisis e interpretación de la información obtenida durante el proceso de investigación.

4.1 Enfoque de la Investigación

Carrillo, M. (2009) indica que el método tecnológico se centra en “entregar la información mejorando el proceso de enseñanza y aprendizaje a través de la búsqueda y selección de medios tecnológicos eficaces para producir resultados según los fines deseados.”. Por ende, se basa en la aplicación de conocimientos científicos y técnicos para solucionar problemas o satisfacer necesidades por medio de la tecnología, siendo un proceso dinámico e interdisciplinario para el mejoramiento o innovación de los sistemas o procesos existentes.

4.2 Tipo de Investigación

Arias (2012) señala que un proyecto factible es un estudio “que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización” (p.134).

Por ende, la presente investigación es de tipo factible, debido a que surge como una necesidad por parte de la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs, con el fin de asegurar la disponibilidad de los elementos en la planta de tratamientos para aguas residuales, y con ello, las operaciones correspondientes de la planta. Sin embargo, para su desarrollo fue necesario indagar en estudios similares, y obtener referencias en investigaciones documentales o de campo, con el propósito de dar solución al problema planteado.

4.3 Diseño de la Investigación

En opinión de Arias (2012), el diseño de investigación se define como

La estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. Y, que se encuentra definida por el origen de los datos, primarios en diseño de campo, y secundarios en estudios documentales. O por la manipulación, o no, de las condiciones en las que se realiza el estudio. (p.27).

Del mismo modo Arias (2012) define a la investigación documental como.

Un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales, ya sean impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (p. 27).

E igualmente, Arias (2012) señala a la investigación de campo como.

Aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental. (p.31)

Por consiguiente, el diseño que comprende el trabajo de grado está basado en una investigación de campo y documental, la misma aborda una problemática existente en la planta de tratamiento para aguas residuales (PTAR) de la compañía tabacalera C.A Cigarrera Bigott Sucs, donde los datos obtenidos directamente surgen de la realidad en la que se dan los hechos, y que son analizados con ayuda de documentos establecidos.

4.4 Nivel de Investigación

Valderrama (2013) señala que el nivel de una investigación es el grado de conocimiento que posee el investigador con respecto al problema, hecho o fenómeno a evaluar, empleando estrategias, según el nivel, que son adecuadas para llevar a cabo el desarrollo de la investigación (p.42). De igual forma, Arias (2012) dice que la investigación descriptiva es la caracterización de algún hecho, fenómeno, individuo o grupo, con la finalidad de establecer su estructura o comportamiento.

Acorde con lo descrito, la elaboración y desarrollo de este trabajo se realizó por medio de una investigación de tipo descriptiva, donde se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades de la planta de tratamientos para las aguas residuales e industriales, por lo que es requerido analizar la información pertinente a las condiciones de la planta, donde el investigador debe estar en contacto directo con la realidad a evaluar y los elementos involucrados en la misma.

4.5 Población y Muestra

4.5.1 Población

En opinión de Arias (2012) la población es “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, y queda delimitada por el problema y los objetivos del estudio” (p.81). Por ello, para el estudio se comprende como población a Planta Valencia de la empresa C.A Cigarrera Bigott, sede ubicada en San Diego, estado Carabobo.

4.5.2 Muestra

Por otra parte, Valderrama (2013) señala que la muestra es “Un subconjunto representativo de un universo o población” (p. 184). De modo que queda establecido como muestra para el caso en estudio la planta de tratamiento para aguas residuales de la compañía, tomando en consideración que la evaluación, y posterior propuesta de solución fue establecida para los equipos dispuestos en la PTAR.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Técnicas de recolección de datos.

Arias (2012) afirma que las técnicas de recolección para datos “son las distintas formas o maneras de obtener la información” (p.111). En otro sentido, son el conjunto de procedimientos que permiten obtener, medir la información, y reconocer el “cómo hacer”, con el objetivo de aplicarlas al ámbito en estudio.

4.6.1.1 Observación Directa

Arias (2012) justifica que la observación es una técnica que visualiza o capta, por medio de la vista y en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno, o situación que se genere en la naturaleza o sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. En este caso, la recolección de datos se llevó a cabo mediante la examinación detallada de los equipos dispuestos en la planta de tratamiento, y su operatividad en dicha instalación. De manera que, la observación directa permitió identificar aquellos factores que se encuentren al alcance visual de la autora, con la finalidad de ofrecer un mayor nivel de comprensión de la situación actual.

4.6.1.2 Entrevista

Igualmente, Arias (2012) señala que una entrevista es “la que se realiza a partir de una guía diseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado”. Además, establece que dicha guía puede ser empleada como un instrumento opcional para

recopilar las respuestas, o en todo caso, se puede hacer uso de grabadoras o videocámaras. Para este caso, la entrevista fue dirigida, principalmente, al coordinador de Otecnagua y al operador de la planta de tratamiento, quienes en la actualidad se encuentran encargados de la supervisión de los equipos y elementos en la PTAR, siendo los encargados de proporcionar datos e información que permitió el análisis detallado de la situación presente en la misma.

4.6.1.3 Revisión documental.

Valderrama (2013) indica que “Esta revisión ayuda a evaluar la planificación de la investigación y los subtemas relevantes a tener en cuenta”. Mediante la técnica mencionada se obtuvo información relevante en la investigación a partir de documentos propios de la compañía, presentados en forma física o digital, y dispuestos a la autora como aporte para el avance en su trabajo.

4.6.1.4 Revisión bibliográfica.

Por último, el trabajo investigativo se apoyó en la revisión de trabajos de grado e informes de pasantía presentados con anterioridad, relacionados con el tema en estudio. De igual forma se tomaron en cuenta libros, artículos, revistas y todo tipo de material que complementó la información, permitiendo un mayor entendimiento del tópico en desarrollo, para el posterior establecimiento de una propuesta idónea a la problemática actual.

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos.

Por otro lado, Valderrama (2013) especifica que los instrumentos son los medios materiales que permiten recolectar y almacenar la información, presentados en formularios, pruebas de conocimiento, listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campos, entre otros medios (p. 195). En función de lo expuesto, para el acopio de los datos se emplearon las siguientes herramientas.

4.6.2.1 Registros fotográficos.

Harp (2021) indica que el registro fotográfico es uno de los pasos indispensables para los procesos de documentación, debido a que una fotografía posibilita la obtención de información detallada, sin manipulación en la misma. En este sentido, el registro fotográfico fue aplicado, como evidencia, para la documentación de los elementos concernientes a la planta de tratamiento.

4.6.2.2 Cuaderno de notas.

Es un medio físico donde se registran los datos relacionados a hechos, eventos o acontecimientos en propio terreno, ilustrando e informando a través de ello la situación presentada en un momento determinado. Hernández, Fernández y Baptista (2014) opinan que en las anotaciones a realizar es importante incluir palabras propias, asimismo, cada vez que sea posible es necesario volver a leerlas, y registrar nuevas ideas, comentarios u observaciones (p.370). Sustentándose en lo descrito, se hizo uso de este instrumento para la toma de datos generados a lo largo del proceso investigativo.

4.6.2.3 Grabador de audio.

Con el fin de registrar detalladamente las entrevistas que se realizaron al personal de la PTAR, se hizo uso de una grabadora de voz instalada en el teléfono celular, lo que favoreció la recolección de información de una forma precisa, y posibilitó la evaluación rigurosa en el contenido de la misma. De igual forma, su empleo facilitó el proceso de transcripción sin perder detalle alguno relevante para la investigación.

4.7 Técnicas de análisis de datos

En opinión de Arias (2012) “en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan.” (p. 111). En virtud de ello, para la formulación de una propuesta que sirva como solución al problema planteado, se interpretaron los datos aplicando la técnica nominal, con el propósito de obtener información pertinente a través de un grupo de expertos, seguidamente, se aplicó la técnica de los 5 ¿por qué?, como medio para comprender las causas subyacentes del problema, finalizando con un análisis FODA para un análisis más completo acerca de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades identificadas. Finalmente, se propuso el análisis de los equipos dispuestos en la planta de tratamiento, estimando la vida útil de cada equipo y componente a través de la opinión de los expertos.

4.8 Validez de los Instrumentos.

Valderrama (2013) menciona que “la validez es el grado en que la medida refleja con exactitud el rasgo, característica o dimensión que se pretende medir” (p.206). Del mismo modo, el autor señala que lo que se busca es el grado óptimo de validez en los instrumentos utilizados para obtener datos confiables. De tal forma, para verificar la

validez de los instrumentos a emplear en el presente estudio, un panel de expertos enfocó la valoración de las preguntas formuladas en el guion de entrevistas expuesto en la sección de anexos, para entrevista estructurada, con la finalidad de asegurar el correcto análisis de las variables presentes en el estudio.

4.9 Fases metodológicas

La realización del trabajo investigativo fue estructurada en cuatro (4) fases o etapas vinculadas con los objetivos específicos, el propósito fue cumplir con el objetivo general, vinculado con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamiento ubicada en la empresa C. A Cigarrera Bigott Sucs, y con ello dar una alternativa viable al problema.

FASE I: Diagnóstico del estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.

En la primera fase se identificó el estado o situación de la planta de tratamiento de aguas residuales, llevándose a cabo la implementación de herramientas y técnicas para la recolección de datos, como la observación directa, la revisión documental, el registro fotográfico y la técnica nominal a través de entrevistas, con el propósito de comprender y documentar el proceso y equipos que convergen en la planta.

La observación directa junto al registro fotográfico se efectuó a todas las operaciones y elementos del área. Además, se tomaron en consideración aquellos documentos aportados por la empresa, vinculados con información pertinente a la planta de tratamiento, para una mayor comprensión o conocimiento de los equipos y recursos asociados a la misma. Del mismo modo, se llevó a cabo la recolección de datos por medio de entrevistas, que fueron realizadas al personal involucrado directamente con el funcionamiento y mantenimiento de la PTAR.

FASE II: Análisis las causas que originan la problemática en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Para esta fase se examinaron todas aquellas causas que originaron la problemática presente. Para ello, se usaron las técnicas de análisis como los 5 ¿Por qué? Y FODA, puesto que, el propósito principal es reconocer las debilidades en el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, y con ello, desarrollar acordemente la fase III del proyecto.

FASE III: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los componentes identificados en la planta de tratamiento.

Con la información recopilada en las fases anteriores se diseñó el plan de mantenimiento preventivo basándose en la metodología del mantenimiento productivo total, donde se establecieron los procedimientos generales, y formatos que deberán ser llenados por el técnico u operario encargado de la realización del mantenimiento.

FASE IV: Evaluación de la factibilidad económica, técnica, operativa, ambiental y social del plan de mantenimiento preventivo.

Para la última fase se evaluaron los beneficios económicos a través de la relación beneficio/ costo, del mismo modo, se establecieron las posibles ventajas a nivel social, operativo, técnico y ambiental del plan de mantenimiento preventivo, en el caso de que a futuro la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs decida emplear la propuesta.

4.10 Cuadro Técnico Metodológico

Cuadro 1: cuadro técnico metodológico

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Diagnosticar el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.	El estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales	Hace referencia a la condición actual de la planta, con el fin de conocer los elementos que la componen, y la capacidad de los mismos para realizar de forma eficiente el proceso.	Componentes críticos	1, 6	Entrevista
			Mantenimiento	3,9	
			Fallas presentadas	2	
			Recursos	4	
			Funcionamiento de los componentes	7,8	
			Descripción	5	

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Con el fin de establecer una solución acorde a la problemática presente en la Planta de Tratamiento, y con ello, dar cumplimiento de manera satisfactoria a los objetivos planteados con anterioridad, se exponen a continuación los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo investigativo, subdivido en cuatro (4) fases que permiten comprender a profundidad el tema en cuestión.

5.1 Fase I. Diagnóstico del estado actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.

Durante las primeras semanas de estudio de la Planta de Tratamiento para Aguas Residuales (PTAR), se realizó una evaluación exhaustiva del área, por medio de la observación a cada una de las fases relativas al proceso, así como la identificación de los equipos y elementos concernientes al mismo, con el objetivo de comprender el tratamiento tanto de los vertidos generados por la transformación de la hoja de tabaco, como de otras actividades correspondientes a C.A Cigarrera Bigott Sucs, asimismo, se contó con la colaboración del personal para la recopilación y documentación de información relevante sobre la planta. Esto con el enfoque principal de obtener un entendimiento sólido y completo de la problemática presente, y establecer una propuesta idónea que aborde de manera efectiva los desafíos actuales de la PTAR.

5.1.1 Valores y principios ambientales de la empresa

5.1.1.1 Políticas

- *Política ambiental del grupo*

Con el objetivo de que los procesos productivos de la empresa no generen un impacto negativo en el entorno, C.A Cigarrera Bigott Sucs, en base a lo establecido por el grupo BAT, se rige de una serie de principios para la protección de la biodiversidad y el desarrollo sostenible. Su compromiso se fundamenta en la mejora continua de estrategias que promuevan la responsabilidad e integridad ambiental, colocando su foco en cuatro parámetros detallados a continuación.

- Abordar el cambio climático: Lograr operaciones neutrales en carbono y cero emisiones netas en la cadena de valor, aumentando las provisiones de energías a partir de fuentes renovables

- Gestión del agua: Reducir las cantidades de agua extraída, aumentando el reciclaje de la misma en cada una de las actividades productivas realizadas por la empresa, trabajando para que el 100% de los sitios de operación de las compañías asociadas al grupo BAT estén certificadas bajo el estándar de “Alianza para la Gestión del Agua (AWS)”.
- Eliminación de residuos: Eliminar el uso de plásticos y reducir la generación de residuos en las actividades productivas, con el fin de dirigir a las empresas asociadas en el cumplimiento de “Cero Residuos al Vertedero”.
- Protección de la biodiversidad: Trabajando de la mano con los agricultores para el desarrollo, mejora e implementación de prácticas agrícolas responsables con el medio ambiente, para la preservación del capital natural, promoviendo medios de vida prósperos y aumentando la resiliencia de los agricultores al cambio climático.

5.1.1.2 Compromisos

En la actualidad BAT junto a las empresas asociadas buscan el alcance de “A Better Tomorrow”, por tal motivo, se encuentran enfocados en alcanzar una serie de objetivos sostenibles que permitirán ofrecer “Un Mejor Mañana” a todas las partes interesadas. En virtud de esto, y con la finalidad de cumplir con la agenda de BAT, C.A Cigarrera Bigott Sucs se encuentra comprometido en lograr una correcta gestión ambiental a través.

- Reducción de residuos.
- Manejo y control del agua.
- Establecimiento de una economía circular.
- Protección de la biodiversidad y ecosistemas.

5.1.1.3 Normativas

Desde el punto de vista legal, la operación de la Planta de Tratamiento debe velar por el cumplimiento de las leyes, decretos y normativas técnicas especificadas a continuación.

- Decreto 3.219. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia. Gaceta oficial N° 5.305 Extraordinario del 01-02-1999.
- Decreto N° 2.216. Normas para el Manejo de Desechos Sólidos de Origen Domestico, Comercial, Industrial y de Cualquier Naturaleza que no sean Peligrosos. Gaceta Oficial N° 4.418, Extraordinario del 27 de abril 1992.
- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6017 del

30 de diciembre de 2010.

- Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, de fecha 27 de septiembre de 2001. Publicada en Gaceta Oficial Extraordinario N° 5554, de fecha 13 de noviembre de 2001.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Gaceta Oficial N° 38.236 del 26 de julio de 2005.
- Decreto N° 2.635. Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos, de fecha 22 de julio de 1998 publicado en Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.245, de fecha 3 de agosto de 1998.

5.1.2 Caracterización de las vertientes a la planta de tratamiento.

En C.A Cigarrera Bigott Sucs, Planta Valencia se llevan a cabo tres (3) procesos productivos, dos (2) en los que se trabaja y acondiciona la hoja de tabaco, generando la materia prima que será utilizada en Planta Caracas para la conformación del cigarrillo, y uno (1) donde se genera el filtro del cigarro, enviado igualmente a Planta Caracas. No obstante, dichos procesos requieren para sus operaciones y actividades el uso de ciertas cantidades de agua, que resultan en un efluente cuyo tipo y volumen dependerá de factores como la calidad de la materia prima, la duración del proceso, la cantidad de personal, y los servicios de apoyo respectivo. En tal caso, se especifican en la figura 4 las áreas productivas correspondientes a la empresa, junto a las demás áreas que conforman a la misma, especificando que los procesos operacionales fijos de la Planta son.

- Procesamiento de la hoja de tabaco - GLT.
- Procesamiento del tabaco en polvo - DEER.
- Preparación de filtros - FMD.
- Áreas ubicadas dentro de las instalaciones de la empresa.

El proceso llevado a cabo en GLT no maneja en su desarrollo agua directamente, el uso de este líquido proviene de unas calderas que generan vapor de agua, y que se encuentran conectadas a unos cilindros ubicados dentro de las instalaciones del área; su función consiste en el acondicionamiento para separar la vena y la lámina de la hoja de tabaco, por medio de la inyección de vapor de agua. Durante la operación, las porciones que no son absorbidas por el tabaco precipitan en una tanquilla de recolección, conectada a una red de tuberías que permite el acceso del agua hasta la planta de tratamiento. El vapor de los serpentines de las calderas al

condensar no se envía a la planta de tratamiento, puesto que son recolectadas en una trampa de vapor que se encarga de reciclar el agua dentro de las calderas, impidiendo el desperdicio de la misma durante el reinicio del proceso.

Culminado el acondicionamiento, se traslada la hoja de tabaco a la etapa de resecado, donde se aporta nuevamente humedad a través de la inyección de vapor de agua en menor proporción al suministrado en la etapa anterior. Del mismo modo, el condensado resultante se recolecta en una tanquilla, para ser transportado hacia la planta de tratamiento por medio de bombeo, a través de una red de tuberías conectadas

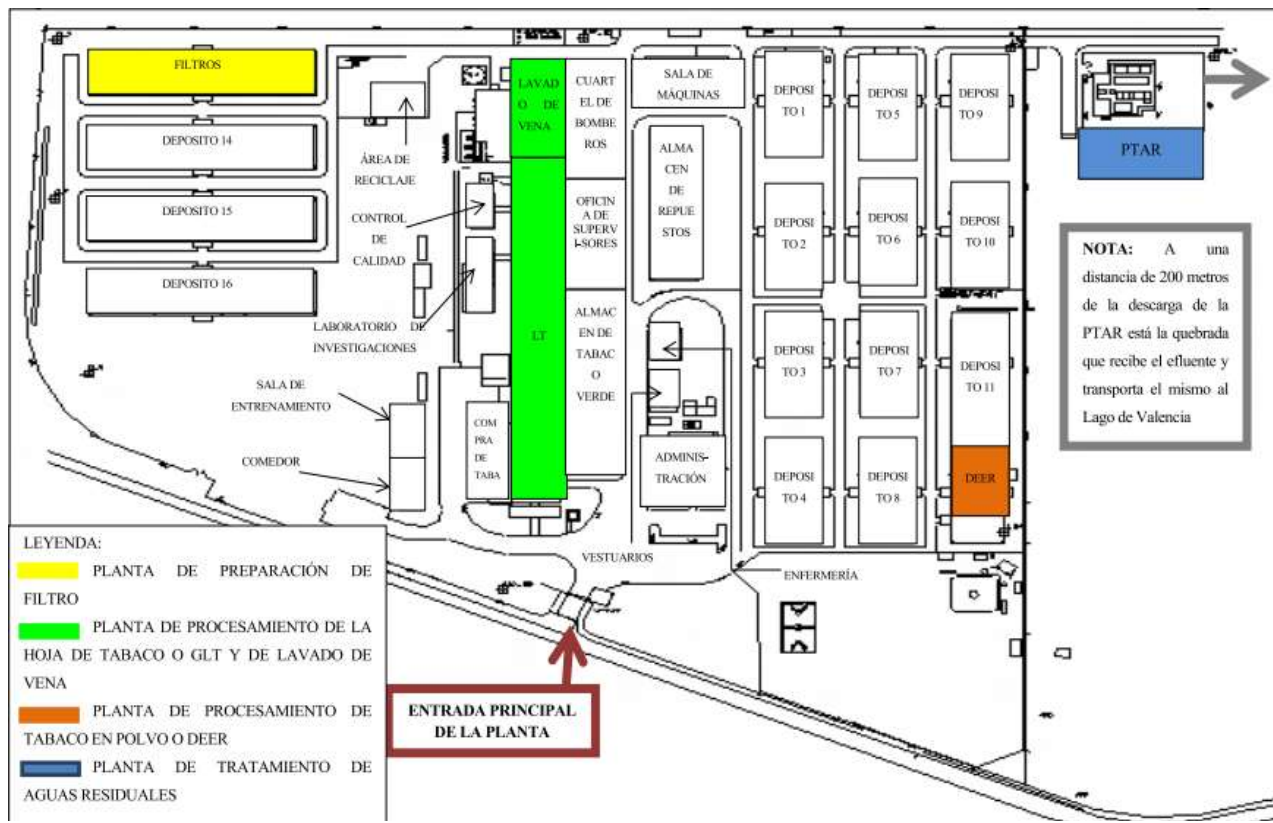


Figura 5. Plano General de C.A Cigarrera Bigott Suc. Planta Valencia

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Suc

Para DEER el uso del agua se realiza fuera del proceso productivo, específicamente, en el lavado del área de las extrusoras y la mezcladora, realizado dos veces al día. Durante la limpieza no se emplea ningún tipo de detergente, únicamente agua a presión, lo que resulta en un efluente con polvillo de tabaco diluido, bajo en aditivos. En el caso de FMD, la preparación de los filtros no involucra agua en el proceso de manufactura, por tal motivo, no se generan efluentes industriales que sean dirigidos a la planta de tratamiento, aparte de los generados por el uso de

servicios básicos. Adicional a esto, son enviados a la PTAR las aguas servidas por las actividades humanas dentro de la empresa, las cuales desembocan inicialmente en una serie de tanquillas encargadas de mezclar tales efluentes con los del DEER, hasta ser transportados al tanque principal de la planta en estudio.

En cuanto a los efluentes recibidos para el tratamiento, el tabaco es el mayor contaminante, su composición química es bastante compleja, conteniendo azúcares, ácidos orgánicos, hidrocarburos, proteínas, sustancias minerales, nicotina y otros alcaloides.

5.1.3 Caracterización de las condiciones físicas de la planta

5.1.3.1 Ubicación.






La planta de tratamiento para aguas residuales se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de C.A Cigarrera Bigott Sucs, cuya dirección correspondiente es Av. Don Julio Centeno, cruce con calle López Mendoza, zona industrial Castillito. Municipio San Diego. Estado Carabobo.

5.1.3.2 Tipo de Planta.

El proceso de tratamiento de las aguas residuales e industriales generadas por las actividades productivas y de otra índole en la empresa permite clasificar a la PTAR como una planta de lodos activos. Al ser una instalación con un proceso biológico que posibilita el desarrollo de una depuración de origen natural, en la que los microorganismos presentes para el tratamiento son capaces de depurar el agua contaminada, a través de un proceso aerobio, por medio de la aireación prolongada y la recirculación de fangos que eliminan las sustancias biodegradables disueltas en los líquidos residuales.

Expresado de otra forma, para el tratamiento se cuenta con un cultivo de microorganismos, los cuales, al ser mezclados con la materia orgánica del agua, encuentran en las mismas sustancias que sirven como alimento. Por otra parte, el proceso de aireación y agitación que se lleva a cabo, genera el oxígeno que dichos microorganismos necesitan para llevar a cabo su actividad. De este modo, se desarrolla un proceso metabólico, donde se transforman los contaminantes biológicos en biomasa, dióxido de carbono, y agua; eliminando los compuestos contaminantes. Por lo tanto, los microorganismos oxidan la materia orgánica disueltas, y las partículas en suspensión junto a los coloides se coagulan formando sedimentos.

Cuadro 2. Microorganismos empleados en el proceso de la PTAR

Grupos de microorganismos	Resultado	Observación en el Laboratorio	Función de los microorganismos	Imágenes que se pueden visualizar de los microorganismos
<p>Conteo Bacteriano (UFC/ml)</p>	<p>3,5x10⁶ UFC Mesófilos aerobios</p>	<p>Observación directa, luego de 48 horas. Conteo en placas de Unidades Formadoras de Colonia (UFC), utilizando el medio de cultivo Plate Count Agar</p>	<p>Formación de flóculos y degradación de la materia orgánica</p>	
<p>Hongos</p>	<p>53 UFC con diferentes morfologías</p>	<p>Observación directa, luego de 48 horas. Conteo en placas de Unidades Formadoras de Colonia (UFC).</p>	<p>Formación de flóculos y degradación de la materia orgánica.</p>	
<p>Algas</p>	<p>Presencia de algas verdes.</p>	<p>Observación al microscopio. Objetivo 40x</p>	<p>Las algas son microorganismos eucariotas, autotróficos, fotosintéticos, contienen clorofila y actúan como las principales productoras de materia orgánica y oxígeno en un ambiente acuático.</p>	
<p>Protozoos</p>	<p>Presencia de: Amebas, ciliados y flagelados</p>	<p>Observación al microscopio. Objetivo 40x</p>	<p>Organismos sensibles a compuestos tóxicos y a la ausencia de oxígeno. Principales consumidores de las poblaciones bacterianas en los sistemas acuáticos, intervienen en la formación de flóculos sedimentables.</p>	
<p>Metazoos</p>	<p>Helmintos (morfología gusanos)</p>	<p>Observación al microscopio. Objetivo 10x</p>	<p>Eliminan las bacterias libres que no se han agregado al flóculo. Contribuyen a la formación de este mediante la producción de materia fecal rodeada de capas de mucus.</p>	

5.1.3.3 Estructura y capacidad de la Planta de Tratamiento

Diagrama del proceso de la PTAR en C.A Cigarrera Bigott Sucs

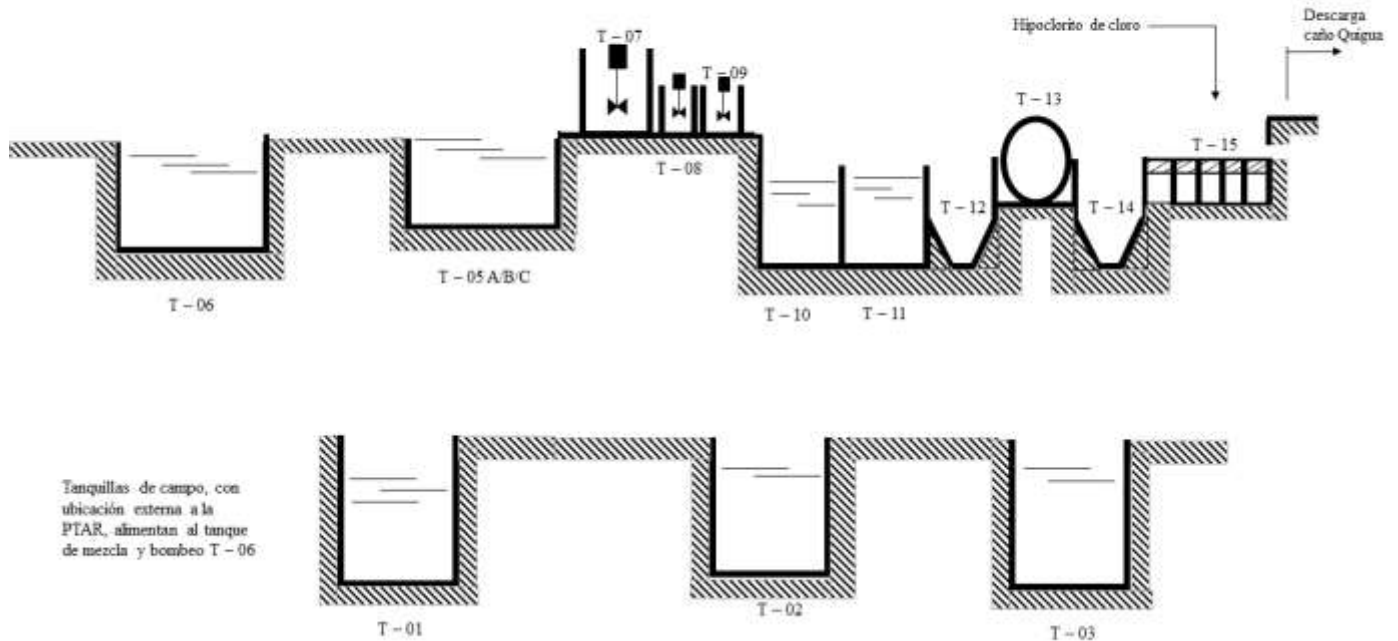


Figura 6. Diagrama del proceso de la PTAR en C.A Cigarrera Bigott Sucs

Fuente: Colina, B. Dalki, J.

Los datos expuestos a continuación fueron extraídos del Manual de Operaciones de la Planta de Tratamiento, en el que se especifican las dimensiones de cada uno de los tanques dispuestos en la PTAR. De igual forma, para una mayor comprensión, se dispone del diagrama de procesos de la planta en la figura 5.

Cuadro 3. Dimensiones de unidades y especificaciones de equipos

<p>T – 01: Tanquilla receptora de GLT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal gravimétrico: 0.25 L/s • Diámetro: 0.65m • Profundidad: 3. 00 m 	<p>T – 02: Tanquilla receptora de DEER y Aguas servidas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal gravimétrico: --- • Diámetro: 0.65 m • Profundidad: 3.20m
---	---

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Sucs

Continuación cuadro 3. Dimensiones de unidades y especificaciones de equipos

<p>T- 05 A/B/C: Tanquillas de igualación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad: 3 • Volumen: 20.00 m³ c/u • Largo: 5.00m • Ancho: 4.00m • Profundidad media: 1.00m 	<p>T – 06: Tanquilla de mezcla y bombeo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen (útil): 6.17m³ • Largo: 2.10m • Ancho: 2.10m • Profundidad total: 4.80m • Profundidad útil: 1.40m
<p>T – 07: Reactor Anóxico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal máximo: 1.70 L/s • Caudal operativo: 1.00 L/s • Diámetro: 4.34m • Altura (útil): 2,195m • Altura total: 2.50m • Volumen (útil): 32.47 m³ • Volumen total: 36.98 m³ 	<p>T – 08: Reactor Anaeróbico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal operativo máximo: 1.50 L/s • Caudal operativo: 1.00 L/s • Diámetro: 1.49m • Altura (útil): 1,455m • Altura Total: 1,70m
<p>T – 09: Reactor Anóxico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal operativo máximo: 1.50L/s • Caudal operativo: 1.00 L/s • Diámetro: 1,896m • Altura útil: 1,265m • Altura total: 1.70m • Caudal de recirculación: 1.30 L/s • Volumen(útil): 3,550m³ • Volumen total: 4,769m³ 	<p>T – 10: Tanquilla de igualación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo: 3.40m • Ancho: 2.40m • Profundidad total: 3.60 m • Descarga hacia el reactor: 2.80m • Profundidad (útil): 2.50m • Volumen (útil): 19.44 m³
<p>T – 11: Reactor biológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal: 28.80 $\frac{m^3}{día}$ • Carga orgánica: 4.35 Kg/día. • Carga volumétrica: 0.17 Kg/día. m³ • Producción de lodo: 2.09 Kg/día • Caudal recirculación: 14.40 $\frac{m^3}{día}$ • Eficiencia del tratamiento: 80% 	<p>T – 12: Sedimentador de lodos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo: 4.00m • Ancho: 1.60 m • Profundidad rectangular: 1.21m • Profundidad Tolva: 1.80m • Volumen rectangular: 7.75m³ • Volumen Tolva: 4.55m³ • Caudal Operativo crítico: 1.70 L/s • Tiempo de retención: 2 horas • Caudal operativo: 1.00 L/s • Tiempo de retención: 3.42 horas
<p>T- 13: Biodiscos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de Placas: 5,580 m² • Caudal operativo: 1.00 L/s – 1.70 L/s • N° de etapas: 3 etapas 	<p>T – 14: Sedimentador de lodos 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo: 4.00m • Ancho: 1.60m • Profundidad rectangular: 1.21m • Profundidad Tolva: 1.80m • Volumen rectangular: 7.75m³ • Volumen Tolva: 4.55m³ • Volumen Total: 12.30m³ • Caudal operativo crítico: 1.70 L/s • Tiempo de retención: 2.00 Horas • Caudal operativo: 1.00L/s

	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de retención: 3.42 Horas
<p>T – 15: Tanquilla de cloración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Largo: 3.00m • Ancho: 1.60m • Profundidad (útil): 1.00m • Volumen: 4.10m³ • Caudal operativo máximo: 1.70L/s • Tiempo de retención: 40 min. 	

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Sucs

5.1.3.4 Equipos utilizados durante el proceso

Se hará uso de una tabla en forma de lista que permitirá una mejor visualización de los equipos dispuesto en la PTAR, imprescindible para la operación continua y el debido tratamiento de las aguas, para el cumplimiento de las normativas de la calidad del agua, así como del propósito principal del grupo BAT “A Better Tomorrow”.

Tabla 3. Equipos dispuestos en la PTAR

Bombas autocebante	4
Bombas sumergibles	5
Sopladores	3
Dosificadora	1
Biodiscos	1
Agitadores	3
TOTAL EQUIPOS	17

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Susc. (2023)

5.1.4 Descripción del proceso de tratamiento.

Toda planta de tratamiento para aguas residuales se desglosa en una secuencia de operaciones o procesos convenientemente seleccionados, con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua, y parcialmente los contaminantes físicos y químicos, hasta alcanzar los límites aceptables estipulados por la norma. El tratamiento de las aguas empleadas durante las actividades productivas, de higienización y aguas pluviales de C.A Cigarrera Bigott Susc, se lleva a cabo por medio de las operaciones especificadas a continuación.

- **Recepción.**

El proceso de tratamiento inicia con la captación de los efluentes líquidos provenientes de las áreas productivas, higienización de dichas áreas y aguas pluviales, las cuales confluyen hasta los tanques de campo, ubicados a las afueras de la planta de tratamiento. Para este caso, el efluente industrial generado durante el proceso en GLT se transporta hasta el tanque T – 01, a través de una línea de tuberías de concreto subterráneas conectadas ha dicho tanque.



Figura 7. Tanque de campo T – 01

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Por otro lado, las aguas generadas durante las actividades del DEER, junto a las aguas pluviales proveniente por las actividades del personal en las instalaciones, son incorporadas al tanque T – 02, el cual recibe a su vez, los efluentes descargados en el T -01. Seguidamente, y por un sistema de bombeo, las aguas mezcladas se trasladan hasta el tanque T – 03.



Figura 8. Tanque de campo T – 02

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)



Figura 9. Tanque de campo T – 03

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Finalmente, por un sistema de gravedad, se traspasan los efluentes hasta la tanquilla de mezcla y bombeo (tanque principal) T – 06, dando inicio al tratamiento dentro de las instalaciones de la PTAR. Cabe destacar que ninguna de las tanquillas mencionadas anteriormente cuenta con un sistema de protección contra los sólidos.



Figura 10. Tanquilla T – 06. Tanque principal

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

- **Homogenización y transferencia secundaria.**

Una vez que los líquidos se vierten a la tanquilla T – 06, son bombeados hasta las tanquillas de mezcla y bombeo, T – 05 (A/B/C). En esta etapa se emplea un sistema de aireación, por medio del uso de difusores de burbuja fina, con el fin de proporcionar oxígeno a las aguas residuales, promoviendo la degradación aeróbica de los componentes contaminantes presentes en dichas aguas, lo que posibilita, a su vez, la separación de los sólidos, sedimentándose en el fondo de las mismas. Además, cabe destacar que T -05 funciona como un tanque de retención, conteniendo las aguas pluviales y residuales durante un periodo limitado basado según la necesidad del tratamiento.



Figura 11. Tanquillas T – 05. Tanques de igualación

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

- **Tratamiento biológico**

El efluente proveniente de T – 05, se debe hacer pasar por un proceso de eliminación biológica de nitrógeno, fósforo y demás componentes presentes en las aguas. De tal forma, el agua residual en tratamiento se transporta al reactor T – 07, no obstante, en la actualidad dicho reactor no cumple el proceso de desnitrificación, al contrario, su función se limita en incrementar el tiempo de tratamiento, por medio de microorganismos que promueven la eliminación de los componentes contaminantes. Seguidamente, se traslada al reactor anaeróbico T – 08 sometiéndose a un proceso biológico de eliminación de fósforo.

En esta fase, se promueve la proliferación de microorganismos capaces de acumular y almacenar fosfato en forma de compuestos intracelulares, conocido como acumulación biológica de fosfato, previniendo la eutrofización o el crecimiento excesivo de algas en cuerpos receptores al momento de descarga el agua ya tratada. Por último, el agua en tratamiento se traslada hacia el reactor anóxico T -09, cuya función es la misma que el reactor T – 07.



Figura 12. Reactores T – 07, T – 08, T- 09.

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Seguidamente, las aguas residuales y pluviales se transfieren a la tanquilla de igualación T – 10, tanquilla de alimentación, que garantiza la descarga uniforme hacia el reactor biológico (T- 11), donde la alimentación es realizada mediante un conjunto de sopladores (SOP - 01 A/B/C), con el objeto de regular el caudal y proporcionar el bombeo adecuado hacia el reactor biológico. En el mismo, el agua residual se pone en contacto con un lodo activo que permite la remoción de la materia orgánica presente mediante la asimilación biológica realizada por los microorganismos presentes.

El efluente del reactor biológico o de lodos, se desplaza hacia el sedimentador primario T – 12, donde son separados por gravedad los lodos biológicos del sobrenadante. Desde dicho sedimentador se recirculan lodos de fondo hacia el reactor T -11, manteniendo una concentración de sólidos suspendidos en el mismo. Por otra parte, se recircula lodo de fondo hacia el reactor anaeróbico T – 08. Ambas operaciones realizadas por medio de bombas sumergibles.



Figura 13. Tanquillas T – 10, T – 11, T - 12

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

El sobrenadante del sedimentador T -12 se vierte hacia el reactor de biomasa fija, conocido como Biodiscos o tanquilla T – 13, donde se remueve la materia orgánica remanente de las etapas anteriores del tratamiento. En el mismo se pone en contacto el efluente con una biomasa adherida a discos o placas rotativas, formada por microorganismos aeróbicos adheridos que utilizan las partículas contaminantes restantes como alimento. En la misma se promueve principalmente la eliminación del nitrógeno.



Figura 14. Tanquilla T – 13. Biodiscos

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Para culminar el tratamiento biológico, el efluente del T – 13, se traslada hacia el sedimentador de segunda etapa (sedimentador secundario) T – 14, donde el agua cuenta con una presencia más cristalina y sin olor, sin embargo, igualmente que el T – 12, se separan por gravedad los sólidos restantes, cuya acumulación en el fondo de la tanquilla recircula hacia el T – 07, T – 09 y T – 11.



Figura 15. Tanquilla T – 14. Sedimentador secundario

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

- **Tratamiento Químico**

El sobrenadante del sedimentador T – 14, es transferido hasta la tanquilla de cloración T – 15, donde se realiza la desinfección del agua residual con el empleo de hipoclorito de sodio por medio de una bomba dosificadora, eliminando los coliformes totales restantes. Culminado el proceso el agua se considera limpia y segura; vertiéndose en la tanquilla de salida, cuya conexión se extiende hasta el caño Quigua para la descarga del agua ya tratada.



Figura 16. Tanquilla T –15

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

- **Manejo de lodos**

Es un proceso fundamental para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados durante el proceso de tratamiento; el objetivo es estabilizar el proceso biológico de las tanquillas T –10 y T- 11. Por ello, se hace uso de una bomba sumergible que retira, en el caso de ser requerido, los sedimentos de los tanques de igualación, o de los tanques sedimentadores, para continuamente ser expulsado a los tanques biológicos con la finalidad de mantener el proceso dentro de las tanquillas biológicas.



Figura 17. Bomba sumergible

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

5.1.4.3 Alcance del tratamiento

Como se ha indicado anteriormente, C.A Cigarrera Bigott Sucs cuenta con la finalidad de cumplir con los parámetros establecidos por el proyecto AWS, con el principio de establecerse como una compañía sustentable y cumplir con el propósito principal “A Better Tomorrow” en todos sus aspectos. Por ello, para el cumplimiento de los mismos se estableció la planta de tratamiento para aguas residuales, como solución para la gestión adecuada del agua empleada en los procesos de la compañía.

El tratamiento de las aguas ha permitido la depuración y eliminación de contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en las mismas, lo que incluye sólidos suspendidos, materia orgánica, microorganismos patógenos, y lodos. Al remover los contaminantes presentes en los efluentes generados por el proceso productivo de la compañía, se disminuye el nivel de contaminación de aguas receptoras del Lago de Valencia, así como de las aguas del caño Quigua, donde según estudios llevados a cabo por el laboratorio de análisis y tratamiento de aguas Otecnagua, las mismas no representan un riesgo para la salud pública una vez reincorporadas a su entorno natural.

5.1.4.4 Limitaciones del tratamiento

En cuanto a las limitaciones, el agua una vez tratada no puede ser reutilizada en los procesos productivos de C.A Cigarrera Bigott Sucs, principalmente en el área de GLT, debido a que la planta de tratamiento no cuenta con un sistema que posibilite la reincorporación de las aguas a la empresa. Aunque, la compañía tiene estimado establecer un proyecto que permita la reutilización de las mismas dentro de las actividades productivas, lo que elevaría el cumplimiento de “A Better Tomorrow”.

5.1.5 Descripción del proceso de mantenimiento actual de la Planta de Tratamiento.

Actualmente los responsables de ejecutar las actividades de mantenimiento en la Planta de Tratamiento son el personal de Otecnagua, quienes, en función de cumplir con lo acordando con C.A Cigarrera Bigott Sucs, designaron a un operario encargado de realizar las actividades de mantenimiento de menor grado a las instalaciones y equipos dispuestos en la PTAR, las cuales se especifican en la Guía de Operaciones de la Planta de Tratamiento para Aguas Residuales, con la finalidad de servir como instructivo al personal encargado de esta.

Por ende, y en relación con lo dispuesto en la guía mencionada anteriormente, las actividades ejecutadas por el personal de Otecnagua son las siguientes.

- Inspección visual periódica para verificar el correcto funcionamiento de los equipos. En este caso el operario responsable realiza un recorrido diario de aproximadamente 15 minutos alrededor de la planta, con el fin de detectar fallas o problemas en los equipos.
- Verificación de los niveles de fluido, en este caso, durante la inspección se visualiza si el tanque principal recibe las cantidades suficientes de agua, si se encuentra por debajo de su capacidad, o incluso por encima de lo establecido.
- Control de las cantidades de Hipoclorito de sodio al tanque de cloración, comprobando que en el mismo se cuente con las cantidades exactas de cloro para el adecuado tratamiento de las aguas.
- Control del pH, la temperatura en °C, soluciones disueltas y oxígeno disuelto en el tratamiento de las aguas.
- Limpieza y desinfección de las áreas, semanalmente se realiza una limpieza a las tuberías de la planta junto al tanque de igualación T – 05.

Del mismo modo, el coordinador de Otecnagua, quien es el encargado de organizar y supervisar las actividades en la PTAR, es el responsable de enviar a personal de apoyo para la realización de reparaciones, no obstante, dichas actividades son ejecutadas en el caso de ser requeridas, por lo que no se cuenta con un periodo de tiempo establecido para las revisiones. Por tal motivo, en el caso de presentarse fallas, se cuenta con un protocolo, donde el operario dispuesto en la PTAR tiene la obligación de notificar al departamento de Sustentabilidad de los problemas presentes en la planta, con el objeto de que el departamento sea el puente de contacto con el equipo de mantenimiento, quienes la mayoría de las veces llevan a cabo las reparaciones necesarias con contratistas. Por lo tanto, son limitadas las veces en que el equipo de mantenimiento perteneciente a Bigott ha intervenido en la reparación de los equipos de la PTAR, por el motivo principal de que no se cuenta con el personal para el mantenimiento mecánico y eléctrico suficiente para cubrir los imprevistos en todas las áreas de la empresa.

5.1.6 Registros y controles de los tratamientos.

En la actualidad, se realiza un seguimiento diario a las cantidades de agua tratada en los tanques T -06, T – 11 y T -15. Dicho control se lleva a cabo por el operario responsable de la planta de tratamiento, quien se encarga de registrar y controlar el pH, la temperatura, las soluciones y el oxígeno disuelto en los tanques, del mismo modo, es el encargado de llevar el registro de las salidas de agua ya tratada y posteriormente desembocadas. El tratamiento de las

5.1.7 Resultados de entrevista al personal encargado del mantenimiento y operación de la planta de tratamiento.

Para el completo diagnóstico de la situación presente en la planta de tratamiento, se aplicaron entrevistas a los involucrados en el mantenimiento y operación de la PTAR. Dichas entrevistas fueron dirigidas al operario de la planta de tratamiento, el coordinador de los procesos y mantenimiento de la planta por parte de Otecnagua, así como, al electricista de C.A Cigarrera Bigott Sucs responsable de ciertos trabajos realizados en la misma. Cada entrevista consistió en nueve preguntas, cuyas respuestas fueron recopiladas y representadas en el siguiente cuadro.

Se esclarece que no todos los entrevistados tenían acceso a la misma información. Por esta razón, el uso de espacios en blanco en el cuadro de entrevista se usa como indicativo del desconocimiento a la misma. Adicionalmente, para facilitar la interpretación de las respuestas, resulta apropiado identificarlas según el orden de las entrevistas realizadas, por ello, a continuación, se establece la leyenda que representa la función de cada una de ellas.

- Entrevistado 1: Operario de la PTAR.
- Entrevistado 2: Coordinador de la PTAR.
- Entrevistado 3: Electricista de C.A Cigarrera Bigott Sucs.

Cuadro 4: Cuadro de entrevistas

Preguntas	Entrevistados		
	1	2	3
¿Cuáles fueron los componentes críticos que afectaron el proceso de tratamiento?	Todos los equipos presentaban fallas que terminaban afectando la operación, no obstante, los de mayor problema eran las bombas, ya que constantemente no se iniciaba el arranque de estas, o estaban quemadas.	La planta hasta el año pasado presentaba problemas en su operación debido al mal estado en que se encontraban los equipos, por ello se realizó un análisis donde se evaluó la planta de tratamiento y se obtuvo que los equipos con mayor daño eran las bombas, los motores y también las tuberías.	-----

Fuente: Colina, B. Dalki, J.

Cuadro 4: Continuación cuadro de entrevistas

Preguntas	Entrevistados		
	1	2	3
¿Cuáles fallas fueron las más comunes en estos elementos?	Las bombas consumían energía por encima de lo establecido, por lo que muchas veces al encenderlas se apagaban a los pocos minutos.	Las mayores fallas encontradas después del análisis fueron bombas quemadas, algunas incluso tapadas, más que todo, las bombas sumergibles. También se encontraron botes de aceite en los sopladores, así como en las bombas que estaban en funcionamiento, pero esto por motivos de corrosión.	Las bombas y sopladores consumían energía por encima de lo establecido, por lo que se apagaban varias veces al día, tocaba hacerles revisión constantemente.
¿Cuánto fue la cantidad de recurso humano y de tiempo invertido para reparar estos componentes?	-----	Se necesitaron 12 semanas para la restauración a la planta de tratamiento, y 4 personas, entre ellos dos supervisor y 2 técnicos encargados de la instalación de los equipos y tuberías para la restauración completa de la planta de tratamiento.	-----
¿Cuál fue el monto necesario para restaurar el proceso de la PTAR?	-----	El costo de la restauración de la planta fue de \$88.647	-----
¿Cuáles son los componentes que contiene actualmente la planta de tratamiento?	3 agitadores, 4 bombas autocebante entre el tanque de acumulación y el tanque principal, 6 bombas sumergibles 3 sopladores, 1 motor reductor en los Biodiscos, 1 dosificadora, además de 9 tanques.	Agitadores, bombas autocebante, bombas sumergibles, sopladores y el motor reductor.	-----

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Cuadro 4: Continuación cuadro de entrevistas

Preguntas	Entrevistados		
	1	2	3
¿Cuáles son los componentes fundamentales para mantener el proceso de la PTAR?	Los Sopladores, porque son los que mantienen vivos a las bacterias de la planta	Los sopladores, porque son los que fomentan las condiciones adecuadas a los microorganismos para que se pueda realizar la descomposición biológica de los contaminantes.	-----
¿Cuál es la vida útil de cada componente?	De las bombas autocebante y bombas sumergibles tienen un estimado de 5 a 10 años, los agitadores tienen de 10 a 15 años de vida útil, sopladores de 15 a 20 años y el motor reductor 10 años.	Como la mayoría de los equipos en la planta fueron cambiados el año pasado, prácticamente se encuentran nuevos, por lo que la vida útil de cada componente, o por lo menos un estimado, debe ser de aproximadamente 10 años, aunque claro también va a depender de la operación y el cuidado que se le dé.	-----
¿Cuál es la hora de funcionamiento de cada componente?	La planta trabaja todo el año, así que los equipos igual.	Las horas de funcionamiento van en relación con la función de la planta, que trabaja las 24 horas al día por los 7 días a la semana, es decir, 168 horas en total.	-----
¿Cuál es la frecuencia de inspección y mantenimiento de los componentes de la planta?	La inspección a la planta de tratamiento es diaria, se verifica el funcionamiento de cada equipo en un recorrido de 15 a 20 minutos, y el mantenimiento se realiza en el caso de necesitarse	El operador de la planta de tratamiento es el encargado de realizar la inspección y actividades de limpieza en la planta, en cambio para el mantenimiento se manda a técnicos de Otecnagua para hacer las reparaciones menores en el caso de requerirse.	Son pocas las veces que se ha mandado al personal técnico de Bigott a la planta para realizar reparaciones, las veces que me han mandado es para realizar trabajos sencillos como reparación de algunos cables de ciertas bombas, o revisión de los cajetines de electricidad, pero del resto de reparaciones es con contratistas.

5.1.8 Resumen de las debilidades observadas

Durante el diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento para aguas residuales, se contempló la poca intervención del personal de C.A Cigarrera Bigott Sucs en el mantenimiento de la PTAR, siendo responsabilidad de la empresa contratista Otecnagua la ejecución de las actividades de control y mantenimiento para el correcto funcionamiento de la misma, no obstante, dichas actividades son limitadas y guiadas hacia un mantenimiento correctivo. Por ende, en el caso de presentarse algún imprevisto, se solicita apoyo al personal de mantenimiento de C.A Cigarrera Bigott Sucs, o en todo caso, a otra empresa contratistas que puede solventar la situación.

De igual forma, se detectó una deficiencia en la comunicación entre el operario de la planta de tratamiento y el departamento de sustentabilidad. En particular, se presentan dificultades en la notificación oportuna de fallas, variaciones o problemas incurridos en las instalaciones de la planta en estudio, lo que retrasa el proceso de solicitud para dar solvencia a dichas fallas. Por otra parte, se evidenció la falta de un plan de mantenimiento preventivo que asegure la completa disposición de los equipos, especialmente, cuando la operación de la planta es continua; por lo que la empresa no cuenta con una estrategia que minimice los riesgos y fallas dentro del proceso de tratamiento en el caso de presentarse.

5.2 Fase II. Análisis de las causas que originan la problemática en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Completado el diagnóstico de la problemática presente en la PTAR, se hace necesario el análisis de la información recopilada durante la Fase I. En base a ello, se utilizó un conjunto de herramientas especializadas para el análisis de la información, con el objetivo de examinar e interpretar de forma adecuada los datos obtenidos durante la etapa inicial. Los resultados durante el análisis permitieron cuantificar y cualificar diversos aspectos relacionados con la situación actual del área en estudio, lo que favoreció la toma de decisiones para el establecimiento de una solución efectiva sustentada en datos sólidos.

5.2.1 Análisis de la eficiencia actual de la planta de tratamiento, basado en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Para comprobar la efectividad del tratamiento de las aguas residuales, la PTAR debe cumplir con ciertos parámetros requeridos según lo emitido en el decreto 3.219, artículo N° 36. “Normas para la Clasificación y el Control de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia”,

donde se expone los lineamientos y criterios necesarios para la protección y conservación de las aguas del Lago de Valencia. En relación a esto, el laboratorio de análisis y tratamientos de agua Otecnagua, se basa en los indicadores establecidos en la norma, así como, en otros parámetros relevantes para la evaluación fisicoquímica tanto de las aguas que entran a la PTAR como de las aguas tratadas; expuestos a continuación en la tabla 4.

Tabla 4. Estándar de descarga de efluentes	
Parámetro	Descarga a cuerpo de agua (mg/L) según decreto 3.219
Apariencia	-----
pH (Unidades)	6 -9
Aceites y grasas vegetales y animales	20
Aceites minerales e hidrocarburos (TPH)	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)	60
Demanda Química de Oxígeno (<i>DQO</i>)	350
Detergentes	2
Fenoles	0,05
Fósforo total	1
Hierro total	10
Manganeso total	2
Nitrógeno total	10
Sólidos Sedimentables (ml/L)	N/A
Sólidos Totales a 104°C	N/A
Sólidos Totales Fijos a 550°C	N/A
Sólidos Totales Volátiles	N/A
Sólidos Disueltos Totales a 104°C	N/A
Sólidos Disueltos Fijos a 550°C	N/A
Sólidos Disueltos Volátiles	N/A
Sólidos Suspendidos Totales a 104°C	80
Sólidos Suspendidos Fijos a 550°C	N/A
Sulfuro	0,5

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Susc. (2023)

Con el objeto de proporcionar una comprensión mayor de los parámetros mencionados en la tabla anterior, se detallan a continuación los aspectos correspondientes de algunos criterios expuestos en la misma.

- **Apariencia:** A pesar de que el decreto 3.219 no presenta límite para el color del agua, se considera uno de los principales parámetros organolépticos estudiados en el mismo; al ser el agua incolora, la apariencia se desarrolla únicamente con presencia de materia pigmentada.

- **pH:** Variable que permite medir la alcalinidad o acidez de una determinada sustancia, en este caso se establece en un rango de 6.0 a 9.0 que indica los límites aceptables para la descarga de las aguas tratadas. Un valor de pH de 6 sugiere la presencia de ácidos débiles en el agua, por otro lado, un pH de 9 establece que el agua tratada es alcalina.
- **Aceites y grasas vegetales y animales:** Son todas aquellas sustancias que provienen de residuos orgánicos, que al ser de naturaleza insoluble suelen acumularse y formar capas flotantes en la superficie del agua.
- **Aceites minerales e hidrocarburos:** El Total de Hidrocarburos Petrolíferos (TPH) hace referencia a las sustancias derivadas del petróleo que contienen diversos compuestos de hidrocarburos en su composición. En este caso, se emplea como una medida cuantitativa para evaluar las cantidades de concentración total de hidrocarburos presentes en el suelo, aire o agua contaminada.
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** El DBO_5 es un parámetro que permite medir la cantidad de oxígeno que los microorganismos (bacterias aeróbicas y anaeróbicas), consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas en las aguas residuales. Por ende, un nivel por encima de 60 mg/L, indica una carga orgánica alta como consecuencia de un tratamiento con baja capacidad de depuración.
- **Demanda Química de Oxígeno:** El DQO se refiere a la demanda química del oxígeno; indicador que representa la cantidad de sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden ser oxidadas a través de medios químicos.
- **Fenoles:** Compuesto orgánico derivado del benceno, cuya solubilidad en el agua varía dependiendo de su estructura química. A pesar de que su aplicación es mayormente en industrias químicas, farmacéuticas y del caucho, también cuenta con un empleo en las industrias manufactureras de productos de limpieza, por lo que su presencia en las aguas a ser tratadas deriva de dichos productos.
- **Fósforo total:** Se refiere a la suma de los compuestos de fósforo presente en las aguas, tales como el ortofosfato, polifosfato y fosfatos orgánicos. Como se ha mencionado en ocasiones anteriores, su control en el tratamiento de las aguas es fundamental para evitar la eutrofización o el crecimiento excesivo de algas en los cuerpos de agua.

- **Hierro total:** Cantidad total de hierro presente en el agua tanto en forma disuelta como en partículas suspendidas, cuya cantidad máxima es de 10 mg/L. Cabe resaltar que el hierro desempeña un papel fundamental en las aguas, funcionando como un micronutriente para los organismos acuáticos, como la producción de clorofila en las plantas acuáticas y la actividad enzimática en microorganismos acuáticos.
- **Manganeso total:** El manganeso es un elemento químico metálico quebradizo de color blanco grisáceo, el cual a niveles bajos funciona como un micronutriente esencial para el crecimiento de las plantas acuáticas, así como una molécula auxiliar (cofactor) que favorece a las enzimas involucradas en procesos metabólicos. No obstante, su control es fundamental para evitar desequilibrios en la vida acuática y problemas de salud.
- **Nitrógeno total:** Suma del nitrógeno en todas sus formas presentes en el agua, es decir, nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato. A pesar de que el nitrógeno es un compuesto esencial para el desarrollo de los sistemas acuáticos, el exceso de este compuesto químico acelera el crecimiento de las algas, reduciendo el oxígeno en las aguas.
- **Sólidos Sedimentables:** Material en el agua residual que no permanece en suspensión durante un periodo de tiempo predeterminado; durante su estudio sedimenta en el fondo de un recipiente de forma cónica, conocido como Cono de Imhoff, en el transcurso de un periodo de 60 minutos.
- **Sólidos Totales:** Es la cantidad de materia que incluyen la combinación de todos los tipos de sólidos presentes en las aguas. Para su evaluación, se aplica una temperatura de 104°C a una muestra determinada, con el fin de evaporarla y obtener la cantidad sólida contenida en el mismo.
- **Sólidos Totales Fijos:** Son aquellas partículas que permanecen en el agua después de una calcinación a 550°C, durante un aproximado de una hora, con el fin de determinar la cantidad de materia inorgánica presente en la muestra, y con ello, conocer los minerales, metales y otros compuestos que no son fácilmente biodegradables.
- **Sólidos Totales Volátiles:** Son compuestos que no permanecen una vez finalizado el proceso de calcinación, por ende, para su cálculo, se suele pesar la muestra de agua

- antes de someterlo a la temperatura de 550°C, finalizado el proceso, se pesa nuevamente y la diferencia de peso indica la cantidad de sólidos totales volátiles.
- **Sólidos Disueltos Totales (TDS):** También conocidos como sólidos filtrantes totales, se refiere a la cantidad de residuos restantes de una muestra de agua previamente filtrada, ya sea empleado un filtro de fibra de vidrio o un filtro de membrana de policarbonato.
 - **Sólidos Disueltos Fijos, Sólidos Disueltos Volátiles:** En lo que respecta a los sólidos disueltos fijos, son aquellos sólidos que al filtran permanecen en la solución, e incluso, una vez sometidos a la temperatura de 550°C se mantienen presentes en la muestra. Por otra parte, se consideran sólidos disueltos volátiles a aquellas partículas que una vez filtradas y sometidas a la misma temperatura, cuenta con la capacidad de sublimarse debido al efecto de calcinación.
 - **Sólidos Suspendidos Totales:** Hace alusión a aquellas partículas no disueltas presentes en el agua residual, cuya composición se origina de materia orgánica, sedimentos u otros materiales que se encuentran flotando en la superficie del líquido, o sumergidos a cierta profundidad, sin llegar a reposar en el fondo, debido a la densidad y flotabilidad de los residuos.
 - **Sólidos Suspendidos Fijos y Sólidos Suspendidos Volátiles:** En la clasificación de sólidos, los sólidos suspendidos fijos son los que se conservan al secar y someter la muestra a temperatura de calcinación, específicamente a 550°C; como los mismos son de naturaleza no orgánica, se caracterizan por ser pesados y de dificultad al momento de ser sedimentados, puesto que representan el material proveniente de suelos, óxidos o sales insolubles. Por el contrario, los sólidos suspendidos volátiles suponen la fracción de materia residual que transforma la fase sólida directamente en fase gaseosa.
 - **Sulfuro:** Es la combinación de compuestos de azufre, disueltos o presentes en forma de sedimento, cuyo origen proviene de la descomposición de materia orgánica rica en este componente; las concentraciones excesivas del químico suelen alterar el pH del agua, generando olores desagradables en el entorno natural y contaminando las fuentes de vida marina.

Detallado los puntos anteriores, se procede a determinar la eficiencia de la planta de tratamiento a través de las características del agua para el afluente y efluente de la PTAR. En base a ello, se representa por medio de la tabla 6, los resultados obtenidos en la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante la recepción de las aguas residuales, y una vez culminado el proceso.

Tabla 5. Resultados de parámetros fisicoquímicos de la PTAR 2023

Parámetros	Resultados (mg/L salvo indicaciones)						Decreto 3.219
	Mayo		Julio		Agosto		
	A	E	A	E	A	E	
pH (Unidades)	9,6	7,9	9,7	7,8	9,7	7,9	6 – 9
Aceites y grasas vegetales y animales	2,1	0,08	2,2	0,08	2,2	0,06	20
Aceites minerales e hidrocarburos.	0,8	0,06	0,8	0,06	0,7	0,06	20
<i>DBO₅</i>	65	0,95	73	0,93	69	0,95	60
<i>DQO</i>	69	15	70	5	69	15	350
Detergentes	0,5	0,05	1,0	0,07	0,8	0,06	2
Fenoles	1,1	0,03	1,2	0,03	1,3	0,04	0,05
Fósforo total	1,8	0,5	4,3	2,4	1,9	0,9	1
Hierro total	0,7	0,07	0,8	0,08	0,8	0,09	10
Manganeso total	0,2	0,06	0,4	0,08	0,2	0,06	2
Nitrógeno total	16	3,9	18	5,8	16,5	3,9	10
Sólidos Sedimentables (ml/L)	2,1	0,07	2,3	0,07	1,9	0,1	NA
Sólidos Totales a 104°C	750	504	762	382	740	496	NA
Sólidos Totales Fijos a 550°C	771	392	740	294	764	381	NA
Sólidos Totales Volátiles	270	112	190	88	288	115	NA
Sólidos Disueltos Totales a 104°C	850	479	720	346	880	484	NA
Sólidos Disueltos Fijos a 550°C	670	384	632	258	658	374	NA
Sólidos Disueltos Volátiles	175	95	185	88	197	110	NA
Sólidos Suspendidos Totales a 104°C	100	25	110	36	107	12	80
Sólidos Suspendidos Fijos a 550°C	104	10	116	36	99	7	NA
Sólidos Suspendidos Volátiles	62	17	29	0,95	38	5	NA
Sulfatos	36	23	25	15	36	23	NA
Sulfuros	0,10	0,03	0,10	0,03	0,12	0,05	0,5

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Susc/ Otecnagua (2023)

Del mismo modo, durante la evaluación para el análisis y control de las aguas procesadas en la PTAR, se consideran una serie de parámetros microbiológicos que permiten identificar y cuantificar la presencia de microorganismos patógenos. En este sentido, se examina la presencia de dos grupos de bacterias, los organismos coliformes totales y los organismos coliformes fecales.

- **Organismos coliformes totales:** bacterias cuya presencia surge en el medio ambiente de manera general, a través de diversas fuentes como suelos, plantas y la misma agua. No obstante, aunque su presencia indica cierto grado de contaminación, no necesariamente la misma se relaciona con una contaminación fecal directa.
- **Organismos coliformes fecales:** bacterias que se originan exclusivamente en el tracto intestinal de animales y seres humanos, cuya proliferación surge en los desechos fecales.

Seguidamente, se exponen los resultados obtenidos según los análisis bacteriológicos del año 2023.

Tabla 6. Resultados de parámetros microbiológicos de la PTAR 2023

Parámetros	Resultados						
	Mayo		Julio		Agosto		Decreto 3.219
	A	E	A	E	A	E	
Organismos Coliformes Totales	1300	1,65	1460	1,70	1510	1,71	1.000
Organismos Coliformes Fecales	1275	1,55	1440	1,68	1490	1,69	200

Fuente: C.A Cigarrera Bigott Susc/ Otecnagua (2023)

El cálculo de la eficiencia en la planta de tratamiento se basa en el porcentaje de remoción que pueda alcanzar el proceso de descontaminación de las aguas residuales e industriales de la empresa. Dicho porcentaje se encuentra definido por la concentración de afluente (AF) y efluente (EF), siendo aplicado para cada uno de los parámetros establecidos en las tablas anteriores, de forma que se pueda determinar el rendimiento del tratamiento.

$$\%Remoción = \frac{Concentración\ AF - Concentración\ EF}{Concentración\ AF} * 100\%$$

Tabla 7. Porcentaje de remoción de la PTAR

Parámetros	% de remoción		
	Mayo	Julio	Agosto
pH (Unidades)	17.71	19.59	18.56
Aceites y grasas vegetales y animales	96.19	96.36	97.27
Aceites minerales e hidrocarburos.	92.50	92.50	91.43
DBO ₅	98.54	98.73	98.62

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Tabla 7. Continuación porcentaje de remoción de la PTAR

Parámetros	% de remoción		
	Mayo	Julio	Agosto
<i>DQO</i>	78.26	92.86	78.26
Detergentes	90.00	93.00	92.50
Fenoles	97.27	97.50	96.92
Fósforo total	72.22	44.19	52.63
Hierro total	90.00	90.00	88.75
Manganeso total	70.00	80.00	70.00
Nitrógeno total	75.63	67.78	76.36
Sólidos Sedimentables (ml/L)	96.67	96.96	94.74
Sólidos Totales a 104°C	32.80	49.87	32.97
Sólidos Totales Fijos a 550°C	49.16	60.27	50.13
Sólidos Totales Volátiles	58.52	53.68	60.07
Sólidos Disueltos Totales a 104°C	43.65	51.94	45.00
Sólidos Disueltos Fijos a 550°C	42.69	59.18	43.16
Sólidos Disueltos Volátiles	45.71	52.43	44.16
Sólidos Suspendidos Totales a 104°C	75.00	67.27	88.79
Sólidos Suspendidos Fijos a 550°C	90.38	68.97	92.93
Sólidos Suspendidos Volátiles	72.58	96.72	86.84
Sulfatos	36.11	40.00	36.11
Sulfuros	99.96	70.00	58.33
Organismos Coliformes Totales	99.87	99.88	99.89
Organismos Coliformes Fecales	99.88	99.88	99.89

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Como se puede visualizar en la tabla 8, el porcentaje de remoción de los factores fisicoquímicos y microbiológicos en el tratamiento varía en relación al mes de muestra, no obstante, dichos valores se relacionan con el inicio, desarrollo y culminación del proceso productivo, de tal forma, que los compuestos presentes en las aguas residuales se pueden presentar en mayor o menor cantidad dependiendo del personal, las operaciones y actividades que se ejecuten en la empresa. Según los resultados obtenidos, una vez finalizado el tratamiento, se logra una remoción mayor del 95%, en la mayoría de los parámetros establecidos, por otra parte, se presentan parámetros cuyo porcentaje de remoción no supera el 40%, o incluso el 20%.

Mas, para una mejor comprensión, se especifica a continuación por medio de la tabla 8, el porcentaje total de remoción en la planta de tratamiento, con el fin de determinar su rendimiento total según los parámetros evaluados, para los meses de mayo, julio y agosto del año 2023.

Tabla 8. Rendimiento total de la PTAR

Mes	Rendimiento total por mes
Mayo	72.85
Julio	73.58
Agosto	71.77

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

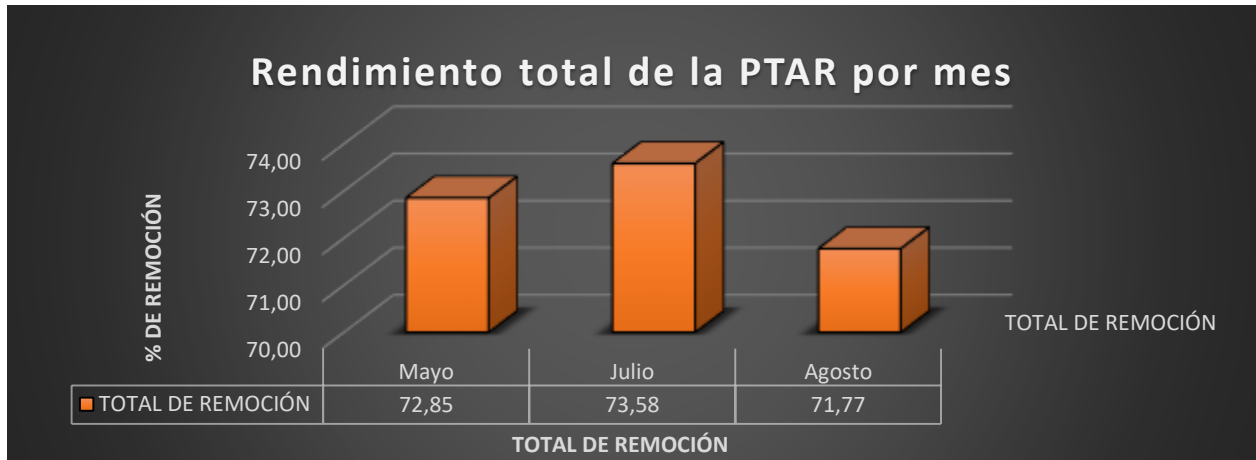


Gráfico 3. Rendimiento total de la PTAR por mes en evaluación.

Fuente: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Finalmente, como se aprecia en la gráfica, se puede concluir que el rendimiento de la planta de tratamiento para las aguas residuales e industriales, durante los meses en evaluación superó el 70%, contando con un mayor rendimiento para mediados del proceso productivo en la empresa; a pesar de que para el mes de julio se contó con un incumplimiento con el procesamiento del fósforo, que ocasionó la disminución del rendimiento en el mismo a un 28.03% entre el mes de mayo y julio. Sin embargo, para agosto se obtuvo un aumento del 8.44% en la remoción de dicho parámetro, lo que permitió a la empresa el cumplimiento según lo establecido en el decreto 3.219.

5.2.3 Análisis de los equipos utilizados por la planta en el proceso de tratamiento



El cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos depende en gran medida de las condiciones de los equipos disponibles en la planta de tratamiento. En base a ello, con el propósito de diseñar una estrategia acorde a las necesidades actuales de la compañía, resulta crucial identificar y evaluar los equipos disponibles en las instalaciones de dicha planta. Por ende, se representa, por medio de cuadros, los datos estimados de cada uno de los equipos que convergen en la PTAR, así como los elementos que la componen.

Se resalta, que para el proceso de tratamiento se cuenta con bombas externas a las instalaciones de la PTAR, conocidas como bombas de campo, que permiten el transporte de las aguas residuales e industriales hacia la misma, no obstante, según opinión del supervisor de mantenimiento, para la empresa es de mayor factibilidad someter dichas bombas a un mantenimiento correctivo, por motivos de no contar con las herramientas adecuadas para el cuidado de las mismas, además del factor económico que implicaría su mantenimiento preventivo. Por ende, dichas bombas no son consideradas en el plan de mantenimiento

propuesto, no obstante, en capítulos posteriores se establecen las recomendaciones a considerar para el alargamiento de la vida útil de las mismas.

Seguidamente, se establece la estimación de la vida útil y frecuencia de cambio de los elementos o componentes correspondientes a los equipos dispuestos en la planta; considerado a través de los manuales de los equipos descritos, así como opinión del personal encargado de la instalación de los mismos. Cabe resaltar, que no todos los elementos o partes cuentan con un registro que permita determinar una valoración de la vida útil y frecuencia de cambio, por ende, se representa la falta de información en las tablas a través de un espacio en blanco

Cuadro 5. Componentes bombas autocebante en PTAR

BOMBAS AUTOCEBANTE CON MOTOR ELÉCTRICO			
Vida útil estimada: 10 – 15 años			
Cantidad total en planta: 4			
Componentes			
Descripción	Cantidad	Vida útil estimada	Frecuencia de cambio
Acople en hierro	1	-	-
Cuerpo en hierro	1	-	-
Base en lámina	1	-	-
Impulsor Ø 4.650"	1	-	-
Motor 2.0 HP MONOF	1	10 - 15 años	Variable
Sello mecánico 5/8"	1	1 año	Variable
Tapón ¾ NPT	2	-	-
Voluta en Hierro	1	-	-
Anillo Cuadrado	1	-	-
Soporte en caucho	1	-	-
Anillo Tipo O	1	-	-
Tornillo 3/8 UNC x ¾"	6	40 años	-
Tornillo 3/8 UNC x 1"	2	40 años	-
Arandela 7/16 x 0,15"	1	-	-
Toma de succion 2"	1	-	-
Empaque toma de succión 2"	1	-	-
Pesa Grande	1	-	-
Arandela de hierro	1	-	-
Tornillo ¼ x 5/8 NC C.GZO	1	40 años	-
Tornillo 5/16 X 1NC	4	40 años	-



Autor: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Cuadro 6. Componentes bomba dosificadora en PTAR

BOMBA DOSIFICADORA			
Vida útil estimada: 20 años			
Cantidad total en planta: 1			
Componentes			
Descripción	Cantidad	Vida útil estimada	Frecuencia de cambio
Cabezal	1	-	-
Diafragma	1	-	-
Placa de desviación	1	-	-
Cartucho de válvula de descarga	1	6 -8 meses	4 – 7 meses
Cartucho de válvula de succión	1	6 -8 meses	4 - 7 meses
Sello secundario	1	6 – 8 meses	4 – 7 meses
Tornillos	4	40 años	-
Placa adaptadora	1	-	-
Tubo de succión	1	-	-

Autor: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Cuadro 7. Componentes motores reductores en PTAR

MOTORES REDUCTORES			
Vida útil estimada: 10 - 15 años			
Cantidad total en planta: 4			
Componentes			
Descripción	Cantidad	Vida útil estimada	Frecuencia de cambio
Piñón	1	Variable	Variable
Rueda	3	Variable	Variable
Eje Piñon	2	-	-
Eje de salida	1	-	-
Chaveta	4	Variable	Variable
Rodamiento	7	40000 - 50000 hrs de servicio	35000 - 42000 horas de servicio
Circlip	5	Variable	Variable
Tubo separador	2	-	-
Válvula de salida de gases	1	-	-
Cubierta de inspección	2	-	-
Cáncamo	1	-	-



Autor: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Cuadro 7. Continuación componentes motores reductores en PTAR

Componentes			
Descripción	Cantidad	Vida útil estimada	Frecuencia de cambio
Tornillo de cierre	1	40 años	-
Tornillo de cabeza hexagonal	1	40 años	-
Junta	1	-	-
Capuchón	2	-	-
Arandela de ajuste	9	-	-



Autor: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Cuadro 8. Componentes bombas sumergibles en PTAR

BOMBAS SUMERGIBLES			
Vida útil estimada: 10-15 años			
Cantidad total en planta: 5			
Componentes			
Descripción	Cantidad	Vida útil estimada	Frecuencia de cambio
Cuerpo de la bomba	1	-	-
Base de la bomba	1	-	-
Rodete	1	Variable	Variable
Caja portamotor	1	-	-
Tapa motor	1	-	-
Eje motor	1	-	-
Rodamientos	2	40000 - 50000 hrs de servicio	35000 - 42000 horas de servicio
Doble sello mecánico con cámara de aceite instalada	1	Variable	Variable
Condensador	1	30000 – 60000 horas de servicio	Variable
Motor eléctrico	1	10 -15 años	-
Cable de alimentación	1	Variable	-
Interruptor con flotador externo	1	-	-

Autor: Colina, B. Dalki, J. (2023)

Cuadro 9. Componentes sopladores en PTAR

SOPLADORES			
Vida útil estimada: 20 años			
Cantidad total en planta: 3			
Componentes			
Descripción	Cantidad	Vida útil estimada	Frecuencia de cambio
Placa cabezal al final de engranajes	1	-	-
Placa cabezal al final del conductor	1	-	-
Caja de engranajes	1	-	-
Engranajes de cronometraje	2	Variable	Variable
Tapón del hueco	1	-	-
Empaque de caja de engranajes	1	-	-
Cilindro	1	-	-
Impulsor y eje conductor	1	Depende de los rodamientos	Depende de los rodamientos
Impulsor y eje conducido	1	Depende de los rodamientos	Depende de los rodamientos
Rodamiento, bola	3	40000 – 50000 hrs de servicio	35000 - 42000 horas de servicio
Rodamiento, rodillo	1	40000 – 50000 hrs de servicio	35000 - 42000 horas de servicio
Clavija	4	-	-
Tuerca del engranaje	2	40 años	-
Llave	1	-	-
Tapón, para tubo	3	-	-
Tornillo hexágono	14	40 años	-
Tapón de venteo	1	-	-
Sello de labio del rodamiento	4	-	-
Tornillo hexágono Nylon	4	40 años	-
Sello de labio del conductor	1	Variable	Variable
Placa abrazadera	2	-	-
Pie	2	-	-
Accesorio de engrase (conductor)	2	Variable	Variable
Accesorio de alivio	2	-	-
Arandela de montaje	4	-	-
Hueco para tornillo	2	-	-
Motor de inducción trifásico	1	15 – 20 años	Variable

Autor: Colina, B. Dalki, J (2023)

5.2.4 Análisis de las debilidades encontradas en el diagnóstico en relación con el proceso de mantenimiento actual a través de la técnica de los 5 por qué

Durante el diagnóstico realizado en la fase I se encontró una serie de debilidades asociadas con el mantenimiento actual en la PTAR, las cuales fueron analizadas a través de la técnica de los 5 ¿por qué?, con el fin de identificar el trasfondo de la problemática presente, y con ello establecer propuestas de mejora. Por tal motivo, una vez realizada la misma pregunta cinco veces se obtuvieron los siguientes resultados representados en el cuadro 13.

Cuadro 10. Análisis 5 ¿Por qué?

Debilidad	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Causa raíz
Mantenimiento Preventivo	No se cuenta con un plan de mto. preventivo en la PTAR	Porque la empresa no ha considerado los beneficios del mto. preventivo a largo plazo	Porque no se le da prioridad en la asignación de recursos	Porque se basa en mantenimientos correctivos	Porque prioriza la producción	Porque se tiene una cultura correctiva
Comunicación	No se notifican a tiempo los fallos y sucesos que se presentan en la PTAR	Se presentan fallas entre los puentes de comunicación	Porque no se siguen los procedimientos establecidos	Porque se violan las condiciones y términos de los procedimientos establecidos	Porque no hay conocimiento o adecuada atención por parte del personal	Por falta de capacitación al personal de la PTAR
Herramientas	Porque no se cuenta con las herramientas propias para la realización de mto.	Porque los mto. se realizan con contratistas y no se cuenta con guías propias	Porque hay baja participación del personal de mantenimiento de la empresa en la PTAR	Porque el personal de mantenimiento o fijo de la empresa se encuentra delegado a otras áreas	Porque no se cuenta con el suficiente personal para cubrir el cuidado de la PTAR	Falta de personal capacitado y de herramientas para el mto preventivo de la PTAR
Puesto de trabajo	El personal no se da abasto para el control y manejo de la PTAR	Porque no se cuenta con personal para el manejo administrativo de la PTAR	Porque se delegan las actividades administrativas al personal operativo de la planta	No se ha considerado establecer un puesto de trabajo enfocado en la administración de la PTAR	Porque las actividades de control de la PTAR son responsabilidad del analista de sustentabilidad de la empresa	Falta de un puesto de trabajo enfocado en la parte administrativa de la PTAR

Se hace uso de un análisis FODA con el objeto de evaluar las variables internas y externas de la PTAR, y con ello, reconocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la misma, obteniendo así un enfoque más extenso y preciso de la situación actual. De manera tal, que el diseño o estructura de la estrategia vaya orientada a encontrar una solución basada en el contexto interno y externo tanto de la empresa en si, como de la planta de tratamiento para aguas residuales.

Cuadro 11. FODA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ○ Protección del medio ambiente ○ Cumplimiento normativo. ○ Reducción del impacto en los ecosistemas acuáticos. ○ Reconocimiento a la empresa como una compañía sustentable por medio del proyecto AWS. ○ Contribución al desarrollo sostenible 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Participación con otras empresas e instituciones ambientales. ○ Implemento de nuevas tecnologías. ○ Reutilización de subproductos del proceso de tratamiento para otras empresas.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos disponibles en la PTAR. ○ Cultura correctiva. ○ Falta de herramientas para el cuidado de la PTAR. ○ Falta de involucramiento por parte del equipo de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Problemas de financiamiento. ○ Escasez de personal en el mercado laboral, capacitado en el mantenimiento. ○ Cambios en las regulaciones ambientales. ○ Fallas en el suministro eléctrico. ○ Escasez de recursos hídricos.

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

5.2.5 Resumen de oportunidades de mejoras encontradas

Finalmente, es posible hacer un resumen de las oportunidades de mejoras encontradas. En esta ocasión, la representación del mismo se realizó a través de un cuadro que permitió visualizar mejor los resultados obtenidos; para la estructura del mismo se consideró la subdivisión de las oportunidades de mejoras en tres columnas que señalan, la debilidad encontrada, el área de mejora, y una breve explicación de la razón por la que se debería considerar la misma.

Cuadro 12. Análisis Oportunidades de mejora

Área a mejorar	Oportunidad de mejora	Detalle
Cultura correctiva	Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la PTAR.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incrementa la confiabilidad en el proceso de tratamiento de las aguas residuales e industriales. ✓ Promueve el cambio de cultura en la organización
Puentes de comunicación	Formatos para el registro de las actividades de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permite al departamento de sustentabilidad mantenerse informados de cada una de las modificaciones o actividades de mantenimiento realizadas en la PTAR.
Falta de herramientas	Programa y manual de mantenimiento preventivo propio de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En el caso de ser aplicado, puede ser manejado en beneficio de la empresa, ya sea disminuyendo la dependencia hacia contratistas u ofreciendo un manual del cuidado preventivo al personal encargado de la PTAR.
Parte administrativa de la PTAR	Perfil de trabajo general	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Con el propósito de propiciar una guía en el caso de que la empresa considere el establecimiento de un puesto de trabajo administrativo para el manejo de la PTAR.

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)



Fase III: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los componentes identificados en la planta de tratamiento.

Realizado los análisis correspondientes, se procede al diseño del plan de mantenimiento preventivo para los equipos dispuestos en la planta de tratamiento; como una propuesta enfocada en conservar la operación de la PTAR, se enfoca la estructura de la misma de la siguiente manera: fichas técnicas, inventario, manual de procedimiento y registros. Asimismo, se contempla la realización de un plan de capacitación que permita al personal de mantenimiento y operaciones de la planta de tratamiento informarse acerca del mantenimiento productivo total, así como las mejores prácticas para llevarlo a cabo a través del plan de mantenimiento propuesto.



Por otra parte, aunque el diseño del plan se encuentre enfocado principalmente en los equipos de la planta de tratamiento, se considera, a su vez, la salud y seguridad del personal asignado para dichas actividades, por ende, se establecen procedimientos de trabajo que permitan a la persona encargada conocer los riesgos y medidas preventivas para la correcta realización de las labores, sin afectar su integridad o bienestar físico. Cabe destacar, que como se ha mencionado en capítulos anteriores, los equipos dispuestos en la planta de tratamiento fueron sustituidos a finales del año 2022, por tal motivo, el plan de mantenimiento puede ser propenso a cambios en el futuro, si la empresa lo considera requerido.

Propuesta N°1. Diseño del plan de mantenimiento



Cuadro 13. Fichas Técnicas

FICHA TÉCNICA EQUIPOS PTAR			
CARACTERISTICAS GENERALES			
Equipo	Bomba dosificadora	Código del equipo	EPT – BD – 01
Modelo	LE13SA – PTC1 – HA002	Marca	PULSATRON
Ubicación en planta		Cuarto de cloración	
Aplicación: Inyectar hipoclorito de sodio al tanque de cloración (T – 15)			
CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LA BOMBA			
Tipo	Bomba de diafragma	Serie	E
Capacidad nominal máxima	1.89 LPH	Presión máxima	150 PSI – 10 BAR
Voltaje	115	Frecuencia	50/60 Hz
Fase	1	Reproducibilidad	±2% a máxima capacidad

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

FICHA TÉCNICA EQUIPOS PTAR			
CARACTERISTICAS GENERALES			
Equipo	Bomba autocebante con motor eléctrico	Código del equipo	EPT – BA -01
Modelo	AE 2 20 - 1	Marca	Barnes de Colombia S.A
Ubicación en planta		T – 05, T – 06	
Aplicación: Bombeo de agua con sólidos en suspensión ubicadas en T – 06 y T- 05			
CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LA BOMBA			
Tipo	Bomba centrifuga	Acoplamiento	Monobloque
Succión	2” NTP	Descarga	2” NTP
Impulsor	Semiabierto	Sólidos en suspensión	Ø ¼ “ (6mm) máx.
Sello	Sello mecánico 5/8”. TIPO 6	Temp. Máx Líquido	158° F (70 °C) Continua
CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR			
Tipo	Monofásico	Diseño	NEMA 56J
Potencia	2.0 HP	Velocidad	3.500 RPM
Tensión	110/220 V	Factor de servicio	1,2
Frecuencia	60 Hz	Aislamiento	Clase B
Fase	1	-	-

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

FICHA TÉCNICA EQUIPOS PTAR			
CARACTERISTICAS GENERALES			
Equipo	Motor reductor	Código del equipo T - 07	EPT – MR - 01
Modelo T - 07	RF97DRS100M4	Código del equipo T – 08 / T – 09	EPT – MR - 02
Modelo T – 08 y T – 09	RF87DRS90M4	Marca	SEW EURODRIVE
Ubicación en planta		Tanque T -07, T – 08 y T - 09	
Aplicación: Permiten a los agitadores homogeneizar los residuos presentes en las aguas residuales.			
CARACTERISTICAS TÉCNICAS MOTOR T – 07			
Frecuencia	60 Hz	Voltaje	220/440
Potencia	3 – 4 HP	Factor de servicio	1,95
Velocidad motor/ reductor	1715 / 19 rpm	Peso	122 kg
Intensidad de corriente eléctrica	11,1 – 6,4 A	Factor de potencia	0,82
Indice de reducción	92,48	Aislamiento	F
CARACTERISTICAS TÉCNICAS MOTOR T – 08 y T -09			
Frecuencia	60 Hz	Tensión	220/ 440 V
Potencia	1,5 – 2 HP	Factor de servicio	2,30
Velocidad motor/ reductor	1710/ 21 rpm	Peso	76 kg
Intensidad de corriente eléctrica	5,7 – 2,85 A	Factor de potencia	0,80
Indice de reducción	81,92	Aislamiento	F

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

FICHA TÉCNICA EQUIPOS PTAR			
CARACTERISTICAS GENERALES			
Equipo	Motor reductor	Código del equipo	EPT – MR - 03
Modelo	P21G0431P	Marca	Reliance Electric
Ubicación en planta		Biodiscos	
Aplicación: Permiten al biodisco homogeneizar los residuos presentes en las aguas residuales.			
CARACTERISTICAS TÉCNICAS MOTOR			
Tipo	Trifásico	Fase	3
Tensión	230/ 460 V	Frecuencia	60 Hz
Velocidad motor	1170 rpm	Intensidad de corriente eléctrica	10.0 / 5.0 A
Factor de servicio	1.15	Potencia	3HP

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

FICHA TÉCNICA EQUIPOS PTAR			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Equipo	Bomba sumergible	Código del equipo	EPT – BS – 01
Modelo	VXm 8/50	Marca	PEDROLLO
Ubicación en planta		T – 12, T – 14 y T - 15	
Aplicación: Bombear el agua residual a los tanques para el proceso de tratamiento o extraer sedimentos.			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BOMBA			
Tipo de bomba	Monofásica	Tensión	230 – 240 V
Altura de suministro	3.6 m. agua	Productividad	12 m ³ /hr
Potencia	0.55 Kw - 0.75 HP	Frecuencia	50 Hz
Peso	12,9 kg	Condensador	20μF
Profundidad máxima de uso	5 m	Pasaje máximo de cuerpos sólidos en suspensión	Ø 50mm

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

FICHA TÉCNICA EQUIPOS PTAR			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Equipo	Motor soplador	Código del equipo	EPT – SP – 01
Modelo	FR T1CR 132M – 4	Marca	ROTEK
Ubicación en planta		Cuarto de sopladores	
Aplicación: Suministrar aire a T – 06, T – 05, T – 10, T – 11 y a las bombas de los tanques T - 12 y T – 14 para recirculación de lodos			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR DEL SOPLADOR			
Tipo de motor	Trifásico	Fase	3
Potencia	10 HP	Velocidad	1710 RPM
Voltaje	220/110	Frecuencia	60 Hz
Índice de protección	55	Intensidad de corriente eléctrica	26.5 – 13.2 A
Peso	76 Kg	Factor de servicio	1,15
Aislamiento	F	-	-

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 14. Inventario componentes de los equipos en la PTAR.

Código	Equipo	Componente	Descripción	Cantidad
EPT – BA – 01	Bombas autocebante	Sello mecánico	5/8 pulgadas	1
		Impulsor	Con diámetro de 4, 650 pulgadas o 11,81 cm	1
EPT – BS - 01	Bombas sumergibles	Rodamientos	Modelo 6203 ZZ	2
		Sello mecánico	Modelo MG1 – 14D SIC de diámetro 14 mm	1
		Impulsor	Tipo VORTEX en acero inoxidable AISI 304	1
		Condensador	Modelo EN 60252 1/ A1	1
EPT – BD- 01	Bomba dosificadora	Cartucho de válvula de descarga	Cartucho de teflón (PTFE). Según especificaciones modelo KopKit - K3PTC1	1
		Cartucho de válvula de succión	Cartucho de teflón (PTFE). Según especificaciones modelo KopKit - K3PTC1	1
		Sello secundario	Según especificaciones modelo KopKit - K3PTC1	1
EPT – MR - 01	Motor reductor Agitador T - 07	Rodamientos	-	7
		Engranajes	Para su lubricación utilizar Hidralux 68	1 juego
EPT – MR - 02	Motor reductor Agitador T – 08/ T - 09	Rodamientos	-	7
		Engranajes	Para su lubricación utilizar Hidralux 68	1 juego
EPT – MR – 03	Motor reductor Biodiscos	Rodamientos	-	2
		Correas	Modelo A-47	1
		Engranajes	Para su lubricación utilizar Hidralux 68	1 juego
EPT – SP - 01	Sopladores	Rodamientos	-	4
		Correas	Modelo A-47	3
		Filtro de aire	Modelo ME017242	1

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Para los espacios en blanco se considerarán las características de los componentes una vez se realice el mantenimiento.

**Plan de mantenimiento preventivo para los equipos
dispuestos en la planta de tratamiento de aguas
residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs**

Diseñado por	Supervisado por	Fecha
Dalki Colina	Ing. Fabiola Materano y Juan Carlos Rodríguez	

Presentación

El presente plan de mantenimiento preventivo se enfoca en incrementar la disponibilidad de los equipos correspondientes a la planta de tratamiento para aguas residuales de la compañía C.A CIGARRERA BIGOTT SUCS. La finalidad es proporcionar a la compañía una guía para el cuidado de la planta de tratamiento, asegurando con ello la continuidad del proceso para el cumplimiento normativo ambiental, y el desarrollo sustentable de la empresa.

Objetivos

- ✓ Propiciar una herramienta de mantenimiento que facilite el desarrollo de una cultura preventiva.
- ✓ Aplicar estrategias de mantenimiento preventivo que garanticen la operatividad de los equipos dispuestos en la planta de tratamiento.
- ✓ Consolidar el cumplimiento con los estándares y regulaciones ambientales.
- ✓ Disminuir los costos por concepto de mantenimiento correctivo.

Cuadro 15. Plan de mantenimiento preventivo (bombas autocebantes).

Equipo	Tipo de operación	Actividad	Registro
<p>Bomba autocebante</p>	<p>Inspección, lubricación y limpieza</p>	<p>1. Revise el estado de los rodamientos. En el caso de que el rodamiento presente ruidos, sustitúyalo por uno nuevo. De lo contrario, de encontrarse el rodamiento en buenas condiciones, lubrique con grasa azul para altas temperaturas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo ✓ Historial de mantenimiento.
		<p>2. Revisar el estado del impulsor, verificando que no presente fisuras en el mismo. En el caso de presentarse fisuras, cambie por uno nuevo, siguiendo los requerimientos del fabricante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		<p>3. Comprobar el estado del sello mecánico, verificando que se encuentre limpio, seco y sin fisuras En el caso de fisuras cambie por un nuevo sello mecánico de 5/8”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		<p>4. Al retirar la parte fija del acople de la bomba, limpie la cavidad del mismo con un recorte de tela limpio.</p>	
		<p>5. Antes de colocar el sello mecánico al acople se recomienda utilizar un poco de grasa, tanto para la parte cerámica como para la parte interna de grafito.</p>	
		<p>6. Una vez a la semana realice una limpieza externa a las bombas, eliminando cualquier acumulación de polvo y suciedad.</p>	<p>-</p>

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 16. Plan de mantenimiento preventivo (bombas sumergibles).

Equipo	Tipo de operación	Actividad	Registro
Bomba sumergible	Inspección y lubricación	1. Verifique el estado de los rodamientos, asegurándose que no se presenten ruidos ni desgastes por los mismos. En el caso de presentarse daños, se debe sustituir por uno nuevo, siguiendo las especificaciones establecidas según el fabricante.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		2. De encontrarse en buen estado el rodamiento, engrase el mismo con grasa azul para altas temperaturas.	
		3. Inspeccione el sello mecánico, asegurándose de que no se presenten desgastes en el mismo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento
		4. Lubricar el sello mecánico con aceite dieléctrico, con la finalidad de mantener la temperatura interna de la bomba menor a 40°C.	
		5. Revise el impulsor de la bomba, inspeccionando que no presente desgastes. En el caso de daños al impulsor se debe sustituir inmediatamente según especificaciones del fabricante.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		6. Verifique el estado del condensador de la bomba. En el caso de presentar daños sustituirlo según recomendaciones del fabricante.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 17. Plan de mantenimiento preventivo (bomba dosificadora).

Equipo	Tipo de operación	Actividad	Registro
Bomba Dosificadora	Inspección y limpieza	1. Revise las condiciones de operación de la bomba, verificado la presencia de cualquier ruido anormal, vibración excesiva, presencia de flujo bajo o altas temperaturas. Cuando la bomba se encuentra funcionando a su máxima frecuencia de succión, la temperatura del armazón puede llegar a 70°C.	✓ Registro de inspección.
		2. Inspeccione el estado de los cartuchos de las válvulas, en el caso de deterioro en los asientos de los mismos, reemplazar según especificaciones del fabricante.	✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		3. Inspeccione el estado del diafragma de la bomba, se deben buscar indicios de sobretensión en la parte del teflón (áreas blancas), o desgastes en el elastómero de la parte posterior del diafragma. En caso de presentarse daños se debe sustituir según modelo KopKit - K3PTC1	
		4. Una vez a la semana realice una limpieza externa a la bomba, con el fin de mantenerla libre de polvo y escombros.	-

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 18. Plan de mantenimiento preventivo motores reductores (agitadores).

Equipo	Tipo de operación	Actividad	Registro
<p align="center">Motor reductor Agitadores</p>	<p align="center">Inspección, lubricación y limpieza</p>	<p>1. Revise y lubrique engranajes con aceite hidráulico Hidralux 68.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		<p>2. Compruebe el estado de los rodamientos, verificando que no se presenten ruidos durante el funcionamiento del motor. En el caso de presentarse daños sustituya por uno nuevo según indicaciones del fabricante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento
		<p>3. Engrase con grasa azul para altas temperaturas los rodamientos.</p>	
		<p>4. Según las influencias externas se recomienda retocar y aplicar nuevamente pintura anticorrosiva a las superficies del motor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		<p>5. Realice una limpieza externa a los motores, eliminando cualquier acumulación de polvo y suciedad.</p>	<p align="center">-</p>

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 19. Plan de mantenimiento preventivo motor reductor (Biodisco).

Equipo	Tipo de operación	Actividad	Registro
Motor reductor Biodiscos	Inspección, lubricación, reemplazo y limpieza	1. Revise y lubrique los engranajes del motor con aceite hidráulico Hidralux 68.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		2. Compruebe el estado de los rodamientos, verificando que no se presenten ruidos durante el funcionamiento del motor. En el caso de presentarse daños sustitúyalos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		3. Engrase con grasa azul para altas temperaturas los rodamientos.	
		4. Cada seis meses cambiar correa A – 47 del motor reductor.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		5. Verifique el nivel de aceite, agregando una cantidad considerable al mismo por la válvula de llenado. En el caso de excederse, se debe expulsar parte del aceite por la válvula de escape, ubicada en la parte inferior del motor reductor.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		6. Como mínimo dos veces al año se recomienda sustituir el aceite almacenado dentro del motor reductor por una nueva cantidad de aceite.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		7. Realice una limpieza externa al motor del biodisco, eliminando cualquier acumulación de polvo y suciedad.	-

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 20. Plan de mantenimiento preventivo (sopladores).

Equipo	Tipo de operación	Actividad	Registro
Sopladores	Inspección, reemplazo, lubricación y limpieza	1. Revisar el estado de los rodamientos de los motores. En caso de presentar desgastes, ruidos o fracturas reemplazarlos según especificaciones del fabricante.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de inspección. ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		2. Cada cuatro meses inspeccionar el nivel de aceite de los sopladores, agregando una cantidad mínima de aceite hidráulico Hidralux 68, hasta alcanzar el nivel máximo del visor de aceite.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		3. Desechar el aceite acumulado en los sopladores, y sustituirlo por aceite Hidraluz 68 nuevo; colocar hasta alcanzar el nivel máximo del visor de aceite.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		4. Cada seis meses cambiar c/u de las correas de los sopladores según tipo A – 47.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		5. Anualmente reemplazar los filtros de aire según modelo ME017242.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Orden de trabajo. ✓ Historial de mantenimiento.
		6. Una vez a la semana realice una limpieza al cuarto de sopladores, considerando todos los elementos ubicados en el mismo.	-

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

**Formatos para el registro de las actividades de
mantenimiento en la Planta de Tratamiento para aguas
residuales de C.A Cigarrera Bigott Sucs**

**Diseñado por
Dalki, J. Colina, B.**

Registro de Inspección



Fecha		Hora		
Equipo		Código del equipo		
Componente a revisar				
Tipo de inspección				
Frecuencia				
Fallas		SI	NO	Observaciones
1. Se presentan fugas en el elemento				
2. El elemento presenta corrosión				
3. El elemento presenta fisuras				
4. El acabado de la pintura está dañado				
5. Presencia de ruidos anormales				
6. Presencia de vibraciones anormales				
7. El elemento está desgastado				
8. El elemento no cuenta con la adecuada lubricación				
En caso de presentarse alguna falla no especificada anteriormente, detalle a continuación				
Recomendaciones				
Realizado por			Firma	

Orden de trabajo



N° de orden			
Equipo		Hora	
Fecha		Código del equipo	
Equipo			
Trabajo solicitado		Trabajo ejecutado	
Recursos necesarios			
Mano de Obra			
Nombre:	C.I	Nombre:	C.I
Nombre:	C.I	Nombre:	C.I
Nombre:	C.I	Nombre:	C.I
Nombre:	C.I	Nombre:	C.I
Nombre:	C.I	Nombre:	C.I
Materiales		Herramientas	
Equipos de protección personal a utilizar			
Equipo a utilizar	SI	NO	Observación
<input type="radio"/> Lentes de seguridad			
<input type="radio"/> Botas de seguridad			
<input type="radio"/> Guantes de carnaza			
En el caso de requerirse otro EPP, detalle a continuación:			
Supervisor de mantenimiento			
Nombre y Apellido : _____			
Firma: _____			

Historial de mantenimiento



Equipo		Código del equipo	
Tarea		Componente/ Hora/ Fecha	
Observación:		Componente:	
		Inicio de tarea:	
		Finalización de tarea:	
Observación:		Componente:	
		Inicio de tarea:	
		Finalización de tarea:	
Observación:		Componente:	
		Inicio de tarea:	
		Finalización de tarea:	
Observación:		Componente:	
		Inicio de tarea:	
		Finalización de tarea:	
Realizado por		Supervisado por	
Nombre y apellido	Firma	Nombre y apellido	Firma

Instrucciones para el llenado de los formatos

Formato RI – PTAR – 0100: Registro de Inspección

- **Fecha:** Colocar el día, mes y año en que se realiza la inspección.
- **Hora:** Colocar la hora en que se realiza la inspección.
- **Equipo:** Coloca el nombre del equipo que se revisa.
- **Código del equipo:** Colocar el código de identificación del equipo.
- **Componente a revisar:** Colocar la parte del equipo a inspeccionar.
- **Tipo de inspección:** Especificar si es una revisión visual interna, externa o de cualquier otra índole.
- **Fallas:** Marcar con un check o x, según sea el caso, las fallas que se presentan o no.
- **Observaciones:** Describir el tipo de falla, en el caso de ser requerido.
- **En el caso de presentarse alguna falla no especificada anteriormente, detalle a continuación:** De ser necesario describir una falla que no se haya completado en la lista anterior, de lo contrario deje espacio en blanco.
- **Recomendaciones:** Sugerencias en cuanto a la situación del equipo, criticidad y mantenimiento.
- **Realizado por:** Nombre y firma de la persona encargada de la inspección.

Formato OT – PTAR – 0200: Orden de trabajo

- **Nº de orden:** Secuencia en las solicitudes según mantenimiento a realizar.
- **Fecha:** Colocar el día, mes y año en que se realiza el mantenimiento.
- **Hora:** Colocar la hora en que se realiza el mantenimiento.
- **Equipo:** Coloca el nombre del equipo que se revisa.
- **Código del equipo:** Colocar el código de identificación del equipo.
- **Trabajo solicitado:** Descripción del trabajo (reparación, cambio de aceite, reemplazo) a realizar en el equipo.
- **Trabajo ejecutado:** Descripción del trabajo que se realizó al equipo.
- **Recursos necesarios:**
 - ✓ **Mano de obra:** Colocar nombre, apellido y cédula de la mano de obra.
 - ✓ **Materiales:** Especificar la cantidad de material a utilizar, ejemplo tipo de aceite, y los litros.
 - ✓ **Herramientas:** Especificar los instrumentos a utilizar.
- **Equipos de protección personal:** EPP a emplear durante el mantenimiento.
- **Observaciones:** Si presenta algún daño o inconveniente el equipo de protección.
- Detallar si para el mantenimiento se requiere otro tipo de equipo de protección no contemplado anteriormente.

Instrucciones para el llenado de los formatos

Formato OT – PTAR – 0200: Orden de trabajo

- **Supervisor de mantenimiento:** Nombre, apellido y firma del supervisor de mantenimiento.

Formato HM – PTAR – 0300: Historial de mantenimiento

- **Equipo:** Coloca el nombre del equipo que se le realiza mantenimiento.
- **Código del equipo:** Colocar el código de identificación del equipo.
- **Tarea:** Actividad a realizar.
- **Observación:** En el caso de no haberse culminado la tarea o de presentarse algún imprevisto técnico, se debe indicar.
- **Componente:** Parte del equipo que se le hará mantenimiento.
- **Inicio de tarea:** Fecha y hora de comienzo de mantenimiento del componente o parte del equipo.
- **Finalización de tarea:** Fecha y hora de culminación del mantenimiento del componente o parte del equipo.
- **Realizado por:** Nombre, apellido y firma de la persona encargada de ejecutar la actividad
- **Supervisado por:** Nombre, apellido y firma del supervisor de mantenimiento.

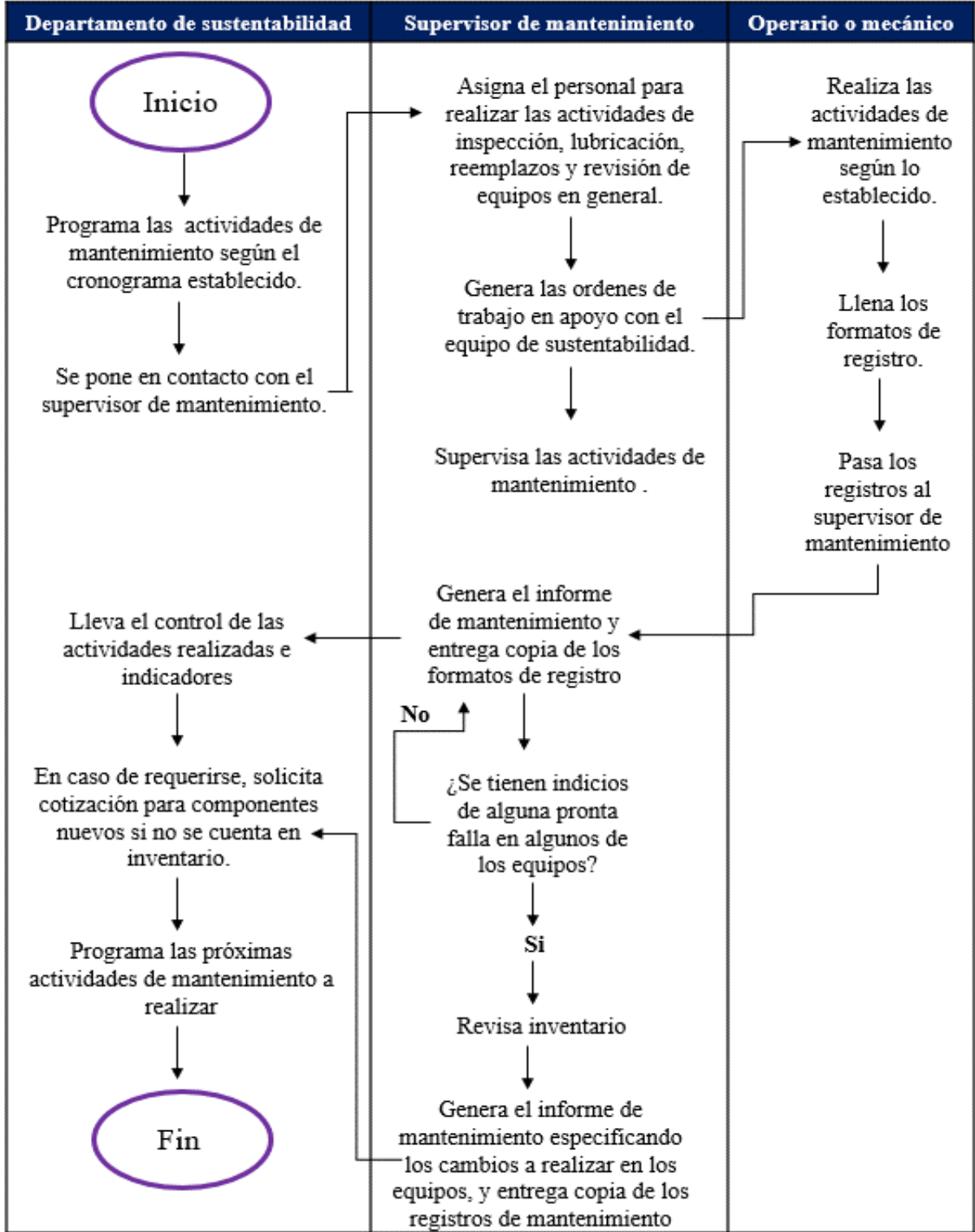


Figura 23. Flujograma de mantenimiento preventivo


Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 21. Plan de capacitación.

Objetivo General: Proporcionar a los operarios y supervisores encargados del mantenimiento de la PTAR los conocimientos necesarios para la implementación adecuada del plan de mantenimiento preventivo, fortaleciendo sus habilidades y destrezas para la aplicación de acciones preventivas que garanticen la continua operación del proceso de tratamiento para las aguas residuales e industriales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.					
Objetivo específico	Contenido	Estrategia	Duración máx. estimada	Documento soporte	Observación
Suministrar conocimiento sobre el mantenimiento preventivo y su importancia en el proceso de la PTAR.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Qué es el mantenimiento? ✓ Mantenimiento preventivo ✓ Importancia ✓ Cómo contribuye en el cuidado de la PTAR. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Charla Interactiva 	10 minutos	Registro de asistencia	
Conocer el plan de mantenimiento preventivo para la PTAR, así como su metodología y procedimientos para la correcta aplicación del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Presentación del plan de mantenimiento. Fichas técnicas, inventario, manual de operaciones, cronograma de actividades, formatos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Charla interactiva. ✓ Presentación de los formatos en físico. 	50 minutos	Registro de asistencia Material de estudio Presentación	
Asegurar el adecuado registro de las actividades de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenado de los formatos de registro para las actividades de mantenimiento preventivo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Charla explicativa con ejemplificación 	45 minutos	Material de estudio Presentación	Llenado registro de inspección , historial de mtto y orden de trabajo.
Conocer y aplicar los procedimientos seguros de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procedimientos seguros de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Charla Interactiva 	40 minutos	Presentación	
Desarrollo de destrezas básicas para la ejecución del mantenimiento preventivo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Practica de los puntos tratados anteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simulación 	1 hora	Material de estudio Presentación	

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Propuesta N°2. Procedimientos seguros de trabajo

	PROCEDIMIENTO SEGURO DE TRABAJO	Código: EPT – BA – 01 Fecha: octubre 2023 Página: 1 De: 3
EMPRESA: C.A CIGARRERA BIGOTT Suc. – Planta Valencia		
DEPARTAMENTO: Planta de tratamiento para aguas residuales		
CARGO: Operario OPERACIÓN: Mantenimiento bombas autocebantes y bombas sumergibles		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EXIGIDO Y/O RECOMENDADO: Calzado o botas de seguridad, mascarilla N95, guantes recubiertos de nitrilo y PU, gafas de protección de montura integral		
PROCEDIMIENTOS	RIESGOS	RECOMENDACIONES
Coloque los equipos de protección personal.		Evite el uso de accesorios al momento de realizar la actividad.
Apague y desconecte la bomba, extrayendola del tanque correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Shock eléctrico. - Contacto directo o parte de elementos energizados. - Caída de objetos por manipulación /desplome. - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos 	Antes de desconectar la bomba, asegurese de cortar la energía en el panel de control principal.
Diriga la bomba al área de mantenimiento correspondiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Golpeado contra. - Caída de un mismo nivel. - Caída de objeto por manipulación o desplome. - Manejo manual de cargas. - Bipedestación prolongada. 	Antes de realizar el mantenimiento, asegurese de contar con las herramientas adecuadas, para la realización de la actividad. Realice la actividad de forma cuidadosa, evitando movimientos bruscos o forzosos.
Saque los tornillos externos de la carcasa de la bomba	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con objetos filosos, punzantes, cortantes o abrasivos. - Posturas de trabajo inadecuadas y/o forzadas. - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos 	Asegurese de que las herramientas a utilizar, y elementos de la bomba se encuentren en buen estado. Tenga cuidado al momento de realizar presión para el afloje de los tornillos.
Desarme y extraiga las aspas del ventilador que contenga la bomba	<ul style="list-style-type: none"> - Golpeado contra. - Contacto con objetos filosos, punzantes, cortantes o abrasivos- - Caída de objetos por manipulación o desplome. - Manejo manual de cargas. 	Tenga cuidado con las partes afiladas de las aspas del ventilador. Mantenga un agarre firme al momento de desmontar y manipular las mismas.
Saque el estator o embobinado de la bomba, hasta que quede únicamente el eje y rotor del motor.	<ul style="list-style-type: none"> - Golpeado contra. - Caída de objetos por manipulación o desplome. - Proyección de fragmentos o partículas. 	Evite aplicar fuerza excesiva al momento de extraer el estator, esto impedirá daños al equipo, y riesgos a su persona.

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)



**PROCEDIMIENTO SEGURO
DE TRABAJO**

Código: EPT – BA – 01
Fecha: octubre 2023
Página: 2 **De:** 3

EMPRESA: C.A CIGARRERA BIGOTT Sucs. – Planta Valencia

DEPARTAMENTO: Planta de tratamiento para aguas residuales

CARGO: Operario

OPERACIÓN: Mantenimiento bombas autocebantes y sumergibles

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Botas de seguridad, mascarilla N 95, guantes

EXIGIDO Y/O RECOMENDADO:

recubiertos de nitrilo y PU, gafas de protección de montura integral

PROCEDIMIENTOS	RIESGOS	RECOMENDACIONES
Extraiga los tornillos del portarodamiento y abra la carcasa para el impulsor de la bomba	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con objetos filosos, punzantes, cortantes o abrasivos - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. 	Asegurese de que las herramientas a utilizar se encuentren en buen estado, y realice la actividad con precaución.
Retire el tornillo del impulsor con un extractor, y extraiga el impulsor.	<ul style="list-style-type: none"> - Esfuerzo muscular. - Caída de objetos por manipulación y/o desplome. - Golpeado contra. 	Evite aplicar fuerza excesiva al momento de extraer el impulsor, esto evitará daños al equipo, y riesgos a su persona.
Extraiga el retén del sello mecánico, posteriormente retire el sello mecánico con extremo cuidado de no dañarlo	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con objetos filosos, punzantes o cortantes. 	Durante el proceso de extracción, aplique una presión uniforme para evitar daños al elemento.
Con ayuda del extractor retire la carcasa del rotor y del eje.	<ul style="list-style-type: none"> - Golpeado contra. - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. 	Durante el proceso de extracción, aplique una presión uniforme para evitar daños al elemento, y a su persona.
Con ayuda de un extractor para rodamiento o una prensa hidráulica retire de forma cuidadosa los rodamientos dispuestos en el eje.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de objetos por manipulación y/o desplome. - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. - Golpeado contra. 	Realice la actividad con precaución.
Reemplace por los nuevos rodamientos; se recomienda agregarle grasa azul para altas temperaturas antes de montarlos al eje.	<ul style="list-style-type: none"> - Ingreso de cuerpo extraño o sustancia (región ocular, bucal, auditiva y piel). - Inhalación de sustancias. 	Use tapaboca N95 y guantes de protección.
Para la instalación de los rodamientos, use la prensa hidráulica con sumo cuidado, adjuntado al eje el rodamiento delantero y trasero.	<ul style="list-style-type: none"> - Golpeado contra. - Esfuerzo muscular /movimientos repetitivos. - Caída de objeto por manipulación y/o desplome. 	Realice la actividad con precaución.
Monte el eje y el rotor nuevamente en la carcasa	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de objeto por manipulación y/o desplome. - Contacto con objetos filosos, punzantes, cortantes o abrasivo. 	Realice la actividad con precaución.

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)



**PROCEDIMIENTO SEGURO
DE TRABAJO**

Código: EPT – BA – 01

Fecha: octubre 2023

Página: 2 **De:** 3

EMPRESA: C.A CIGARRERA BIGOTT Sucs. – Planta Valencia

DEPARTAMENTO: Planta de tratamiento para aguas residuales

CARGO: Operario

OPERACIÓN: Mantenimiento motor reductor

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Botas de seguridad, guantes recubiertos de nitrilo y PU,

EXIGIDO Y/O RECOMENDADO:

maskarilla N95

PROCEDIMIENTOS	RIESGOS	RECOMENDACIONES
Con ayuda de un extractor, saque con sumo cuidado la tapa delantera del motor reductor, quedando el eje con los rodamientos correspondientes.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de objetos por manipulación y/ o desplome. - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. - Golpeado contra. 	Durante el proceso de extracción, aplique una presión uniforme para evitar daños al elemento, a su persona.
Con ayuda de un extractor de rodamiento o una prensa hidráulica proceda a retirar los rodamientos.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de objetos por manipulación y/ o desplome. - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. - Golpeado contra. 	Realice la actividad con precaución.
Una vez retirado los rodamientos, sustituya por unos nuevos aplicando grasa azul, y coloquelo con ayuda de la prensa hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> - Ingreso de cuerpo extraño o sustancia (región ocular, bucal, auditiva y piel). - Inhalación de sustancias. 	Use tapaboca N95 y guantes de protección.
En caso de llevar retén, coloquelo con cuidado.		Realice la actividad con precaución.
Proceda al ensamble del motor, colocando la tapa delantera y el portarodamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída de objetos por manipulación y/ o desplome. - Golpeado contra. - Manejo manual de cargas. 	Realice la actividad con precaución.
Coloque los tornillos correspondientes al portarodamiento y fijelos	<ul style="list-style-type: none"> - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. - Golpeado contra. - Contacto con objetos filosos, cortantes, punzantes o abrasivos. 	Realice de forma cuidadosa la actividad, evitando apretar en exceso los tornillos.
Coloque el eje con la tapa del embobinado dentro del motor.	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto con objetos filosos, cortantes, punzantes o abrasivos. 	Realice la actividad con precaución.
Coloque la tapa trasera del motor, fijándolo con sus respectivos tornillos.	<ul style="list-style-type: none"> - Esfuerzo muscular/movimientos repetitivos. - Golpeado contra. - Contacto con objetos filosos, cortantes, punzantes o abrasivos. 	Realice de forma cuidadosa la actividad, evitando apretar en exceso el equipo.



**PROCEDIMIENTO SEGURO
DE TRABAJO**

Código: EPT – BA – 01

Fecha: octubre 2023

Página: 1 **De:** 1

EMPRESA: C.A CIGARRERA BIGOTT Sucs. – Planta Valencia

DEPARTAMENTO: Planta de tratamiento para aguas residuales

CARGO: Operario

OPERACIÓN: Cambio de aceite sopladores.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Botas de seguridad, guantes recubiertos de nitrilo y PU protectores auditivos, mascarilla N95, gafas de protección de montura integral

EXIGIDO Y/O RECOMENDADO:

PROCEDIMIENTOS	RIESGOS	RECOMENDACIONES
Coloque los equipos de protección personal.		Evite el uso de accesorios (anillos, pulseras, relojes, etc) al momento de realizar la actividad.
Apague y desconecte el soplador al que se le colocará el aceite.	<ul style="list-style-type: none"> - Shock eléctrico. - Contacto directo o parte de elementos energizados 	
Coloque un recipiente con un embudo en la parte baja de los sopladores, para asegurar que el aceite usado caiga de forma correcta en el recipiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Caída a un mismo nivel. - Golpeado contra. - Exposición a ruidos. - Iluminación inadecuada. - Posturas de trabajo inadecuadas y/o forzadas. 	Tenga cuidado al colocar el recipiente debajo de los sopladores. Se recomienda el uso de protectores auditivos, si se pretende permanecer por mucho tiempo en el cuarto de sopladores.
Abra el tapón de carter ubicado en la parte baja de los sopladores.	<ul style="list-style-type: none"> - Inhalación de sustancias. - Ingreso de cuerpo extraño o sustancia (región ocular, bucal, auditiva y piel). - Posturas de trabajo inadecuadas y/o forzadas. - Quemaduras. 	Afloje el tapón lentamente, asegurándose de que no se presenten fugas de presión antes de retirarlo por completo. Tenga a la mano las herramientas necesarias para aflojarlo de forma segura. Si el soplador ha estado en funcionamiento, deje que se enfríe antes de realizar la operación.
Deje que el aceite salga completo de los sopladores; se cuenta con un aproximado de 1 litro.	<ul style="list-style-type: none"> - Inhalación de sustancias. - Ingreso de cuerpo extraño o sustancia (región ocular, bucal, auditiva y piel). 	Realice la actividad con precaución usando mascarilla N95. Al momento de la descarga del aceite mantengase alejado de los sopladores.
Cierre el tapón ubicado en la parte inferior de los sopladores.	<ul style="list-style-type: none"> - Posturas de trabajo inadecuadas y/o forzadas. - Atrapado en. - Quemaduras. 	Asegúrese de colocar y apretar correctamente el tapón del carter para evitar fugas de aceite.
Ubique y abra el tapón superior para colocar aceite.	<ul style="list-style-type: none"> - Esfuerzo muscular/ movimientos repetitivos. - Posturas de trabajo inadecuadas y/o forzadas, 	Tenga a la mano las herramientas necesarias para aflojarlo de forma segura.
Con ayuda de un embudo coloque un litro de aceite por el tapón, verificando por el visor del soplador la cantidad máxima de aceite.	<ul style="list-style-type: none"> - Inhalación de sustancias. - Ingreso de cuerpo extraño o sustancia (región ocular, bucal, auditiva y piel). 	Realizada la descarga del aceite, coloque y apriete correctamente el tapón superior.

Herramientas básicas a considerar para la realización de las actividades de mantenimiento

Se describe a continuación los pasos a seguir para el uso adecuado de las herramientas básicas a considerar en la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos disponibles en la planta de tratamiento para aguas residuales. Con la finalidad, de establecer una guía en la utilización y conservación de tales herramientas.

1. **Clasificación:** Se deben evaluar las herramientas y separar aquellas principales para la operación o actividad según el equipo, de las que no son necesarias. Del mismo modo, se deben descartar aquellas herramientas que se encuentren deterioradas o en desuso. Por ello, se establecen los instrumentos básicos a utilizar según los equipos, aclarando que los mismos están sujetos a cambios.

Destornilladores.

Llave combinada.

Llaves de tuerca.

Grasera manual.

Extractor de rodamientos/ pistón hidráulico.

Paño Industrial o de microfibra.

Martillo de goma.

Llaves ajustables.

Cepillo de mano de cerda suave.

Grasa azul para altas temperaturas

Aceite hidráulico hidralux 68.

Importante: *Mantenga solo las herramientas esenciales para el mantenimiento*

2. **Orden:** Se debe asignar un lugar específico para cada herramienta, asegurándose de que las mismas queden correctamente almacenadas después de su uso. En este caso, se puede asignar un carro de mantenimiento con compartimientos asignados, donde se establezca un orden en las mismas, a través de la frecuencia de uso.

Importante: *Organice y etiquete las herramientas, de forma que sean fácil de identificar y acceder a ellas.*

3. **Limpieza:** Con el objeto de conservar en buen estado las herramientas empleadas se debe realizar una limpieza a las mismas cada vez que se utilicen, se puede realizar con un pañuelo de tela húmedo que permita retirar los restantes de grasa, o líquido que hayan quedado impregnados.

Del mismo modo, al menos una vez cada dos meses, utilice un cepillo de alambre, o en su defecto un pañuelo de tela, para la eliminación de partículas de polvos en las herramientas. Considere igualmente la limpieza del carro de mantenimiento en el caso de emplearse. Por otra parte, como se especificó anteriormente, realice una limpieza semanal a los equipos y espacios disponibles en las instalaciones de la PTAR.

Importante: *Mantenga las herramientas e instalaciones limpias y libres de residuos*


4. **Estandarización:** Una vez clasificadas y organizadas las herramientas, se debe establecer un inventario de las herramientas disponibles, lo que permitirá llevar un control de las mismas.

Por otra parte, se debe proporcionar capacitación al personal sobre el lugar asignado para cada una de ellas, de allí la importancia de etiquetar las mismas para la fácil y rápida identificación que permita a la persona realizar un trabajo más ágil y eficiente. Igualmente, darle a conocer los procedimientos seguros de trabajo, con el fin de que independientemente de la persona capacitada a realizar la labor, la misma conozca los pasos a seguir y equipos de protección personal a utilizar.

Finalmente, que el mismo sea capaz de establecer inspecciones regulares antes, durante y culminada las actividades de mantenimiento, verificando el estado de las herramientas, el cumplimiento de las normativas de seguridad, limpieza y orden. Así como la identificación y comunicación oportuna ante la presencia de cualquier eventualidad que impida el correcto desarrollo de las actividades.

5. **Disciplina:** El fomentar el compromiso para el cuidado de las herramientas y elementos en la PTAR, así como las diversas áreas de la empresa, se logra por medio de la comunicación clara sobre las normas y expectativas en las actividades. Se debe promover la idea de que el buen uso y cuidado de los materiales y herramientas es parte integral del trabajo y el éxito tanto individual como en equipo. Respecto a ello, un medio de incentivo permitiría mantener el cuidado de las herramientas e instalaciones.

Propuesta N°4. Perfil para el puesto de trabajo

		Perfil / Descripción del puesto de trabajo	
		Nombre del puesto: PTAR Maintenance Process Lead	
Área	Sustentabilidad	Reporta	Analista de sustentabilidad
Objetivo del puesto		Supervisar y coordinar las actividades administrativas relacionadas con el control y mantenimiento de la PTAR.	
Funciones del cargo			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinar las actividades de mantenimiento en la PTAR. 2. Dar seguimiento de las actividades de mantenimiento a realizar y realizadas. 3. Gestionar los recursos económicos y materiales necesarios para el mantenimiento. 4. Registrar y analizar los datos operativos de la planta. 5. Llevar el control de los registros técnicos concernientes a las actividades de mantenimiento. 6. Llevar el control de los indicadores asociados a la PTAR. 7. Monitorear el cumplimiento normativo aplicable a la gestión de las aguas residuales tratadas. 8. Llevar a cabo actividades asociadas con el desarrollo sustentable de la empresa. 			
Requisitos del puesto			
Formación requerida		Ingeniería Industrial, Ingeniería ambiental, Ingeniería mecánica.	
Conocimientos básicos		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conocimiento y uso de equipo PC con sistema operativo Windows. ✓ Manejo de Microsoft Office ✓ Investigación y elaboración de informes técnicos. ✓ Conocimientos de control y planificación. ✓ Manejo de medios para videos conferencias (Zoom y Google Meet). ✓ Conocimiento técnico y legal sobre plantas de tratamiento para aguas residuales e industriales. ✓ Experiencia en gestión de recursos. 	
Cualidades/ competencias requeridas		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacidad para trabajar en equipo. ✓ Capacidad organizativa. ✓ Resolución de problemas. ✓ Responsabilidad. ✓ Orden. ✓ Buenas habilidades interpersonales. 	

Fase IV: Evaluar la factibilidad económica, técnica, operativa, ambiental y social del plan de mantenimiento preventivo.

En esta fase se desarrolla la evaluación del plan de mantenimiento en base a los aspectos económicos, técnicos, operativos, ambientales y sociales. No obstante, se aclara que la evaluación económica llevada a cabo se realizó por medio de un análisis costo – beneficio, cuya finalidad implica comparar, cabe la redundancia, los costos con los beneficios asociados al proyecto en términos monetarios, determinado la viabilidad del mismo para la compañía.

5.1 Estudio económico.

Para esta evaluación se planteó conocer la rentabilidad económica de la propuesta mediante la relación costo - beneficio. Para dicha evaluación, se considera en primer lugar los costos involucrados para la restauración o corrección de la planta de tratamiento de aguas residuales, invertidos durante el año 2022 representados a continuación en la tabla n° 9.

Seguidamente, se detallan los resultados del estudio financiero respectivo al gasto anual para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo. Para la representación correspondiente se dividirán los gastos en tres tablas respectivas a los materiales de mayor, mediano y menor uso.

Tabla 9. Restauración de la PTAR

Elemento	Costo por unidad (\$)	Cantidad	Costo total (\$)
Sopladores	7.667	3	23.000
Bombas	1.000	9	9.000
Planta eléctrica	16.000	1	16.000
Motores reductores	2.320	7	16.240
Tuberías y recursos restantes	-	-	24.407
TOTAL			88.647

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Tabla 10. Presupuesto para partes o materiales de mayor uso

Material requerido	Costo por unidad (\$)	Cantidad	Costo total (\$)	Costo anual \$
Correas	25	4	100	200
Aceite hidralux 68	100	20L	100	100
Grasa azul para altas temperaturas	20	397 gr	20	20
Filtros de aire	25	3	75	75
TOTAL	135		295	395

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Al ser equipos nuevos no se puede establecer un porcentaje de frecuencia al momento de sustituir ciertos elementos correspondientes a los equipos. Por tal motivo, lo recomendable es contar con elementos de reserva una vez la falla comience a generarse, con la finalidad de realizar el cambio en el tiempo adecuado, sin generar mayores costos a la empresa. Se resalta que, para este caso, los costos representados a continuación se consideran únicamente para el año de inicio del plan de mantenimiento.

Tabla 11. Presupuesto para partes o materiales de mediano uso

Material requerido	Costo por unidad (\$)	Cantidad	Costo total (\$)	Costo anual \$
Rodamientos	10	15	150	150
Sello mecánico BA	20	4	80	80
Sello mecánico BS	20	5	100	100
Impulsor BA	230	4	920	920
Impulsor BS	195	5	975	975
TOTAL	450		2.225	2.225

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Tabla 12. Presupuesto para partes o materiales de menor uso

Material requerido	Costo por unidad (\$)	Cantidad	Costo total (\$)	Costo anual \$
Cartucho de válvula de succión	50	1	50	50
Cartucho de válvula de descarga				
Sello secundario				
TOTAL	50		50	50

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Determinado los costos anteriores, se procede a representar el total de inversión por las partes o elementos a considerar para el plan de mantenimiento, no obstante, se resalta, que las partes o elementos de mediano y menor uso suelen contar con una vida útil estimada de larga duración, por lo que el presupuesto a considerar se encuentra sujeto a cambios.

Tabla 13. Presupuesto General

Materiales o partes a considerar	Precio en \$
Mayor uso	395
Mediano uso	2.225
Menor uso	50
TOTAL	2.670

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Igualmente, se debe considerar los costos que conlleva la mano de obra para la realización de las actividades de mantenimiento, así como los gastos involucrados para la ejecución del plan de capacitación, de tal forma, se representa un presupuesto general que considera los materiales involucrados para el cuidado de los equipos, el personal de mantenimiento, y la capacitación de los mismos; con la finalidad de promover el desarrollo de una cultura de mantenimiento preventivo dentro de la empresa, posibilitando el ahorro de dinero y tiempo.

Tabla 14. Presupuesto general del plan de mantenimiento preventivo

Recurso	Descripción	Costo en \$
Personal	Personal de mantenimiento	500
Capacitación	Plan de capacitación	1.500
Materiales	-	2.670
Puesto de trabajo	PTAR Maintenance Process Lead	750
TOTAL		5.420

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Es de relevancia indicar que la ejecución del plan de capacitación dependerá de las disposiciones de la empresa, por tal motivo, su realización puede ser ejecutada tanto por una empresa contratista especializada en temas de mantenimiento, como por la misma compañía. Sin embargo, en el caso de ser ejecutado por el personal de C.A Cigarrera Bigott Sucs, se atribuye la inversión para la propuesta al supervisor de mantenimiento y el analista de sustentabilidad.

Análisis Costo / Beneficio

Con la finalidad de determinar la relación entre los costos involucrados en la restauración de la planta de tratamiento y las inversiones para la obtención de los beneficios del proyecto, se emplea la relación costo – beneficio. En primer lugar, se determina el ahorro que obtendría la empresa por el proyecto.

$$Relación \frac{C}{B} = \frac{\sum Costos \text{ de la restauración} - \sum Costo \text{ por mantenimiento preventivo}}{\sum Costos \text{ por mantenimiento preventivo}}$$

$$Relación \frac{C}{B} = \frac{\$88.647 - \$5.420}{\$5.420} = \frac{\$83.227}{\$5.420} = \mathbf{15,3}$$

- Si $R (C/B) > 1 \rightarrow$ Rentable.
- Si $R (C/B) = 1 \rightarrow$ Indiferente.

- Si $R (C/B) < 1 \rightarrow$ No Viable

De tal forma al ser $B/C > 1$ se concluye que los beneficios del proyecto superan los costos involucrados en la restauración correctiva de la PTAR. Por consiguiente, se debe considerar la implementación del mismo.

Por otro lado, se contempla el beneficio económico ambiental que obtendría la empresa con el plan de mantenimiento. Como se expresa en la factibilidad ambiental son diversas las sanciones que se podrían obtener en el caso de incumplir con los parámetros ambientales establecidos. De tal forma, la empresa anualmente cuenta con un ingreso estimado de \$55.944.000; considerando que por el incumplimiento ambiental la multa total es de 42.400 UT (cuadro 22), donde según lo establecido por la Gaceta Oficial N° 42.623, fechada el 08 de mayo del 2023 emanada del Despacho del Superintendente del Servicio Nacional Integrado de Administración Aduanera y Tributaria (SENIAT) el valor de una unidad tributaria es de Bs 9,00. Por ende.

- 1 UT = 9,00 Bs.

Considerando además la tasa al Banco Central de Venezuela, para el mes de octubre 2023.

- 1\$ = 35.09bs
- 1 UT = 0,26\$

Por consiguiente.

- 42.400 UT = **\$11.024**

De tal forma, el plan de mantenimiento preventivo a la PTAR permitiría reducir o evitar los daños en los equipos, que, a su vez, permiten la continua operación para el tratamiento adecuado de las aguas. Lo que evita el incumplimiento normativo ambiental, y, por ende, multas o sanciones legales a la empresa. Considerando que, según cálculos anteriores

$$\text{Relación } \frac{C}{B} = \frac{\$88.647 - \$5.420}{\$5.420} = \frac{\$83.227}{\$5.420} = \mathbf{15.3}$$

$$\text{Relación } \frac{C}{B} = \frac{\$83.227 - \$11.024}{\$5.420} = \frac{\$72.203}{\$5.420} = \mathbf{13.3}$$

5.2 Factibilidad técnica

En relación a la factibilidad técnica el plan de mantenimiento fue diseñado para la conservación de los equipos disponibles en la PTAR. No obstante, para la aplicación adecuada del mismo es fundamental que el personal a cargo de las actividades de mantenimiento cuente con el conocimiento básico en cuanto al proyecto. En base a ello, se propone un plan de capacitación con el fin de involucrar al personal correspondiente de la empresa en la conservación de la PTAR, y promover el inicio de una cultura preventiva dentro de las instalaciones de la compañía de cigarrillo.

Por otra parte, para que el plan sea factible a nivel técnico es importante contar con un control de los materiales a emplear, determinando el qué se necesita y si se mantiene su funcionalidad para su posterior orden según las 5'S. Por último, para que el proyecto cumpla con su total finalidad, el tomar en consideración la aplicación de un puesto de trabajo encargado del control en la documentación de la planta de tratamiento por parte del departamento de sustentabilidad, en la actualidad únicamente se cuenta con un representante en Planta Valencia por dicha área, encargado de la inspección y control en relación con la seguridad y ambiente, lo que dificulta el agregar a sus tareas el control administrativo de la PTAR.

5.3 Factibilidad operativa.

Desde el punto de vista operativo, el plan de mantenimiento no ofrece cambios en el proceso de tratamiento, por su parte, busca aumentar la disponibilidad de los equipos, con el propósito de mantener el tratamiento de las aguas residuales e industriales generadas por las actividades productivas y de otra índole en la compañía. El supervisor de mantenimiento junto al analista de sustentabilidad, deben estar involucrados desde el inicio de la implementación hasta la puesta en marcha y seguimiento del plan de mantenimiento preventivo. Por tal razón, se estableció como parte de la propuesta el plan de capacitación en base a la gestión del cambio, para la modificación de los procesos de mantenimiento de forma objetiva y entendible.

Una de las técnicas sugeridas para la asimilación de los cambios de forma más simple es el modelo ADKAR, cuya función es facilitar la asimilación de cambios, en este caso de una cultura correctiva a una preventiva. Los pasos a considerar por sus siglas en inglés son.

- Consciencia.
- Deseo.
- Conocimiento.
- Habilidad

- Consolidación.

Por ello, el modelo pretende contribuir en la adopción del cambio a través de hacer notar la necesidad de mejora, consiguiendo la participación de las partes involucradas en las actividades, donde las mismas sean capaces de compartir el conocimiento para el desarrollo adecuado, en esta oportunidad, del mantenimiento o cuidado de la PTAR. Mas, a su vez, se busca promover la extensión de dicha técnica a las demás áreas de la empresa, con el objeto de asegurar el cumplimiento a largo plazo.

5.4 Factibilidad ambiental.

Las actividades industriales se caracterizan por generar residuos nocivos para el medio ambiente, principalmente, aquellas que utilizan como elemento principal el agua en sus procesos productivos, aparte de sus operaciones de limpieza y uso del recurso en otras áreas de la compañía, que originan las conocidas aguas residuales. Por ello, antes del vertimiento de estos líquidos contaminados por cargas significativas de componentes físicos, químicos y biológicos, se debe hacer pasar tales aguas por un proceso de tratamiento, que permita eliminar o disminuir los agentes contaminantes presentes, evitando el impacto negativo a los ecosistemas acuáticos y terrestres.

La propuesta presentada pretende mantener el proceso de tratamiento dentro de la PTAR, garantizado el cumplimiento normativo ambiental, en función del decreto N° 3.219 para vertidos en la Cuenca de Lago de Valencia; evitando las posibles sanciones que serían dictadas en el caso no cumplir con los parámetros ambientales establecidos según la norma. Por tal razón, se expone en el cuadro 22 las sanciones que recaen en la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs según lo explicado anteriormente.

Cuadro 22. Continuación sanciones ambientales según la ley

Base Legal	Descripción	Sanción
Ley de Aguas	Artículo 124: Violación de condiciones de vertidos	Multa de 50 UT a 5.000 UT
	Artículo 125: Incumplimiento de controles de calidad del agua	Multa de 25 UT a 2.500 UT
	Artículo 126: Fallas en la notificación o control de vertidos.	Multa de 25 UT a 2.500 UT
Ley Penal del Ambiente	Gaceta Oficial N° 39.913 del 02 de mayo de 2023.	

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

Cuadro 22. Sanciones ambientales según la ley

Base Legal	Descripción	Sanción
Capítulo V. Degradación, alteración, Deterioro y demás Acciones Capaces de Causar Daños a las Aguas	Artículo 56: Cambio, Obstrucción o Sedimentación	Prisión de uno a cinco años, o multa de 1.000 UT a 5.000 UT.
Capítulo V. Degradación, alteración, Deterioro y demás Acciones Capaces de Causar Daños a las Aguas	Artículo 57: Interrupción del servicio del Agua	Prisión de dos a cinco años, o multa de 2.000 UT a 5.000 UT
Capítulo VIII. Delitos contra la Calidad Ambiental.	Artículo 83: Corrupción y Envenenamiento de Aguas de Uso Público	Prisión de dieciocho meses a cinco años, o multa de 1.800 UT a 5.000 UT
	Artículo 85: Vertidos de Materiales Degradantes en Cuerpos de Agua	Prisión de uno a dos años o multa de 1.000 UT a 2.000UT
	Artículo 88: Descargas ilícitas al Medio Marino, Fluvial, Lacustre o Costero	Prisión de dos a cuatro años o multa de 2.000 UT a 4.000 UT.
Capítulo VIII. Sección cuarta. Sustancias y Materiales Peligrosos	Artículo 103: Generación de epidemias	Multa de 6.000 UT a 10.000 UT y su disolución.
	Artículo 104: Propagación de Enfermedad en Animales o en Plantas.	Prisión de seis meses a dos años, o multa de 600 UT a 2. 000 UT

Autor: Dalki, J. Colina, B. (2023)

5.5 Factibilidad social.

Según la Organización Mundial de la Salud (2022) la gestión inadecuada de los servicios de agua y saneamiento exponen a la población a riesgos de salud, debido a las cargas químicas y biológicas presentes en las aguas contaminadas provenientes de actividades urbanas e industriales. En Venezuela, conforme a lo descrito por el Observatorio de Ecología Política (2022) se cuenta con una crisis hídrica como resultado de, un severo problema en el acceso al agua, baja calidad del recurso, degradación de las fuentes de agua y la incapacidad de las instituciones encargadas de gestionar de forma eficiente dicho recurso, lo que desencadena en fallas constantes en el servicio del agua y afecciones para la población nacional. Ante esta situación, las empresas se ven con el compromiso social de tratar de manera eficiente las aguas

residuales provenientes de sus procesos, entendiendo que sus acciones impactan en el bienestar de las comunidades, además, de tomar en consideración las sanciones por parte del ente gubernamental pertinente, según lo establecido en la tabla 14, correspondiente a la factibilidad ambiental.

La responsabilidad social de C.A Cigarrera Bigott Sucs, abarca el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Decreto N° 3.219 para la clasificación y control de la calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia; donde en relación con el proyecto presentado se busca continuar con el cumplimiento de tales normativas, evitando con ello sanciones o multas ambientales, así como la afectación local, regional y nacional.

CONCLUSIONES

La presente investigación se realizó con la finalidad de establecer el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de tratamientos de aguas residuales correspondiente a la empresa C.A Cigarrera Bigott Sucs, en respuesta de conservar el mayor tiempo posible los equipos dispuestos para el proceso de tratamiento, asegurando el cumplimiento de los parámetros ambientales, y, disminuyendo futuros gastos económicos significativos para la compañía, lo que fortalece su imagen como una empresa en pro del desarrollo sustentable.

Se dio inicio del estudio con la **Fase I**, cuyo diagnóstico permitió conocer e identificar los aspectos relativos tanto de la planta de tratamiento, como los elementos involucrados en la misma. En primer lugar, se definieron los valores ambientales considerados por la empresa, así como el compromiso y las normativas ambientales tomadas en consideración; relacionadas en su mayoría con el funcionamiento y cumplimiento de la PTAR. Seguidamente, se definieron las características de las vertientes a la planta de tratamiento, detallando del dónde provienen las aguas residuales e industriales de la empresa; así como, las características físicas de la planta, junto a la descripción del proceso de tratamiento. Del mismo modo, se estableció el procedimiento de mantenimiento llevado a cabo hasta el momento, considerando los registros de controles y mantenimiento. Finalmente, y con el objeto de obtener una mejor comprensión del tema, se efectuaron entrevistas tanto al personal del área como colaboradores, definiendo con ello las oportunidades de mejora.

En la **Fase II** se analizó la información recopilada durante el desarrollo de la Fase I, a través de un conjunto de herramientas para la indagación del tópico en cuestión, en función de ello, se realizó en primera instancia el análisis de la eficiencia de la planta de tratamiento, por medio del porcentaje de remoción para cada uno de los parámetros empleados en la evaluación de la calidad del agua. Continuamente, se analizaron los elementos correspondientes a cada equipo determinado para el proceso, a fin de determinar los componentes que se someten a mantenimiento. Para la culminación de la fase, se emplea y representa por cuadros las herramientas de análisis, lo que resulta en el establecimiento de las oportunidades de mejora.

Continuamente, se procedió al diseño del plan de mantenimiento preventivo en **Fase III** como una propuesta enfocada en alargar la vida útil de cada equipo de la PTAR, para disminuir o evitar en su totalidad un coste significativo en la restauración de la planta de tratamiento por

mantenimientos correctivos. De tal forma se definen las fichas técnicas de cada equipo para el conocimiento general de los mismos, los procedimientos a realizar para el mantenimiento, los componentes a considerar a cambio cada vez que sea necesario, junto a sus especificaciones de diseño, así como la programación a seguir y los registros a tener en consideración para un mayor control. Igualmente, se plantearon otras propuestas relacionadas con el proyecto principal, como los procedimientos seguros de trabajo para el conocimiento en la realización adecuada de las actividades, una guía de las herramientas a tomar en cuenta para el mantenimiento, y, un perfil de trabajo, como orientación de las tareas a realizar y habilidades a apreciar para el puesto de trabajo administrativo de la PTAR.

Para el cierre del estudio, en **Fase IV** se determinó la factibilidad técnica, operativa, ambiental, social y un estudio económico de la propuesta. Para esta última fase, se realizó un análisis costo – beneficio con el propósito de identificar la viabilidad del proyecto, del mismo modo, se establecieron los aspectos técnicos y operativos con respeto al plan, fijándose a su vez, las sanciones ambientales en el caso del incumplimiento por el tratamiento de las aguas y sus consecuencias a nivel social, por lo que la empresa se encuentra con el compromiso de ayudar en la preservación del ambiente.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar detalladamente el diseño de las estrategias propuestas, teniendo en consideración llevar a cabo la implementación del proyecto, en el caso de ser pertinente para la gerencia de C.A Cigarrera Bigott Sucs.
2. La empresa debe ser garante de la correcta implementación del proyecto, llevando a cabo planes de capacitación y estrategias que den paso a una cultura de mantenimiento preventivo.
3. Para los cronogramas de mantenimiento seguir su secuencia para los años posteriores al 2024- 2025, modificándolos en el caso de que se requieran de cambios.
4. Considerar el establecimiento de un nuevo puesto de trabajo dentro del departamento de sustentabilidad, basándose en las características del perfil de trabajo. Con el propósito de gestionar de forma rápida y eficaz el control de la documentación y actividades relacionadas principalmente a la PTAR.
5. Establecer o proponer un proyecto de Layout para la adecuación de un espacio como taller de mantenimiento dentro de las instalaciones de la planta de tratamiento, con la finalidad de que el operador o encargado de mantenimiento pueda realizar dichas actividades de forma cómoda y segura en un lugar cercano a la PTAR.
6. Establecer o proponer un proyecto para la instauración de un sistema de protección para los equipos en las tanquillas receptoras (tanquillas externas a la planta de tratamiento) de las aguas pluviales.
7. Determinar la frecuencia de cambio de los rodamientos, impulsores y sello mecánicos a través de los registros técnicos.

REFERENCIAS

- Aguilera, C. (2000). *Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones*. Documento en línea. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232000000400004#:~:text=La%20Teor%C3%ADa%20de%20las%20Restricciones%20es%20una%20metodolog%C3%ADa%20al%20servicio,el%20principio%20de%20continuidad%20empresarial.
- Albornoz, A. (2020). *¿Cómo definir un plan de mantenimiento para optimizar tu actividad?* Documento en línea. Disponible en: <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/field-service-software/plan-de-mantenimiento>
- Alcalá A, Gutiérrez P. (2001). *¿Existe en Venezuela cultura organizacional de mantenimiento?* Documento en línea. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos14/mantenimiento/mantenimiento>
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Sexta Edición. Editorial Episteme. Caracas. República Bolivariana de Venezuela
- BAT. (2023). *Políticas, principios y estándares*. Documento en línea. Disponible en: https://www.bat.com/group/sites/UK_9D9KCY.nsf/vwPagesWebLive/DO52AD6H
- BIGOTT (2023). *Acerca de nosotros*. Documento en línea. Disponible en: <https://www.bigott.com.ve/>
- Carrillo, M. (2009). *Enfoques y concepciones curriculares en la Educación Parvularia*. Documento en línea. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922009000100003#:~:text=c\)%20Enfoque%20tecnol%C3%B3gico%3A%20se%20centra,aprendizajes%20seg%C3%BAn%20los%20fines%20deseados](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922009000100003#:~:text=c)%20Enfoque%20tecnol%C3%B3gico%3A%20se%20centra,aprendizajes%20seg%C3%BAn%20los%20fines%20deseados).
- Cerezo, I. (2023). *Evaluación de la tecnología MBBR como alternativa de ampliación de la capacidad del sistema de tratamiento biológico en Alimentos Polar Comercial C.A.* Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego – Venezuela.

- DISETE. (2020). *¿Qué pasa si tu empresa no hace mantenimiento preventivo de los sistemas?* Disponible en: <https://disete.com/que-pasa-si-tu-empresa-no-hace-mantenimiento-preventivo-de-los-sistemas/>
- Duarte, A. (2023). *¿Qué son las bases legales en un trabajo de investigación?* Documento en línea. Disponible en: <https://www.monumentocruzdeltercermilenio.cl/blog/trabajo/que-son-las-bases-legales-en-un-trabajo-de-investigacion.html#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20definici%C3%B3n,que%20tiene%20con%20la%20investigaci%C3%B3n.>
- Escorche, Y. (2019). *Plan de mantenimiento en la Planta de Peletizado de semillas de Agrobiggott*. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego – Venezuela.
- Guía de los tratamientos de las deyecciones ganaderas. (2004). *Nitrificación – Desnitrificación (NDN)*. Documento en línea. Disponible en: <http://www.arc-cat.net/es/altres/purins/guia/pdf/ficha5.pdf>
- González, A. (2023). *Las 5s de Kaizen para la mejora continua de procesos en la empresa*. Documento en línea. Disponible en: <https://emprendepyme.net/las-5-s-de-kaizen-para-la-mejora-continua-de-procesos-en-la-empresa.html>
- Harp, A. (2021). *¿De qué hablamos cuando nos referimos al registro fotográfico de las colecciones?* Documento en línea. Disponible en: <https://fahho.mx/de-que-hablamos-cuando-nos-referimos-al-registro-fotografico-de-las-colecciones/#:~:text=El%20registro%20fotogr%C3%A1fico%20es%20uno,reducen%20los%20factores%20de%20riesgo.>
- Hernández, R., Fernández C., Baptista P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. Editorial McGraw Hill. Distrito Federal. México.
- Jara, R. (2021). *Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la productividad de la compañía minera Argentum S.A – Morococha, 2019*. Documento en línea. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8255/Jara%20Fuelles%2C%20Rony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ley de Aguas. Gaceta Oficial N° 38.595 del 2 de enero de 2007. Documento en línea. Disponible en: <https://ecopoliticavenezuela.org/2022/05/26/la-crisis-del-agua-en-venezuela-algunos-datos/>

Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 39.913 del 2 de mayo de 2012. Documento en línea. Disponible en: <https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/ley-penal--20211109143642.pdf>

Milanés, J., Florez, W. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en los sistemas de instrumentación y control de la empresa Aguas de Cartagena E.S.P.* Documento en línea. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/2625/1/2020JoseAntonioMilanesSalas.pdf>

Normas COVENIN 3049 – 93. *Mantenimiento. Definiciones.* Documento en línea. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3049-93.pdf>

Observatorio de Ecología Política de Venezuela. (2022). *La crisis del agua en Venezuela.* Documento en línea. Disponible en: <https://ecopoliticavenezuela.org/2022/05/26/la-crisis-del-agua-en-venezuela-algunos-datos/>

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Agua para consumo humano.* Documento en línea. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Pérez, J., Gardey, A. (2008). *Teoría de sistemas – Qué es, definición, evolución y propiedades.* Documento en línea. Disponible en: <https://definicion.de/teoria-de-sistemas/>

Salazar, B. (2019). *Mantenimiento Productivo Total (TPM).* Documento en línea. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Santa, F. (2015). *Marco Teórico – Bases Teóricas.* Documento en línea. Disponible en: <http://florfanysantacruz.blogspot.com/2015/09/marco-teorico-bases-teoricas.html>

Suazo, L. (2022). *¿Cómo hacer un Plan de Mantenimiento?* Documento en línea. Disponible en: <https://tractian.com/es/blog/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento>

- Tejada, L (2021). *El mantenimiento en Latinoamérica. Costumbres, Avances, Futuro*. Documento en línea. Disponible en:<https://es.linkedin.com/pulse/el-mantenimiento-en-latinoam%C3%A9rica-costumbres-avances-futuro-tejada>
- Torres, O. (2018). *Diseño del proceso de gestión del mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en una empresa comercializadora de alimentos al mayor, ubicada en Caracas, Venezuela*. Documento en línea. Disponible en:
http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU1957_1.pdf
- Troconis, A. (2010). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)*. Documento en línea. Disponible en: <https://spenagroup.com/planta-tratamiento-aguas-residuales-ptar/>
- Valderrama S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. Segunda edición. Editorial San Marcos. Lima. Perú.
- Vega R. (2022). *Tipos de mantenimiento*. Documento en línea. Disponible en:
<http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

ANEXOS

ANEXO A. Validación de instrumentos de recolección de datos.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANEXO A

ESTIMADO PROFESOR (A):

Seguidamente se le presenta un guion de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la empresa **C.A Cigarrera Bigott Sucs.**, ubicada en **San Diego, Edo. Carabobo** para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos va a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: **Diagnosticar el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales en C.A Cigarrera Bigott Sucs.**, de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que se solicita a usted de sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industria y académico.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guion de entrevista y el formato de validación.

AUTORA:

Colina, B. Dalki, J.

C.I.: 29.560.554

TUTORA:

Avendaño, Ana.

C.I.: 7.187.788.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANEXO C

INSTRUCCIONES PARA LA GUIA DE ENTREVISTA	
<ul style="list-style-type: none"> • Indique su función dentro de la empresa • Proceda a leer detenidamente cada una de las preguntas • Responda de manera objetiva • En caso de dudas, consulte con la persona encarga de aplicar el cuestionario 	

Nº	Guion de entrevista
1	¿Cuáles fueron los componentes críticos que afectaron el proceso de tratamiento?
2	¿Cuáles fallas fueron las más comunes en estos elementos?
3	¿Cuánto fue la cantidad de recurso humano y de tiempo invertido para reparar estos componentes?
4	¿Cuál fue el monto necesario para restaurar el proceso en la PTAR?
5	¿Cuáles son los componentes que contiene actualmente la planta de tratamiento?
6	De estos, ¿cuáles son fundamentales para mantener el proceso de la PTAR?
7	¿Cuál es la vida útil de cada uno de ellos?
8	¿Cuál es el número de hora de funcionamiento de cada componente?
9	¿Cuál es la frecuencia de inspección y mantenimiento de los componentes de la planta?



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

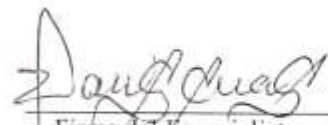
ANEXO D

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		
7	✓			✓		
8	✓			✓		
9	✓			✓		
10						

Fecha: 09/05/2023


Firma del Especialista:
Manuel Cuadrado G.

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Investigación Industrial
--	--------------------------



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL


ANEXO D

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
2	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
3	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
4	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
5	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
6	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
7	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
8	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
9	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
10						

Fecha: 09/05/2023


 Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	DGR. MECÁNICO ESP. EN AUTOMATIZACIÓN MSc MANUFACTURA Y MANTENIMIENTO Dr. EN EDUCACIÓN
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANEXO D

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		
7	✓			✓		
8	✓			✓		
9	✓			✓		
10			o		o	

Fecha: 09/05/2023


Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dsa. en Ciencias de la Educación
--	--

ANEXO B. Equipos disponibles en la PTAR



Sopladores



Bomba sumergible



Bomba sumergible para tanque de cloración



Motor reductor agitadores



Motor reductor Biodiscos



Bomba dosificadora de hipoclorito de sodio