



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTE**

**TEMA
“PLAN DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA
EMPRESA NOVACERO S.A.”**

**AUTOR
GILER DELGADO MANUEL GRISMALDO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING.CIV. FERNÁNDEZ SOLEDISPA VÍCTOR HUGO, MSc.**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2018



**FACULTAD INGENIERIA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIDAD DE TITULACIÓN**

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Ing.Civ. Fernández Soledispa Víctor Hugo, MSc**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Giler Delgado Manuel Grismaldo C.C. 0918891110**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“PLAN DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA NOVACERO S.A.”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (indicar el nombre del programa anti plagio empleado) quedando el **8%** de coincidencia.

URKUND		Lista de fuentes	Bloques
Documento:	Manuel Giler Delgado tesis.docx (140021407)	FE	Categoría
Presentado:	2018-08-20 10:39 (-05:00)	H	Enlace/nombre de archivo
Presentado por:	manuj3g@hotmail.com		Proyecto-de-Operaciones-V.docx
Recibido:	victor.fernandez.ug@analisis.orkund.com	FE	https://eg_becencias.zam.edu.bo/en/w/c-contenidoplaces/1069/24/2017/01/L-51025-Ae-06c-tr...
Mensaje:	Ing. adjunto documento para revisión de similitud. Mostrar el mensaje completo	FE	luis.garcia.contaminacionambiental.docx
	86% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.	FE	Fuentes alternativas
		FE	Fuentes no usadas

<https://secure.orkund.com/view/40025187-668040-654891>

Ing.Civ. Fernández Soledispa Víctor Hugo, MSc.

NOMBRE DEL DOCENTE TUTOR

C.C. 092346959-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Giler Delgado Manuel Grismaldo

C.C. 0918891110

Dedicatoria

En primer lugar dedico mi trabajo a **DIOS**, porque gracias a Él pude lograr una de mis metas propuestas.

A mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi esposa Alexi Zambrano por sus palabras y confianza, quién me motivó a formarme como un profesional, a mis hijos Dorian y Keydi quiénes fueron el motor principal para seguir adelante y que vean en mí, un ejemplo de superación.

Con mucho aprecio Manuel Grismaldo Giler Delgado.

Agradecimiento

Un agradecimiento mutuo a la Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial por ser la Institución que me abrió sus puertas y brindó la oportunidad de enseñarme y capacitarme como profesional

A todos los docentes por sus enseñanzas y experiencias compartidas.

Al Ing. Víctor Fernández, Ing. Roberto Idrovo; Ing. Leonardo Banguera que me ayudaron en el proceso y elaboración de mi proyecto y demás personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo de mi tesis.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes de la investigación	2
1.2	Problema de Investigación	3
1.2.1	Planteamiento del problema	3
1.2.2	Formulación del problema de investigación	3
1.2.3	Sistematización del problema de investigación	4
1.3	Objetivos de la investigación	4
1.3.1	Objetivo General	4
1.3.2	Objetivos Específicos	4
1.4	Justificación e Importancia de la Investigación	4
1.5	Marco Teórico	5
1.5.1	Fundamento Histórico	5
1.5.2	Fundamento Teórico	6
1.5.3	Fundamento Conceptual	15
1.5.4	Fundamento Legal	16
1.6	Formulación de la hipótesis y variables	17
1.6.1	Hipótesis general	17
1.6.2	Variables de estudio	17
1.6.3	Aspectos metodológicos de la investigación	17
1.7.1	Tipo de estudio	17
1.7.2	Método de investigación	17
1.7.3	Fuentes y técnicas para la recolección de información	17
1.7.4	Tratamiento de la información	18
1.7.5	Resultados e impactos esperados	18

Capítulo II

Resultado y Análisis

N°	Descripción	Pág.
2.1	Análisis de la situación actual	19

N°	Descripción	Pág.
2.1.1	La Empresa	19
2.1.2	Productos y/o Servicios	19
2.1.3	Recursos	21
2.1.3.1	Humanos	21
2.1.3.2	Tecnológicos	22
2.1.4	Procesos	22
2.1.4.1.	Mapa de procesos	22
2.1.4.1.1	Procesos Estratégicos	22
2.1.4.1.2	Procesos Operativos	23
2.1.4.1.3	Procesos de Apoyo	23
2.1.4.2	Diagrama de flujo del proceso operativo	23
2.1.4.3	Descripción de los procesos	26
2.1.4.3.1	Galvanizado	26
2.1.4.3.2	Roscadora	32
2.1.4.3.3	Mantenimiento	33
2.2	Situación actual y Diagnóstico	33
2.2.1	Fuente generadora de las aguas residuales	34
2.2.2	Proceso de planta de tratamiento de aguas residuales	34
2.3	Análisis y diagnóstico	35
2.3.1	Análisis de datos estadísticos	35
2.3.2	Informe de Monitoreos de aguas residuales	39
2.3.3	Resultado de análisis causa – efecto	40
2.3.4	Resultado de entrevista	42
2.4	Impacto económico de problemas detectados	42
2.5	Resumen de hallazgos encontrados	43

Capítulo III

Propuesta y Evaluación Económica

N°	Descripción	Pág.
3.1.	Introducción	44
3.1.1	Planteamiento de solución a problemas	45
3.1.1.1	Objetivo de la Propuesta	45
3.1.1.2	Alcance de la propuesta	45
3.1.1.3	Responsables	45

N°	Descripción	Pág.
3.1.2	Desarrollo de la propuesta	46
3.1.2.1	Asignación de equipos y materiales	46
3.1.2.2	Descripción del procedimiento de Tratamiento	47
3.1.3	Costos de la propuesta	49
3.2	Evaluación económica y financiera	50
3.2.1	Plan de inversión y financiamiento	50
3.2.2	Análisis del beneficio obtenido vs costos generados	50
3.3	Programación para puesta en marcha	51
3.3.1	Planificación y Cronograma de implementación	51
3.4	Conclusiones y recomendaciones	54
3.4.1	Conclusiones	54
3.4.2	Recomendaciones	54
	ANEXOS	56
	BIBLIOGRAFÍA	63

Índice de Tablas

Nº	Descripción	Pág.
1	Género de la muestra de estudio	21
2	Áreas de Trabajo	22
3	Procesamiento de planta de aguas residuales 2018	36
4	Procesamiento de planta de aguas residuales 2017	37
5	Procesamiento de planta de aguas residuales 2016	38
6	Costos de tratamiento de agua por gestor externo	42
7	Asignación de responsables	45
8	Especificaciones de Bacterias	47
9	Costos estimados de la propuesta	49
10	Amortización	50
11	Costos por tratamiento de agua residual	51
12	Tiempo de recuperación de inversión	51

Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Decapado (A1-A2-A3)	8
2	Proceso de Enjuague	9
3	Filtro Prensa	10
4	Planta de Agua de Tratamiento	13
5	Tanques de planta de tratamiento	14
6	Sistema de cisternas de lodos residuales	14
7	Cubiertas Metálicas	20
8	Tubería metálica	20
9	Perfiles Estructurales	21
10	Flujo tipo funcional del proceso de galvanizado	24
11	Operaciones de planta de tratamiento	25
12	Inmersión de tubos hacia la cuba	26
13	Extracción de tubos desde la cuba Fuente	27
14	Soplador exterior de tubos	27
15	Soplador interior con boquillas	28
16	Transporte de tubos hacia tina de enfriamiento	29
17	Codificación de tubos	30
18	Embalaje y Almacenamiento	30
19	Ingreso de lingotes de Zinc a la cuba	31
20	Enroscado de tubo	32
21	Enroscado de tubo	32
22	Mantenimiento de tuberías	33
23	Consolidado de tratamiento de agua por gestión externa	39
24	Causa y efecto de identificación de problemas	41
25	Diagrama de flujo de planta de tratamiento propuesta	52
26	Cronograma de actividades de la propuesta	53

Índice de Anexos

Nº	Descripción	Pág.
1	Organigrama de la planta Novacero S.a.	57
2	Equipos y maquinarias	58
3	Mapa de procesos	59
4	Informe de monitoreo de aguas industriales 2018	60
5	Comparación de normativa ecuatoriana	62



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL
Unidad de Titulación

**“PLAN DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA NOVACERO S.A.”**

Autor: Giler Delgado Manuel Grismaldo.

Tutor: Ing.Civ. Fernández Soledispa Víctor Hugo, MSc.

Resumen

El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo optimizar la planta de aguas residuales de Galvanizado de la empresa Novacero S.A. Regional Costa, aplicando tratamientos biológicos para reducir los parámetros actuales, que en la actualidad incumplen con lo establecido en la norma ambiental ecuatoriana. La metodología aplicable es descriptiva no experimental, usando técnicas como la observación directa y entrevista, la fuente de los datos son tomados de las estadísticas de años anteriores de la empresa para conocer los datos reales y así evidenciar los principales problemas. Una vez obtenido el diagnóstico se establece que los parámetros mínimos del efluente generado no cumple con lo requerido por la normativa ambiental, actualmente se requiere del servicio de un gestor ambiental externo, gastando anualmente \$62061,03, por el tratamiento de 725 metros cúbicos de agua contaminada. Con la propuesta planteada que tiene un costo de \$61600 se adicionaría al proceso actual, una fase de tratamiento biológico aerobios, para llegar a los parámetros deseados del agua, ahorrando el costo de la gestión externa y reutilizando el agua tratada en los procesos productivos, usando eficazmente los recursos naturales.

PALABRAS CLAVES: Agua, residual, parámetros, aerobios, optimización normativa, ambiental, tratamiento.



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL
Unidad de Titulación

**“IMPROVEMENT PLAN IN THE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM IN
THE NOVACERO COMPANY S.A.”**

Author: Manuel Grismaldo Giler Delgado

Advisor: Civ. Eng. Fernández Soledispa Víctor Hugo, MSc.

Abstract

The following research work aims to optimize the Galvanized wastewater plant of the company Novacero S.A. Regional Costa, applying biological treatments to reduce present parameters, which currently violate the provisions of the Ecuadorian environmental standard. The applicable methodology is non-experimental descriptive, using techniques such as direct observation and interview, the source of the data was taken from the statistics of previous years of the company to know the real data and thus highlight the main problems. Once the diagnosis has been made, it is established that the minimum parameters of the effluent generated do not meet the requirements of the environmental regulations, currently the service of an external environmental manager is required, spending annually \$ 62061.03, for the treatment of 725 cubic meters of contaminated water. With the proposed plan that has a cost of \$ 61600, an aerobic biological treatment phase would be added to the current process, to reach the desired water parameters, saving the cost of external management and reusing the treated water in the productive processes, using effectively natural resources.

KEY WORDS: Water, residual, parameters, aerobic, optimization, regulations, environmental, treatment

Introducción

El avance industrial, con el paso de los años ha desarrollado una progresión muy importante aprovechando en todo tiempo la tecnología, la cual ha ido mejorando en cada década, provocando así; magnos beneficios en la actualidad; logrando desplegar variedad de productos y servicios que ofrecen a las personas, generando mayor comodidad y complacencia de las necesidades presentes; pero así mismo, este florecimiento industrial ha generado complicaciones ambientales tan indudables y en efecto los impactos ambientales se hicieron presentes y por ello se podría decir que el aumento de la industrialización ha sido un desarrollo proporcional a la contaminación ambiental.

Actualmente, muchas de las empresas que generan aguas residuales, aplican diversos métodos de tratamiento para tener control y evitar la contaminación de los mares, ríos, esteros, suelo; entre otros. Entre esos métodos los más aplicados son los físicos – químicos pero dependiendo de la concentración de los compuestos pueden ser los más idóneos, sin embargo muchas veces no permite llegar a los parámetros mínimos exigidos en la normativa, lo que implica el uso de otros métodos que en las multinacionales se aplican.

Hoy por hoy se han desarrollado normas ambientales muy estrictas, las cuales exigen el tratamiento adecuado de los efluentes para prevenir la contaminación ambiental y esto ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías para su control generando no solo beneficios de carácter ambiental sino económico para las industrias.

Con el uso de nuevos sistemas de tratamiento, se ha permitido dejar prácticas de almacenamiento de desechos que se aplica en las empresas y esto es favorable considerando que desde el punto de vista de preservación del medio ambiente y protección del bienestar y salud de los seres humanos no son tan recomendables.

Al presente en la empresa de estudio, tiene establecido un sistema de gestión integrado en calidad, seguridad y medio ambiente, y hace varios años se ha diseñado una planta de tratamiento de aguas residuales generadas en el proceso de galvanizado, proceso el cual genera mayor contaminación de efluentes por los diversos productos químicos que se utilizan, sin embargo realizando un análisis de la misma, se evidencia la falta de optimización de la misma considerando que existe un costo alto mensual para la mantención adecuada de la misma, pudiendo reducirse los costos, implementando nuevas tecnologías en el tratamiento de aguas y lodos industriales que ya son aplicadas en otras industrias del mismo y otros sectores industriales.

Capítulo I

Marco Teórico

1.1 Antecedentes de la investigación

Novacero S.A. es una de las industrias metalmeccánicas pionera en el diseño, elaboración y gestión comercial de soluciones de acero básicos para el sector de la construcción. Fue instaurada en el año 1973 y actualmente ha podido desarrollar tres plantas industriales, cada una especializada en la elaboración de diversos productos y ubicadas en las siguientes localidades: Latacunga (parque industrial LASSO), Quito y Guayaquil. En la actualidad cuenta con un departamento de Sistemas Integrados de gestión, el cual vela el cumplimiento y mantenimiento de la certificación de las normas ISO en temas de calidad, seguridad y medio ambiente.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se considera el proceso de galvanizado de la planta de Guayaquil, el cual, por los diversos productos químicos utilizados, genera efluentes con alta contaminación, los cuales ha sido necesario controlar a través de la planta de tratamiento que se ha diseñado.

El agua residual que se trata en la planta de tratamiento viene de 4 subprocesos del proceso de galvanizado, los cuales son Enjuagues, baño de ácidos agotado y agua de torres de enfriamiento y agua de limpieza de filtros.

El agua residual del proceso que ingresa a la planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.) posee contaminantes tales como: Aceites solubles (generado por la fabricación de tubería). Contaminación de metales pesados: hierro (Fe), zinc (Zn). Sólidos en suspensión.

Los productos químicos a utilizar, en el tratamiento de agua residual y ácidos agotados, son: Hidróxido de calcio, Sosa Cáustica, Qemifloc VH 1007(Floculante aniónico), Químico regulador de PH.

Hoy con el sistema de tratamiento planteado se reduce el 10% de aguas lodosas y se cumple la normativa ambiental a un costo elevado el cual podría optimizarse aplicando otras tecnologías.

Estas tecnologías que se plantean son de bajo costo de mantenimiento, considerando que las bacterias una vez sembradas con un buen sistema de aireación se multiplicarían, evitando así costos que son innecesarios. Es por ello la eficacia de la aplicación de estos tratamientos.

1.2 Problema de investigación

1.2.1 Planteamiento del problema.

En la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de galvanizado la calidad del agua obtenida no cumple con los parámetros de descarga referidos por la DMA (Dirección de Medio Ambiente), de Guayaquil para poder efectuar alguna descarga específicamente al Río Daule, lo cual cada cierto tiempo se está gestionando el tratamiento de esta agua con un gestor autorizado para nuestro caso la CIA. OLETNAT.

La CIA. OLETNAT actualmente brinda servicios de gestión del tratamiento de este efluente con un costo de \$ 78.50 por metro cúbico.

Cada tres o seis meses se hace el desalojo de los lodos obtenidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Los problemas más relevantes en la planta de tratamiento de la empresa Novacero S.A. radican en los siguientes puntos:

- No dispone de un laboratorio de control de calidad donde se desarrollen los respectivos análisis de agua para evaluar si cumple con los límites permisibles según la normativa ambiental vigente para descargas a efluentes marítimos.
- No existen tecnologías de acuerdo a sus procesos por lo que se deben de adquirir nuevos equipos como conductímetro, incubadora, loa agares y demás elementos necesarios para los respectivos análisis de control de calidad de agua.
- Las aguas tratadas tienen parámetros muy elevados, impidiendo así el cumplimiento de la normativa ambiental.
- No se cuenta con procedimientos y manuales específicos del proceso productivo.
- No se cumple con lo mínimo establecido en las normativas ambientales.

1.2.2 Formulación del problema de investigación.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se formula la siguiente pregunta, la cual tiene relación directa con la hipótesis planteada:

¿Los efluentes contaminados generados en el proceso productivo de galvanizado están siendo controlados de forma óptima a través del sistema de planta de tratamiento actual de la empresa?

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se podrá obtener la respuesta de la misma, validando así la pregunta de investigación, hipótesis y las respectivas variables de estudio consideradas.

Una vez validada, se presentará una propuesta que permita optimizar la planta.

1.2.3 Sistematización del problema de investigación.

¿Se constituye una tecnología óptima en proceso y precio para la gestión de los efluentes contaminados?

¿Se lleva un análisis de costo – beneficio del método aplicado actualmente en la empresa?

¿La empresa ha evaluado y considerado otras medidas de control para las aguas residuales?

¿Se cumple al 100% las normas ambientales vigentes en temas de control de aguas contaminadas concebidas?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general.

Elaborar un Plan para mejoramiento en la planta de aguas residuales de Galvanizado de la empresa Novacero S.A. Regional Costa, a través de la optimización del proceso del tratamiento de agua para utilizar eficazmente sus recursos y cumplir con los requisitos legales ambientales.

1.3.2 Objetivos específicos.

Para alcanzar el objetivo general de este trabajo de investigación, se ha planteado 4 objetivos específicos que permitirá desarrollar el trabajo y poder resolver los problemas planteados anteriormente

- Identificar y conocer la situación actual de la planta de tratamiento y sus consecuencias provenientes de sus efluentes.
- Evaluar las condiciones actuales del agua residual de la planta de tratamiento en la empresa Novacero S.A.
- Analizar el comportamiento, y toma de datos observados en el área, y puntos críticos a mejorar.
- Desarrollar la Propuesta para el Tratamiento de aguas residuales mediante la utilización de bacterias con su respectivo manual de operación, Instructivos de manejo y operación de equipos, mantenimiento de equipos y agares.

1.4 Justificación e Importancia de la Investigación

Novacero S.A., ha implantado una planta de tratamiento para aguas residuales que se generan del proceso de galvanizado. Una vez que el agua pasa por el respectivo

tratamiento es reutilizada para abastecer las tinas de ácido. Esto solo se puede hacer hasta 2 veces, luego de esto deben, ser desalojadas por un gestor autorizado, el cual se encarga de su disposición final. Este proceso de tratamiento que realiza el gestor tiene un costo significativo. Este trabajo de investigación pretende adicionar una fase más al tratamiento actual, que permita que toda el agua contaminada sea tratada para reducir significativamente el coste del tratamiento con un gestor externo, cumplimiento de los parámetros exigidos por la norma ambiental y reutilizar el agua no solo para el proceso de galvanizado sino para los otros procesos productivos, optimizando así el consumo del recurso natural y favoreciendo al cuidado del medio ambiente.

Justificando el proyecto a desarrollar se establece la importancia de implantarlo no solo para optimar los recursos, mejorar la productividad de los procesos de galvanizado y tuberías sino para que pueda considerársele un plan piloto para la planta de tratamiento de Quito y de Lasso y como modelo de estudio para diversas industrias del mismo sector o el que pudiera aplicar

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Fundamento Histórico.

(Rojas, 2002), en su presentación refiere lo siguiente “El tratamiento de las aguas residuales es relativamente reciente. Su inicio data de fines de 1800 y principios del actual siglo y coincide con la época de la higiene. Esto se desarrolló como consecuencia de la relación entre contaminación de los cursos y cuerpos de agua y las enfermedades de origen hídrico. En un principio, el tratamiento se hacía mediante el vertido de las aguas residuales al suelo, pero prontamente la superficie de los terrenos no fue suficiente para absorber el cada vez mayor volumen de aguas residuales. En Inglaterra, después de la epidemia del cólera de mitad del siglo XIX, se inició la construcción de los sistemas de alcantarillado, pero el tratamiento de aguas residuales recibió pequeña atención. Debido a lo pequeño de sus ríos en longitud y caudal, la contaminación del agua, pronta se convirtió en un problema. Al principio, el tratamiento estuvo dirigido a evitar problemas con la industria y agricultura más que a los problemas de salud”.

Según (R.S., 2003) Hace referencia que desde el año 1960, empezaron a manifestarse los temas de contaminación de aire y agua, ya que antes de eso, estos temas no se los presentaba como un problema necesario, pasando desapercibido. Y a partir de ese año, ha sido una noticia publicada por todos los medios de comunicación, indicando que los seres humanos estaban generando su propia extinción contaminando el medio ambiente.

(Nemerow, 1998) Indica que “Las aguas residuales y los vertidos industriales afectan, de algún modo, la vida normal existente en una corriente de agua. Cuando este efecto es suficiente para hacer que la corriente no sea aceptable para su mejor utilización, se dice que está contaminada”

Es tan certero lo indicado por (J., 2003) cuando indica que “ En la actualidad, es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines”

En nuestro país, según lo indicado por (Da Ros, 1995) presenta “estimaciones realizadas por Fundación natura, en 1991, sobre el grado de concentración de contaminantes industriales en aguas de cuatro de las principales ciudades del país: Quito, Guayaquil, Ambato y Esmeraldas y el deterioro de la calidad de los recursos hídricos es alarmante sobre todo por la presencia de metales pesados y otras sustancias fenólicas”

Asimismo, el auge industrial ha crecido enormemente en las últimas décadas, y aunque productivamente ha habido avances muy positivos, también la contaminación ambiental, algo que ha alarmado a nivel mundial por el deterioro de ecosistemas, sobre todo del agua, el recurso principal para la subsistencia humana.

Uno de los factores más contaminantes del agua, son las industrias, Novacero por ser una empresa metalmecánica genera por su proceso productivo gran cantidad de aguas residuales, sobre todo en el proceso de galvanizado, ya que se utilizan varios químicos.

En los otros procesos productivos, genera aguas residuales pero con parámetros de contaminación más bajo que los obtenidos en galvanizado, sin embargo es importante considerar establecer un control en las aguas residuales de esos procesos productivos de la empresa para poder controlar los mismos y cumplir con lo que establece la normativa legal ecuatoriana.

1.5.2 Fundamento Teórico.

Según la UNESCO el uso que se hace del agua va en aumento en relación con la cantidad disponible. Los seis mil millones de habitantes del planeta ya se han adueñado del 54% del agua dulce disponible en ríos, lagos y acuíferos subterráneos. En el 2025, el hombre consumirá el 70% del agua disponible. Esta estimación se ha realizado considerando únicamente el crecimiento demográfico. Sin embargo, si el consumo de

recursos hídricos per cápita sigue creciendo al ritmo actual, dentro de 25 años el hombre podría llegar a utilizar más del 90% del agua dulce disponible, dejando solo un 10% para el resto de especies que pueblan el planeta” (Delgadillo & Camacho, 2010)

Considerando el análisis presentado por la UNESCO, se puede evidenciar la importancia de controlar la contaminación del agua por ser uno de los recursos más importantes para la supervivencia. En pocos años, sino se hace la debida gestión, todos los que viven en el planeta se verán afectados pudiendo ser el mayor caos no controlado.

Las primeras evidencias de la reutilización de aguas residuales corresponden a la Grecia antigua. Estas evidencias históricas han sido recogidas y documentadas por Angelakis y Spyridakis (1996), Barty.King (1992), Asano y Levine (1996) y Asano (2001). Se han identificado tres etapas fundamentales en el desarrollo de la regeneración y reutilización de aguas residuales, las cuales son: 1) la época inicial de los sistemas de agua y saneamiento, que comprende el periodo del 3000 a.C. hasta 1850; 2) la época del gran avance sanitario, correspondiente al tiempo entre 1850 y 1950; 3) la época de la regeneración, la reutilización y reciclaje de aguas residuales, de 1960 hasta estos días. (Seguí Amortegui, 2004)

La reutilización de aguas residuales se ha ido ejecutando hace varios años, permitiendo así que este proceso se lo desarrolle cada vez mejor, antes lo podían manejar las grandes industrias, hoy por hoy todas las industrias incluyendo las pymes, deben realizar el debido tratamiento.

Las aguas residuales empezaron a existir desde que al hombre se le ocurrió que el agua sería un excelente medio para limpiar y llevar lejos los detritos humanos y otros desperdicios generados en su actividad cotidiana. Las referencias más antiguas del uso de drenajes y alcantarillados se han hallado en Nippur, antigua ciudad de Mesopotamia dedicadas al dios Enlil, cuyo templo, el Ekur, estuvo en pie hasta el siglo VI AC. Estas grandes estructuras de la antigüedad datan de cinco mil años A.C. y el sistema de desagüe transportaba el AR de palacios y distrito residenciales de la ciudad. (Orozco Jaramillo, 2005)

Según (Ramalho, 2003) presenta las cuatro fuentes fundamentales de aguas residuales “(1) Aguas domésticas o urbanas, (2) aguas residuales industriales, (3) escorrentías de uso agrícolas, (4) pluviales.

Para el desarrollo de este trabajo se presenta el desarrollo de la planta de tratamiento de la empresa de estudio, para conocer mejor el respectivo proceso.

Las aguas residuales de origen industrial que se generaran en la Planta Industrial Novacero Daule, provienen del proceso de galvanizado en caliente de productos de acero tanto de fabricación interna como de clientes.

El proceso de galvanizado por inmersión en caliente, consta de las siguientes etapas:

Selección del material: El material se selecciona y se carga de acuerdo al programa de producción.

Desengrase Alcalino 1: Es el primer paso del pre tratamiento, consiste en sumergir el acero o material en un tanque de desengrase que está colmado de agua y detergente industrial durante el tiempo necesario para desprender toda la grasa (máximo 5 minutos), esto depende de la suciedad del material.

Enjuague Alcalino: Se realiza un primer baño de enjuague al material, para quitarle la alcalinidad del baño de desengrase que tiende a ir en el material mediante arrastre, antes de ingresar a los baños de decapado.

Decapado (A1-A2-A3): Las superficies del acero, están contaminadas por capas de óxido y corrosión.



Figura 1: Decapado A1-A2-A3, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

El decapado o tratamiento ácido remueve las capas de corrosión, además deja la superficie del acero completamente limpia para asegurar la adherencia del zinc durante el galvanizado.

Sumergirlos materiales en uno de los tanques de ácido clorhídrico (A1-A2-A3), aproximadamente entre 5 a 15 minutos, este tiempo dependerá de las concentraciones del ácido y cantidad de óxido que presente el material a Galvanizar. El material se encuentra

listo cuando toda la superficie presenta un color plomizo típico del acero completamente decapado.

Sacar el material y dejar escurrir durante 2 minutos e inmediatamente sumergir en el enjuague E1, para evitar la contaminación del acero con el medio ambiente.

Enjuague -2-3: Sumergir los materiales en los tanques de agua E1 y luego en el enjuague E2, que se encuentran inmediatamente después de los tanques de ácido, por alrededor de 30 segundos o más en cada uno, para quitar la arrastre de ácido en el material. Estos enjuagues se encuentran a temperatura ambiente.



Figura 2: Proceso de Enjuague, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Fluxado: Para poder tener un buen Galvanizado, se requiere que el material, no tenga impurezas en su superficie (Metalúrgicamente limpia), después de los enjuagues el material pasa a recibir un baño de flux, que contiene sales de cloruro de zinc y de amonio, para exista una buena adherencia del zinc fundido al metal base, esta solución deberá estar a una temperatura entre 25 a 60 °c.

Se sumerge los materiales, en el tanque de fluxado, hay que tener en cuenta que la velocidad con que se sacará el material deberá ser lenta, para obtener un buen resultado y para que el material se seque.

Cuando existe contaminación de hierro en la tina de fluxado, se realiza una regeneración. La regeneración consiste en hacer adiciones de peróxido de hidrogeno de 50 volúmenes, para la precipitación de Fe, y obtener niveles bajos de contaminación.

Realizando esta actividad, durante esta adición el pH, bajará de 5 a 4, de acuerdo a nuestro plan de control, el pH deberá estar o mantenerse en 4.5 a 5.5.

Para la recuperación de pH, se realiza las adiciones de amoniaco líquido, la cantidad que sea necesaria para establecer el nivel requerido y así lograr que el producto obtenga la calidad deseada.

Filtro Prensa: El baño de fluxado es filtrado mediante el uso del Equipo Filtro Prensa, donde se retiene partículas de hierro de la solución, luego de ello se debe deshidratar y almacenar en la Planta de Tratamiento.

En la siguiente figura se presenta el filtro prensa utilizado en la planta de tratamiento de la empresa estudio.



Figura 3: Filtro Prensa Fuente, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Para el tratamiento de las aguas residuales industriales se desarrollan los siguientes procesos generales:

- Tratamientos primarios.
- Tratamientos secundarios.
- Tratamientos terciarios.

Utilizándose sólo los que sean de aplicación al proceso industrial.

A continuación se describen los principales tratamientos aplicados en cada una de las categorías:

Tratamientos primarios: Los tratamientos primarios pueden ser:

- Neutralización
- Coagulación
- Floculación.

Tienen por objeto la eliminación de sólidos en suspensión, coloides, metales pesados y aceites y grasas.

Tratamientos secundarios: Lodos activados: Se elimina materia orgánica biodegradable.

Tratamientos terciarios: Estos tres procesos también pueden ser en muchas ocasiones, tratamientos primarios.

- Procesos de membrana
- (Ósmosis inversa, ultrafiltración, electrodiálisis,...)y
- De Intercambio iónico: eliminación de especies disueltas y coloides en su caso.

Tratamientos Físico – Químico: Con la designación de tratamientos físico-químico de aguas residuales industriales se abarcan una serie de tratamientos primarios y terciarios que se suelen aplicar frecuentemente en las industrias.

Tratamientos primarios: Homogenización de efluentes:

Con el mezclado y homogenización de las aguas residuales generadas en las actividades operacionales, se consigue disminuir las oscilaciones del efluente de los diferentes vertidos, consiguiendo una constante.

Precipitación de metales pesados: Es la aplicación más importante. Los metales pesados se precipitan normalmente en forma de hidróxidos, utilizando cal hasta alcanzar el pH óptimo de precipitación

Neutralización: la neutralización (tratamiento ácido-base del agua residual) puede utilizarse para los siguientes fines:

- El principal compuesto químico usado como coagulante es: sulfato de aluminio.
- Antes del tratamiento biológico: pH entre 6,5 - 8,5 para una actividad biológica óptima.

Floculación: para eliminar distintos sólidos que se encuentren en suspensión y material coloidal.

Decantación: Se utiliza para la eliminación de materia en suspensión que pueda llevar el agua residual, eliminación de los flóculos precipitados en el proceso de coagulación

Floculación o separación de contaminantes en un proceso de precipitación química (metales, p.e)

Filtración: La filtración es una maniobra que consiste en hacer pasar un líquido que contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros.

Tratamiento terciario: El objetivo principal de los tratamientos terciarios es la eliminación de contaminantes que permanecen después de haber aplicado el tratamiento primario y secundario; El tratamiento terciario se usa cuando se requiere que el agua residual final sea de mejor calidad que la adquirida con los tratamientos convencionales.

Las principales técnicas son:

Procesos de membrana: El procedimiento básico de este proceso es el siguiente: El agua residual es filtrada a través de una membrana porosa, aplicando gradualmente una fuerza impulsora, para poder separar en función del tamaño de las moléculas presentes en el efluente y del tamaño de poro de la membrana. Uno de los procesos más conocidos para la separación de la membrana es la Ósmosis inversa.

Precipitación química: Se basa en el uso de reacciones químicas para la creación de productos de muy baja solubilidad. El Agua residual a eliminar pasa a formar parte de esa sustancia insoluble, que precipita y puede ser separada por sedimentación y filtración.

Tratamiento biológico o secundario: Los tratamientos secundarios son procesos de carácter biológico, y para la respectiva depuración de la materia orgánica de forma biodegradable del agua residual se aplica diferentes tipos de microorganismos (fundamentalmente bacterias), que se conservan en suspensión en el agua o se adhieren a un soporte sólido formando una capa de crecimiento.

Entre las variables a controlar en estos procesos es oxígeno disuelto, el pH, nutrientes, sales.

Tratamientos aerobios: Es un tratamiento basado en la utilización de bacterias alimentadas con oxígeno, este proceso es utilizado con sistemas de aireación para mantener vivas las bacterias. Uno de los puntos débiles de este proceso es la generación mayor de lodos, por ello se utiliza también el sistema de anaerobios ya que este genera menos lodos y se requiere de menor espacio para el mantenimiento de las respectivas bacterias. En todos estos procesos, la materia orgánica se descompone convirtiéndose en dióxido de carbono, y en especies.

Generación de lodos: Es importante resaltar que no importa el tratamiento biológico aplicado, pero en cada uno de ellos se va a generar lodos o fangos que deben ser desalojados y en la mayoría de los casos se los utiliza como relleno sanitario. Según el tipo de tratamiento y la naturaleza de los contaminantes eliminados, serán lodos de naturaleza predominantemente inorgánica u orgánica. Lo que se pretende en el tratamiento de los lodos generados es:

- **Reducción de volumen:** concentración del lodo para hacer más fácil su control.
- **Reducción del poder de fermentación:** reducción de materia orgánica y de patógenos, para evitar la producción de olores y la evolución del lodo sin control.
- **Espesamiento:** Reducción del volumen en los diferentes tanques de sedimentación, según la naturaleza del lodo. A veces se realiza un acondicionamiento previo a través de la coagulación-floculación o térmico.
- **Deshidratación y secado:** Establecer un proceso de disposición final de los lodos generados. Normalmente con una etapa de acondicionamiento previo.

En la actualidad, la empresa Novacero cuenta con una planta de tratamiento para la capacidad de 1000 toneladas de producción.



Figura 4: Planta de Agua de Tratamiento, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

La planta cuenta con 2 tanques clarificadores para el respectivo tratamiento



Figura 5: Tanques de planta de tratamiento, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Asimismo se cuenta con las respectivas cisternas para el almacenamiento del lodo, el cual es retirado de forma trimestral por un contratista.



Figura 6: Sistema de cisternas de lodos residuales, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

1.5.3 Fundamento Conceptual.

Para el desarrollo de este trabajo se debe conocer varios conceptos importantes que se utilizarán:

Aguas residuales: Todas las aguas que se generen por causa de las actividades operacionales y que al finalizar ya no se requieran para el proceso productivo.

Ambiente: Grupo de elementos bióticos y abióticos, y fenómenos físicos, químicos y biológicos que determinan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente.

Antropogénicos: elemento o contaminante que se obtiene como resultado de las actividades que realizan los seres humanos. Básicamente son el resultado de vertidos o derrames, más que de eventos naturales tales como el fuego forestal.

Control ambiental: Es el proceso de vigilancia y monitoreo periódico y sistemático de todo el medio ambiente para evidenciar que se mantiene en las condiciones deseadas, a pesar del uso de elementos que pudieran generar contaminación.

Descarga: Toda el agua residual o diferentes líquidos que son generados durante un periodo determinado o permanente.

Desecho: Todo elemento o material que una vez utilizado para lo cual ha sido diseñado ya no se puede utilizar nuevamente porque ya no cumple con las especificaciones requeridas. Existen diferentes tipos de desechos, los que se deben tener con mayor control son los desechos peligrosos.

DBO: La demanda biológica de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de dióxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida.

Disposición final: El proceso que se establece para todos los desechos generados con la intención de un almacenamiento definitivo o destrucción total y controlada de los mismos.

Efluente: Todo sustancia líquida que fluye al exterior, descargado como desecho con o sin tratamiento previo; por lo general se refiere a descargas líquidas hacia cuerpos superficiales.

Límite permisible: Es el Valor máximo establecido de concentración de elementos o sustancias en los diferentes componentes del ambiente, que se ha implantado a través de métodos normalizados.

Monitoreo ambiental: Es un seguimiento constante y sistemático a través de diferentes registros continuos, observaciones y/o mediciones, así como por evaluación de los datos que tengan incidencia sobre la salud y el medio ambiente, efectuado por la propia empresa.

1.5.4 Fundamento Legal.

La protección del medio ambiente en la actualidad, además de ser un tema de cumplimiento legal por todo el marco de normativas nacional e internacional, es indispensable por la contaminación masiva de los recursos naturales tales como el agua, aire, suelo y de la flora y fauna, lo cual ha afectado negativamente a lo largo de los años siendo una amenaza para el hábitat e impactando negativamente.

Todas las industrias que generen impactos ambientales tienen la obligatoriedad de controlar y gestionar correctamente la contaminación provocada, y uno de los desechos

más críticos por la propagación descontrolada son las aguas contaminadas, que se pueden filtrar en el suelo, ir por las tuberías de aguas servidas y que la respectiva descarga de las mismas sea en ríos, estero y océanos.

Por ello es importante establecer en el marco de referencia de esta investigación, las definiciones básicas para poder esclarecer y llegar al objetivo planteado.

Según la Norma técnica para el control de descargas líquidas Indica que “Toda descarga proveniente de actividades en plantas o bodegas industriales, emplazamientos agropecuarios o agroindustriales, locales de comercio o de prestación de servicios, actividades de almacenamiento o comercialización de sustancias químicas en general, deberá ser vertida al receptor cuando se haya verificado el cumplimiento de los valores máximos permisibles”.

Las descargas de aguas residuales, provenientes de proyectos, obras o actividades son una preocupación constante para la Autoridad Ambiental por la afectación que pueden generar, especialmente en los mares, ríos, lagos, lagunas y esteros, pues los compuestos tóxicos que llegan a los cuerpos de agua tienen efectos nocivos en la flora y la fauna.

Esa preocupación llevó al Ministerio del Ambiente a intensificar los operativos de control, a través de técnicos especialistas de las direcciones provinciales del Ambiente. Ellos realizan estos trabajos amparándose en el Art. 259 del Acuerdo Ministerial No. 061 que señala que los proyectos, obras o actividades podrán ser inspeccionados en cualquier momento, en cualquier horario y sin necesidad de notificación previa, por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

Entre enero y febrero del 2017, el Ministerio del Ambiente ha realizado 450 inspecciones a nivel nacional. Cabe recordar que los proyectos, obras o actividades deben contar con una licencia ambiental y lo que hacen los técnicos del MAE es verificar que las descargas provienen de actividades regularizadas y que cuentan con permisos ambientales vigentes. Además verifican que los compuestos de las descargas no superan el límite permitido de sustancias potencialmente nocivas.

Actualmente el Ministerio de Ambiente, realiza constantemente inspecciones y auditorías a todas las empresas para verificar el cumplimiento, en el caso de no cumplir con los parámetros exigidos se le establece a la empresa, un tiempo para su cumplimiento y luego de esto se vuelve a inspeccionar para validar las medidas de control establecidas.

En el caso de que la empresa, no cumpla con lo requerido, se establece la sanción y si no cumple con lo estipulado se procede con el respectivo cese de funciones hasta que se evidencie el cumplimiento.

1.6 Formulación de la hipótesis y variables

1.6.1 Hipótesis general.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se ha planteado la siguiente hipótesis:

“El uso de bacterias para el tratamiento de efluentes generados en el proceso productivo, optimizará en costos de gestión para el control de las mismas, reduciendo tiempos en su tratamiento y cumpliendo con las regulaciones ambientales exigidas”

1.6.2 Variables de estudio.

Las variables de estudio para este trabajo de investigación son:

- Variable dependiente: Tratamiento de aguas residuales
- Variable independiente: Plan de mejoramiento

1.7 Aspectos metodológicos de la investigación

1.7.1 Tipo de estudio.

El tipo de estudio de esta investigación es descriptivo porque pretende analizar el proceso actual de tratamiento de aguas residuales en la empresa Novacero S.A., describiendo todos sus componentes, asimismo se desarrollará la propuesta para optimizar el proceso actual.

1.7.2 Método de investigación.

El método de investigación aplicado es deductivo porque se establece el desarrollo de la tesis considerando un contexto general del sistema de tratamiento de aguas residuales y se pretende llegar a lo específico del tipo de tecnología que se quiere plantear para conseguir los objetivos planteados.

Además es de tipo descriptivo para especificar las características de las variables.

1.7.3 Fuentes y técnicas para la recolección de información.

Las técnicas para la recolección de los datos e información que se aplica en este trabajo de investigación son:

Encuestas: Se plantea una encuesta estructurada y revisada a la muestra de estudio

Observación directa: Se establece un formato estructurado para aplicarlo en la observación directa en el proceso productivo con el fin de determinar las causas que inciden en la producción y los recursos que se utiliza para el producto.

Entrevista: Se aplica entrevistas estructuradas a los mandos medios para ampliar el conocimiento del desarrollo del proceso productivo actual.

Aplicando todas estas técnicas con los instrumentos específicos, se recopila toda la información directa, investigación de campo, se la analiza y se evalúan las causas, tabulando la información obtenida para el respectivo diagnóstico del problema, y plantear la propuesta en el estudio.

1.7.4 Tratamiento de la información.

Para la tabulación de la información se aplican métodos estadísticos

1.7.5 Resultados e impactos esperados.

A través de este estudio, se pretende establecer una propuesta ante la situación actual del proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales de Novacero para la optimización de recursos y mejora del proceso productivo, así como mitigar el impacto ambiental generado por este aspecto ambiental identificado, cumpliendo así las regulaciones ambientales para evitar sanciones económicas muy significativas y en el caso más crítico el cese de actividades de la empresa.

CAPÍTULO 2

RESULTADOS Y DIAGNÓSTICO

2.1 Análisis de la situación actual

2.1.1 La Empresa.

Novacero S.A., es una empresa metalmeccánica que procesa y comercializa soluciones de acero a nivel nacional. Cuenta con 3 plantas de producción y 4 oficinas comerciales.

Para el desarrollo de este trabajo se considerará la planta de Guayaquil, específicamente el proceso de galvanizado y la planta de tratamiento de aguas residuales.

Actualmente, la planta Novacero Guayaquil tiene establecido su sistema organizacional según lo indicado en el Anexo 1, donde se detalla el organigrama de la planta.

Considerando el sistema organizacional, la planta está dirigida por el Gerente de Planta, el cual administra las 3 áreas: producción, logística y administración. Cada una de estas áreas cuenta con un jefe departamental que hace sede en Guayaquil o en Quito.

A continuación se detalla de forma general:

- **Producción:** Jefe de Planta: Es responsable del Galpón de Conformado, Paneles, Galvanizado y Mantenimiento.
- **SGI (Sistemas Integrados de Gestión):** Responsable de dirigir al personal de metrología, calidad y medio ambiente.
- **RRHH:** Responsable de dirigir al personal médico, trabajo social, nómina, capacitación y selección.

2.1.2 Productos y/o Servicios.

En la planta Novacero S.A., Guayaquil, se elaboran los siguientes productos:

Cubiertas y paredes metálicas: Actualmente se elaboran varias presentaciones:

- **Duratecho:** Económico, Clásico, Duramil y Duratecho Plus
- **Novazinc:** Es el más usado en Viviendas económicas, galpones, escuelas, cerramientos, granjas avícolas.
- **Estilpanel:** AR 2000, AR 2, DRT, DRT Plus, Estilock, Arco panel, AR 5 y CF.
- **Novateja:** Es un nuevo concepto de cubierta que se suma a la línea de cubiertas metálicas, la cual combina el estilo y la belleza de la teja artesanal con la durabilidad y alto rendimiento del panel de acero.

A continuación se presenta en la siguiente figura de los productos de cubiertas que se elaboran en la empresa.



Figura 7: Cubiertas Metálicas, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Tubería metálica

- Tubos: Redondo, cuadrado, rectangulares.

Carpintería Metálica: Tubo ángulo, Tubo TTE, Tubo Trébol, Tubo Ovalado.

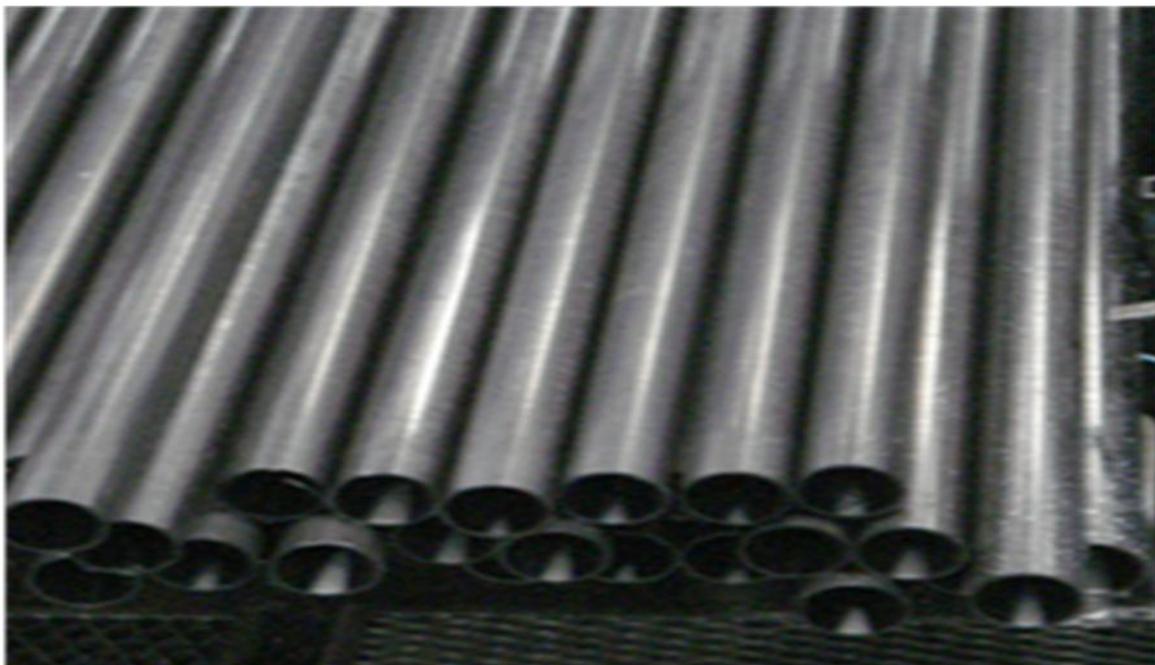


Figura 8: Tubería metálica, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor



Figura 9: Perfiles Estructurales, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

2.1.3 Recursos.

2.1.3.1 Humanos.

Novacero S.A. planta Guayaquil, cuenta con 325 trabajadores, los cuáles están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1. Género de la muestra de estudio

GÉNERO DE TRABAJADORES NOVACERO GUAYAQUIL	
Personal femenino	35
Personal masculino	228
TOTAL	263

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Para la ejecución de las tareas operativas en la planta, se prefiere al personal masculino ya que las actividades ejecutadas requieren de esfuerzo físico. En el caso de actividades administrativas, se combina al personal femenino con masculino. El 84% de los trabajadores de la planta de Guayaquil de Novacero S.A., son de las áreas productivas, por ser una empresa generadores de procesos de elaboración de productos; asimismo con 3 tipos de bodegas y en cada sección se cuenta con personal de mantenimiento

Tabla 2. Áreas de Trabajo

DETALLE DE TRABAJADORES POR ÁREA	
Administración Planta	18
Alisadora y Slitter	11
Bodegas y Despacho	45
Compactadora y Paneladreas	33
Contabilidad y Costos	5
Control de Calidad	6
Galvanizado y Roscadora	24
Mantenimiento	44
Perfiladora	16
Proyectos	4
Recursos Humanos y Servicios Generales	9
Sistemas Informáticos	1
Tuberas	47
TOTAL	263

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

2.1.3.2 Tecnológicos.

Novacero S.A., planta Guayaquil actualmente cuenta con varios equipos y maquinarias de excelente tecnología, permitiendo así desarrollar productos de excelente calidad. Generalmente la mayoría de las máquinas son traídas del exterior pero revisadas y puestas en marcha por un especialista del fabricante, haciendo las respectivas muestras por períodos requeridos. En el caso de presentar problemas en su funcionamiento, son revisadas de forma inmediata y reprogramadas. Ver Anexo 2

2.1.4 Procesos.

2.1.4.1 Mapa de Procesos.

Se cuenta con 3 tipos de procesos detallados a continuación:

2.1.4.1.1 Procesos Estratégicos.

- **Gerencia General:** Es el responsable de la Alta Dirección de la Planta Industrial.
- **Gestión y Productividad:** Es el responsable de monitorear y controlar el plan de negocios de la empresa.
- **Proyectos:** Es el responsable de diseñar, implantar, controlar y comprobar cada uno de los proyectos levantados en la empresa.
- **Gerencia Técnica:** Es la persona asignada por la Gerencia General para dirigir la planificación de la producción.
- **Gerencia de Planta:** Establece las directrices para el control de la planta.

2.1.4.1.2 *Procesos Operativos.*

- **Ventas:** Es el responsable de gestionar las solicitudes de los clientes
- **Producción:** Es la área responsable del desarrollo de todos los productos
- **Despacho:** Es el responsable de establecer y controlar toda la logística, requerida para la materia prima, productos semielaborados y productos terminados
- **Comercialización:** Es el responsable de la entrega de los productos a los respectivos centros de distribución que están distribuidos en todo el país.

En el anexo 3 se presenta el diagrama de procesos de la empresa.

2.1.4.1.3 *Procesos de Apoyo.*

- **Recursos Humanos:** Es el departamento encargado seleccionar, capacitar, entrenar a todo el personal, así como establecer las normas laborales según lo requerido y cumpliendo con las diferentes normativas.
- **Mantenimiento:** Es el departamento responsable de la Planificación del mantenimiento preventivo y predictivo, así como el mantenimiento correctivo de todos los equipos y maquinarias
- **Sistemas Integrados de Gestión:** Es el departamento Responsable de gestionar y hacer cumplir todas las normas de aplicables a la empresa ya sean de Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental y Gestión de la Seguridad, Salud e Higiene Industrial
- **Sistemas Informáticos:** Es el departamento de sistemas que mantiene operativos todos los equipos informáticos sea en Hardware o Software.
- **Seguridad Física:** Es el grupo de personas responsable de la Seguridad física de toda la planta. Aunque es un proceso tercerizado pero totalmente controlado por la empresa (las 24 horas del día).

2.1.4.2 *Diagrama de flujo del proceso operativo.*

Asimismo, se cuenta con los respectivos diagramas de flujo para la ejecución de las actividades requeridas según el producto a elaborar o servicio prestado.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del área en estudio principal y operativo.

- **Proceso de Galvanizado:** En este proceso se incluye lo que es Galvanizado y Roscadora.

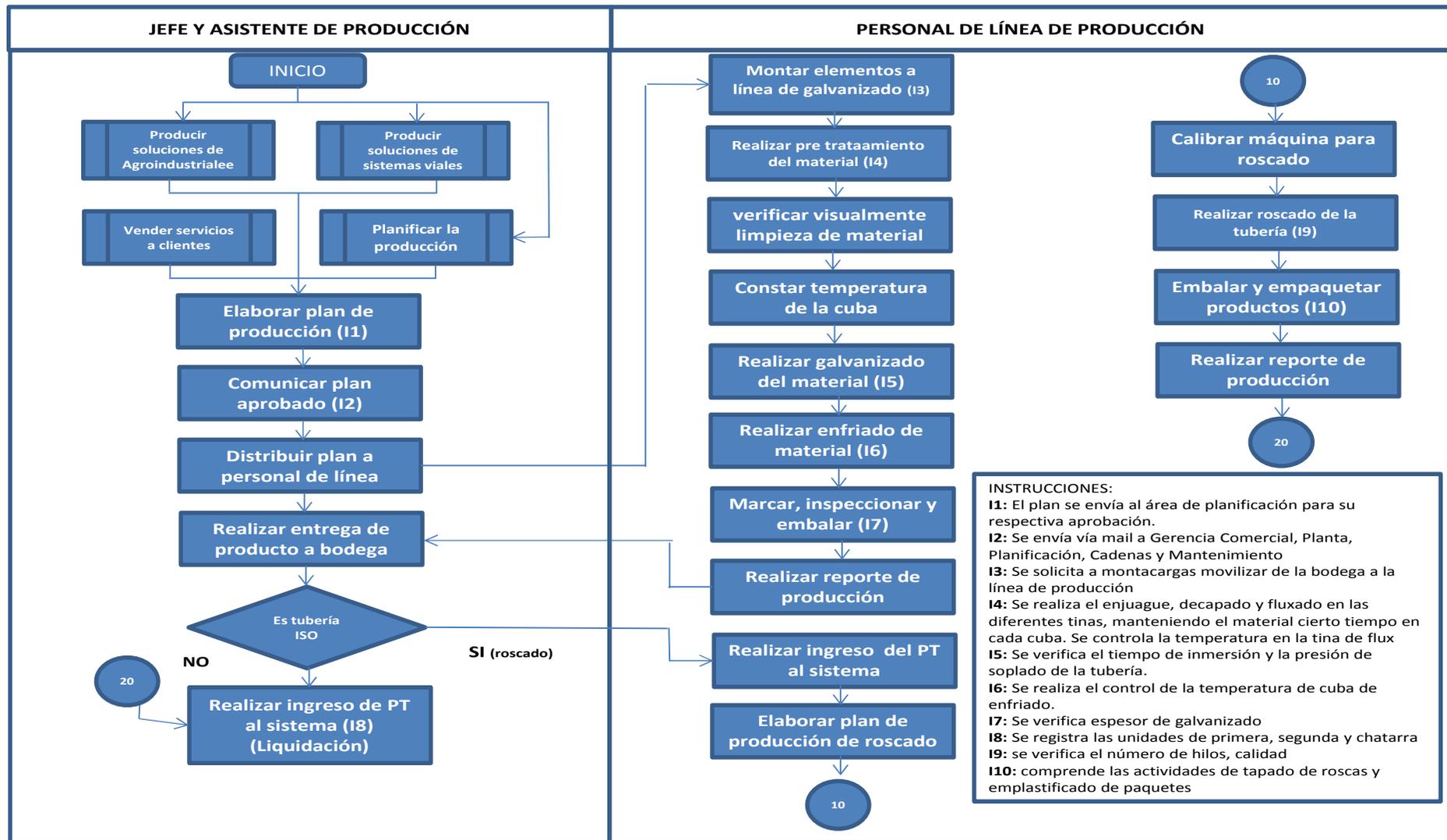


Figura 10. Flujo tipo funcional de proceso de galvanizado de tuberías, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

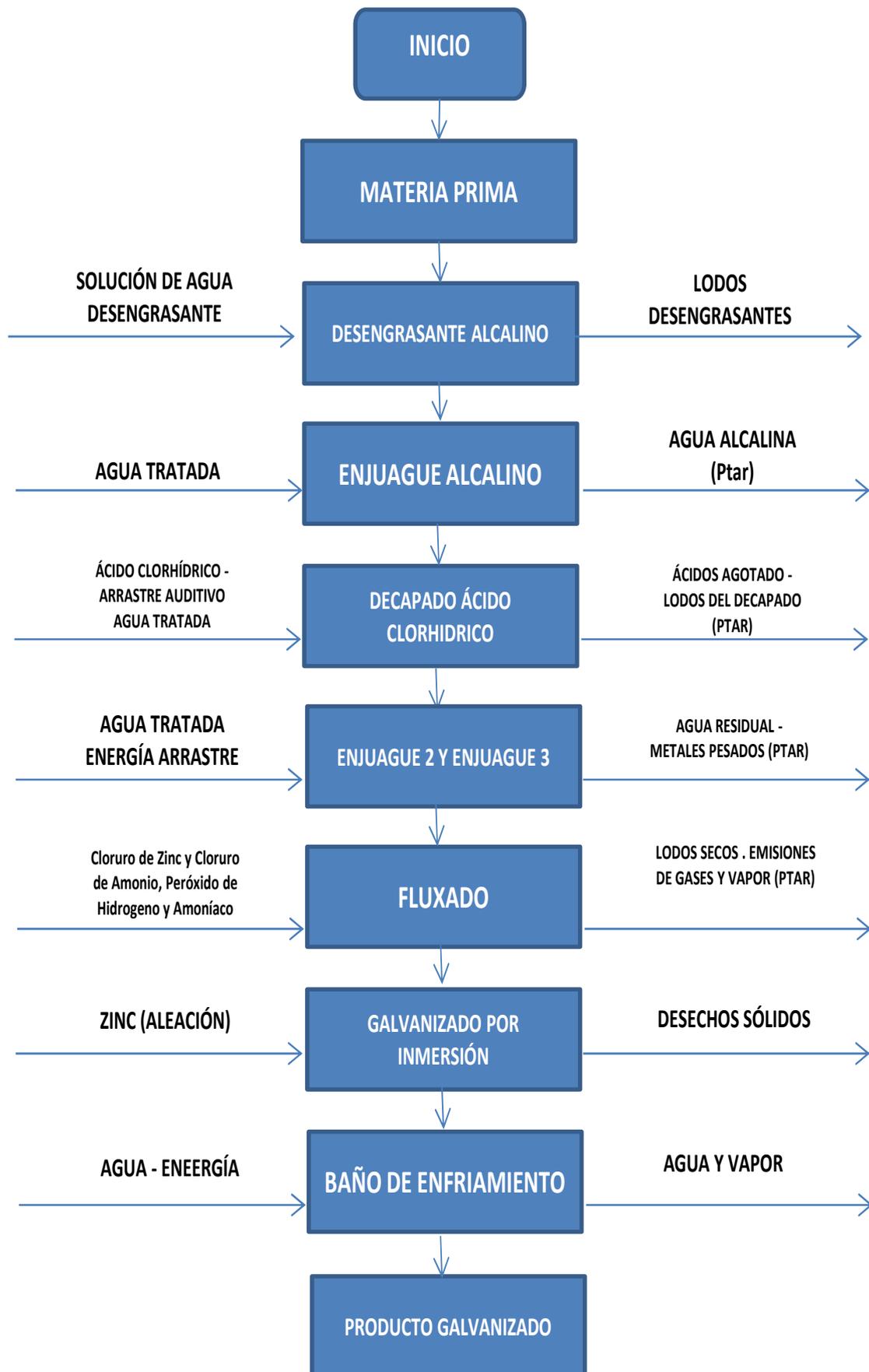


Figura 11. Operaciones de Planta de Tratamiento, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

2.1.4.3 Descripción de los procesos.

2.1.4.3.1 Galvanizado.

Se detalla de forma todo el proceso de Galvanizado debido a que todas las aguas industriales y lodos obtenidos son tratados en la planta de tratamiento.

Como este trabajo de investigación es desarrollado para la optimización de la planta de tratamiento, es importante conocer el proceso operativo que genera las aguas industriales y lodos.



Figura 12: Inmersión de tubos hacia la cuba, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

La producción de tubos galvanizados se realiza una vez que estos son transportados a la cuba de galvanizado a través de la cadena de transporte del horno de secado, luego el dispositivo de inmersión hace que el/los tubo (s) se sumerjan en el zinc líquido en un rango de 30- 90 segundos. El mecanismo de transmisión de engranaje-disco (roseta) impulsa el movimiento del tubo a través del zinc líquido que debe tener la temperatura adecuada, luego el tubo es empujado hacia el área de extracción por medio del dispositivo mecánico de empuje, para finalmente ser levantado por el pescador (Mecanismo neumático manual/automático).



Figura 13: Extracción de tubos desde la cuba, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

La extracción (pescado) consiste en sacar los tubos de la cuba de galvanizado (dos unidades a la vez o una unidad para medidas menores 2" y de una unidad para medidas mayores o iguales a 2") el brazo levanta los tubos colocándolos en las cuchillas guías separadoras que direccionan los tubos hacia los rodillos magnéticos N°1 (rodillos magnéticos permanentes). Estos rodillos transportan el/los tubo(s) con un ángulo de inclinación de 14° pasando por la (s) boquilla (s) en donde se realiza el soplado exterior.



Figura 14: Soplador exterior de tubo, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

El soplado exterior se realiza con aire comprimido cuya presión debe estar entre 50 y 110 P.S.I., la misma que ayuda a controlar el espesor del recubrimiento de zinc en el/los tubo (s) y también limpia la superficie de cualquier exceso de zinc o ceniza.



Figura 15: Soplador interior con boquillas, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Al pasar por la (s) boquilla (s) de soplado exterior, los rodillos magnéticos # 2, (rodillos pequeños), transportan el/los tubo (s); hasta llegar a los sensores inductivos los cuales accionan los transportadores (si es un tubo funciona con un sensor y si son dos tubos funciona con los dos sensores). Cuando se sopla tubería de diámetro menor a 2” se utilizan las boquillas de soplado interior, se coloca el/los tubo (s) sobre el transportador lateral, para ser prensado por las mordazas y es soplado interiormente colocando la boquilla contra la punta del tubo, cuando la boquilla está abierta, sopla vapor seco hacia el interior del tubo retirando el exceso de zinc hacia la cámara de succión del sistema que extrae el polvo de zinc, el tiempo de soplado es calibrado de acuerdo al diámetro del tubo. El número de válvulas de soplado interior es dos y ambas funcionan cuando se producen tubos utilizando el carril doble, siempre y cuando se pueda evitar que los extremos de los tubos estén desiguales.

Soplado interior con lanzas: Para tubos de diámetros a partir de 2” lo idóneo es que se realice el soplado interior con las lanzas. El tubo es transportado desde el camino de rodillos # 2 a la posición de soplado interior a través del mecanismo de movimiento lateral (transportador). Durante el soplado interior con vapor seco, el cilindro neumático con ayuda de las mordazas permiten que los tubos se sujeten firmemente, la boquilla de la lanza se coloca contra la boca del tubo y el carro o riel de las lanzas se mueve hacia adelante haciendo que la lanza ingrese en el tubo, inyectando vapor seco contra la pared

interna del tubo y eliminando el exceso de zinc que posee éste luego de haber sido galvanizado.

La presión de sujeción que ejercen las mordazas de soplado interior sobre el/los tubo (s) debe ser controlada de forma tal que no realice ninguna deformación plástica o permanente en la superficie del/los tubo (s) mientras se realiza el proceso de soplado interior, ya sea éste con lanzas o con boquillas.



Figura 16: Transporte de tubos hacia tina de enfriamiento, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Una vez que el tubo es soplado interiormente, el transportador nuevamente se acciona a la llegada de otro (s) tubo (s), colocándolo en la mesa basculante para deslizarlo sobre las bajantes que guían el/los tubo (s) a la tina de enfriamiento la cual se encuentra a una temperatura de entre 50° a 80°C, desde donde son desalojados mediante un mecanismo (automático y/o manual). Luego por medio de un transportador de cadena, que se encuentra en el interior de la tina, los tubos son evacuados hacia la mesa que une la tina de enfriamiento con el camino de rodillos# 3 donde se escurre un tiempo aproximado de 120 seg., los mismos que lo direccionan al sistema de pasivado (si el sistema de pasivado está inhabilitado, la tina de enfriamiento deberá proveer el químico pasivador), y luego con ayuda de los brazos neumáticos botadores los tubos pasan al serpentín de secado.



Figura 17: Codificación de tubos, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Luego del pasivado y secado cada tubo es enviado a codificarse con la (s) máquina (s) Videojet, la cual codifica conforme a la norma establecida para producto terminado. Por último es transportado hacia la estación del empaquetador de tubos (automático / manual).



Figura 18: Embalaje y Almacenamiento, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Una vez terminado el proceso de galvanizado de tubos se embala el producto Para el caso de embalaje de tubería cuadrada y rectangular el embalaje se realizará utilizando los soportes de embalaje manual en lugar del empaquetador de tubos (automático / manual). De ser necesario, se utiliza pintura galvanizada en frío para corregir pequeñas fallas en caso de que no se haya adherido totalmente el zinc. Cuando hay un exceso de zinc o ceniza se realiza una limpieza mecánica en la superficie del material. El/los (s) tubos(s)

galvanizados se ubican en la bodega de tránsito para luego proceder a realizarse la entrega-recepción del producto terminado.



Figura 19: Ingreso de lingotes de Zinc a la cuba, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

El ingreso de lingotes de zinc y zinc aleado (zinc-níquel) a la cuba de zinc fundido se realiza por recuperación del nivel de trabajo debido al consumo de esta materia prima en los tubos o materiales galvanizados del proceso. Para el ingreso de zinc una paca tiene un peso aproximado de 1 tonelada. La paca de zinc contiene 40 lingotes con peso de 25 kilogramos cada uno aproximadamente. La paca de zinc aleado tiene un peso aproximado de 500 Kg.

La paca de zinc se transporta con ayuda del puente grúa #4 y es enganchada con eslingas de estribo, se coloca en los extremos de la cuba a un lado de la campana roseta de tubos. Se cortan las amarras de la paca con una tijera metálica o también con el uso del gancho caliente, una vez cortadas las amarras se las recoge y se las almacenas en la tina de desechos comunes; se coloca la paca al filo de la cuba de zinc para izarla de un extremo dando una inclinación suficiente para que los lingotes caigan a la cuba lentamente hasta que se sumerjan en el zinc fundido. La cuba de zinc deberá tener la temperatura adecuada para el ingreso de zinc, esto es (465 ± 10) °C.

Las materias primas que hayan estado expuestas a la humedad o lluvias deberán calentarse antes del ingreso a la cuba para evitar los choques térmicos.

Como consideración general, la reposición del nivel de zinc y zinc aleado debe hacerse en el primer turno de cada día previa autorización del Supervisor. Se verifica el nivel de zinc líquido en la cuba, si este es de 1,95 m no se necesita ingresar pacas. Si el nivel es menor a 1,95 se ingresa pacas de zinc y zinc aleado hasta recuperar el nivel de trabajo, y

previamente se verifica el inventario de zinc tanto físico como en el sistema. Se cuantifica el peso del zinc y zinc níquel que se consumió en las producciones anteriores. La proporción del peso de las pacas de zinc que se ingresa a la cuba debe ser consecuente y aproximadamente igual a lo que se consumió en las producciones anteriores. En cuanto a la adición de zinc aleado, ésta corresponde al 15% del consumo total de zinc.

2.1.4.3.2 Roscadora.

Este proceso pertenece al área de galvanizado y específicamente lo que se hace es la elaboración de la rosca en los extremos de los tubos ya galvanizados.



Figura 20: Enroscado de tubo, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor



Figura 21: Enroscado de tubo, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

2.1.4.3.3 *Mantenimiento.*

Se encarga de realizar los mantenimientos sean en el taller como en el área, como podemos observar en la siguiente figura.



Figura 22: Mantenimiento de tuberías, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

2.2 **Situación actual y Diagnóstico**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación, se ha realizado un diagnóstico para conocer la situación actual de la empresa Novacero S.A., y poder conocer los posibles problemas de estudio.

En la empresa Novacero S.A., se genera dos tipos de efluentes:

- Aguas servidas
- Aguas residuales industriales

Las aguas servidas se generan por el uso de servicios higiénicos, alimentación, uso de duchas y del proceso que no son contaminadas. Estas aguas son dirigidas hacia las tuberías de aguas servidas las cuáles desembocan en el alcantarillado.

Las aguas residuales industriales, son generadas durante todo el proceso productivo y por el uso de varios químicos utilizados son peligrosas, las cuáles no cumplen con los parámetros establecidos por la normativa legal ecuatoriana y no pueden desembocar hacia el alcantarillado, ríos o estero.

Es por ello que deben ser tratadas en lo posible a través de la planta de tratamiento, y luego ser enviadas al gestor autorizado para su disposición final. Cuando las aguas residuales son tratadas, se generan los lodos que se originan de los químicos extraídos y estos son llevados por un gestor autorizado.

2.2.1 Fuente generadora de las aguas residuales.

Considerando todo el proceso productivo de Novacero S.A., se evidencia que del proceso de galvanizado es donde se genera la mayor cantidad de aguas residuales contaminadas, las cuales obligatoriamente deben ser tratadas según la normativa legal ecuatoriana. Asimismo el proceso de galvanizado genera lodos que deben ser gestionados ambientalmente.

2.2.2 Proceso de planta de tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo al diseño de la planta de tratamiento, el volumen de ingreso de agua residual (m³) proviene de 4 procesos:

Enjuagues: En la planta se realizan 3 tipos de enjuagues que se presentan a continuación:

- Tinas - Enjuague # 1: Sistema Rebose continuo.
- Tinas - Enjuague # 2: Sistema Rebose continuo.
- Tinas - Enjuague # 3: Sistema Rebose continuo.
- Caldero. (Llaves de vapor de la tina de Flux y desengrasante)

Baños de ácidos agotados: Para poder desprender el óxido del material se procede a realizar dos tipos de baños:

- Tinas de Ácido Clorhídrico (# 1,2, 3,)
- Tina de Desengrasante Alcalino.

Agua de torre de enfriamiento: Torres de Enfriamiento (1, 2,3,)

Agua de limpieza de filtros: Retro lavados de Filtros y escurrido de lodos. El agua residual del proceso que ingresa a la P.T.A.R. posee contaminantes tales como:

- Aceites solubles (generado por la fabricación de tubería).
- Contaminación de metales pesados: hierro (Fe), zinc (Zn)
- Sólidos en suspensión.
- Aguas con ácido

Tratamiento primario de Ácidos Agotados: A los baños de ácido agotados se les da un tratamiento primario con Sosa Caustica dentro del cual se logra Remover aproximadamente un 20 % de los metales pesados presentes en el ácido clorhídrico agotado por que amerita ser sometido a un tratamiento secundario que consiste en realizar una dilución con el agua residual hasta llevarla a un PH alcalino.

Aguas Acidas: Llenar el tanque clarificador a un volumen de 50 m³ de agua residual a tratar, con respecto a las pruebas de jarras realizadas a esto se le denominará 1er Batch.

De los cuales 9 mt³ corresponde de lechada de cal que debe de ser dosificado a través de un Venturi y 1 mt³ de producto químico (floculante) llegando a tratar aproximadamente 40 mt³ de agua residual por cada Tanque clarificador.

- Capacidad operativa es de 80 mt³/día, Incluye 2 mt³ de ácido agotado /día
- Descargar el agua clarificada por cada filtro.
- Almacenar el agua tratada en tanque de Almacenamiento de 150 mt³.
- Recircular esta agua para regular el potencial de Hidrogeno.

Productos químicos a Utilizar en la PTAR: Los productos químicos a utilizar, en el tratamiento de agua residual y ácidos agotados, son:

- RQ Albapac (Hidróxido de Calcio)
- Sosa Cáustica
- Qemifloc VH 1007(Floculante aniónico).
- Químico regulador de PH.

2.3 Análisis y diagnóstico

2.3.1 Análisis de datos estadísticos.

En la planta de Galvanizado se procesa aproximadamente de 500 a 600 toneladas de productos según la producción requerida y considerando esta producción se generan las aguas residuales, las cuales son tratadas y finalmente entregadas al gestor autorizado. En el cuadro # 4, 5 y 6 se presentan las producciones de tonelaje procesado y los datos de los metros cúbicos de agua tratada con los diferentes parámetros a considerar.

Considerando el primer semestre del año 2018, se ha procesado 2648 m³ de agua tratada, se han generado 156,5 m³ de lodos. Y actualmente se ha enviado el agua para su disposición final con el gestor autorizado la cantidad de 440 m³. Los lodos que han sido enviados a Puerto Limpio son 49,5 kg. Es importante resaltar que un valor aproximado se podría tratar en el segundo semestre del año 2018.

A continuación se presenta el cuadro #4 con los cálculos de agua tratada y gestionada en el primer semestre del 2018.

Tabla 3. Procesamiento de planta de aguas residuales 2018

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	TOTAL 1ER SEMESTRE
Producción Galvanizado (Ton)	541,70	569,17	505,40	463,09	453,210	54,945	2.587,512
Metros cúbicos de agua tratada (Mt3)	495,50	439,20	694,50	345,00	501,50	173,00	2.648,700
Metros cúbicos de Acido tratado (Mt3)	18,00	18,20	25,50	18,00	17,50	6,00	103,200
Baños de desengrasantes tratados.(Mt3)	0,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,000
Agua de sistema de extracción de gases tratados.(Mt3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,000
Metros cúbicos de agua Clarificada (Mt3)	443,70	398,00	637,00	322,00	480,00	158,00	2.438,700
Metros cúbicos de agua lodosa (Mt3)	51,80	41,20	57,50	23,00	21,50	15,00	210,000
Generación de lodos Evacuados (Mt3)	29,50	24,00	58,00	17,00	19,00	9,00	156,500
Metros cúbicos por tonelada Procesada (Mt3/ Ton)	0,915	0,772	1,374	0,745	1,107	3,149	8,061
Cantidad de agua desalojada por gestor Ambiental.(M 3)	0,00	0,00	220,00	0,00	0,00	321,00	541,000
Cantidad de lodo desalojada por Puerto Limpio. (kg).	0,00	49,50	0,00	0,00	0,00	325,32	374,820

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Tabla 4. Procesamiento de planta de aguas residuales 2017

Descripción	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL	Promedio
Producción Galvanizado (Ton)	100,47	205,60	309,30	296,90	361,00	588,92	483,40	502,84	384,67	411,6	3644,70	359,23
Metros cúbicos de agua tratada (Mt3)	21,00	105,00	141,00	302,00	316,00	298,00	472,00	223,00	387,00	332,00	2597,00	251,67
Metros cúbicos de Acido tratado (Mt3)	0,00	0,00	0,00	4,00	5,00	1,00	13,00	12,00	17,50	21,00	73,50	5,83
Baños de desengrasantes tratados.(Mt3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00	16,00	1,78
Agua de sistema de extracción de gases tratados.(Mt3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	10,00	1,11
Metros cúbicos de agua Clarificada (Mt3)	20,00	96,00	104,00	208,00	220,00	196,00	149,00	218,00	305,00	317,00	1833,00	168,44
Metros cúbicos de agua lodosa (Mt3)	1,00	9,00	37,00	98,00	101,00	103,00	362,00	17,00	99,50	36,00	863,50	91,94
Generación de lodos (Mt3)	1,00	9,00	37,00	98,00	101,00	102,00	162,00	34,00	73,00	52,50	669,50	68,56
Generación de agua de condensado por (mt3 / Tonelada)	16,08	32,90	49,49	47,50	57,76	94,23	77,34	80,45	61,55	65,86	583,15	517,30
Cantidad de agua desalojada por gestor Ambiental.(M 3)			153,71			200,00				354,00	707,71	353,71
Cantidad de lodo desalojada por Puerto Limpio. (kg).							17.140			94.000	111140,00	

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Tabla 5. Procesamiento de planta de aguas residuales 2016

Descripción	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL	Promedio
Producción Galvanizado (Ton)	507,3	522,34	324,00	415,30	456,00	523,00	544,50	677,90	683,00	402,75	523,40	471,8	5021,65	502,17
Metros cúbicos de agua tratada (Mt3)	327	497	72,00	207,01	183,00	375,00	323,00	401,00	324,00	203,12	393,12	376,00	2857,25	285,73
Metros cúbicos de Acido tratado (Mt3)	13	11	0,00	3,00	0,00	7,00	9,00	10,00	12,00	8,00	22,00	24,00	95,00	9,50
Baños de desengrasantes tratados.(Mt3)	17	12	3,00	2,00	5,00	1,00	6,00	3,00	13,00	0,00	12,00	3,00	48,00	4,80
Agua de sistema de extracción de gases tratados.(Mt3)	1	3	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	2,00	12,00	1,20
Metros cúbicos de agua Clarificada (Mt3)	75	98	34,00	73,00	97,00	260,00	187,00	203,00	152,00	178,00	289,00	301,00	1774,00	177,40
Metros cúbicos de agua lodosa (Mt3)	276	35	65,00	23,00	37,00	36,00	87,00	38,00	89,00	26,00	54,00	27,00	482,00	48,20
Generación de lodos (Mt3)	103	157	1,00	9,00	37,00	98,00	101,00	102,00	162,00	34,00	73,00	52,50	669,50	66,95
Generación de agua de condensado por (mt3 / Tonelada)	43,2	57,5	41,20	36,32	57,25	95,20	45,78	56,21	78,13	54,98	57,91	28,34	551,32	551,32
Cantidad de agua desalojada por gestor Ambiental.(M 3)			203,00			187,00			156,00			198,00	744,00	744,00
Cantidad de lodo desalojada por Puerto Limpio. (kg).			5.500				4.300					27.986	37786,00	

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Considerando los resultados de los tres últimos años, se puede presentar un consolidado de las aguas enviadas al gestor por año

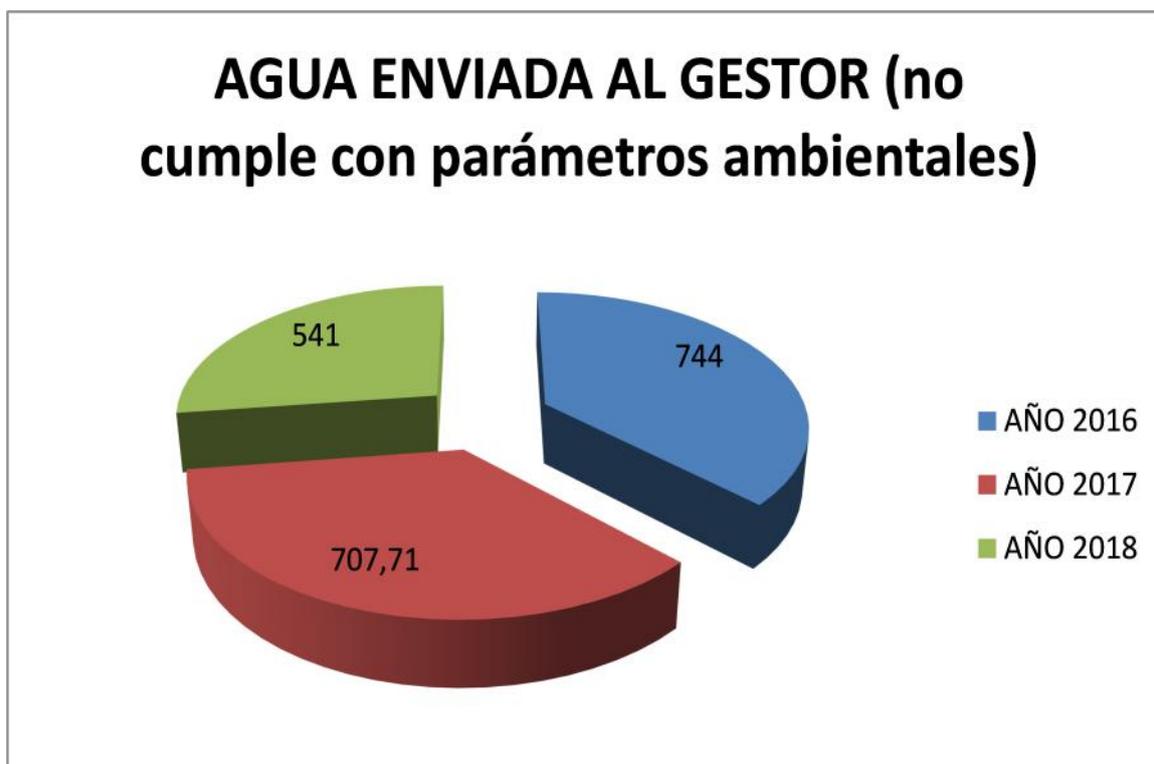


Figura 23: Consolidado de tratamiento de agua por gestión externa, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

En este año (2018), se han enviado para tratamiento y disposición final del gestor ambiental autorizado 541 m³ que corresponde solo al primer semestre de este año, 707,71 m³ del 2017 y 744 m³ del 2018.

Estas aguas son enviadas al Gestor para su disposición final, pero antes de enviarlas se debe realizar los respectivos monitoreos para conocer si se cumple o no con los parámetros.

2.3.2 Informe de Monitoreos de aguas residuales.

Considerando el último muestreo realizado en el 2018 relacionado al agua residual de la Planta de Tratamiento de Galvanizado realizado por el Grupo Químico Marcos, son comparados con los límites máximos permisibles presentados en el cuadro # 4 (verificando con el Anexo 4 del libro VI del TULSMA).

Aquí se muestra la comparación de los resultados, los cuales reflejan que está fuera de la norma en 7 parámetros: Cloruros, plata, cadmio, plomo, zinc, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

Se presentan los resultados del monitoreo realizado en el 2017, se evidencia un aumento de carga contaminante en las aguas provenientes de la planta de aguas residuales, y que en

la mayoría de parámetros que se encuentra dentro de la norma, también ha aumentado la concentración de contaminantes por litro

Por los resultado obtenidos, deben ser gestionado por un gestor autorizado, generando un costo elevado por cada entrega de las mismas.

Asimismo, al no poder ser reutilizadas, se genera un impacto ambiental por pérdida de uno de los recursos más importantes que es el agua. En el Anexo 5 se presentan los cuadros de los resultados respectivos.

En el Anexo 6 se presenta una comparación de los dos últimos años, para conocer las diferencias de parámetros y de esta manera respaldar la gestión realizada en Novacero S.A.

2.3.3 Resultado de análisis causa – efecto.

Otra de las técnicas utilizadas para el respectivo análisis fue la entrevista al Responsable de la empresa, el cual indicó los resultados obtenidos. Se presenta el siguiente diagrama causa efecto.

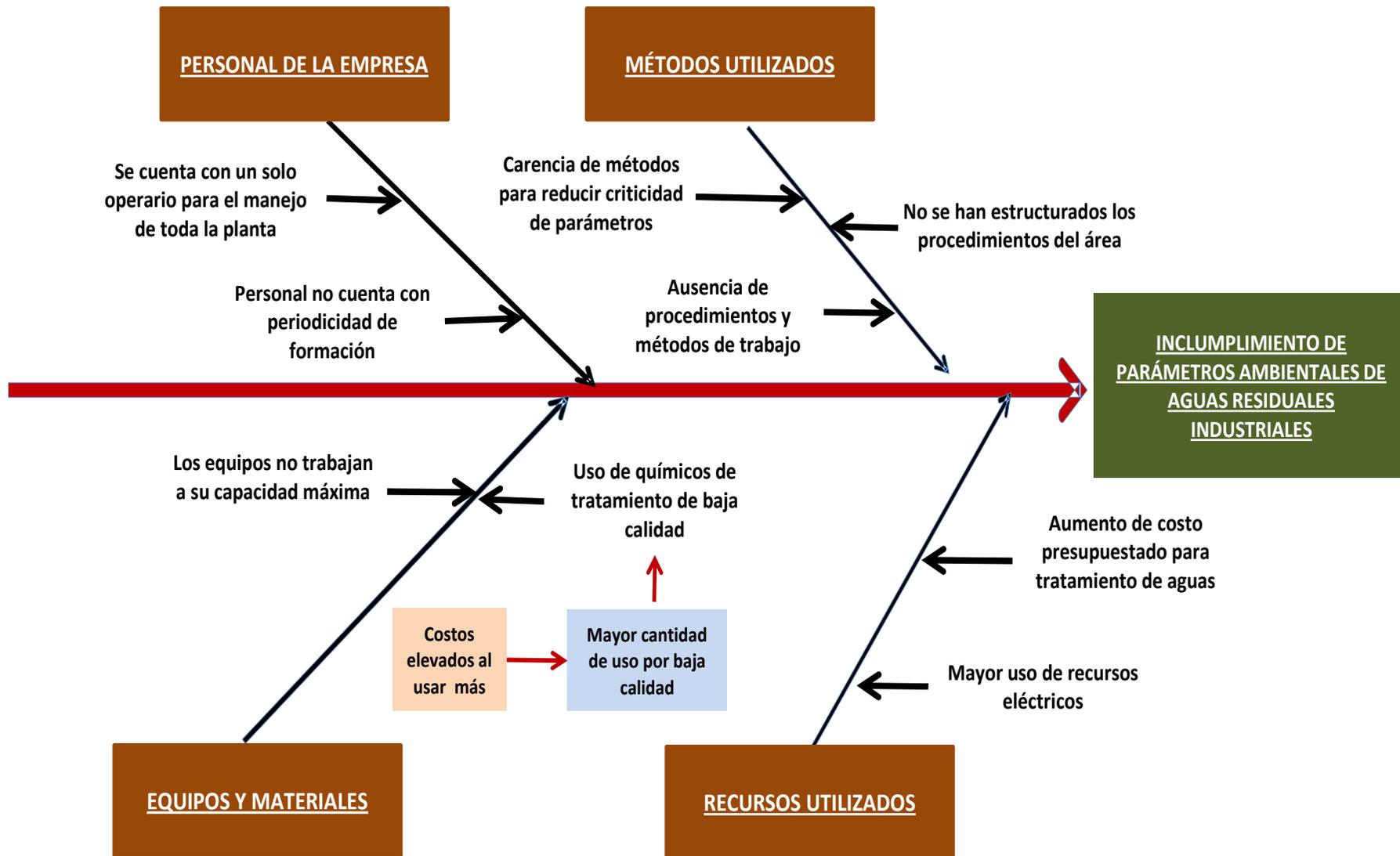


Figura 24: Causa y efecto de identificación de problemas, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

2.3.4 Resultado de entrevista.

Para conocer el desarrollo administrativo y operativo de la planta de tratamiento se procedió a realizar una entrevista al Coordinador de la Planta de tratamiento (Ing. Jorge Cabrera), esta entrevista estuvo enfocada en analizar los posibles hallazgos presentes.

Considerando las entrevistas realizadas se detalla lo siguiente:

La planta de tratamiento de aguas residuales tiene una capacidad de procesamiento de 80 m³, que sería 500 toneladas de producción. Una vez tratada es direccionada al proceso nuevamente para ser reutilizada una vez más y luego de ello poder ser trasladada hacia el gestor autorizado. De dos a tres meses se gestiona el tratamiento del agua con el gestor autorizado, debido a que el agua tiene parámetros por encima de los que la norma exige.

Adicional a ello se debe gestionar los lodos provenientes del agua del proceso productivo, y para ello se subcontrata personal para realizar esta actividad. Esta actividad puede ser trimestral o según la cantidad de lodo almacenado.

Se utilizan varios químicos para el respectivo tratamiento, por cada 500 toneladas se cambian los químicos, actualmente se están usando químicos cada 300 toneladas porque no son de la misma calidad.

Las aguas que llegan a la planta de tratamiento, se recirculan una vez más para el proceso de decapado y fluxado. Es importante resaltar que si los parámetros del agua monitoreada estuvieran dentro del rango ambiental admisible, pudiera recircularse el agua 3 o 4 veces, optimizando este recurso.

2.4 Impacto económico de problemas detectados

Actualmente, Novacero S.A., debe invertir en tratamiento de aguas a través de un gestor ambiental autorizado el costo de \$78,5 dólares, si se considera actualmente los costos de los últimos tres años, se tiene lo siguiente:

Tabla 6. Costos de tratamiento de agua por gestor externo

AÑO	AGUA ENVIADA AL GESTOR (no cumple parámetros) m ³	COSTO TOTAL (\$)
Año 2016	744	\$ 58.404,00
Año 2017	707,71	\$ 55.555,24
Año 2018	541	\$ 42.468,50

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Los costos por tratamiento de agua por el gestor ambiental por no cumplir con los parámetros requeridos son altos, en el año 2018 se ha generado la cantidad en dólares de 42468,50 solo en el primer semestre. En el 2017 \$55555,24 y en el año 2016 \$ 58404, dando una suma por los tres últimos años consecutivos de \$156427,74.

2.5 Resumen de hallazgos encontrados

Como resumen de los detectados a través de la entrevista, observación directa, análisis de los datos estadísticos y diagrama causa efecto, se resumen los principales hallazgos.

- Pérdida de recurso natural
- Ausencia de procedimientos y métodos aplicados en el tratamiento del agua.
- Alto índice de parámetros de químicos no controlados
- Costos elevados para tratamiento de aguas residuales industriales
- Capacidad reducida en m³ de los tanques residuales.
- Personal reducido y no calificado.
- Todos los resultados obtenidos, demuestran que se debe optimizar el proceso de tratamiento de agua, y poder reutilizar no solo dos veces el agua residual para galvanizado, sino las veces que sea necesaria y para todos los demás procesos.

Por lo cual, se plantea la respectiva propuesta de la planta de aguas residuales, y se analiza que el uso de bacterias, lograría reducir los parámetros detectados pero permite aumentar la productividad.

Considerando lo antes expuesto, si se optimiza la planta de tratamiento a través de uso de bacterias se puede reutilizar el agua tratada no solo una vez para galvanizado sino para todo los demás procesos de la planta.

Asimismo se cumpliría con los parámetros exigidos por la normativa ambiental.

CAPITULO III

PROPUESTA Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.1 Introducción

La optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del proceso de galvanizado de la empresa Novacero S.A., es de gran importancia para reducir los parámetros mínimos requeridos por la autoridad ambiental competente para ser que el agua resultante pueda ser descargada y por ello de manera bimensual o trimestral se gestionan con proveedores externos un promedio de 200 a 300 m³ con un costo de \$78,50 y adicional a ello se debe realizar un tratamiento interno costado aproximadamente en \$7,00 por metro cúbico. Este gasto se verá reducido de manera importante a través de la mejora del proceso actual.

Adicional a ello, el agua tratada puede ser reutilizada para el proceso productivo de galvanizado o de otras áreas, reduciendo así el consumo de agua de forma general.

Actualmente la planta de tratamiento del proceso de galvanizado de Novacero S.A., se maneja con sistema físico – químico, que a través del mismo, reduce de cierta forma los parámetros pudiendo recircular una vez más el agua tratada y luego de ello, ser desalojada por el proveedor externo (gestor ambiental), porque al no cumplir con los parámetros mínimos requeridos no puede ser descargada a ríos, esteros, alcantarillas, entre otros.

La propuesta como tal, se estructura en adicionar dos fases más en el sistema actual (biológico y mixto), con la intención de reducir los parámetros requeridos por la normativa ambiental ecuatoriana para la descarga del agua como efluente normal y reducir los lodos generados en el proceso de tratamiento.

El tratamiento biológico de aguas residuales se lleva a cabo mediante una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre los que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes solubles en el agua. Estos procesos aprovechan la capacidad de los microorganismos de asimilar la materia orgánica y los nutrientes (nitrógeno y fósforo) disueltos en el agua residual para su propio crecimiento. Cuando se reproducen, se agregan entre ellos y forman unos flóculos macroscópicos con suficiente masa crítica como para decantar en un tiempo razonable. (condorchem). El sistema aerobio es uno de los más eficaces para reducir el DBO y DQO, la única desventaja es la alta generación de lodos y en estos casos se aplica el sistema anaerobio o la ósmosis inversa.

3.1.1 Planteamiento de solución a problemas.

3.1.1.1 *Objetivo de la Propuesta.*

Diseñar un programa de optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales a través de la aplicación de un sistema biológico (tratamiento con aerobios) y sistema de ósmosis inversa con la finalidad de reducir los parámetros de incumplimiento legal y los costos por disposición final por parte de los gestores ambientales externos y de esta manera mejorar el proceso productivo.

3.1.1.2 *Alcance de la propuesta.*

Como plan piloto de esta propuesta, se considerará solo el proceso de galvanizado de la planta industrial Novacero de la Regional Costa, una vez obtenido los resultados favorables, extenderlo a la planta de Quito y de Lasso (Latacunga).

3.1.1.3 *Responsables.*

En la siguiente tabla, se presenta los responsables para el desarrollo de la propuesta planteada.

Tabla 7. Asignación de responsables

CARGO	RESPONSABILIDADES EN EL PROYECTO
Gerente de Planta Guayaquil	Sponsor del proyecto
Jefe de producción de Galvanizado	Revisa y aprueba el inicio y cierre del proyecto
	Controla que se cumpla con el objetivo del proyecto
	Establece los detalles del plan del proyecto, acta de constitución y asegura que se cumpla con lo establecido
Ingeniero de Proyectos	Getiona y realiza el seguimiento periódico del proyecto
	Revisa y comunica al sponsor y personal involucrado, los aspectos que tengan impacto en el alcance, así como los costos y plazos comprometidos
Asistente de producción	Revisa y controla la ejecución y calidad del proyecto
Coordinador Ambiental	Revisa y controla la ejecución y calidad del proyecto en aspectos e impactos ambientales
Laboratorista	Realiza los respectivos monitoreos de control y entrega a Coordinador ambiental y Sponsor para las medidas requeridas
Operador de Planta	Ejecuta las actividades requeridas para el buen funcionamiento de la planta

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Para el desarrollo de esta propuesta, se establecerá el grupo de trabajo con las respectivas responsabilidades de cada integrante. En tabla 7 se detalla los responsables de esta propuesta y así aseverar su eficacia, se presenta una estructura organizacional:

3.1.2 Desarrollo de la propuesta.

3.1.2.1 Asignación de equipos y materiales.

Para el desarrollo de la propuesta, es necesario establecer los equipos y materiales que se utilizarán para el buen funcionamiento de la planta.

Actualmente Novacero posee los siguientes equipos y que se utilizan en la primera fase del proyecto:

- Tanque para el sistema de aireación
- Lechos de filtración
- Eras de secado

En la fase 2 del proyecto se requieren los siguientes equipos:

- Blowers o aireadores:
- Difusores
- Instalación hidráulica
- Instalación eléctrica
- Sedimentador

En relación a los insumos, en Novacero S.A., se utilizan los siguientes:

- Hidróxido de calcio
- Hidróxido de sodio
- Ácido cítrico
- Floculante

Los insumos que se deberán adicionar para la segunda fase (optimización de la planta) son:

- Sulfato de Aluminio
- Antiescalante
- Floculante
- Bacterias
- Otros químicos.

Las bacterias que se utilizarán son las B111 contiene un rango de microorganismos especialmente formulados y adaptados para obtener un alto rendimiento en la degradación de compuestos orgánicos provenientes de procesos químicos.

El producto B111 contiene además una mezcla completa de micronutrientes especialmente seleccionados para aguas residuales de procesos químicos. Esta mezcla de micronutrientes provee una fórmula completa, una máxima actividad biológica, y reacciona con los residuos para crear reforzadores biológicos.

B111, con sus microorganismos aerobios, anaerobios y facultativos, es capaz de establecer y mantener una biomasa que por sus características cualitativas y cuantitativas es más resistente a las condiciones adversas presentes en aguas residuales de químicos.

Esta biomasa está más adaptada y mejor seleccionada para trabajar en este ambiente, que la que ocurre en forma natural.

B111 asegura el proceso natural de selección ya que se han pre-seleccionado los microorganismos mejor adaptados para este tipo de residuo líquido. Las bacterias utilizadas en B111, aerobias, anaerobias y facultativas, son obtenidas de su ambiente natural y luego se las adapta en laboratorio para que tengan un máximo rendimiento en el tratamiento de los residuos líquidos industriales de procesos químicos. Las especificaciones son:

Tabla 8. Especificaciones de Bacterias

ESPECIFICACIÓN	DETALLE
	Color azul o café
Presentación	Nutrientes biológicos y estimulantes Nº bacterias: 5 billones por gramo
	Nº Cepas 6
Condiciones de trabajo	pH 6 - 9 Temperatura hasta 50° C
Cantidad inicial	4 Kg

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

3.1.2.2 Descripción del procedimiento de Tratamiento.

Los componentes de la unidad de tratamiento aeróbico, el tanque de pre tratamiento, el tanque de aireación, la bomba de aire y el tanque de sedimentación, trabajan juntos para tratar el agua hasta que sea de alta calidad.

- En el sistema, las aguas residuales primero entran al tanque de pre tratamiento o a la trampa de basura, que saca los objetos y otros sólidos que flotan o se asientan. En esta parte de la planta se homogenizará las aguas residuales, adicional de ser necesario se colocara una bomba dosificadora, con la finalidad de inyectar un regulador de PH (de ser necesario). Su construcción será en acero al carbón o en hormigón armado, se lo puede hacer bajo suelo o sobre nivel. Esta parte del tanque se comunicara directamente con la sección de aireación.
- Después, entra a un tanque de aireación. El tanque de aireación es el corazón del sistema de tratamiento. En él se siembran bacterias específicas para el tipo de agua que se desea tratar; estos microorganismos tienen la función de bio-degradar la materia orgánica y producir un clarificado bajo en DBO, DQO, SS y turbiedad, con el fin de cumplir con las regulaciones ambientales. Al suministrar el suficiente oxígeno por la bomba de aire permite que los organismos aeróbicos vivan. El tratamiento en el tanque de aireación es un proceso biológico en el cual los microbios digieren los residuos y sus cuerpos los transforman en un material que no contamina. Los microbios convierten a los contaminantes disueltos y sólidos en una masa celular, material no degradable y gases, como dióxido de carbono, hidrógeno y metano. Es importante mantener una población activa de microbios en el sistema para que descompongan los sólidos. Una variedad de microorganismos aeróbicos viviendo juntos en un estado mixto puede descomponer muchos tipos de material. El estado mixto mantiene en suspensión a los microorganismos y a los sólidos en las aguas residuales.
- Las aguas residuales tratadas pasan del tanque de aireación al tanque de sedimentación o clarificador. El clarificador permite que la masa celular y los materiales no degradables se asienten antes de que el agua salga del sistema de tratamiento. La separación de las células microbianas del efluente tratado es una parte importante del proceso. El proceso de tratamiento aeróbico reduce enormemente la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), una medida de contaminación común, así como también reduce los sólidos en suspensión que no se asientan en el fondo del clarificador. Este proceso también elimina un poco de nitrógeno y reduce en los residuos el número de organismos que causan enfermedades. El exceso de lodos activados pasará a una era de secado esta si estará en un anexo de la planta. Luego esta agua clarificada pasará a un segundo

proceso donde se desinfectará, se pulirá de una forma química y dejarla apta; sea para la evacuación directa a la red pública o a re-uso de la misma.

3.1.3 Costos de la propuesta.

Para el desarrollo de la propuesta, se debe considerar los costos que se estiman para que funcione el sistema de aerobios, considerando que actualmente la empresa, cuenta con infraestructura adecuada en la planta de tratamiento de aguas residuales del proceso de Galvanizado.

Es importante resaltar que la aplicación del sistema de aerobios, requiere de una inversión inicial para la siembra de bacterias y de los materiales y equipos necesarios.

En la siguiente tabla se presentan los costos estimados para la propuesta requerida.

Tabla 9. Costos estimados de la propuesta

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
4	Blower y difusores	\$ 2.750,00	\$ 11.000,00
2	Sedimentador	\$ 10.000,00	\$ 20.000,00
1	Instalaciones hidráulicas	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	Ósmosis Inversa	\$ 15.700,00	\$ 15.700,00
1	Instalaciones eléctricas	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
2	Pasarela y escalera	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
3	Bombas	\$ 1.000,00	\$ 3.000,00
1	Obra civil	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
4	Bacterias (kg)	\$ 350,00	\$ 1.400,00
TOTAL			\$ 61.600,00

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Para iniciar el proyecto, se requiere una cantidad de 4 kg de bacterias, las cuales se reproducirán y no habrá necesidad de volver a sembrar, al menos que el equipo de aireación se dañe por varios días, o se requiera una limpieza completa (algo que no es necesario hacer).

La oxigenación con Blowers debe permanecer encendido por 20 horas diarias para la creación de burbujas con oxígeno, que permitan mantener activas las bacterias sembradas.

3.2 Evaluación económica y financiera

3.2.1 Plan de inversión y financiamiento.

Forma de Inversión: Se puede indicar que la implementación del programa de optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales a través de un proceso biológico (sistema aeróbico) tiene una inversión de \$61600,00.

Novacero S.A., al tener liquidez puede asumir este costo y así evitar pagar intereses por préstamos bancarios, en el caso de requerir financiamiento por parte de una entidad bancaria, se ha calculado la tabla de amortización con los respectivos intereses a un año.

Tabla 10. Amortización

TABLA DE AMORTIZACION						
INTERES ANUAL 10,21						
Monto :		\$61.600				
Interes mensual		0,851%				
Periodos :		12				
Fecha Pago	periodos	inicial	interes	Amortizacion Capital	Valor Cuota	Saldo Capital
sep-18	0					\$61.600,00
oct-18	1	\$61.600,00	\$524,11	\$4.897,52	\$5.421,64	\$56.702,48
nov-18	2	\$56.702,48	\$482,44	\$4.939,19	\$5.421,64	\$51.763,28
dic-18	3	\$51.763,28	\$440,42	\$4.981,22	\$5.421,64	\$46.782,07
ene-19	4	\$46.782,07	\$398,04	\$5.023,60	\$5.421,64	\$41.758,47
feb-19	5	\$41.758,47	\$355,29	\$5.066,34	\$5.421,64	\$36.692,12
mar-19	6	\$36.692,12	\$312,19	\$5.109,45	\$5.421,64	\$31.582,68
abr-19	7	\$31.582,68	\$268,72	\$5.152,92	\$5.421,64	\$26.429,75
may-19	8	\$26.429,75	\$224,87	\$5.196,76	\$5.421,64	\$21.232,99
jun-19	9	\$21.232,99	\$180,66	\$5.240,98	\$5.421,64	\$15.992,01
jul-19	10	\$15.992,01	\$136,07	\$5.285,57	\$5.421,64	\$10.706,44
ago-19	11	\$10.706,44	\$91,09	\$5.330,54	\$5.421,64	\$5.375,90
sep-19	12	\$5.375,90	\$45,74	\$5.375,90	\$5.421,64	\$0,00

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

3.2.2 Análisis del beneficio obtenido vs costos generados.

Considerando los costos por tratamiento de agua (disposición final), por parte del gestor ambiental externo descrito en el capítulo anterior (considerando 2016, 2017 y primer semestre de 2018) se tiene que en tres años se ha gastado \$ 156427,73 por concepto de disposición final de agua con parámetros altos con un proveedor externo y \$13948,97 por tratamiento interno de Novacero, dando un total de \$170376,7.

Tabla 11. Costos por tratamiento de agua residual

AÑO	AGUA ENVIADA AL GESTOR (no cumple parámetros) m ³	COSTO TOTAL (\$)	COSTO POR TRATAMIENTO INTERNO (físico - químico) (7\$/m ³)	TOTAL DE COSTO
Año 2016	744	\$ 58.404,00	\$ 5.208,00	
Año 2017	707,71	\$ 55.555,24	\$ 4.953,97	
Año 2018	541	\$ 42.468,50	\$ 3.787,00	
TOTAL		\$ 156.427,74	\$ 13.948,97	\$ 170.376,71

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

Los metros cúbicos de agua tratada en el 2016 fueron de 744 m³, en el 2017: 707,71 m³ y en el primer semestre de 2018: 541 m³, dando un total de 1992,71 m³ tratados por un valor de \$78,5/m³ y \$7,00/m³ por tratamiento interno.

El costo de la propuesta es de \$ 61600,00 y equivale al 99,25% de los gastos por tratamiento de agua promedio de los años 2016 y 2017.

El gasto estimado es de 0,99 veces más que la propuesta. Es decir que en menos de un año se recuperaría la inversión.

Con esta relación se establece lo beneficioso que sería aplicar la propuesta.

Tabla 12. Tiempo de recuperación de inversión

DETALLE	COSTO
Costo promedio por tratamiento de agua (considerando el promedio del año 2016 - 2017)	\$ 62.061,03
Costo de la propuesta	\$ 61.600,00
Recuperación de inversión	11,91 meses

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

3.3 Programación para puesta en marcha

Para la programación para puesta en marcha de la propuesta, se debe considerar lo siguiente:

- Revisión y aprobación de propuesta por parte de la Gerencia.
- Reunión con grupos de trabajo
- Diseño de prueba piloto
- Monitoreo de agua tratada después del tratamiento para revisar los parámetros.
- Control y seguimiento

Para el monitoreo del proyecto se realizarán análisis de calidad de aguas y análisis de calidad de lodos galvanizados.

Frecuencia de monitoreo de implementación del proceso (proyecto):

1 Análisis de calidad de agua para ver el estado Inicial.

3 Análisis de calidad de agua por etapas del proceso.

Frecuencia de monitoreo con proceso estabilizado:

1 Análisis de calidad de agua: Mensual

1 Análisis de calidad de lodos galvánicos en seco: Semestral

1 Análisis de calidad de lixiviados de lodos galvánicos: Anual

El diagrama de flujo de la optimización de la planta se presenta en el siguiente diagrama.

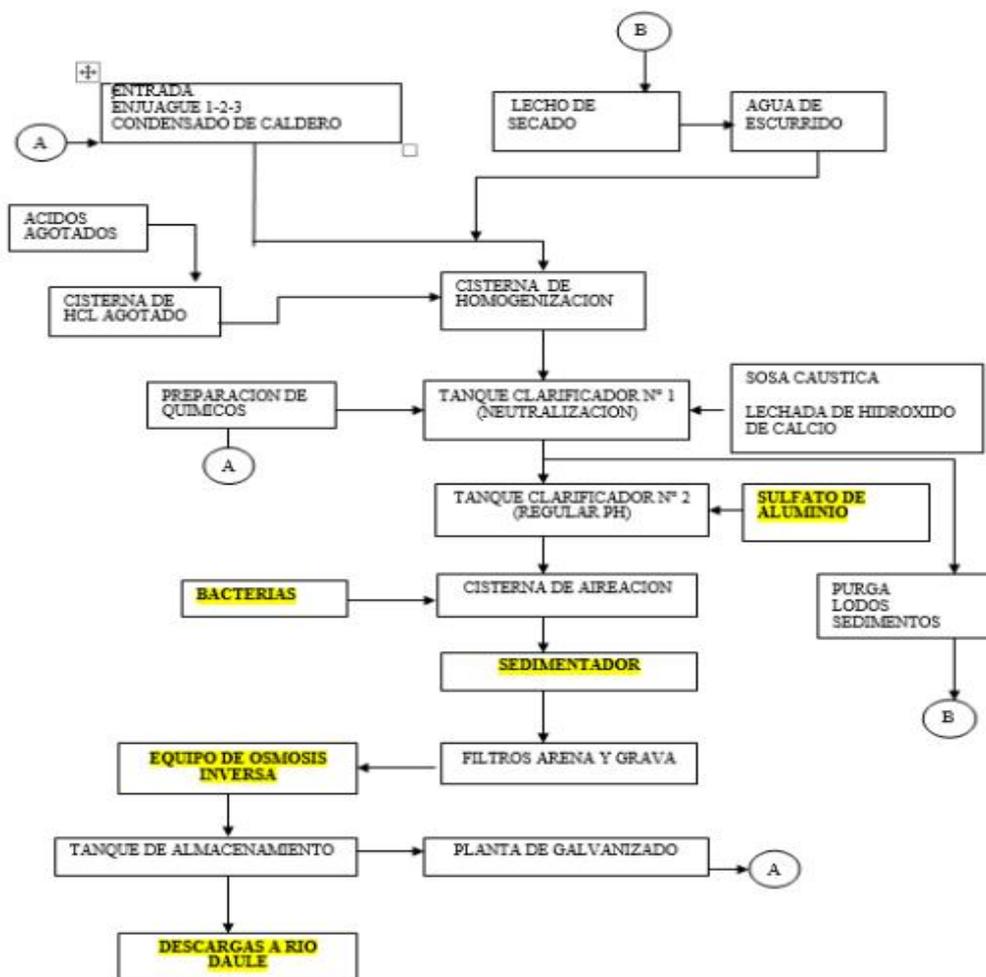


Figura 25: Diagrama de flujo de planta de tratamiento propuesta, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

3.3.1 Planificación y Cronograma de implementación.

En el siguiente diagrama se presenta el cronograma de implementación de la propuesta. Se ha considerado el inicio a partir de la aprobación de la gerencia.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDADES	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
Planeación y preparación	■											
Aprobación y asignación de recursos		■										
Reunión de seguimiento		■										
Compras y contratos			■									
Obra civil			■	■								
Instalación de infraestructura				■	■	■						
Revisión de resultados (monitoreos)									■			■
Cierre de proyecto												■

Figura 26: Cronograma de actividades de la propuesta, 2018. Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

3.4 Conclusiones y recomendaciones

3.4.1 Conclusiones.

En el desarrollo de este trabajo se ha podido asentar un diagnóstico claro sobre la situación actual del proceso de tratamiento de aguas residuales del proceso de Galvanizado de la empresa Novacero S.A., conociendo así, las oportunidades de mejora que se pueden aplicar para optimizar el proceso.

Las aguas residuales provenientes del proceso de galvanizado de la empresa de estudio, no cumplen con los parámetros mínimos exigidos por la normativa legal ambiental, y por lo tanto no pueden ser descargadas como efluentes y deben ser desalojadas por un gestor ambiental externo. En los tres últimos años se han generado 1992,71 metros cúbicos, gestionados por un proveedor externo a un costo de \$156427,74 y un valor de tratamiento interno de \$14945,33.

El tratamiento interno que actualmente la empresa realiza es a través de un sistema físico – químico utilizando varios químicos que permite que el agua baje los niveles de contaminación para luego ser reutilizada una vez más en el proceso de galvanizado y luego a su disposición final.

También se genera un alto impacto del recurso natural (agua), utilizando ineficazmente sin poder ser reutilizada para cualquier proceso productivo, provocando así una pérdida de recurso.

Con la aplicación del proceso secundario (biológico) como una fase adicional al tratamiento de aguas residuales a través del sistema de aerobios, permite a un bajo costo, reducir los parámetros de control del efluente y se evitaría sanciones de carácter ambiental.

3.4.2 Recomendaciones.

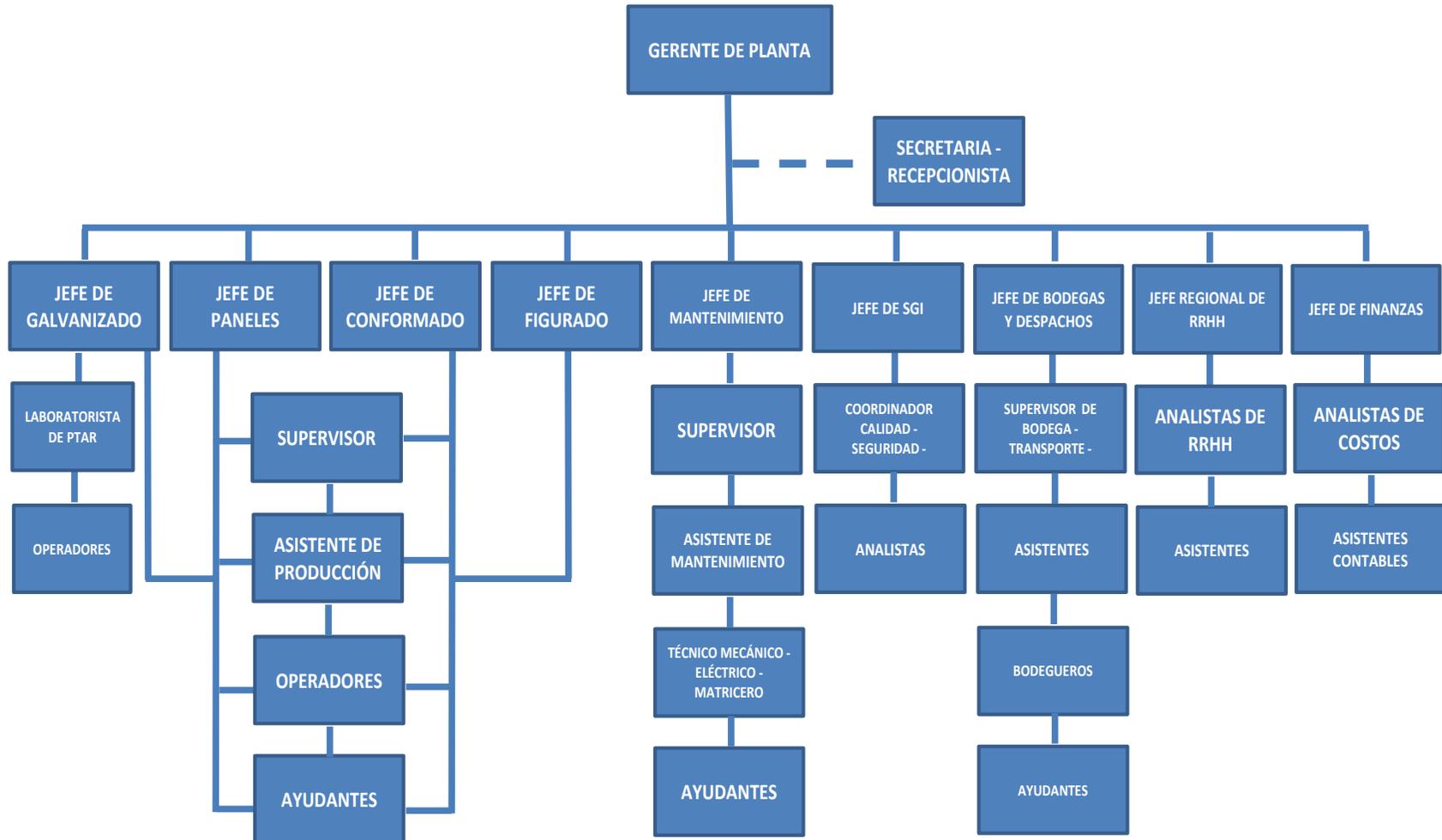
A continuación se presentan las recomendaciones que pueden considerarse adicional a la propuesta planteada.

- Aplicar el sistema de tratamiento biológico a través de bacterias para reducir los parámetros que actualmente no se cumplen, estableciendo una propuesta sólida para un funcionamiento más óptimo de la planta de tratamiento.
- Hacer mediciones periódicas de las aguas tratadas con el nuevo sistema aplicado para conocer el nivel de los parámetros físicos y químicos y compararlos con la normativa legal, validando sus resultados. Al cumplir con lo esperado, mejoraría la calidad del proceso productivo.

- Establecer este plan piloto a las otras plantas industriales de la empresa y mejorar sus procesos productivos, así como la reducción de los costos por tratamiento externo.
- Diseñar un programa para la reutilización del agua en los demás procesos productivos y así evitar el consumo ineficaz del recurso.
- Aplicar el sistema anaeróbico para reducir la cantidad de lodos generados.
- Elaborar los manuales, procedimientos y diagramas de proceso de la planta de tratamiento.
- Diseñar un mecanismo para el desalojo de lodos y reducir el costo de subcontratación de personal que realiza esta actividad actualmente, este mecanismo también reducirá el esfuerzo mecánico utilizado; evitando así problemas de enfermedades osteo-muscular en el personal, cuidando su bienestar en seguridad y salud ocupacional.

ANEXOS

ANEXO 1
ORGANIGRAMA DE LA PLANTA NOVACERO S.A.



Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

ANEXO 2

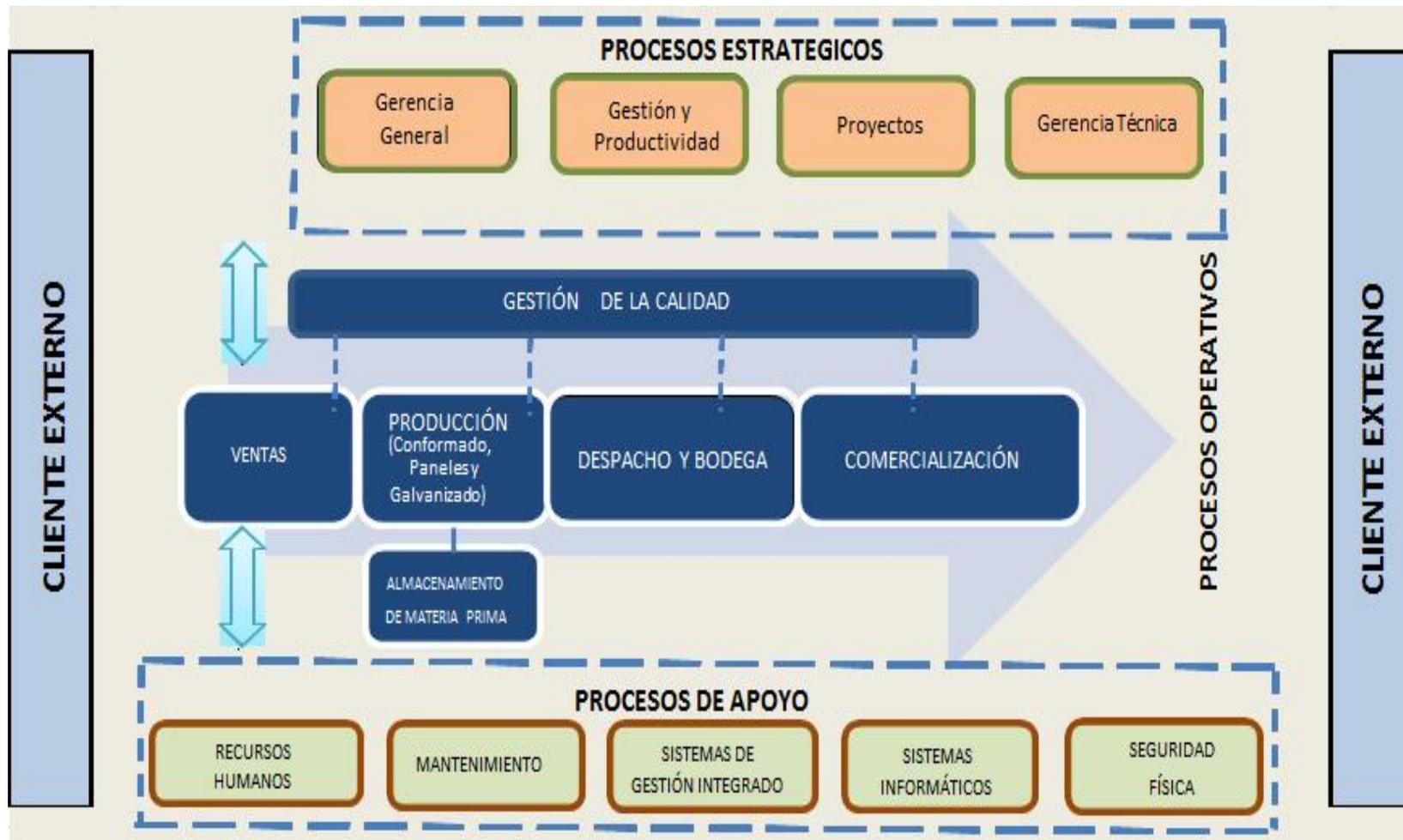
EQUIPOS Y MAQUINARIAS

ÁREA	CANTIDAD	EQUIPO/MAQUINARIA	SECCIÓN
PANELES	5	PANELADORAS	Desbobinador
			Sistema de Corte
			Mesa de Transportación
			Roll Forming
			Embosador
	2	CURVADORA	
1	COMPACTADORA		
CONFORMADO		TUBERAS	Roll Sizing
			Sistema de Corte
			Botador y mesa de embalaje
			Torre de enfriamiento
			Desenrollador
			Roll Forming
	3	AFILADOR DE SIERRA	
	1	ENDEREZADORA	
	2	PERFILADORAS	Acumulador
			Desenrollador
			Sistema de Corte
			Roll Forming
			Acumulador
			Botador y mesa de embalaje
	1	ALISADORA	Pre alisado de láminas rectificadora de láminas
			Sistema de Corte
			Mesa de Transportación
	1	COMPACTADORA	
	2	SLITTER	Enrollador de flejes
			Enrollador de rebordes
		Portaflejes giratorio	
		Panel de sistema Hidráulico	
		Sistema de Corte	
		Desbobinador	
		Carro porta bobinas central hidráulica	
		cizalla de corte	
GALVANIZADO	1	HORNO DE CUBA	
	2	TANQUE DIESEL	
	1	CALDERO	
	2	RODILLOS	
	1	ROSETA	
	2	BOTADORES DE TUBO	
	1	SISTEMA DE SOPLADO	
	2	ROSCADORA	
PLANTA DE TRATAMIENTO	2	COMPRESORA DE TORNILLOS	
	3	BOMBAS DE AGUA	
	3	BOMBAS SUMERGIBLES	
	2	MOTOR REDUCTOR AGITADOR	
	3	TANQUE RESERVORIO	
EQUIPOS VARIOS		BALANZAS	
		EQUIPOS DE MEDICIÓN	
		EQUIPOS DE CALIBRACIÓN	
	27	PUNTES GRÚAS	Polipastos Puente
Equipos del área donde se desarrolla el estudio			

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

ANEXO 3

MAPA DE PROCESOS DE LA EMPRESA



Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el autor

ANEXO 4

INFORME DE MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES 2018

Parámetro	Resultado	Unidades	Uk=2	LMP Tabla 9 del Anexo 1 del TULSMA límites de descarga a cuerpos de agua dulce	Cumple
Sólidos suspendidos totales	81	mg/l	10	<130	SI
Cloruros	36191,43	mg/l	5428,71	<1000	NO
Cianuros	<0,05	mg/l	-	<0,10	SI
Plata	0,22	mg/l	--	<0,10	NO
Aluminio	0,1740	mg/l	0,0459	<5,0000	SI
Arsénico	<0,0031	mg/l	--	<0,10	SI
Cadmio	0,0470	mg/l	0,0100	<0,0200	NO
Cobre	<0,0037	mg/l	--	<1,0	SI
Hierro	0,2930	mg/l	0,0820	<10,0000	SI
Mercurio	0,000020	mg/l	--	<0,005	SI
Manganeso	0,0106	mg/l	0,0014	<2,0000	SI
Niquel	0,0770	mg/l	0,0091	<2,0000	SI
Cromo Hexavalente	<0,01	mg/l	--	<0,50	SI
Plomo	0,5650	mg/l	0,1017	<0,20000	NO
Zinc	5,4900	mg/l	1,2490	<5,0000	NO
Tensoactivos-detergentes	0,275	mg/l	0,078	<0,500	SI
Aceites y grasas	0,64	mg/l	0,05	<30,00	SI
Demanda Bioquímica de oxígeno	525,00	mgO2/l	25,20	<100,00	NO
Demanda Química de Oxígeno	819,90	mgO2/l	157,83	<200,00	NO
Fenoles	0,084	mg/l	0,021	<0,200	SI
Temperatura in situ	27,6	°C	0,9	--	N/A
Potencial de hidrógeno in situ	6,99	--	0,17	6,00 - 9,00	SI

Parámetro	Resultado	Unidades	LMP Tabla 9 del Anexo 1 del TULSMA límites de descarga a cuerpos de agua dulce	Cumple
Sólidos suspendidos totales	18	mg/l	<130	SÍ
Cloruros	7161,25	mg/l	<1000	NO
Cianuros	<0,025	mg/l	<0,10	SÍ
Plata	<0,010	mg/l	<0,10	SÍ
Aluminio	<0,06	mg/l	<5,0000	SÍ
Arsénico	<0,20	mg/l	<0,10	NO
Cadmio	<0,01	mg/l	<0,0200	SÍ
Cobre	<0,16	mg/l	<1,0	SÍ
Hierro	0,11	mg/l	<10,0000	SÍ
Mercurio	<0,005	mg/l	<0,005	SÍ
Manganeso	0,0106	mg/l	<2,0000	SÍ
Níquel	<0,4000	mg/l	<2,0000	SÍ
Cromo Hexavalente	0,03	mg/l	<0,50	SÍ
Plomo	<0,40	mg/l	<0,20000	NO
Zinc	<0,40	mg/l	<5,0000	SÍ
Tensoactivos-detergentes	0,275	mg/l	<0,500	SÍ
Aceites y grasas	<1,4	mg/l	<30,00	SÍ
Demanda Bioquímica de oxígeno	376,01	mgO2/l	<100,00	NO
Demanda Química de Oxígeno	946,20	mgO2/l	<200,00	NO
Fenoles	0,08	mg/l	<0,200	SÍ
Temperatura in situ	25	°C	--	N/A
Potencial de hidrógeno in situ	7,5	--	6,00 - 9,00	SÍ

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el Elicrom

ANEXO 5

COMPARACIÓN DE NORMATIVA ECUATORIANA

Parámetro	Resultado 2017	Cumple	Resultado 2018	Cumple	Unidades	LMP Tabla 9 del Anexo 1 del TULSMA límites de descarga a cuerpos de agua dulce
Sólidos suspendidos totales	18	SI	81	SI	mg/l	<130
Cloruros	7161,25	NO	36191,43	NO	mg/l	<1000
Cianuros	<0,025	SI	<0,05	SI	mg/l	<0,10
Plata	<0,010	SI	0,22	NO	mg/l	<0,10
Aluminio	<0,06	SI	0,1740	SI	mg/l	<5,0000
Arsénico	<0,20	NO	<0,0031	SI	mg/l	<0,10
Cadmio	<0,01	SI	0,0470	NO	mg/l	<0,0200
Cobre	<0,16	SI	<0,0037	SI	mg/l	<1,0
Hierro	0,11	SI	0,2930	SI	mg/l	<10,0000
Mercurio	<0,005	SI	0,000020	SI	mg/l	<0,005
Manganeso	0,0106	SI	0,0106	SI	mg/l	<2,0000
Niquel	<0,4000	SI	0,0770	SI	mg/l	<2,0000
Cromo Hexavalente	0,03	SI	<0,01	SI	mg/l	<0,50
Plomo	<0,40	NO	0,5650	NO	mg/l	<0,20000
Zinc	<0,40	SI	5,4900	NO	mg/l	<5,0000
Tensoactivos-detergentes	0,275	SI	0,275	SI	mg/l	<0,500
Aceites y grasas	<1,4	SI	0,64	SI	mg/l	<30,00
Demanda Bioquímica de oxígeno	376,01	NO	525,00	NO	mgO2/l	<100,00
Demanda Química de Oxígeno	946,20	NO	819,90	NO	mgO2/l	<200,00
Fenoles	0,08	SI	0,084	SI	mg/l	<0,200
Temperatura in situ	25	N/A	27,6	N/A	°C	--
Potencial de hidrógeno in situ	7,5	SI	6,99	SI	--	6,00 - 9,00
Leyenda						
Si cumple pero la concentración ha aumentado					■	
Si cumple pero la concentración ha disminuido					■	
No cumple					■	
Continúa No cumpliendo pero la concentración ha aumentado					■	
Si cumple					■	

Información tomada en Novacero S.A. Elaborado por el Elicrom

BIBLIOGRAFÍA

- Condorchem. (s.f.). *condorchem*. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de <https://blog.condorchem.com/tag/sistemas-aerobios/>
- Da Ros, G. (1995). *La Contaminación de Aguas en el Ecuador: Una aproximación económica*. Abya Yala.
- Delgadillo, O., & Camacho, A. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba: Nelson Antequera Durán.
- J., C. (2003). *La calidad de las aguas para estudiantes de Ciencias Ambientales*. Colombia: Universidad Distrital.
- Nemerow, N. (1998). *Tratamiento de vertidos de aguas industriales*. Madrid: Ediciones Díaz de Santoss.
- Orozco Jaramillo, A. (2005). *Bioingeniería de aguas residuales teoría y rediseños*. Acodal.
- R.S., R. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Quebec: Reverté.
- Ramalho, R. S. (2003). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Quebec: Reverte.
- Rojas, R. (2002). *Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Seguí Amortegui, L. (2004). *Sistema de Regeneración y Reutilización de aguas residuales*. Barcelona.