



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y
GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO**

Ronald Daniel de León Ramos

Asesorado por Ing. Elmer Gerardo Rabre Ceballos

Guatemala, abril de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y
GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RONALD DANIEL DE LEÓN RAMOS

ASESORADO POR EL ING. ELMER GERARDO RABRE CEBALLOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympos Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de marzo de 2011.



Ronald Daniel de León Ramos

Guatemala, 25 de febrero del 2013

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de la Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC

Señor director

Atentamente me dirijo a usted para infórmale que he tenido a bien asesorar el trabajo de Tesis **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO**, del estudiante Ronald Daniel de León Ramos previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

Luego de efectuar las revisiones y correcciones del trabajo de tesis quiero comunicarle que cumplió con los objetivos propuestos, motivo por el cual procedo a aprobarla.

Atentamente,


Ing. Elmer Gerardo Rabre Ceballos
Colegiado No. 7074
Asesor





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Ronald Daniel de León Ramos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.062.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario **Ronald Daniel de León Ramos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



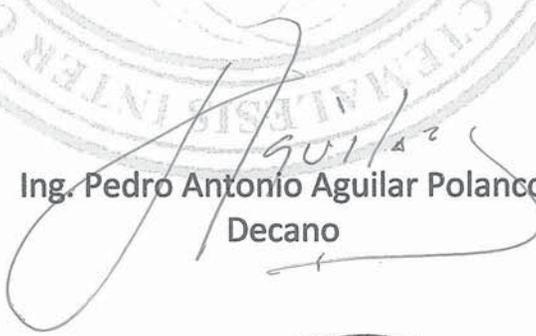
Guatemala, abril de 2016.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL LAVADO Y GALVANIZADO DE TUBERÍA DE ACERO**, presentado por el estudiante universitario: **Ronald Daniel de León Ramos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, abril de 2016

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser el único digno de recibir toda gloria y honra, quien nos da fuerza en todo momento y me permitió concluir mi meta.

Mis abuelos

Zoila y Refugio (q. e. p. d.), quienes me guiaron en el camino de la vida con apoyo incondicional, exigiéndome siempre lo mejor de mí, especialmente Refugio siempre fuiste mi segundo padre y desde que nos dejaste, solo te puedo decir gracias por todo el amor que nos diste, los quiero mucho y este triunfo también es para ustedes.

Mis padres

Iliana Ramos Díaz y Mario de León Gómez, por el amor y apoyo incondicional.

Mi esposa

Evelyn Surama Toj Gómez de de León, con todo mi amor por apoyarme en todo mi camino estudiantil y motivarme a alcanzar nuestro sueño, ya que eres una ayuda idónea, la mujer virtuosa, mi amada compañera, este triunfo es de ambos porque somos una sola carne.

Mis hijos

Oscar Daniel y José Andrés, que esta meta alcanzada les sirva como ejemplo que con esfuerzo y la ayuda Dios es posible tener éxito en la vida.

Mis hermanos

Esly, Mario y Carlos, con mucho cariño, gracias por ser parte de mi vida y soñar conmigo.

Mis suegros

Oscar Toj y María Irlanda Gómez, por hacerme parte de su familia y brindarme apoyo en todo momento, les dedico este triunfo para honrarles con mucho amor.

Familia y amigos

Con mucho afecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN.....	1
1.1. Información general de la empresa	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación	1
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Objetivos y política de calidad	2
1.2. Descripción de sus actividades	3
1.3. Estructura organizacional	4
1.3.1. Organigrama.....	4
1.3.2. Alcance	4
1.4. Conceptos generales.....	4
1.4.1. Producción más limpia.....	5
1.4.2. Cómo afecta la contaminación ambiental	6
1.4.3. Contaminantes que se generan.....	6
1.4.4. Seguridad ocupacional	6
1.5. Regulaciones legales sobre el medio ambiente	6
1.6. Regulaciones legales sobre seguridad ocupacional	6

2.	SITUACIÓN ACTUAL	9
2.1.	Evaluación del proceso	9
2.1.1.	Diagrama de procesos	11
2.1.1.1.	Diagrama flujo de operaciones	11
2.1.1.2.	Diagrama de operaciones	11
2.1.1.3.	Diagrama de recorrido.....	12
2.2.	Control de la producción	12
2.2.1.	Estudio de tiempos	12
2.2.2.	Control de calidad del proceso	18
2.3.	Identificación de puntos contaminantes	19
2.3.1.	Operaciones que contaminan.....	19
2.3.2.	Análisis del medio ambiente.....	20
2.3.2.1.	Aspecto ambiental a contaminar	20
2.3.2.1.1.	Aire.....	20
2.3.2.1.2.	Agua.....	22
2.3.2.1.3.	Tierra.....	23
2.3.2.1.4.	Ser humano.....	25
3.	PROPUESTA DE MEJORA	29
3.1.	Diagrama de procesos	29
3.1.1.	Diagrama flujo de operaciones.....	29
3.1.2.	Diagrama de operaciones	30
3.1.3.	Diagrama de recorrido.....	30
3.2.	Control de la producción	30
3.2.1.	Parámetros establecidos	35
3.2.2.	Estudio de tiempos	36
3.2.3.	Control de calidad	36
3.3.	Estudio de partículas sueltas en el ambiente	38
3.4.	Extracción de vapores dañinos en el ambiente de trabajo	40

3.4.1.	Tratamiento de vapores dañinos	40
3.5.	Tratamiento de aguas residuales	40
3.5.1.	Procedimiento para el lavado de tanques.....	41
3.5.1.1.	Tanque de soda cáustica.....	41
3.5.1.2.	Tanque de ácido clorhídrico.....	41
3.5.1.3.	Tanques de desenguaje	41
3.6.	Control de desechos sólidos.....	45
3.6.1.	Procedimiento para tratamiento de lodos	45
3.7.	Diseño e implementación de una mejor iluminación.....	45
3.7.1.	Aplicación del método por cavidades zonales	47
3.8.	Medición, evaluación y control del ruido	50
3.8.1.	Mapa de ruido.....	51
3.8.2.	Estudio de sonometría	53
3.9.	Señalización adecuada al área de trabajo.....	53
3.9.1.	Código de colores.....	55
3.9.2.	Mapa de rutas de evacuación.....	57
3.9.3.	Punto de reuniones.....	58
3.10.	Equipo de protección personal	58
3.10.1.	Clasificación de los equipos de protección personal.....	61
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	69
4.1.	Plan de acción a seguir	69
4.1.1.	Implementación del plan.....	69
4.1.2.	Equipo responsable	69
4.1.2.1.	Encargado de Seguridad e Higiene Industrial	70
4.1.2.2.	Recursos humanos.....	70
4.1.2.3.	Gerencia	71

4.2.	Programa de capacitación e inducciones.....	71
4.2.1.	Capacitaciones e inducciones en procedimientos nuevos.....	72
4.2.2.	Capacitaciones de materia de seguridad industrial.....	72
4.2.3.	Inducciones de uso de equipo de seguridad industrial.....	73
4.3.	Costo de la propuesta	73
4.3.1.	Análisis costo beneficio de la propuesta	74
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LA PROPUESTA.....	75
5.1.	Resultados obtenidos con la mejora	75
5.1.1.	Acciones preventivas realizadas	75
5.1.1.1.	Seguimiento a las acciones preventivas	75
5.1.2.	Acciones correctivas realizadas	77
5.1.2.1.	Seguimiento a las acciones correctivas	77
5.2.	Implantando una cultura.....	78
5.2.1.	Cultura ambiental	78
5.2.2.	Cultura de seguridad ocupacional	79
5.3.	Material de comunicación de medio ambiente y seguridad ocupacional.....	80
5.3.1.	Trifoliales.....	80
5.3.2.	Pancartas	80
5.3.3.	Presentaciones.....	81
6.	IMPACTO AMBIENTAL	83
6.1.	Fuente de contaminación	83

6.1.1.	Fuentes de contaminación.....	83
6.1.1.1.	Desechos sólidos.....	83
6.1.1.2.	Desechos líquidos	84
6.2.	Transformación y destino de materiales de desechos.....	84
6.2.1.	Reciclaje	84
6.2.2.	Reutilización	85
CONCLUSIONES		87
RECOMENDACIONES		89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
APÉNDICE.....		93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	5
2.	Diagrama flujo de operaciones, tubería ASTM 2 pulgadas	13
3.	Diagrama de operaciones, tubería ASTM 2 pulgadas.....	14
4.	Diagrama de recorrido, tubería ASTM 2 pulgadas	16
5.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto	31
6.	Diagrama de operaciones propuesto	32
7.	Diagrama de recorrido propuesto.....	34
8.	Formato de control de calidad del decapado y lavado	38
9.	Formato de control de calidad del anticorrosivo	39
10.	Procedimiento para el lavado del tanque de soda cáustica	42
11.	Procedimiento para el lavado del tanque de ácido clorhídrico	43
12.	Procedimiento para el lavado del tanque desenchuque.....	44
13.	Procedimiento para tratamiento de lodos.....	46
14.	Mapa de ruido	54
15.	Mapa ruta de evacuaciones	59
16.	Punto de reuniones	60
17.	Casco protector para la cabeza	62
18.	Protección auditiva.....	63
19.	Protección de ojos y cara	64
20.	Protección de vías respiratorias	65
21.	Protección para las manos.....	66
22.	Zapatos de seguridad.....	66
23.	Cinturón de cuero.....	67

24.	Ropa protectora	68
-----	-----------------------	----

TABLAS

I.	Regulaciones legales del medio ambiente.....	7
II.	Regulaciones legales seguridad ocupacional	8
III.	Secuencia de las actividades en la galvanización de la tubería ASTM de 2 pulgadas	15
IV.	Tiempo normal y estándar en el proceso de galvanización	18
V.	Secuencia de actividades para la fabricación de tubería ASTM de 2"	33
VI.	Holguras del tiempo en proceso	35
VII.	Programa de revisión de soda cáustica	37
VIII.	Medición de decibeles en la planta de producción.....	52
IX.	Relación costo-beneficio de la propuesta	74
X.	Acciones preventivas	76
XI.	Acciones correctivas	77

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
▽	Bodega
°	Grados
=	Igualdad
□	Inspección
m	Metro
*	Multiplicación
○	Operación
%	Porcentaje
”	Pulgadas
Q	Quetzales
-	Resta
+	Suma
←	Traslado

GLOSARIO

Acidez	Es la cualidad de un ácido, su escala más común para cuantificar es el PH.
Agua residual	Tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
Anticorrosivo	Material que sirve para proteger una superficie de un proceso de degradación.
Contaminación	Alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio.
Decapado	Tratamiento superficial de metales que se utiliza para eliminar impurezas, tales como manchas, contaminantes inorgánicos, herrumbre o escoria.
Iluminación	Acción o efecto de iluminar.
Inmersión	Introducción completa de una cosa o producto en un líquido.
Manto freático	Nivel por el que discurre el agua en el subsuelo.

Medio ambiente	Alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio.
pH	(Potencial hidrógeno), el potencial del agua pura es 7,0 e indica que la concentración de iones libres de hidrógeno es igual a la de los iones oxhidrilo, como las concentraciones de los mismos en el equilibrio es relativamente bajo 0,0000001 molar, entonces las diferencias en la equivalencia es difícil de apreciar.
Riesgo	Representa la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa producida sobre los empleados a causa o con ocasión del trabajo.
Ruido	Sensación auditiva inarticulada, generalmente desagradable.
Soda cáustica	Hidróxido cáustico usado en la industria, principalmente como una base química en la fabricación de tejidos y detergentes.
Trifoliar	Folleto gráfico en el que se publica información acerca de una actividad.

RESUMEN

La empresa TUBEX S. A. se dedica a la galvanización de tubería redonda por inmersión en medidas que van desde $\frac{1}{2}$ pulgada hasta 12 pulgadas de diámetro. También galvaniza piezas muy particulares por su forma.

Actualmente, su enfoque es crear un ambiente adecuado para los trabajadores y el entorno de la misma, considerando que la aceptación de un producto va en aumento cuando las condiciones ambientales se toman en consideración.

Este documento hace una descripción general de la empresa, partes teóricas que servirán para el desarrollo y entendimiento de la propuesta, la situación actual de TUBEX S. A., los métodos utilizados en los procesos de producción, el tipo de materia prima que se utiliza, maquinaria y equipo y las inspecciones que se realizan, entre otros.

Se realizó un estudio de tiempos de los procesos que intervienen en la galvanización de la tubería, el cual permitió establecer y proponer el tiempo normal y estándar de cada operación, así como del proceso de fabricación, elaborar diagramas de procesos, de flujo y recorrido de los procesos.

Además, se realizó un estudio del equipo de protección personal, iluminación adecuada de la planta de producción y control de ruido, ya que estos son factores que crearán una mejora en el ambiente laboral.

La parte más importante del presente trabajo de graduación es la propuesta, esta es solo el principio para mejorar y mantener una producción controlada que sea amiga con el medio ambiente, mejorar las condiciones laborales, y mantener un ambiente agradable, tanto dentro de la planta como en los alrededores de ella, siendo la alta Gerencia la que se debe comprometer en la implementación y la mejora continua de la empresa.

OBJETIVOS

General

Analizar en la industria de tubería galvanizada un estudio de los aspectos ambientales que ella puede controlar, tales como: aire, agua, tierra y ser humano; mitigando todo impacto ambiental sobre ellos.

Específicos

1. Identificar los procesos que contaminan el medio ambiente.
2. Evaluar los puntos de contaminación en la planta de producción.
3. Explicar el análisis de aspectos ambientales, sus conceptos básicos, el proceso de desarrollo y su función como parte de un programa ambiental.
4. Analizar los aspectos ambientales que se contaminan.
5. Identificar la contaminación o riesgo sobre el aspecto ser humano.
6. Crear una cultura en el colaborador para conservar el medio ambiente y sobre materia de seguridad ocupacional.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción a los cuales son sometidos los tubos de acero para su galvanización generan un impacto ambiental, el cual se debe mitigar, de manera que el impacto a la salud humana y al medio ambiente sea el menor posible.

Los procesos de manufactura generan contaminación ambiental, considerándose esto un factor muy importante actualmente. Por lo que, la implementación de una producción más limpia dentro de la empresa va a controlar los cuatro puntos esenciales: el aire, el agua, la tierra y el ser humano.

El ser humano se contamina por medio de ruido, si este no utiliza el equipo adecuado, o no se tiene un plan para la reducción del mismo en la planta; las partículas que en el ambiente se depositan por las operaciones industriales es un contaminante que también le afecta, la contaminación de aguas residuales y de la tierra por medio de lodos es otro factor que se debe analizar para mitigar el impacto ambiental que una planta industrial provoca.

Una planta industrial, como de esta empresa genera contaminantes al ambiente provocando riesgos potenciales para sus colaboradores, entre ellos está la contaminación del aire, por ello se propone una extracción y trato del mismo. Asimismo, genera aguas residuales, estas se encuentran contaminadas con ácido clorhídrico y soda cáustica, para esto, el tratamiento debe ser muy específico, ya que es indispensable que estas aguas no se liberen al ambiente ni se descarguen a un pozo, porque contaminan el nivel frático del agua antes de ser tratadas.

La seguridad ocupacional es muy importante para el trabajador, se debe alinear una seguridad con base en la contaminación que tiene la planta y los riesgos a los cuales está expuesto el trabajador, con el análisis previo, les proveerán del equipo necesario e indispensable para mitigarlos.

Se realizará un análisis de los procesos que tiene la planta y con base en estos, se determinará que operación contamina el ambiente de trabajo, las aguas residuales, desechos sólidos y riesgos potenciales o a los cuales está expuesto el colaborador, de estos se tomarán puntos específicos para la implementación de una mejor seguridad ocupacional, tales como la mala iluminación en el lugar de trabajo, señalización deficiente, creación de rutas de evacuación, bardas de seguridad y equipo de protección idóneo para el puesto de trabajo.

En el presente trabajo de graduación se analizarán procesos y aspectos ambientales, enfocándolos a una mejora en la seguridad ocupacional del trabajador y contribuir con el medio ambiente.

1. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN

1.1. Información general de la empresa

TUBEX S. A. es una empresa comercial que su principal actividad es galvanizar tubería de acero, la metodología que emplea para el proceso es por medio de inmersión.

1.1.1. Historia

La empresa TUBEX S. A. es desde 1995, una industria visionaria y emprendedora cuyo principal objetivo es la producción y comercialización de tubería de acero para diferentes usos, también distribuye otros productos derivados del acero, se enmarca en normas y estándares internacionales, partiendo de un riguroso proceso continuo que garantiza la rápida respuesta y permite adaptarse a las necesidades de todos los clientes.

Ante la necesidad de la satisfacción de sus clientes y la mejora continua de la calidad de sus productos, TUBEX S. A. implementó un Sistema de Gestión de Calidad. En 2004 fue certificada bajo la Norma ISO 9001:2000 y posteriormente en el 2009 fue recertificada nuevamente con los avances de esta norma.

1.1.2. Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en el kilómetro 18,5 carretera a San Miguel Petapa, en el municipio de Villa Nueva, Guatemala. Por su ubicación

tiene acceso por la carretera que viene de la colonia el Frutal Villa Nueva hacia Villa Nueva y por la carretera que conduce de Villa Nueva hacia San Miguel Petapa, Guatemala.

1.1.3. Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes a través de la fabricación de tubería y comercialización de productos derivados del acero, ofreciendo el mejor servicio, realizando nuestros procesos con calidad y buscando la rentabilidad que proporcione un trabajo estable para nuestros empleados, dentro de un marco de desarrollo sostenible”¹.

1.1.4. Visión

“Ser líderes en innovación y diferenciación de productos en la región Centro americana, México y el Caribe en tuberías y otros productos de acero, con el mejor servicio y alta calidad”².

1.1.5. Objetivos y política de calidad

- Objetivos de calidad

La empresa tiene definidos tres objetivos de calidad, los cuales son:

- Reducción de reclamos de los clientes en un 0,05 %.
- Mantener un estándar de satisfacción de los clientes, mayor que 98 %.

¹ TUBEX S. A. *Manual de calidad*. p. 12.

² .Ibíd.

- Cumplir con los objetivos trazados en cada proceso.
- Política de calidad

“Nuestro mayor compromiso es la satisfacción de nuestros clientes, a través de la fabricación de una amplia gama de tubería y productos derivados del acero de alta calidad, para la utilización en diferentes aplicaciones bajo normas internacionales y que responden a sus necesidades. Continuando con nuestras operaciones responsables con el medio ambiente, mediante controles en emisiones atmosféricas, aguas residuales y desechos sólidos, siempre con el cumplimiento de las normas legales existentes. Esto lo llevamos a cabo con el desarrollo de nuestro personal que es la base de la mejora continua de nuestro sistema integrado de gestión lo que nos hace ser una empresa líder en la región Centro americana y del Caribe”³.

1.2. Descripción de sus actividades

La empresa se dedica básicamente a la galvanización de tubería de acero, el proceso se realiza por medio de inmersión, los productos que se galvanizan son: tubería de ½”, ¾”, 1”, 1 ½”, 2”, 2 ½”, 3”, 4”, 5”, 6” y 8” pulgadas de diámetro y piezas de metal de diferentes formas que necesitan galvanizarse.

La empresa ha adquirido solidez, prestigio y se ha especializado en su rama a lo largo de sus años, también ha desarrollado técnicas que le permiten mejorar el proceso y la calidad del producto continuamente.

³ TUBEX S. A. *Manual de calidad*, p. 12.

1.3. Estructura organizacional

La dirección, desarrollo y el buen funcionamiento de la empresa tiene como base una estructura organizacional con la finalidad de centralizar los esfuerzos y tomar las decisiones por departamentos.

1.3.1. Organigrama

El organigrama que se muestra en la figura 1 detalla la estructura organizacional de la empresa galvanizadora de tubo, para efectos del trabajo de graduación, únicamente se describe el área de interés, el Departamento de Galvanizado.

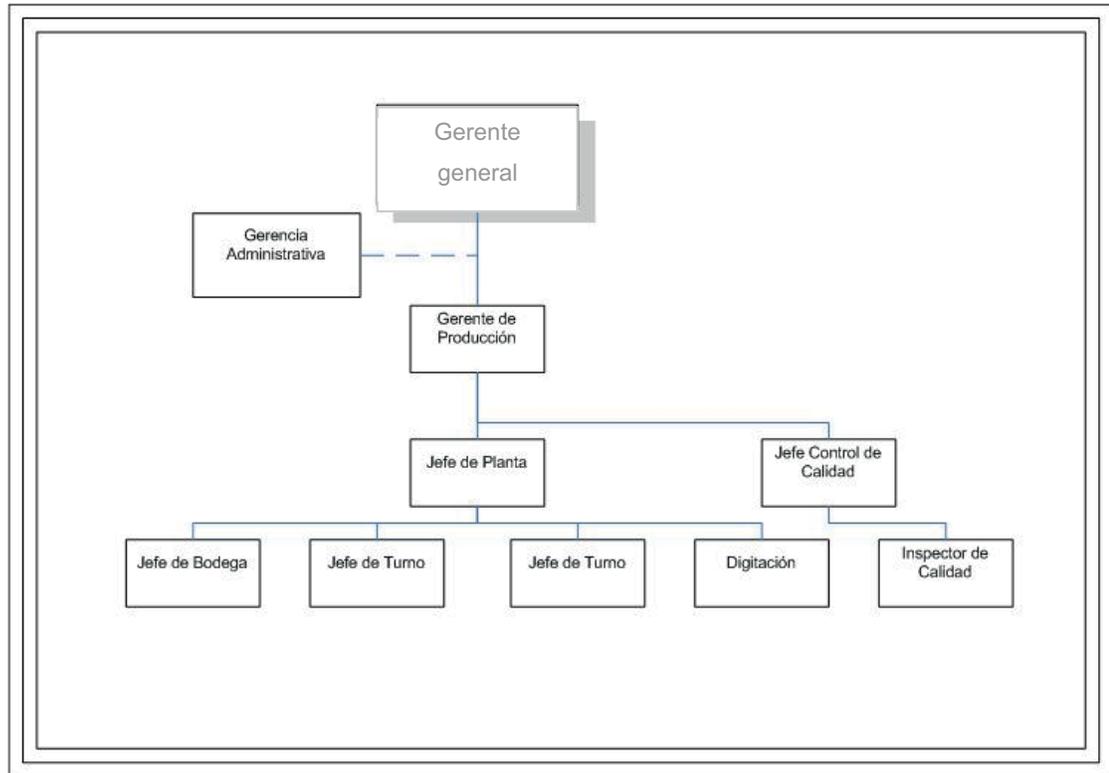
1.3.2. Alcance

El alcance está trazado para proveer productos para la construcción, muelles, maquinaria, torres de hierro, postes, soportes, cercas, tuberías para abastecimientos de agua, abastecimiento de gas y aceite; llevando un producto con calidad y cumpliendo parámetros establecidos por las normas que los describen.

1.4. Conceptos generales

Se describen conceptos que ayudan a comprender el efecto que provoca un proceso industrial que contamina el medio ambiente.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: TUBEX S. A. *Manual de Calidad*, p. 16.

1.4.1. Producción más limpia

Es una estrategia que se aplica continuamente para mitigar el efecto que provoca en el medio ambiente un proceso industrial, ayuda a incrementar la eficiencia en general, y reducir los riesgos de enfermedades profesionales para los trabajadores.

1.4.2. Cómo afecta la contaminación ambiental

La contaminación ambiental es un factor que afecta la salud, seguridad y el bienestar de las personas, por lo que esta provoca enfermedades profesionales, estrés en el trabajador, deficiencia en el trabajo y hace daño al medio ambiente que lo rodea.

1.4.3. Contaminantes que se generan

El proceso de producción genera diferentes agentes de contaminación, estos pueden ser físicos, químicos o biológicos, también pueden ser una combinación de varios agentes, concentraciones o formas que dañan la salud.

1.4.4. Seguridad ocupacional

Son técnicas que se aplican para el control, reducción y mitigación de accidentes dentro de un ambiente laboral, las cuales son directamente aplicables a las personas que laboran dentro de una organización.

1.5. Regulaciones legales sobre el medio ambiente

En Guatemala se tienen regulaciones legales sobre el medio ambiente, entre las cuales se pueden mencionar los artículos de ley que se describen en la tabla I.

1.6. Regulaciones legales sobre seguridad ocupacional

Las regulaciones que existen en seguridad ocupacional se describen en la tabla II.

Tabla I. **Regulaciones legales del medio ambiente**

Ley	Apuntes de la ley
Constitución Política de la República, artículo 97 y 127	Prevención de la contaminación y mantenimiento del equilibrio ecológico
	Aprovechamiento y goce de agua
Código Civil Decreto 106, artículos 581-579	Propiedad de aguas subterráneas
Código Civil Decreto 106	Distancia para aperturas de pozos
Código de Salud Decreto 90-97, artículo 92	Servicios para eliminación de aguas residuales
Código de Salud Decreto 90-97, artículos 68-69-70	Ambiente saludable, límites de exposición y calidad ambiental
Código de Salud Decreto 90-97, artículos 72-74	Prevención, control y evaluación del impacto ambiental
Código de Salud Decreto 90-97, artículo 103	Disposición de desechos sólidos, prohibiciones
Acuerdo 236-2006 sobre carga y descarga de aguas residuales, artículos 38-41	Tratamiento de lodos
Reglamento para Manejo de Desechos Sólidos, artículos 52-54	Clasificación, recuperación, reutilización y reciclaje.

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Regulaciones legales seguridad ocupacional**

Ley	Apuntes de la ley
C148 – Convenio sobre el medio ambiente de trabajo	Define lineamientos para la protección de trabajadores debido a ruido, contaminación de aire y vibraciones.
Reglamento sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo (IGSS), artículos 4-9, 14-25, 36-42, 55-61, 65, 69, 94-106	Disposiciones del IGSS en materia de seguridad, higiene industrial
Reglamento Sobre Seguridad e Higiene para el Trabajo Relativo al Levantamiento y Transporte Corporal de Carga. Acuerdo 885, artículos 2-8	Disposiciones para levantar cargas

Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Evaluación del proceso

Para galvanizar la tubería de acero se utilizan diferentes procesos, a los cuales es sometido el tubo de acero, estos se pueden dividir de la siguiente manera:

- Lavado
 - Protección del producto
 - Precalentamiento del producto
 - Inmersión del galvanizado
 - Enfriamiento del tubo
 - Empaque
-
- Lavado: se realiza a través de una pila que contiene agua con una solución concentrada de soda cáustica, los porcentajes de concentración deben ser mayores al 20 % por cada litro de agua.

El agua debe tener una temperatura que exceda los 60 grados Celsius, debido a que las soluciones deben disolverse y crear una mezcla homogénea, donde los agentes químicos deben atacar el metal decapándolo, este proceso limpia el tubo de toda impureza y genera una abertura de poros, lo que permite una mejor adherencia a los químicos que se le aplicarán para la protección del producto, la pila tiene un tamaño considerable para que en ella quepa un atado de tubos sumergido, este atado no debe sobrepasar un peso de 500 kilogramos.

Luego del lavado con soda cáustica, la tubería pasa a una pila con agua, esta remueve todos los residuos que se desprenden de la tubería y elimina agentes químicos que pueden provocar imperfecciones en el galvanizado, la temperatura del agua debe tener un rango de 40 a 60 grados Celsius.

- Protección del producto: cuando la tubería se lava queda lista para que se le aplique una capa protectora contra la corrosión, esta es una mezcla de químicos que se le aplica por medio de inmersión, el tiempo que tarda sumergida es de 60 segundos, y la mezcla debe tener una temperatura arriba de los 45 grados Celsius.
- Precalentamiento del producto: la tubería debe pasar por un precalentamiento antes de llegar a galvanizarse, de lo contrario sufriría un choque térmico con la mezcla de zinc que lo recubre, el precalentamiento se realiza en una mesa transportadora que tiene una inclinación para que el tubo rode, se coloca la tubería y empieza a bajar hacia el área de galvanizado, aquí alcanza una temperatura por arriba de los 100 grados Celsius.
- Inmersión del galvanizado: el galvanizado de la tubería se realiza por medio de inmersión, luego de haber recibido el precalentado el tubo, baja hacia unos espirales, estos lo toman y lo ingresan al fondo de la paila, allí se encuentra la mezcla de zinc a una temperatura arriba de los 435 grados Celsius, la cual es suficiente para mantener la mezcla en forma líquida, esta se adhiere a la tubería y es extraída del área de galvanizado para su enfriamiento.

- Enfriamiento del tubo: cuando el tubo se encuentra galvanizado es extraído de la paila y pasa por un proceso de enfriamiento por medio de aire, se realiza en una mesa, donde se coloca el tubo a lo largo de ella y se enfría por medio de ventiladores.
- Empaque: el del tubo se realiza en atados, según el tamaño del tubo así es la cantidad de unidades que lleva, se hace en bancos que se encuentran al final de la mesa de enfriado.

2.1.1. Diagrama de procesos

Estos ayudan a saber exactamente en qué consiste o cuáles son los detalles de las actividades diarias, se registran por medio de la medición y la observación de la actividad.

2.1.1.1. Diagrama flujo de operaciones

En la figura 2 aparece el diagrama de flujo de operaciones de la galvanización de tubería ASTM de 2 pulgadas de diámetro, se analiza la situación actual del proceso de producción.

2.1.1.2. Diagrama de operaciones

En la figura 3 se muestra el diagrama de operaciones de la tubería ASTM de 2 pulgadas para analizar procesos que se puedan combinar.

2.1.1.3. Diagrama de recorrido

Se toma en cuenta la distribución actual de la empresa por medio del diagrama de recorrido (figura 4), del proceso de galvanización de la tubería ASTM de 2 pulgadas, la secuencia de actividades se describe en la tabla III.

2.2. Control de la producción

Se analizará el estudio de tiempos y el control de calidad de los procesos, existentes en la empresa.

2.2.1. Estudio de tiempos

Para garantizar la aplicación de un estudio de tiempos, este se realizó con los siguientes pasos: preparación, ejecución del estudio y cálculos.

- **Preparación**

En la toma de tiempos se analizaron las actividades en las cuales se conocen todas las que intervienen en el proceso de producción, entre ellas están: maquinaria, materiales, procesos, equipos y la preparación de materiales para dicho estudio.

- Se informó del estudio a realizar a los operarios y jefes de planta.
- Se realizó el análisis de los procesos y las operaciones, dejando un registro y descripción de cada una.
- Para el registro de los elementos y anotación de los tiempos cronometrados se elaboró un formato.

Tabla III. **Secuencia de las actividades en la galvanización de la tubería ASTM de 2 pulgadas**

Actividad	Tiempo (min.)	Distancia (m)
Almacenamiento de tubería para procesar	-	-
Traslado de tubería	1,50	11,50
Almacenamiento de tubería	-	-
Decapado de tubería	1,25	-
Inspección del decapado	0,50	-
Lavado de la tubería	1,00	-
Tratamiento anticorrosivo	2,30	-
Traslado a precalentamiento	0,75	8,50
Precalentamiento	1,30	-
Galvanización de la tubería	8,50	-
Traslado al área de enfriado	0,50	6,50
Enfriado de la tubería	8,00	-
Inspección de calidad	2,00	-
Empacada	1,75	-
Traslado a bodega de producto terminado	1,65	12,75
Bodega de producto terminado	-	-

Fuente: elaboración propia.

- Ejecución

Se tomaron tiempos cronometrados del proceso en estudio, ejecutando una cantidad considerable de cada medición para lograr la exactitud deseable.

Se utilizó el método continuo para la toma de tiempos, por lo que el tiempo de cada actividad se obtuvo por la resta de las lecturas de los tiempos tomados, usando la fórmula $t_e = t_i - t_{(i-1)}$ donde: t_i es el tiempo final, $t_{(i-1)}$ es el tiempo anterior, t_e es el tiempo. Todos estos tiempos se ajustaron con un factor de corrección, que es determinado en función de la habilidad y esfuerzo del operario en función de la actividad; obteniendo la información se calculó el promedio de los tiempos cronometrados, y se obtuvo el tiempo normal para luego calcular el tiempo estándar.

- Cálculos

Con los datos obtenidos se procedió a calcular el tiempo estándar y normal, para el tiempo normal se cálculo de la siguiente manera:

$$T_{\text{promedio}} * \% \text{ calificación} = T_{\text{normal}}$$

Se toma el porcentaje de calificación del 95 % correspondiente a la actuación, de acuerdo a la eficiencia del operario normal, y con base en los criterios de calificación. Al tiempo normal se le agregó un factor, esto asegura que el operario normal pueda cumplir con el estándar de producción, cuando trabaja a ritmo normal. Para el cálculo del tiempo estándar se aplica lo siguiente.

$$T_{\text{estándar}} = T_{\text{normal}} + \text{factor de tolerancia}$$

Se muestran en la tabla IV el tiempo normal y estándar para el proceso de galvanización.

Tabla IV. **Tiempo normal y estándar en el proceso de galvanización**

Operación	Tiempo promedio (min.)	Tiempo Normal (min.)	Tiempo estándar (min.)
Decapado de tubería	1,25	1,18	1,43
Inspección del decapado	0,50	0,48	0,65
Lavado de la tubería	1,00	0,95	1,35
Tratamiento anticorrosivo	2,30	2,19	2,53
Traslado precalentamiento ^a	0,75	0,71	1,01

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Control de calidad del proceso

Control de calidad son todos los mecanismos, acciones, herramientas que se utilizan para detectar la presencia de errores. El enfoque del presente estudio es el control de calidad del proceso en el área de lavado, esto corresponde al decapado de la tubería. El proceso es fundamental para que el producto obtenga un recubrimiento correcto de zinc, también está el lavado del tubo después de ser decapado y el tratamiento del anticorrosivo.

En el control de calidad de este proceso existe una referencia estadística donde se verifica el porcentaje de concentración de la solución utilizada para el decapado, el lavado de la tubería y para el tratamiento anticorrosivo, donde se evalúa el tiempo de inmersión.

2.3. Identificación de puntos contaminantes

Todas las industrias manufactureras tienden a contaminar el medio ambiente, la contaminación se da de varias formas, unas afectan más que otras, en las cuales se puede mencionar las siguientes:

- Aguas residuales
- Basura
- Desechos sólidos
- Desechos de materiales que se utilizan para el proceso del producto, por ejemplo: trapos para limpiar piezas, aceites, diesel entre otros.

2.3.1. Operaciones que contaminan

En el proceso de producción existen operaciones que contaminan, algunas de ellas tienden a contaminar más que otras, esto existe cuando no se trata adecuadamente el recurso utilizado. Entre las operaciones que contaminan el ambiente en la planta de producción están las siguientes:

- Emanación de vapores por cambio de temperatura de la tubería
- Contaminación de aguas residuales
- Contaminación de lodos extraídos

2.3.2. Análisis del medio ambiente

El cuidado del medio ambiente es responsabilidad de todos, las industrias deben cuidar y hacer una conciencia ambiental a todos sus colaboradores; en los procesos de producción existe contaminación al medio ambiente, ya que para transformar la materia prima a un producto se llega a un punto de contaminación el cual puede ser leve o drástico.

2.3.2.1. Aspecto ambiental a contaminar

Todo lo que interactúa con la empresa es un aspecto ambiental que se puede contaminar, por lo que se debe fomentar el cuidado del medio ambiente. Existen cuatro puntos fundamentales en la fabricación de un producto, los cuales son:

- Aire
- Agua
- Tierra
- Ser humano

2.3.2.1.1. Aire

El aspecto ambiental aire, el cual se contamina con las emanaciones de gases, humos, y toda sustancia que pueda suspenderse en el aire, se interrelaciona con las enfermedades profesionales respiratorias que la persona puede contraer cuando ella labora en áreas donde exista contaminación, ponen en riesgo su salud física.

- Agentes contaminantes del aire

El aire se contamina fácilmente con cualquier sustancia volátil que exista, por lo cual se debe mantener un ambiente agradable para el desempeño de los colaboradores dentro de la planta de producción, en la empresa en estudio existen algunos agentes que contaminan el aire estos son:

- Polvo: se origina por la ceniza que se genera en la galvanización de la tubería.
- Vapores: se da en el proceso de producción.

- Vapores emanados

Los vapores que se generan en la planta de producción se dan cuando se lava el tubo y en la galvanización de este.

La pila donde se lava el tubo contiene soda cáustica diluida con agua potable, esta trabaja a una temperatura arriba de los 60 °C, con esta temperatura el agua tiende a evaporarse lentamente y con ella parte de la soda caustica, cuando la tubería ingresa a la pila para ser decapada o lavada se verifica sacándola de la sustancia, lo cual provoca que se genere una evaporación mayor por el cambio de temperatura que la tubería obtiene en esta operación.

Otra evaporación que la planta provoca es el calor que genera el zinc derretido, para hacer un recubrimiento correcto de la tubería de acero, el compuesto de metales debe tener una temperatura aproximadamente de 454 °C, por lo que a estas temperaturas el ambiente se vuelve caluroso e incómodo para la operación.

2.3.2.1.2. Agua

Es un líquido vital para la sobrevivencia del ser humano, es un recurso renovable, sin embargo, llega a contaminarse de tal manera que puede ser nociva, se debe considerar un trato adecuado para este recurso tan delicado y fácil de contaminar, creando conciencia en los colaboradores para el cuidado de este.

- Contaminantes del agua

El agua se contamina de forma inmediata con cualquier sustancia que se diluya en ella, también cuando se desecha agua contaminada y esta llega a una fuente contaminando el cuerpo de agua. Es importante fomentar la reutilización de las aguas que se emplean en un proceso de producción.

Los contaminantes que se pueden observar en la planta de producción son lodos, aceites y ácidos, estos se encuentran en el tanque donde se lava la tubería.

- Aguas residuales

Las aguas residuales de la planta las originan las soluciones que los tanques de lavado desechan, son cantidades considerables que se deben de tratar para mitigar la contaminación que puedan producir.

Las aguas contaminadas existen en los servicios sanitarios y tanques de desmenuje, este se ubica después del decapado de la tubería, el agua en este proceso tiene residuos de aceites, soda cáustica y lodos.

- Contaminación del manto freático

Esta contaminación es muy delicada porque se infecta la fuente de agua subterránea del área geográfica donde se encuentra ubicada la planta de producción, por lo tanto, las aguas que se desechan deben liberarse con los parámetros mínimos o nulos de contaminación, para mitigar cualquier efecto sobre el manto freático del entorno de la planta.

2.3.2.1.3. Tierra

La tierra se contamina con cualquier desecho que se tenga en una planta de producción, entre los desechos que pueden ser una amenaza de contaminación están: sustancias líquidas que contaminan tanto la tierra como el agua, sustancias sólidas como basura y lodos. El enfoque para este estudio serán los lodos que prácticamente es tierra contaminada con alguna sustancia.

- Lodos extraídos

La limpieza que la tubería tiene provoca que, en los tanques de lavado, queden residuos de grasas y polvo, estos residuos se convierten en lodos, los cuales pueden llegar hacer un foco de contaminación.

Dos procesos llegan a tener lodos en la planta de producción, estos contaminan la tierra cuando se desechan, uno de ellos es el desenchuague, en este tanque quedan residuos de grasas, el otro tanque que contiene lodo almacenado después de la producción es el tanque del decapado, en él quedan residuos de grasas, metal y polvo que la tubería contiene cuando se ingresa en el tanque.

- Desechos sólidos

Los desechos sólidos que la planta genera son los siguientes:

- Basura: la basura es un desecho sólido muy común, es importante colaborar para minimizar este foco de contaminación que tiene la basura sobre el medio ambiente.
- Aguas negras: las aguas negras se originan por los desechos sanitarios que la planta genera
- Residuos por tratamiento de lodos: los residuos que quedan después del tratamiento del tanque de decapado, es otro desecho que se considera, ya que al final del tratamiento este queda como tierra.

2.3.2.1.4. Ser humano

En el presente trabajo se consideraron cuatro aspectos contaminantes uno de ellos tiende a ser crítico, ya que se relaciona con la salud de las personas que colaboran en el proceso de producción, por lo cual se deben crear buenas condiciones laborales, para eficientar el trabajo del colaborador.

- Contaminación por ruido

Este es un aspecto importante a tratar porque es dañino para la persona que se encuentra expuesta a esta contaminación ya que puede causar enfermedades profesionales al colaborador.

La planta de producción tiene un proceso en el cual se utiliza aire a presión por medio de un dispositivo en forma de trompeta, consiste en soplar dentro de la tubería para quitar el exceso de zinc que esta lleva, por los diámetros de cada tubo que la empresa maneja este aire provoca un ruido ensordecedor, cada vez que el tubo se limpia.

También se produce ruido por la manipulación que el producto sufre para pasar a cada proceso en las diferentes áreas, la tubería que se procesa es de acero, por lo que el roce de un tubo con otro genera un ruido que contamina el ambiente.

- Seguridad en el trabajo

Para una planta de producción que trabaja con acero se debe considerar la seguridad en el trabajo, principalmente en la manipulación del producto.

Se tienen tanques de soluciones con químicos dañinos, estos carecen de señalización. La carencia de tener un área destinada para el almacenaje de químicos, también provoca cierta desatención en lo que respecta a materia de seguridad.

Para la manipulación del producto se utilizan puentes grúas, se emplean ligas, las cuales carecen de cierto mantenimiento o inspección del estado en que se encuentran, estas se cambian cuando se rompen.

- Equipo de protección personal

Hay que tomar en cuenta el uso del equipo de protección personal en una planta de producción, por las actividades que en ella realizan, ya que la persona se encuentra expuesta a un riesgo, por lo que mitigarlo es de suma importancia.

El siguiente equipo de protección personal es el que actualmente se utiliza:

- Mascarilla
 - Botas de hule
 - Tapones auditivos
 - Guantes de cuero
 - Guantes de nitrilo
- La mascarilla: se utiliza por la contaminación en el ambiente que genera la soda cáustica, para evitar malestar en la persona que labora en el área.

- Las botas de hule: se emplean en el área de lavado de la tubería y en las bodegas, debido a que en ellas se tiene contacto con agua y grasas que se utilizan para la protección de la tubería y limpieza.
- Tapones auditivos: se utilizan en toda la planta de producción, ya que genera ruido en una escala elevada que se analiza en el punto 3,8, por consiguiente, todos los que estén dentro de la planta deben usar tapones auditivos.
- Guantes de cuero y de nitrilo: se utilizan para la manipulación de la tubería, ya sea que esta se encuentre galvanizada o en proceso, principalmente la tubería de acero que tiene bordes cortantes en los extremos, por consiguiente es indispensable su uso; los guantes de nitrilo se emplean con el mismo fin, solo que estos se utilizan en áreas donde el trabajo es húmedo.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Diagrama de procesos

Dentro de los diferentes diagramas de proceso que existen y pueden aplicarse para este estudio se analizarán el de flujo de operaciones, de operaciones y el de recorrido.

3.1.1. Diagrama flujo de operaciones

Se toma como base los tiempos de la tabla III analizando la situación actual, principalmente se verificó traslados de bodegas y procesos que generan contaminación al medio ambiente, incluyendo los procesos donde se sumerge la tubería en las soluciones, esto para optimizar los tiempos de producción y eliminar tiempos muertos.

En el proceso de traslados de bodegas, antes de realizar la limpieza de la tubería, existe una pérdida de tiempo y espacio, por norma interna toda la tubería que se galvanizará debe colocarse en la bodega que está al inicio del proceso de producción, con ello se evitarán traslados innecesarios, también se aprovecharán espacios, utilizándolos para otros fines.

La combinación de procesos ayudará a eliminar tiempos muertos, se tenía una inspección después del proceso del lavado de la tubería, al combinar estas actividades, facilitará el trabajo del colaborador y ayudará en el proceso de producción, por lo tanto se combinaron en el tanque de decapado y en la mesa de enfriado.

En la figura 5 se presenta un diagrama de flujo de operaciones propuesto, en él se incluyen actividades combinadas y se toma como referencia la tabla III de la situación actual.

3.1.2. Diagrama de operaciones

En el diagrama de operación se demuestra la reducción de tiempos comparado con la situación actual del punto 2.1.1.2.; se tiene una reducción en tiempo de 2,5 minutos que correspondía a inspecciones; el diagrama se muestra en la figura 6.

3.1.3. Diagrama de recorrido

En la figura 7 se presenta el diagrama de recorrido propuesto, elaborado con el mismo proceso del punto 3.1.1., la secuencia de actividades, con sus respectivos tiempos y distancias se describen en la tabla V.

3.2. Control de la producción

En el estudio se propone ayudar a reducir las demoras, por lo que se dan parámetros establecidos para agilizar el proceso de producción.

Tabla V. **Secuencia de actividades para la fabricación de tubería ASTM de 2”**

Actividad	Tiempo (min.)	Distancia (m)
Almacenamiento de tubería	-	-
Decapado de tubería e inspección	1,25	-
Lavado de la tubería	1,00	-
Tratamiento anticorrosivo	2,30	-
Traslado a precalentamiento	0,75	8,50
Precalentamiento	1,30	-
Galvanización de la tubería	8,50	-
Traslado al área de enfriado	0,50	6,50
Enfriado de la tubería e inspección de calidad	8,00	-
Empacada	1,75	-
Traslado a bodega de producto terminado	1,65	12,75
Bodega de producto terminado	-	-

Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Parámetros establecidos

Existen tres actividades donde se establecen parámetros para el lavado de la tubería, estas son:

- Decapado
- Enjuague
- Anticorrosivo

Cada una de estas lleva un tiempo en el cual se realizan, varían según el producto en proceso, por lo cual se establecen parámetros para familias de productos, dando así holguras en ellas según el proceso a realizarse. En la tabla VI se presentan las holguras que se le pueden dar a cada familia de producto que se procesa.

Tabla VI. **Holguras del tiempo en proceso**

FAMILIA				TIEMPO (segundos)					
				DECAPADO		LAVADO		ANTICORROSIVO	
				Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
ASTM	1/2"	-	1 1/2"	80	95	60	70	125	140
	2"	-	6"	110	125	60	70	125	140
CERCA	-	-	-	60	75	60	70	50	65
CONDUIT	-	-	-	65	80	60	70	50	65
HG	-	-	-	75	90	60	70	65	80

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Estudio de tiempos

Al efectuarse el estudio de tiempos se pretende aumentar la productividad y la confiabilidad del producto, permitiendo que la productividad se logre con los recursos existentes.

Según el estudio de tiempos que se realizó en la sección 2.2.1. en el análisis de la situación actual, para el proceso de galvanización de la tubería de acero ASTM de dos pulgadas, se propone lo siguiente:

- Verificación del tiempo de decapado: cronometrar al momento de introducir el tubo a la solución, dándole el tiempo adecuado de tratamiento dentro de la solución.
- La inspección de la tubería debe realizarse cuando esta se mueve dentro de la solución, evitando retirarla completamente de ella.
- Verificar los tiempos de lavado, tratamiento anticorrosivo y el traslado al precalentamiento, estos deben ser los que se tienen estipulados cumpliendo con los rangos dados.

3.2.3. Control de calidad

Se realiza por medio de las acciones que llevan a mantener la calidad del producto, por lo que el decapado es un proceso importante para garantizar la calidad del galvanizado.

Para llevar un control de la solución, que contiene soda cáustica, se propone una revisión periódica de tres veces en el turno que se labore, esta revisión se realiza también, cada vez que se cambie de producto, esto ayudará a que se mantenga con un porcentaje óptimo en todo el proceso, en la figura 8 se ilustra un formato para este control.

Tabla VII. **Programa de revisión de soda cáustica**

Hora	10:00	14:00	18:00	22:00	02:00	06:00
Turno			Inspección			Inspección
Revisión	Inspección	Inspección		Inspección	Inspección	

Fuente: elaboración propia.

El lavado del tubo se realiza con agua potable, esta recibe residuos de la solución que se utiliza para decapar la tubería, por lo que se debe analizar el agua periódicamente, la revisión se dará tres veces en el turno laborado y se verificará la acidez de la misma, controlando que su PH no supere los siete puntos; en la figura 8 se ilustra el formato para esta revisión.

El anticorrosivo es una sustancia compuesta con químicos, los cuales forman una solución que se adhiere al tubo, se hará un control periódico de esta sustancia, en la figura 9 se ilustra un formato para llevar el control de esta solución y se propone una revisión de tres veces en el turno laborado.

Figura 8. Formato de control de calidad del decapado y lavado

TUBEX S.A.
 RE-CC-103

CONTROL DE CALIDAD DECAPADO

Fecha	PH	Concentración	Recargas		Carga (lbs.)	Firma
			SI	NO		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

CONTROL DE CALIDAD LAVADO

Fecha	PH	APTA		Firma
		SI	NO	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones: _____

Fuente: elaboración propia.

3.3. Estudio de partículas sueltas en el ambiente

El estudio de partículas sueltas en el ambiente se realizará para conocer la contaminación que existe en el ambiente de trabajo, se realiza a través de una máquina que aspira aire, esta pasa cierto volumen de aire por minuto en un filtro que atrapa las partículas y con ellos se establece la cantidad de partículas que existen en el ambiente.

Figura 9. Formato de control de calidad del anticorrosivo

TUBEX S.A.
RE-CC-104

CONTROL DE CALIDAD ANTICORROSIVO

Fecha	PH	Concentración	Recargas		Carga (lbs.)	Firma
			SI	NO		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Observaciones: _____

Fuente: elaboración propia.

Se hace la observación para que la empresa Mediciones Ambientales pueda realizar tal estudio, el cual tendrá un costo aproximado de Q8 000,00, esta empresa realiza estudios de medio ambiente y dará su veredicto y recomendaciones según los resultados obtenidos.

3.4. Extracción de vapores dañinos en el ambiente de trabajo

La extracción de vapores dañinos se puede hacer de diferentes maneras, por lo que se propone extraer aire por medio de campanas eólicas que tiene un funcionamiento amigable con el medio ambiente.

La nave de la empresa tiene una parte abierta en el techo, esta abertura le sirve de reabastecimiento de aire. Para optimizar la entrada de aire se colocarán campanas eólicas, creando así un mejor reabastecimiento de aire y fluidez dentro de la planta.

3.4.1. Tratamiento de vapores dañinos

El tratamiento de vapores dañinos se hará según el diagnóstico que brinde la empresa que realizará el estudio de partículas sueltas en el ambiente, en él se estimará qué tipo de tratamiento se le puede brindar a los vapores que existan.

3.5. Tratamiento de aguas residuales

La planta utiliza agua con soluciones para el lavado de la tubería, los tanques que la contienen se limpian periódicamente y estas son desechadas, por lo que deben ser tratadas antes de ser liberadas al ambiente, con ello se mitigará el efecto de contaminación que ellas pueden provocar.

3.5.1. Procedimiento para el lavado de tanques

Se establecen procedimientos para el lavado de los tanques, en ellos existen sustancias que son nocivas para la salud y el medio ambiente, principalmente puede llegar a ser una contaminación para el manto freático.

Se describe el procedimiento de lavado de los tanques de soda cáustica, ácido clorhídrico y desenguaje, estos se evalúan todos los días.

3.5.1.1. Tanque de soda cáustica

En el tanque de la soda cáustica se realiza el decapado de la tubería, en la figura 10 se describe el procedimiento propuesto para saber en qué momento se debe lavar el tanque.

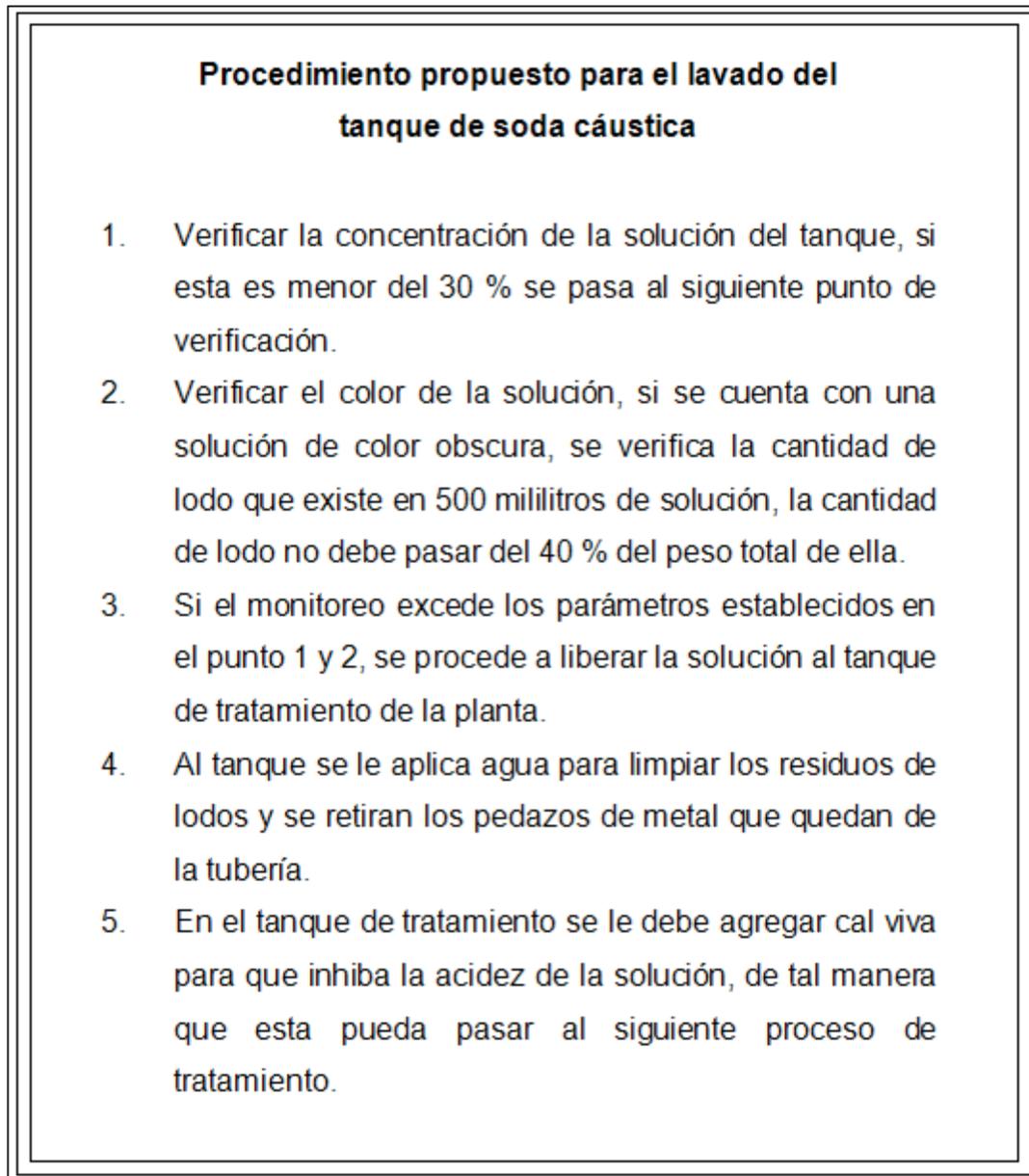
3.5.1.2. Tanque de ácido clorhídrico

En este tanque la tubería ingresa limpia, entonces el mantenimiento de limpieza es más pasivo, este mantenimiento ya es programado por el área de Producción en algún tiempo muerto que exista. En la figura 11 se describe el procedimiento de lavado.

3.5.1.3. Tanques de desenguaje

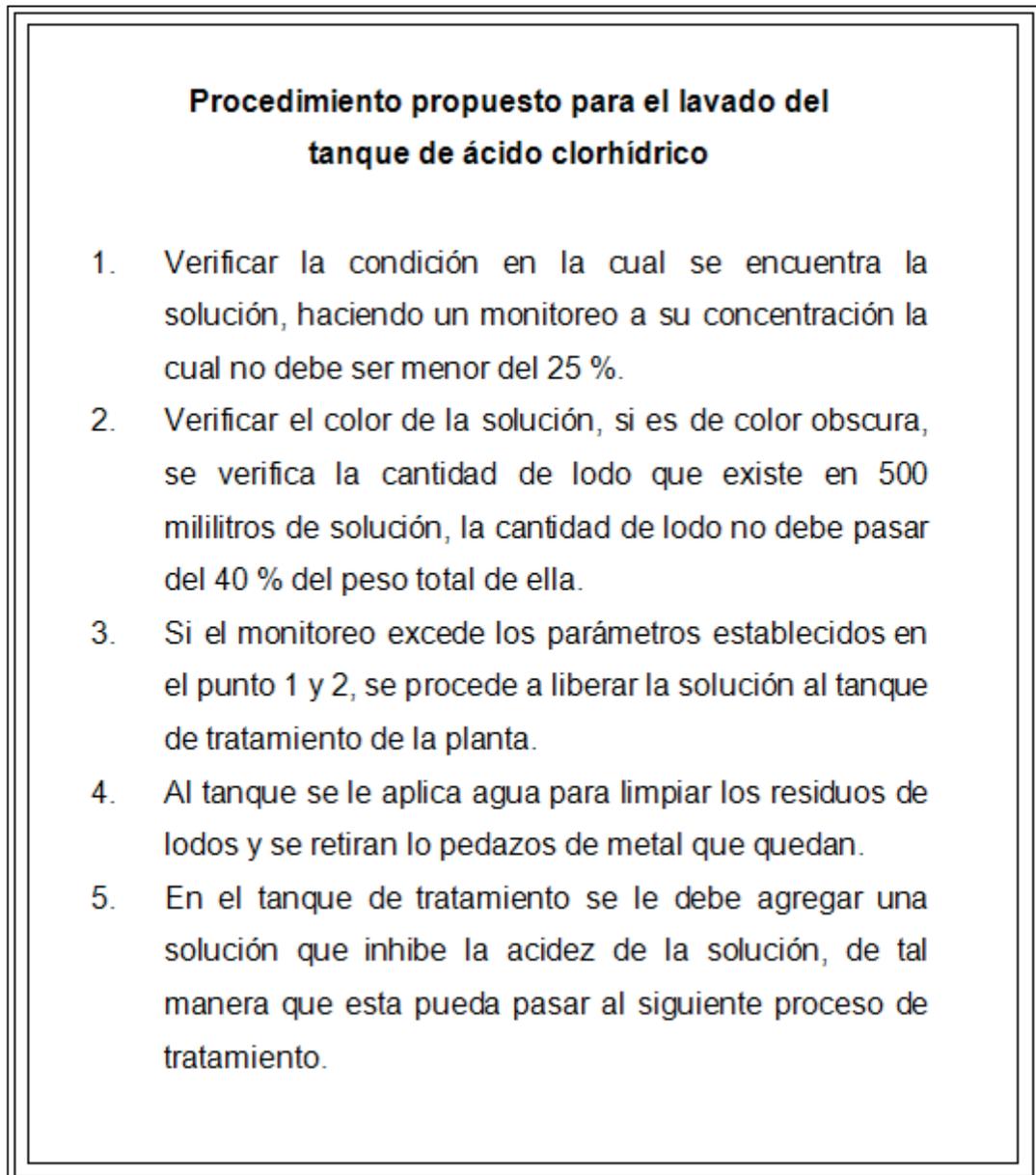
El tanque del desenguaje se utiliza para lavar la tubería luego de ser decapada, en la figura 12 se describe el procedimiento para saber en qué momento se debe lavar el tanque.

Figura 10. **Procedimiento para el lavado del tanque de soda cáustica**



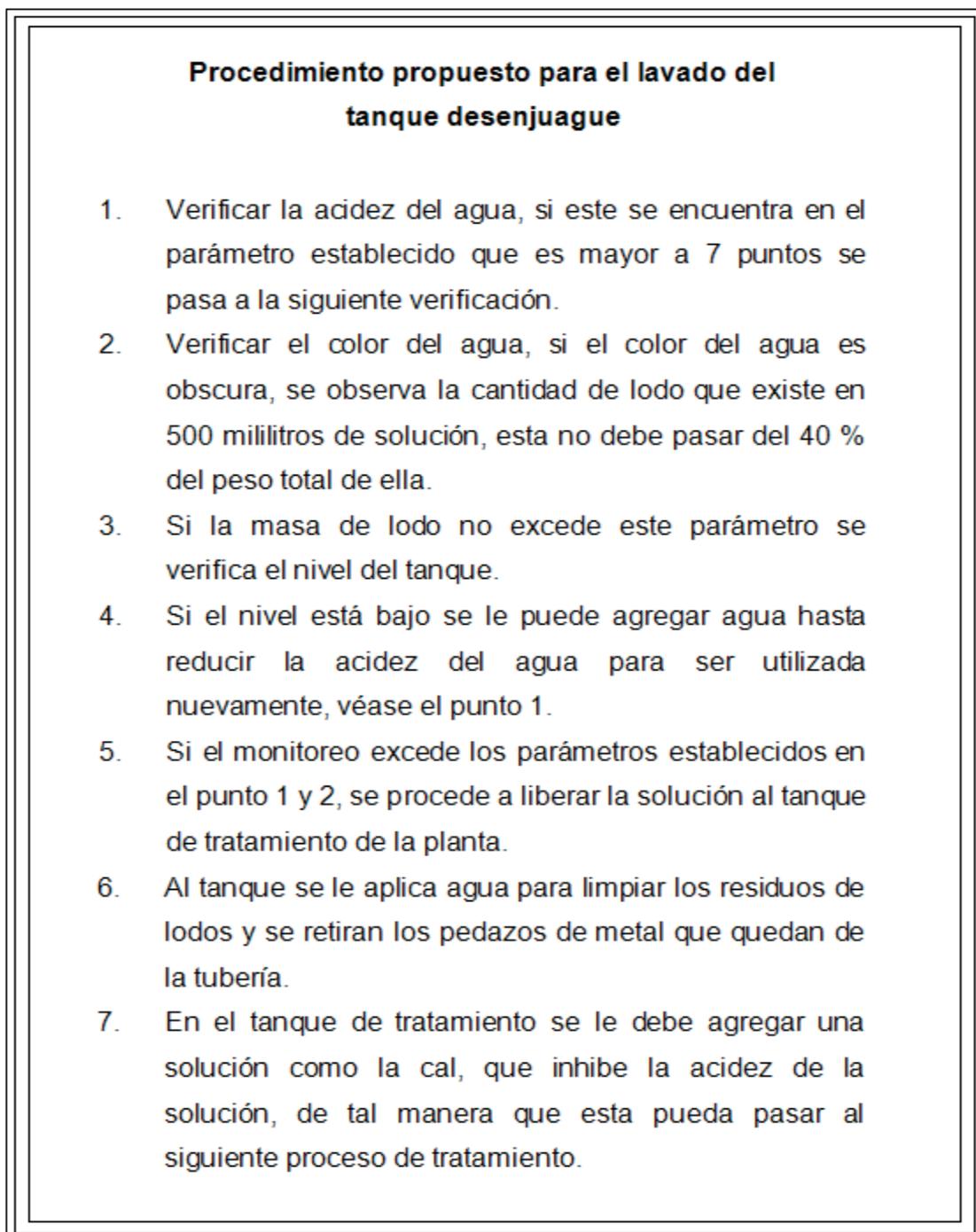
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Procedimiento para el lavado del tanque de ácido clorhídrico**



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Procedimiento para el lavado del tanque desenjague**



Fuente: elaboración propia.

3.6. Control de desechos sólidos

Los desechos sólidos se mezclan con la tierra, mitigar esta contaminación es de suma importancia, se toman como desechos sólidos; los lodos que se extraen de las soluciones del lavado de la tubería se controlan por medio de mediciones que se realizan a las soluciones, verificando su acidez.

Los lodos se obtienen cuando se descargan los tanques de lavado, atrapados allí por la limpieza que se le realiza a la tubería y la cal viva que se mezcla con la solución para ser tratada.

3.6.1. Procedimiento para tratamiento de lodos

Los residuos sólidos que quedan en los tanques de lavado también se tratan, en la figura 13 se describe el procedimiento para el tratamiento de lodos.

Una vez tratada la solución, el desecho sólido ya no es un contaminante, por lo que es seguro depositarlo en los vertederos de basura, el recolector de basura debe estar autorizado por la Municipalidad del lugar.

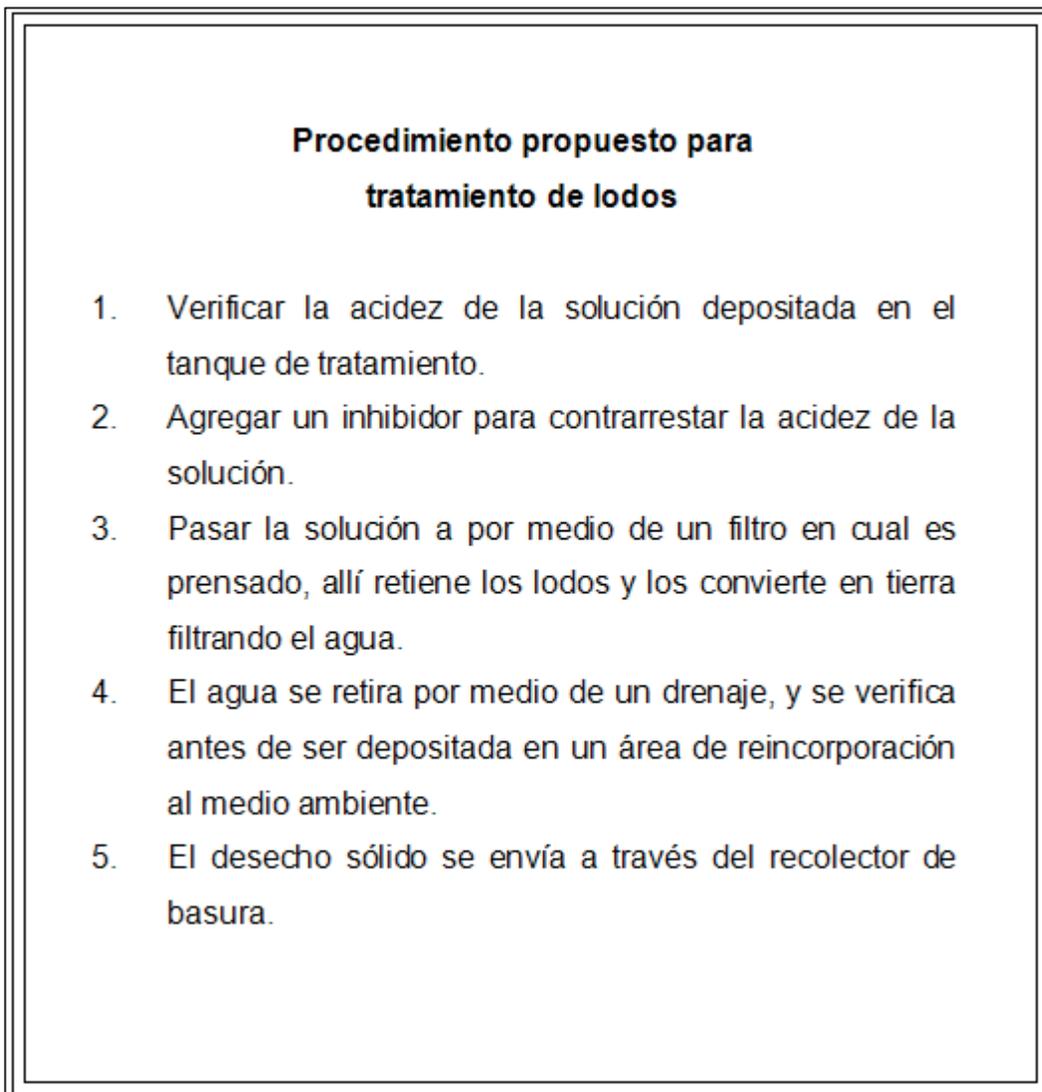
3.7. Diseño e implementación de una mejor iluminación

“La buena iluminación es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los trabajadores, sin ella sufrirá la vista de los colaboradores, aumentarán los accidentes, el desperdicio del material y disminuirá la producción”⁴.

⁴ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 25.

Se propone una mejor iluminación en el sector de la planta que se cree existe un déficit en ella, por lo que se realizó el estudio descrito en el punto 3.7.1., allí se concluye cómo ordenar mejor el alumbrado dentro de la planta.

Figura 13. **Procedimiento para tratamiento de lodos**



Fuente: elaboración propia.

3.7.1. Aplicación del método por cavidades zonales

La planta de producción tiene la siguiente descripción, en sus instalaciones el color de sus paredes es celeste, el techo es de color gris claro y el piso es de color oscuro, la planta tiene forma de rectángulo, sus dimensiones son: para el largo 148 metros, el ancho es de 20 metros y una altura de 8 metros.

Procedimiento del método por cavidades zonales

Tipo de trabajo a realizar: de gran contraste o tamaño, lecturas de fotocopias y originales, según la Asociación de Ingenieros Eléctricos se deben usar 300 luxes.

La fuente luminosa a usar es de mercurio, la cual tiene un flujo luminoso de 35 000 y voltaje de 400 Watts.

Coefficiente de reflectancia

$$R_{\text{cielo}} = 0,50$$

$$R_{\text{ambiente}} = 0,70$$

$$R_{\text{piso}} = 0,10$$

Este tipo de trabajo provoca polvo, humedad y calor, por lo que existe un deterioro, el coeficiente de mantenimiento es de 75 %.

Relaciones de concavidad del ambiente (RCA), piso (RCP) y cielo (RCC).

$$RCA, P, C = \frac{5 * h_{ca} * (L + A)}{(L * A)}$$

Donde

H = altura

L = planta

A = ancho de la planta

$$RCA = \frac{5 * 6 * (148 + 20)}{148 * 20}$$

$$RCA = 1,70$$

$$RCP = \frac{5 * 1,25 * (148 + 20)}{148 * 20}$$

$$RCP = 0,35$$

$$RCC = \frac{5 * 2 * (148 + 20)}{148 * 20}$$

$$RCC = 0,56$$

El factor de reflectancia de concavidad del piso es de 1,03

El coeficiente de utilización es de 0,86

Cálculo del número de lámparas

$$NL = \frac{\text{área} * \text{luxes (promedio)}}{\text{Coeficiente utilización} * \text{lúmenes lámpara} * \text{factor de mantenimiento}}$$

$$NL = \frac{148 * 20 * 300}{0,86 * 35\ 000 * 0,75}$$

$$NL = 39,33; \quad NL = 39 \text{ lámparas}$$

Área cubierta por luminaria

$$AL = \frac{\text{área total}}{\text{Número de luminarias}}$$

$$AL = \frac{148 * 20}{39}$$

$$AL = 75,89 \text{ metros cuadrados}$$

Espacio entre lámparas

E = raíz cuadrada del área cubierta

E = raíz cuadrada de (75,89)

E = 8,71 metros

Número de lámparas a lo largo

$$NL = L / E$$

$$NL = \frac{148}{8,71}$$

$$NL = 17$$

Número de lámparas a lo ancho

$$NL = A / E$$

$$NL = \frac{20}{8,71}$$

$$NL = 2,29$$

Por lo que se llega a concluir que el número de lámparas a instalar en esta planta es de: 2 a lo ancho y 18 a lo largo; se reubicarán las existentes y se comprarán 3. El trabajo lo realizará el Departamento de Mantenimiento.

3.8. Medición, evaluación y control del ruido

La eliminación o reducción del exceso de ruido en el lugar de trabajo no es meramente una responsabilidad de la empresa, sino que responde igualmente a los intereses comerciales de una organización, cuanto más seguro y saludable sea el entorno de trabajo, menos probabilidades existirán de ausentismo, accidentes y bajo rendimiento.

El ruido no tiene una definición, por lo que se puede decir que es un sonido desagradable para el oído. “El sonido desde el punto de vista de la física son ondas mecánicas que se propagan a través de un medio elástico, o sea de algo material, bien sea de naturaleza sólida, líquida o gaseosa, y lo hacen a partir de un lugar, que es la fuente sonora”⁵.

Se realizó la medición de la cantidad de ruido que existe en la planta de producción, con un sonómetro proporcionado por la empresa en estudio, dando como resultados los datos que se describen en la tabla VIII, se tomó como referencia el punto donde el ruido, es mayor, que es donde se sopla el tubo por dentro.

Con los datos descritos se puede notar que existen puntos que sobrepasan el límite recomendado para trabajar, este debe ser de 90 decibeles, por lo que se recomienda tapones auditivos que se describirán en el punto 3.10.1., los cuales serán apropiados para proteger al trabajador.

3.8.1. Mapa de ruido

El ruido son ondas que se propagan y disminuyen según la distancia que se tenga del lugar de origen, por lo cual se puede realizar un mapa de ruido, este es la representación cartográfica de los niveles de ruido existentes, en cierto punto de la planta de producción se mide por medio de un sonómetro.

Esto ayudará a identificar el área más afectada, la cual se reflejará en el mapa de ruido. En la figura 14 se muestra el mapa de ruido de la planta de producción.

⁵ VAQUERO PUERTA, José Luis; CEÑA CALLEJO, Rafael. *Prevención de riesgos laborales: seguridad, higiene y ergonomía*. p. 161.

Tabla VIII. **Medición de decibeles en la planta de producción**

Punto de medición	Decibeles (dB)	Distancia del punto de referencia (m).
Área de soplado	115	0
Empaque	100	10
Paila	110	8
Controles	98	12
Área térmica	97	12
Anticorrosivo	96	12
Des enjuague	92	15
Decapado	90	25
Bodega materia prima	89	65
Bodega 2	91	45
Puerta de ingreso	89	55
Puerta de carga	80	85

Fuente: elaboración propia.

3.8.2. Estudio de sonometría

Se propone un estudio de sonometría, el cual no es más que un examen médico, este se le realizará al personal de producción y lo hará una institución médica que se dedica al estudio del oído, por ejemplo el Comité de Ciegos y Sordos de Guatemala.

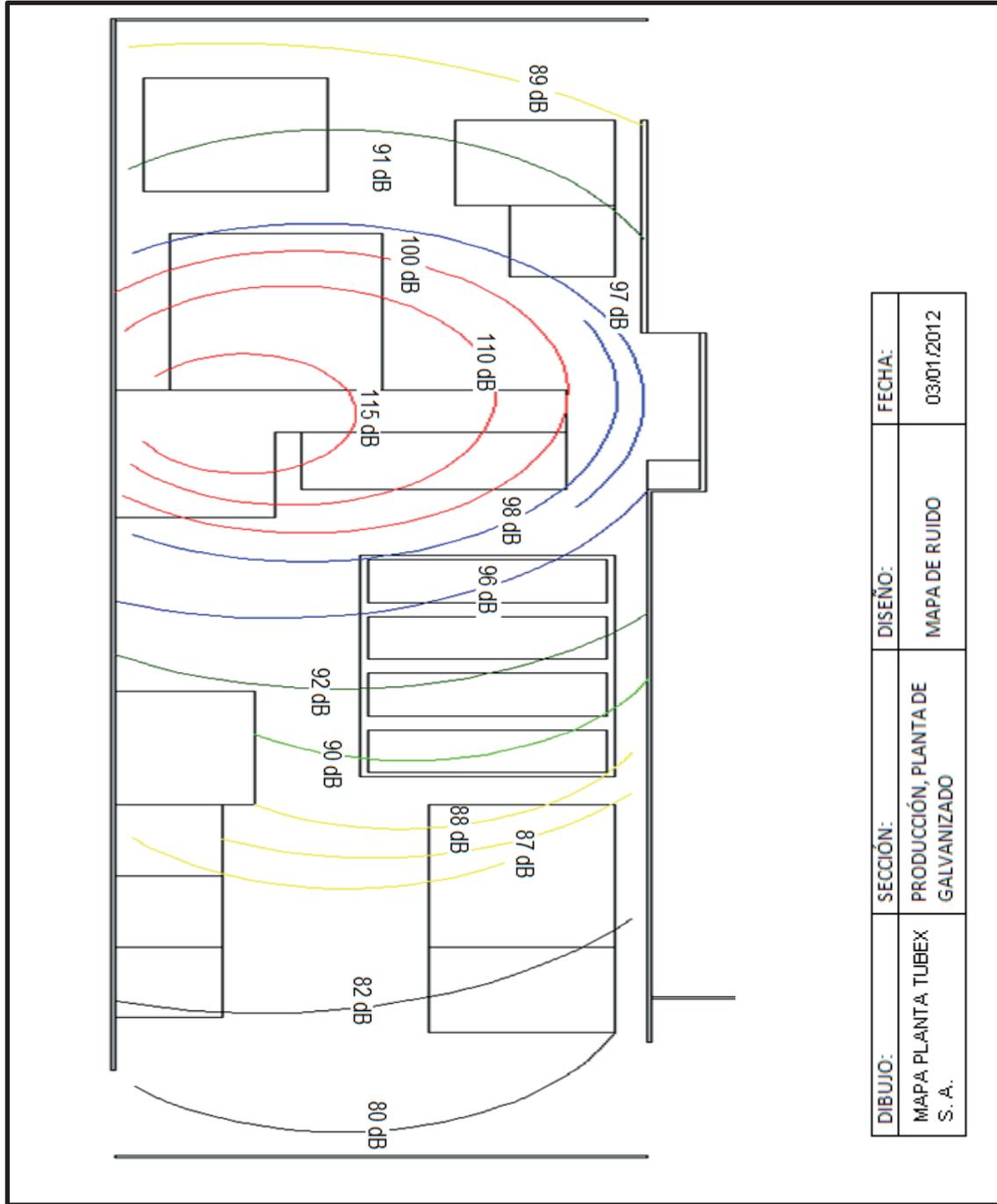
El examen consta de una inspección de los oídos del paciente, esta se hace en una clínica con paredes especiales libre de ruidos, se le coloca al paciente un dispositivo para que él escuche frecuencias de sonidos, así determinan el daño que pudieran presentar los oídos del paciente, o la capacidad que el paciente tiene de escuchar.

El examen tiene un costo de Q30,00 por persona, esta es la cuota que tiene el Comité de Ciegos y Sordos de Guatemala en las consultas al público, la empresa absorberá este costo.

3.9. Señalización adecuada al área de trabajo

La funcionalidad de las señales y los colores de seguridad es atraer la atención sobre situaciones, lugares u objetos que puedan provocar accidente y riesgos para la salud del trabajador, así también indican la ubicación de equipos o dispositivos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad en el trabajo.

Figura 14. Mapa de ruido



Fuente: elaboración propia.

Entonces, la señalización y los colores de seguridad se normalizan para evitar, en la medida de lo posible, el uso de palabras en la señalización de seguridad, es necesario contar con un lenguaje establecido para evitar riesgos potenciales, tanto a los trabajadores como a las personas que visitan la planta de producción.

3.9.1. Código de colores

La aplicación de los colores de seguridad se hacen directamente sobre los objetos o las señales se colocan en ellos; estos pueden ser elementos de máquinas, partes de edificios, equipos o dispositivos. Los colores que se pueden aplicar son los siguientes:

- Rojo
- Amarillo
- Verde
- Azul
- Rojo

Resalta sobre todos, denota peligro o prohibición e identifica además peligros contra incendios, se usa para identificar dispositivos de parada de emergencias o relacionados con la seguridad cuyo uso en circunstancias normales está prohibido.

Este color se puede usar en:

- Botones de alarmas.
- Botones, pulsadores o palancas de parada de emergencia.

- Señalizar la ubicación, por ejemplo: extintores de fuego, baldes o recipientes para arena, hidrantes o soportes de mangueras.
- **Amarillo**

Es un color que resalta acompañado con otros, se usa combinado con bandas de color negro, del mismo ancho, con una inclinación de 45 grados, con respecto a la horizontal, o también en cuadros con el mismo color, para indicar precaución o riesgos sobre:

- Partes de máquinas que puedan golpear, cortar electrocutar o dañar de cualquier manera, además se usa para enfatizar dichos riesgos en caso de quitarse las protecciones o tapas y también indicar los límites de carrera de partes móviles.
- Interiores, bordes de puertas, tapas que deben permanecer habitualmente cerradas o libres de obstáculos, en las cuales se puede mencionar fusibles de conexiones eléctricas, barandas, pasamanos, objetos salientes transportes móviles, tapas de piso o de inspecciones y marcaciones.

Desniveles que pueden provocar caídas como primer y último tramo de escalera, bordes de plataformas, fosas, entre otros.

- **Verde**

Es un color que denota seguridad, se usa como elemento de seguridad general, también indica la ubicación de primeros auxilios, como demarcación de

pisos, pavimentos de áreas de producción y almacenamientos. Este color se puede usar en:

- Puertas de acceso a salas de primeros auxilios
 - Puertas o salidas de emergencias
 - Botiquines
 - Camillas
 - Duchas de seguridad y lava ojos
-
- Azul

Se usa como color básico para designar advertencia y llamar la atención contra el arranque, uso y movimiento de equipo en reparación o en el cual se está trabajando. Se puede usar en:

- Marcaciones de pasillos para caminar
- Tapas de tableros eléctricos
- Cajas de comandos de aparejos y máquinas

3.9.2. Mapa de rutas de evacuación

Sirven para mitigar cualquier riesgo, donde la persona queda expuesta, estas son muy útiles en emergencias generales dentro de la planta de producción, para movilizar al personal ordenadamente hacia un punto seguro.

Todo el personal debe conocer las rutas de evacuaciones, también marcarse dentro de la planta, y estas marcaciones deben ser visibles para cualquier persona que se encuentre dentro de ella, porque en una emergencia

no debe haber problema de seguir la ruta de evacuación. Dentro de las emergencias que se pueden utilizar son:

- En caso de incendio
- Terremotos
- Simulacros de brigadas
- Emergencias por algún desperfecto de máquinas
- Desprendimiento de cables eléctricos dentro de la planta
- Fuga química o de gas

Es indispensable que se tenga un mapa de estas rutas de evacuaciones, colocar en las entradas de la planta de producción, en las áreas de descanso, y dar la información en las inducciones del personal. En la figura 15 se muestra el mapa de rutas de evacuaciones de la planta de producción.

3.9.3. Punto de reuniones

Es un lugar de resguardo para el personal, en una emergencia general este debe estar fuera de la planta y libre de cualquier peligro hacia la persona.

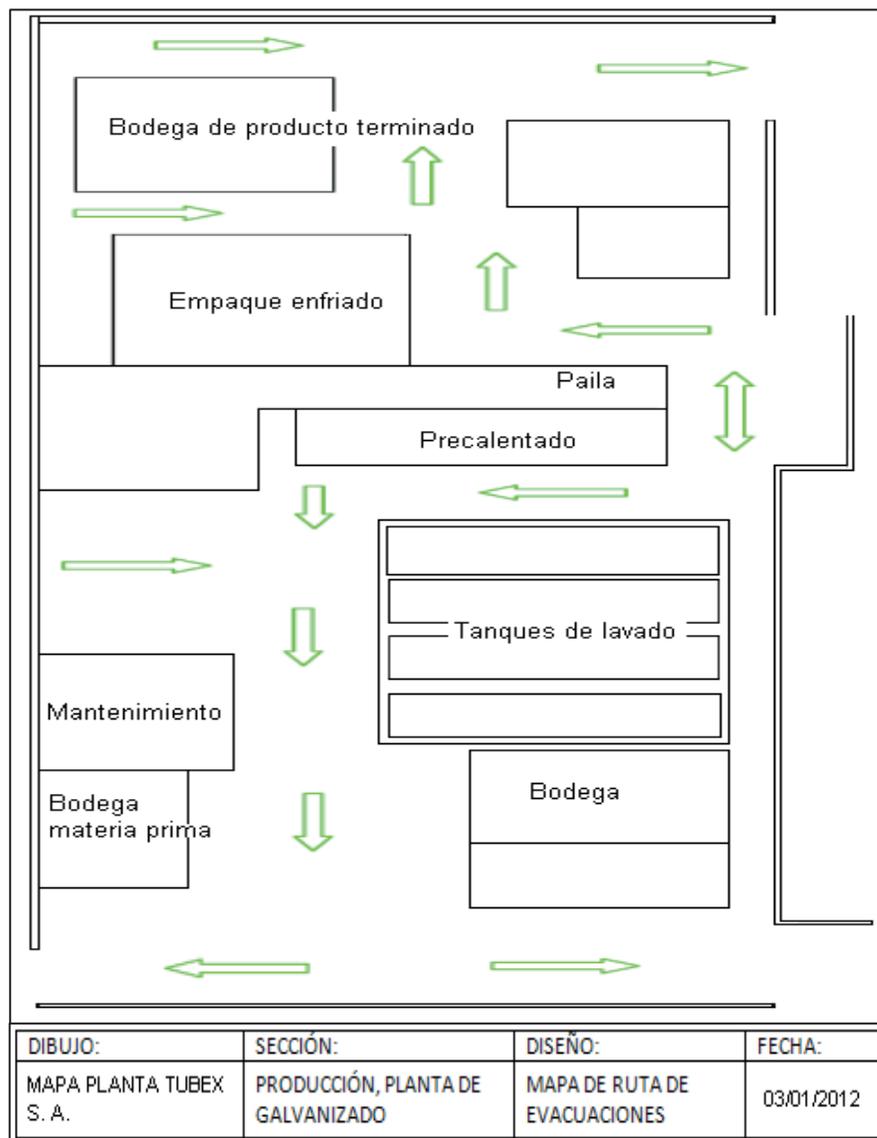
El complemento de las rutas de evacuaciones son los puntos de reuniones, por consiguiente todas las rutas de evacuaciones deben llegar a un punto de reuniones. En la figura 16 se muestra los puntos de reuniones de la planta de producción.

3.10. Equipo de protección personal

Son dispositivos individuales que le brindan protección al trabajador frente a eventuales riesgos que puedan afectar la integridad de la persona en el lugar

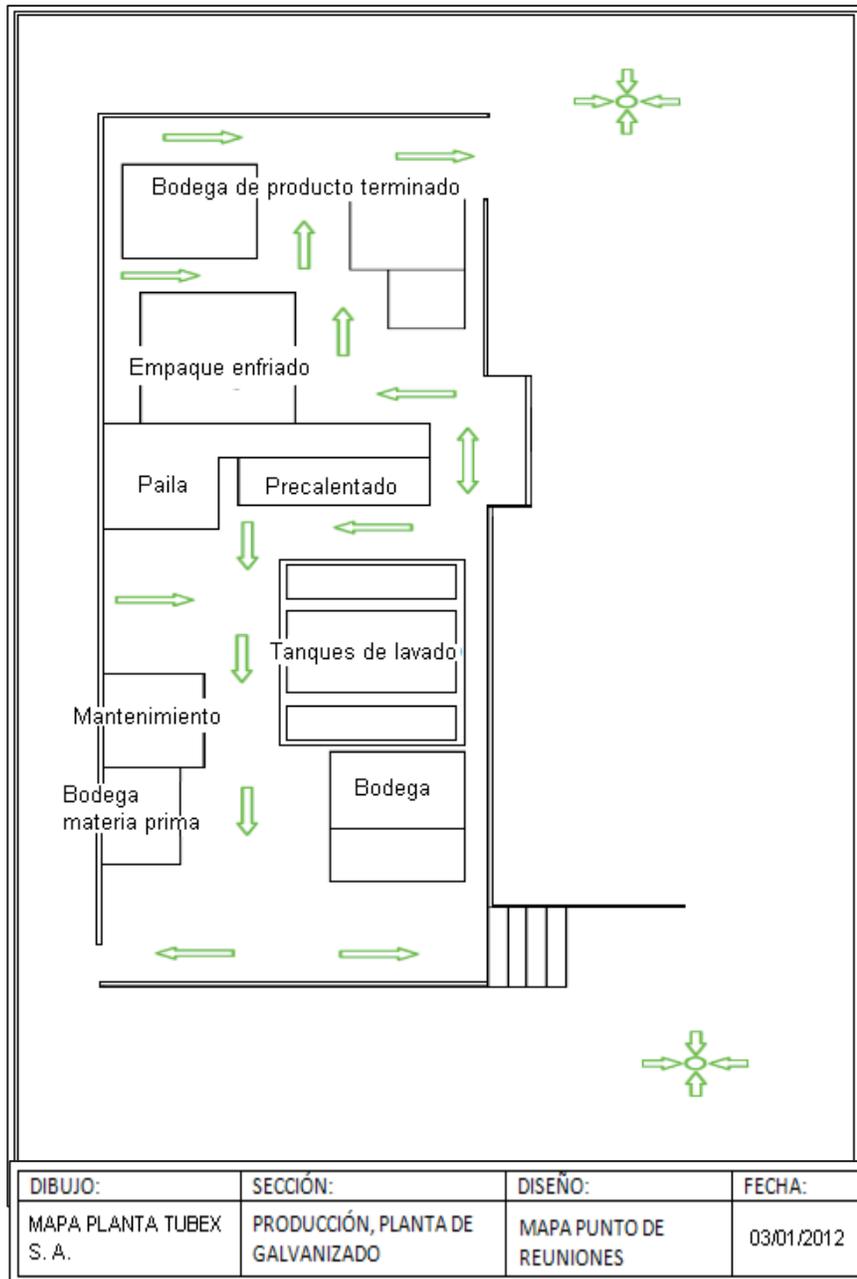
de trabajo, es importante destacar que cualquiera que sea el equipo de protección a utilizar frente a algún determinado riesgo, estos deben ser seleccionados por profesionales especializados en la materia.

Figura 15. **Mapa ruta de evacuaciones**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2008.

Figura 16. Punto de reuniones



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2008.

Es importante indicar que antes de decidir el uso de elementos de protección personal, deberían agotarse las posibilidades de controlar el problema en su origen, esta es la forma más efectiva de solucionar el problema.

Existe una clasificación de los equipos de protección personal, en ella se separan diferentes partes del cuerpo, ayuda a visualizar los problemas individualmente, y así asignarles el equipo adecuado según la necesidad que se tenga, se le dará equipo de protección a 6 personas.

3.10.1. Clasificación de los equipos de protección personal

Los equipos de protección personal se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Protectores de cráneo
- Protección auditiva
- Protección de ojos y de la cara
- Protección de vías respiratorias
- Protección de manos
- Protección de pies
- Protectores de abdomen
- Ropa protectora
- Protectores de cráneo

Sirve para proteger la cabeza contra cualquier golpe, la protección es importante, ya que allí se encuentra el cerebro y sus componentes, por el tipo de trabajo que se realiza deben utilizar el casco Z201. En la figura 17 se muestra un casco protector.

Figura 17. **Casco protector para la cabeza**



Fuente: www.google.com.gt/search?q=proteccion+para+la+cabeza&lz==1C2CAF_enGT652GT652&biw&tbo=u&source=univ&sa. Consulta: marzo de 2011.

- **Protección auditiva**

Los niveles de ruido permitidos están entre 80 y 90 decibels, en plantas de producción donde este parámetro se sobrepasa, existe la necesidad de mitigar el ruido con algún dispositivo, esto para que el trabajador perciba el sonido en los parámetros indicados.

Para este trabajo de graduación es recomendable el uso de tapones de espuma, ya que tiene un rango de reducción de ruido de 25 a 34 decibels, según especificaciones del producto, otro dispositivo que se recomienda son las orejeras 85M de marca 3M.

Figura 18. **Protección auditiva**



Fuente: TUBEX S. A.

Protección de ojos y de la cara

Es importante la protección de los ojos y de la cara de lesiones debido a entes físicos o químicos, por tal razón se propone el uso del lente protector EJB0S, considerando que existen actividades que se pone en riesgo los ojos y no así la cara, y en otros procesos es necesario proteger la totalidad de la cara, la careta que se debe usar es la CJB5, se usarán 5 pares de lentes y una careta, para la protección existen dos tipos lo cuales son:

- Lentes o gafas
- Caretas

Figura 19. **Protección de ojos y cara**



Fuente: www.google.com.gt/search?q=proteccion+auditiva&lz=1C2CAFB_enGT652GT652&biw=proteccion+de+ojos+y+cara&imgrc. Consulta: marzo de 2011.

- **Protección de vías respiratorias**

El equipo de protección de las vías respiratorias ayuda a proteger al colaborador de cualquier agente contaminante que exista, se propone el uso de la mascarilla 8210V y la media cara 8240V con filtros de carbono, se usan 5 mascarillas y una con filtros de carbono. En la figura 20 se muestra la protección para las vías respiratorias.

- **Protección de manos**

Para la protección de las manos se usan guantes, estos deben tener la cualidad de ser ideales para el trabajo que se esté realizando, en lugares

húmedos se sugiere el uso de guantes de nitrilo, ayudará a que el agua o cualquier otra sustancia líquida no tengan, contacto con las manos.

Figura 20. **Protección de vías respiratorias**



Fuente: www.google.com.gt/search?q=proteccion+auditiva&rlz=1C2CAFB_enGT652GT6552&bw=proteccion+respiratoria&imgsrc=5ZZYVluPxH4jMM%3A. Consulta: marzo de 2011.

Para escenarios donde se trabaja con calor o manipulando la tubería se debe usar el guante de cuero, este protege de quemaduras, rayones, cortes en la piel por medio de los filos de la tubería y ayudan a que la operación se realice satisfactoriamente, se propone 3 pares de nitrilo y 3 de cuero. En la figura 21 se muestra la protección para las manos.

- **Protección de pies**

La protección de pies es el calzado de seguridad, para proteger los pies contra la humedad, sustancias calientes, superficies ásperas, pisadas sobre objetos filosos, agudos y caídas de objetos; se recomienda el uso de zapatos

de seguridad con punta de acero. En la figura 22 se muestran los zapatos de seguridad.

Figura 21. **Protección para las manos**



Fuente: TUBEX, S. A.

Figura 22. **Zapatos de seguridad**



Fuente: TUBEX, S. A.

- Protectores de abdomen

En procesos donde se utiliza la intervención de la fuerza humana, para que la producción pueda seguir su curso normal, se recomienda el uso del cinturón de cuero, este le brindará fuerza al abdomen y espalda baja del trabajador, mitigando cualquier riesgo que pueda existir en el proceso de ejecutar fuerza humana.

Figura 23. **Cinturón de cuero**



Fuente: TUBEX, S. A.

- Ropa protectora

Es la ropa especial que se debe usar en el trabajo, sus características son protección, comodidad, para que el colaborador pueda desempeñar su trabajo sin ninguna incomodidad, se recomienda el uso de pantalones de lona dura, las playeras deben ser de algodón por comodidad y buena transpiración.

Figura 24. **Ropa protectora**



Fuente: TUBEX, S. A.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Plan de acción a seguir

Es un tipo de procedimiento que clasifica las actividades más importantes para cumplir con las metas y objetivos. Por lo cual, un plan de acción se constituye como una especie de guía, brindando una estructura cuando se lleva a cabo un proyecto.

4.1.1. Implementación del plan

Para la implementación de un proyecto es necesario un compromiso de todos los involucrados, así se podrá concluir con éxito, hay que asignar tareas a todas las áreas que se involucren en el proyecto, estas tiene que ser monitoreadas por la persona encargada del proyecto para que se cumpla lo acordado.

El plan de acción debe seguir un curso predeterminado, por medio del equipo que se hará responsable de la implementación del proyecto, este tomará acciones según lo que se le haya asignado.

4.1.2. Equipo responsable

Para la implementación de tal proyecto se formará un equipo responsable de las actividades, los integrantes de este equipo son:

- Encargado de Seguridad e Higiene Industrial
- Recursos Humanos
- Gerencia

4.1.2.1. Encargado de Seguridad e Higiene Industrial

Esta persona es la encargada de la seguridad e higiene industrial de la empresa, a ella se le asignará parte del proyecto que encierra la seguridad e higiene industrial y velará que se ejecuten los estudios correspondientes. Entre los cuales están los siguientes:

- La cotización de estudios de medio ambiente que la planta de producción necesite, por ejemplo, el de partículas sueltas en el ambiente, extracción y tratamiento de vapores dañinos.
- El cumplimiento de la mejora en la iluminación de la planta de producción, propuesta en el numeral 3.9.
- El cumplimiento del estudio de sonometría del personal de la planta y contrarrestar efectos que el ruido pueda provocar a los colaboradores.
- Velar por el cumplimiento de la señalización adecuada en cada área.
- La identificación de rutas de evacuaciones y puntos de reuniones.
- Velar para que el personal se comprometa a hacer uso del equipo de protección personal adecuadamente.

4.1.2.2. Recursos humanos

Este Departamento es el encargado de orientar al personal, en los cambios que se realizarán dentro de la planta de producción, por medio de inducciones y capacitaciones. Entre sus actividades se enumeran:

Capacitación en los procedimientos propuestos.

Inducciones para el personal en la implementación de una nueva cultura.

4.1.2.3. Gerencia

Este ayudará para que el proyecto pueda avanzar de forma ordenada, las actividades que se le asignan son las siguientes:

- Formar el compromiso de realizar las actividades de cada persona involucrada.
- Agilizar los cambios que se tengan previstos en la planta de producción.
- Verificar los cambios de los diagramas de procesos y control de la producción.

4.2. Programa de capacitación e inducciones

Derivado del plan de acción a seguir se programan las capacitaciones e inducciones, ya que él permite tener una visión general de lo que se desea realizar. Los programas, como parte sustancial del plan son la descripción detallada de un conjunto de actividades, instrucciones y aprendizajes para satisfacer las necesidades de la capacitación de los trabajadores, estos pueden ser constituidos por temas, subtemas y módulos.

Se programarán tres módulos para la capacitación e inducción del personal, los cuales son:

- Procedimientos nuevos
- Seguridad industrial
- Equipo de protección personal

4.2.1. Capacitaciones e inducciones en procedimientos nuevos

Este es un método que proporciona a los colaboradores de la planta de producción las habilidades necesarias para realizar correctamente su trabajo, se realiza desde los pequeños cambios que se tienen en un procedimiento hasta cursos que le permitan al colaborador entender el funcionamiento de un sistema nuevo, ya sea que se imparta teórico o a base de práctica y aun mejor la combinación de ambos.

Se le brindará capacitación e inducción al personal de la planta de producción con respecto a los procedimientos que se modificaron o que se crearon en el numeral 3 de este trabajo de gradación.

4.2.2. Capacitaciones de materia de seguridad industrial

La educación en seguridad industrial para los trabajadores constituye un esfuerzo nuevo y significativo, para lograr que en las diferentes áreas de la planta se tenga el conocimiento en seguridad industrial, y permitir adoptar técnicas de prevención y control de riesgos emergentes en sus actividades diarias.

Los administradores y gerentes de la empresa estarán obligados a capacitar y difundir permanentemente una cultura para salvaguardar la integridad física, psicológica, los bienes y el entorno, mediante programas de capacitación y adiestramiento en materia de seguridad y salud ocupacional. Asimismo estarán obligados a informar a los trabajadores sobre los riesgos existentes en sus áreas de trabajo y las medidas preventivas.

4.2.3. Inducciones de uso de equipo de seguridad industrial

El propósito fundamental de un programa de inducción es lograr que el colaborador nuevo y el que ya labora en la planta de producción, identifique la organización como un sistema dinámico de interacciones internas y externas en permanente evolución, en el cual se pueden encontrar riesgos cuando se realiza la labor designada.

Para que un programa de inducción y entrenamiento sea efectivo debe permitir encausar al personal a riesgos latentes que se tienen en el trabajo, y que estos le pueden dañar cuando no se usa adecuadamente el equipo de seguridad industrial, el proceso de inducción deberá contener básicamente tres etapas.

Inducción de personal nuevo ingreso: se debe proporcionar toda la información referente al equipo que deberá utilizar en la planta de producción.

Inducción para el personal: se debe realizar por medio de grupos haciéndole entrega del equipo de seguridad y dándole énfasis en el uso correcto de este.

Seguimiento del uso del equipo de protección personal: para que todo el personal haga uso de equipo de seguridad industrial, revisando las áreas de trabajo y verificando que el equipo sea el correcto para dicha área.

4.3. Costo de la propuesta

Se analizarán el costo de la propuesta frente a los beneficios obtenidos al lograr su implementación.

4.3.1. Análisis costo beneficio de la propuesta

En la tabla IX se muestra la relación costo-beneficio de la implementación propuesta para el presente trabajo de graduación.

Tabla IX. Relación costo-beneficio de la propuesta

Propuesta	Costo	Beneficio
Creación de nuevos formatos para control	Q 80,00	Control de recargas, según el análisis de los líquidos que se utilizan para limpieza de la tubería.
Estudio de partículas sueltas en el ambiente.	Q 8 000,00	Combatir la contaminación con el método adecuado.
Implementación de una mejor iluminación. Compra de 3 lámparas y un protector	Q 2 500,00	Mejor ambiente de trabajo, una excelente verificación en el área de inspección de la tubería.
Impresión de los mapas de estudio	Q 60,00	Se publicarán los mapas de ruido y evacuación de la planta.
Estudio de sonometría	Q 750,00	Verificación del personal afectado por el ruido.
Señalización, compra de 5 galones de pintura de alto tráfico y aplicación.	Q 1 849,50	Señalizar la planta adecuadamente.
Equipo de protección personal	Q 3 884,51	Reducción de los accidentes y enfermedades profesionales.
Resumen	Costo global	Beneficios
Q 17 124,01		Se podrá llevar a la planta de producción a una certificación de ISO.

Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LA PROPUESTA

5.1. Resultados obtenidos con la mejora

Los resultados de una implementación ha de alcanzarse mediante un proceso de mejora continua, mejorando las capacidades del personal, eficiencia de los recursos, el uso adecuado del equipo de protección personal, métodos utilizados en la aplicación de químicos, procedimientos que se utilizan para tratamientos de recursos utilizados, y el personal que tiene contacto directo con el proceso, para esto se crearán acciones preventivas y correctivas.

5.1.1. Acciones preventivas realizadas

Las acciones preventivas ayudan a detectar un posible riesgo o suceso, con base en ello planear para que este se evite en el futuro, dentro de las acciones preventivas que se dieron son las que se describen en la tabla X.

5.1.1.1. Seguimiento a las acciones preventivas

El coordinador del sistema de Gestión de la Calidad es el encargado de dar seguimiento a las acciones preventivas, verificando el total de las actividades estipuladas para dar cumplimiento a estas.

Tabla X. **Acciones preventivas**

Acción	Departamento	Responsable	Período semanal
Verificación de tiempos de producción	Producción	Jefe de Producción	4
Ambiente limpio dentro de la planta	Seguridad e Higiene Industrial	Encargado de Seguridad e Higiene Industrial	52
Iluminación de la planta	Seguridad e Higiene Industrial	Encargado de Seguridad e Higiene Industrial	35
Control de desechos	Seguridad e Higiene Industrial	Encargado de Seguridad e Higiene Industrial	45

Fuente: elaboración propia.

Entre los resultados, la verificación de las actividades pueden presentar las siguientes situaciones: vencidas y sin reprogramar, no se registran avances o cumplimientos, inconsistencia en el registro de las fechas, en la descripción del avance o implementación de la actividad. Cuando el resultado se obtenga el decidirá las acciones a tomar, dando como concluida la acción o convirtiéndola en una correctiva.

5.1.2. Acciones correctivas realizadas

El tratar una acción correctiva debe obedecer a una investigación que desarrolla la persona responsable del sistema de gestión, este es un método deductivo para el análisis y la solución de problemas, el trabajo es minucioso, donde la metodología para la acción correctiva se maneja mediante un enfoque basado en la habilidad de pensar lógicamente sobre la relación causa efecto y así tomar acciones concretas basadas en este análisis.

Tabla XI. Acciones correctivas

Acción	Departamento	Responsable	Período semanal
Señalización de la planta	Seguridad e Higiene Industrial	Encargado de Seguridad e Higiene Industrial	12
Equipo de protección personal	Seguridad e Higiene Industrial	Encargado de Seguridad e Higiene Industrial	12

Fuente: elaboración propia.

5.1.2.1. Seguimiento a las acciones correctivas

El coordinador del sistema de Gestión de la Calidad es encargado de dar seguimiento a las acciones correctivas, verificando el total de las actividades estipuladas para dar cumplimiento a estas.

Entre los resultados de la verificación de las actividades pueden presentarse las siguientes situaciones: vencidas y sin reprogramar, no se registran avances o cumplimientos, inconsistencia en el registro de las fechas, en la descripción del avance o implementación de la actividad.

Cuando el resultado se obtenga el decidirá las acciones a tomar, dando como concluida la acción correctiva, dado que se cumplan las condiciones siguientes: eficacia de las medidas tomadas por haberse sustituido por otra acción correctiva.

5.2. Implantando una cultura

La cultura no es únicamente la colaboración del personal sino que varias características adicionales, son necesarias para construir y establecerla, entre estas se encuentran la motivación, la apertura, la libertad a atreverse, a superar el miedo, y una actitud de aprendizaje.

Claramente no se pueden ver las actitudes de las personas cuando se realiza una implementación cultural de cualquier tipo, por lo cual se debe fomentar inculcando esta en los valores morales, haciendo que cada persona se sienta parte de ella, y es fundamental la participación de todos para lograr alcanza el objetivo.

5.2.1. Cultura ambiental

La cultura ambiental, entendida como aquella postura ante la vida que permite cuidar y preservar el medio ambiente, es un asunto de interés para todas las personas, por lo que es urgente promoverla, debido al grave deterioro ambiental.

Este es un proceso dinámico y participativo que busca despertar una conciencia que le permite identificarse con la problemática ambiental tanto a nivel laboral como general, por lo cual es la cultura sobre cuidar el medio ambiente y la ecología, y es sin duda alguna, el combustible para poder vivir mejor ahora y en un futuro, tratando de hacer que el planeta sea un mejor lugar para todos.

5.2.2. Cultura de seguridad ocupacional

Esta se fomenta cuando verdaderamente se logra crear conciencia de que la seguridad se basa en el cuidado personal de cada trabajador y la obligación que él tiene para con sus compañeros.

Es lograr crear ese ambiente de protección entre ellos y no permitir el riesgo personal o del equipo de trabajo, mantener esa motivación de seguir aprendiendo, estar enterado de los cambios en los procesos y aplicar los nuevos conocimientos.

Para crear una buena cultura de seguridad se debe poner énfasis en educar en los nuevos procedimientos, nuevos equipos, nuevas reglamentaciones, también abrir líneas de comunicación con todo el personal, crear canales de aportaciones para mejorar la seguridad e innovaciones, hacerles sentir lo importante que es su aportación para la empresa.

5.3. Material de comunicación de medio ambiente y seguridad ocupacional

Transmitir información a personas que hacen un equipo es fundamental, la difusión del medio ambiente y la seguridad ocupacional se hará por medio de trifoliales, pancartas y presentaciones, allí se dará a conocer información que es vital para formar una planta con conciencia ambiental y de seguridad ocupacional.

5.3.1. Trifoliales

Este es un folleto gráfico en el que se publica información acerca del tema que se está implementando, este contendrá información ambiental y seguridad ocupacional, haciendo referencia de los conceptos más esenciales que se quieren dar a conocer dentro de la empresa.

Está conformado por tres caras que se produce al doblar dos veces una hoja, de esa manera se obtiene una pieza con un total de seis divisiones, tres al frente y tres en la parte trasera, esta clase de propaganda se puede realizar de diversas maneras, pero la más utilizada es vertical y con los paneles superpuestos de manera que forme un perfil al estar cerrado.

5.3.2. Pancartas

Es una cartulina o tela de gran tamaño con información que se coloca en las paredes o pedestales para transmitir un mensaje o un grupo de personas, en estas se puede informar de la misión, visión del mantener un sistema donde se enfatiza en el medio ambiente o en la salud ocupacional dentro de planta de

producción, también la forma de hacer uso de los equipo de protección personal.

5.3.3. Presentaciones

Es el proceso mediante el cual dispone contenido de un tema para una audiencia, una presentación es una forma de ofrecer y mostrar información de datos y resultados, utilizado generalmente, como apoyo didáctico en una capacitación o inducción de procedimiento, instructivo o cualquier documento que se quiere dar a conocer ante un grupo de personas.

6. IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Fuente de contaminación

La empresa está comprometida a cuidar el medio ambiente, por ello en la elaboración de sus productos exige el menor desperdicio posible, se encuentra comprometida a no contaminar fuentes de agua, con desechos tóxicos, y el ambiente.

6.1.1. Fuentes de contaminación

Las fuente de contaminación expuesta dentro del proceso del tubo galvanizado pueden ser: los desechos sólidos y los líquidos, estos pueden llegar a contaminar el medio ambiente.

6.1.1.1. Desechos sólidos

La planta produce desechos sólidos, de los cuales con el tratamiento adecuado se pueden liberar al medio ambiente, de estos se pueden mencionar los siguientes:

- Lodos
- Metal
- Basura

6.1.1.2. Desechos líquidos

Los desechos líquidos que la planta de producción genera es el agua contaminada, esta puede ser por residuos de soda cáustica, de aceites lubricantes, de lodos y soluciones como el preflux, por el proceso de lavado de la tubería.

6.2. Transformación y destino de materiales de desechos

Los recursos que utiliza la planta de producción en sus actividades diarias son reutilizables constantemente, en su mayoría son líquidos con algún agente activo que sirven para la limpieza de la tubería, también existen los desechos metálicos, como las rebabas de los tubos.

Los desechos sanitarios basura son enviados al drenaje público y la basura se enviará al vertedero de basura municipal, para que ellos le den el tratamiento adecuado.

6.2.1. Reciclaje

Es un proceso fisicoquímico, mecánico o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado, a un ciclo de tratamiento total o parcial de descontaminación, obteniendo un recurso que se puede liberar al medio ambiente o una nueva materia prima.

Los materiales que se reciclan en la empresa son los siguientes:

- Agua
- Lodo y sedimentos
- Metal

6.2.2. Reutilización

La reutilización de recursos es un beneficio que se obtiene y ayuda a que el medio ambiente no reciba tanta contaminación de recursos utilizados, dentro de los recursos que se reutilizan están:

- El agua (líquidos compuestos)
- Tierra

El agua se mezcla con agentes que ayudan al lavado de la tubería, estos agentes crean líquidos que no pueden ser liberados al medio ambiente, porque tendrían un gran impacto de contaminación, por lo que son reutilizados llevándolos a los porcentajes ideales de concentración para su uso.

Lo lodos que se sacan después del lavado de la tubería se tratan para que se pueden tirar a un vertedero de basura, se le agregan agentes que hacen que la contaminación se neutralice, y quitándoles toda el agua posible se reutilizan en los vertederos.

CONCLUSIONES

1. En la situación actual de la empresa se logró determinar los procesos que contaminan al medio ambiente, tales como los derrames y emanaciones de soda cáustica, el desenuague de la soda que se realiza con agua potable, el calor que genera la galvanización, ya que esta tiene que estar a una temperatura muy alta y todo el desecho y escoria que genera la tubería antes de galvanizarse.
2. Se evaluaron los puntos de contaminación dentro de la planta proponiendo la realización de estudios, y procedimientos que tenían parámetros ya establecidos, para controlar emanaciones y contaminaciones, los cuales se darán a conocer por medio de inducciones y capacitaciones dentro del personal.
3. Los aspectos ambientales son elementos que se necesitan para la sobrevivencia de cualquier especie viva, por consiguiente estos deben de tener un cuidado especial para su conservación y proliferación, el cuidado de cada uno conlleva a un compromiso, no solo de la empresa, sino de todas las personas que hacen funcionar a esta, cada uno debe estar consciente de hacer el menor uso de cualquier recurso que contamine un ambiente cuando sea desechado, o este recurso debe ser tratado cuidadosamente para poder liberarlo al medio ambiente.
4. Se analizaron los aspectos que se contaminan en el proceso de producción, haciendo referencia al aspecto humano y se propuso soluciones para mitigar contaminaciones existente.

5. Se identificó la contaminación o riesgo que las personas pueden sufrir dentro de la planta, asimismo se propuso el uso adecuado del equipo de protección, un estudio de contaminación por ruido y una mejora en la iluminación de la planta de producción.

6. Los cambios que se generan por cualquier circunstancia son rechazados por las personas, la creación de una cultura hace que estos sean recibidos sin ningún problema, tanto para la persona receptora como para el capacitador que se encarga de difundir los lineamientos o implementaciones dentro de la empresa. La cultura de cambio hace que los colaboradores puedan llegar a tomar en consideración la conservación del medio ambiente y la seguridad ocupacional, a través de capacitaciones e inducciones.

RECOMENDACIONES

1. La comunicación será fundamental en la implementación de la propuesta, ya que cada persona que tenga relación con los cambios tiene que estar informada y capacitada de todos estos.
2. La información de cualquier actividad se puede dar por medio de trifoliales, pancartas o presentaciones, para que esta pueda ser de útil de forma inmediata.
3. Los procedimientos que tienen cambios deben ser explicados a cada colaborador que le corresponda, dándole los beneficios que obtiene en realizarlos de esa forma.
4. Los recursos que se utilizan en el proceso de producción deben verificarse y aprobarse, antes de ser liberados, estos tienen un gran impacto en el ambiente, si son liberados con contaminantes.
5. La iluminación y el control de ruido son aspectos que se deben tratar, ya que producen dentro de la planta de producción un ambiente agradable, por consiguiente se les debe dar importancia en corregir y mitigar cualquier riesgo por estos aspectos.

6. Es de suma importancia que se le dé énfasis a los equipos de protección personal, ya que el uso inadecuado puede resultar con daños cualquier colaborador, el responsable de turno junto con la persona encargada de seguridad industrial deben velar para que todo el personal haga uso de este equipo

BIBLIOGRAFÍA

1. Facultad de Ingeniería. *Material de estudio programación 1*. 2a ed. Guatemala: Estudiantil Fénix, 2006. 177 p.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2005. 459 p.
3. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2005. 419 p.
4. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Dirección de la producción decisiones tácticas*. 6a ed. Madrid: Pearson Educación S. A., 2001. 528 p.
5. KEITH, Davis; NEWSTROM, John W. *Comportamiento humano en el trabajo*. 10a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 1999. 633 p.
6. MARTIN, Irene; L. DOLAN, Shimon. *Los diez mandamientos para la dirección de personas*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, 2000. 375 p.
7. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfa Omega Grupo Editor, 2004. 633 p.

8. SAGASTUME GONZÁLEZ, Juan Carlos. *Diseño e implementación de manuales de organización para las áreas administrativas y servicio en Iglesia de Cristo Elim central*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 243 p.

9. THIERAUF, Robert J. *Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones*. México: Limusa, 2007. 560 p.

APÉNDICE

Encuesta de seguridad industrial dirigida al personal de la planta de producción.

Anexo 1. Encuesta de seguridad industrial

Empresa: TUBEX, S. A.	Fecha: _____
Realizada por: _____	Código empleado: _____

- Sabe usted que es seguridad industrial**
 Sí
 NO
- Conoce usted el programa de salud ocupacional y seguridad industrial**
 Sí
 NO
- En caso de algún accidente de trabajo, sabe usted a quién dirigirse**
 Sí
 NO
- Como ha sido su participación durante las jornadas de salud ocupacional y seguridad industrial organizadas por su empresa**
 Nunca ha participado
 Ha participado como espectador
 Ha participado activamente nunca han efectuado un jornada
- Durante la permanencia en la empresa, alguna vez ha sido incapacitado, por alguna de las siguientes causas**
 Accidente de trabajo
 Enfermedad general
 Enfermedad hospitalaria enfermedad ambulatoria
 Nunca ha sido incapacitado
- Sabe usted el significado de la señalización de la planta**
 Sí
 No
 No las conozco
- Cuáles son los siguientes elementos de protección que utiliza durante la jornada de trabajo.**
 Guantes Tapones auditivos Botas
 Arnés Gafas Uniforme
 Casco Otros: _____

Observaciones: _____

Fuente: elaboración propia.

