



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

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEBIDO AL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE LÁMINAS GALVANIZADAS**

**Elmer Geovanny López Aguilar**

Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León

Guatemala, febrero de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEBIDO AL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE LÁMINAS GALVANIZADAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ELMER GEOVANNY LÓPEZ AGUILAR**

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos      |
| VOCAL I    | Inga. Glenda Patricia García Soria   |
| VOCAL II   | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III  | Ing. Miguel Angel Dávila Calderón    |
| VOCAL IV   | Br. Kennet Issur Estrada Ruiz        |
| VOCAL V    | Br. Elisa Yazminda Vides Leiva       |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas     |

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| DECANO      | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos    |
| EXAMINADOR  | Ing. José Francisco Gómez Rivera   |
| EXAMINADORA | Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera |
| EXAMINADOR  | Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz    |
| SECRETARIA  | Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas   |

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEBIDO AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE LÁMINAS GALVANIZADAS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 29 de agosto de 2005.

---

**Elmer Geovanny López Aguilar**

## ÍNDICE GENERAL

|   |          |
|---|----------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>  | V        |
| <b>GLOSARIO</b>   | VII      |
| <b>RESUMEN</b>  | XI       |
| <b>OBJETIVOS</b>  | XIII     |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | XV       |
| <br>  |          |
| <b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>  | <b>1</b> |
| 1.1 Ubicación   | 1        |
| 1.2 Organización  | 3        |
| 1.3 Misión  | 4        |
| 1.4 Visión  | 4        |
| 1.5 Valores   | 4        |
| 1.6 Descripción de la fábrica   | 5        |
| 1.6.1. Proceso de producción  | 6        |
| 1.7 Estándares permisibles de contaminación para industrias<br>galvánicas | 10       |
| 1.7.1. Reglamento de aguas residuales a cuerpos receptores                | 11       |
| 1.7.2. Reglamento de emisión de gases                                     | 13       |
| 1.7.3. Reglamento de ruido  | 44       |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>2.</b> | <b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA FÁBRICA</b>                       | <b>15</b> |
| 2.1.      | Servicios básicos   | 15        |
| 2.1.1.    | Uso y calidad del agua potable                              | 15        |
| 2.1.2.    | Alcantarillado  | 18        |
| 2.1.3.    | Basura  | 19        |
| 2.1.4.    | Energía eléctrica   | 20        |
| 2.1.5.    | Vías de acceso  | 21        |
| 2.2.      | Areas verdes  | 22        |
| 2.2.1.    | Árboles   | 23        |
| 2.2.2.    | Plantas   | 23        |
| 2.2.3.    | Campos  | 23        |
| 2.3.      | Ruido   | 23        |
| 2.3.1.    | Línea de galvanizado  | 25        |
| 2.3.2.    | Corrugadora   | 25        |
| 2.3.3.    | Taller de mantenimiento                                     | 25        |
| 2.3.4.    | Vehículos   | 25        |
| 2.4.      | Gases   | 26        |
| 2.4.1.    | Línea de galvanizado  | 26        |
| 2.4.1.1.  | <i>Pickling</i>   | 26        |
| 2.4.1.2.  | Galvanizado   | 26        |
| <b>3.</b> | <b>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN EL<br/>PROCESO DEPRODUCCIÓN</b> | <b>27</b> |
| 3.1.      | Descripción   | 27        |
| 3.2.      | Objetivo  | 27        |
| 3.3.      | Etapas  | 28        |
| 3.3.1.    | Identificación de agentes contaminantes                     | 28        |
| 3.3.1.1.  | Causas  | 28        |
| 3.3.1.2.  | Efectos   | 29        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 3.3.2.     | Análisis de muestras                            | 29        |
| 3.3.2.1.   | Frecuencia de muestreo                          | 30        |
| 3.3.2.2.   | Parámetros de medición                          | 30        |
| 3.3.2.2.1. | Agua residual                                   | 30        |
| 3.3.2.2.2. | <i>Flux</i>                                     | 31        |
| 3.3.2.2.3. | Gases   | 32        |
| 3.3.2.2.4. | Ruido   | 32        |
| 3.3.2.3.   | Límites permisibles vrs resultados              | 33        |
| 3.3.2.3.1. | Comparaciones                                   | 33        |
| 3.3.2.3.2. | Conclusiones                                    | 33        |
| <b>4</b>   | <b>PROCESO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b>         | <b>35</b> |
| 4.1.       | Identificación de impactos ambientales          | 35        |
| 4.1.1.     | Agentes contaminantes                           | 36        |
| 4.1.1.1.   | Causas  | 36        |
| 4.1.2.     | Impacto ambiental                               | 88        |
| 4.1.2.1.   | Efectos   | 39        |
| 4.1.3.     | Síntesis de rangos permisibles de contaminación | 49        |
| 4.1.3.1.   | Gases   | 49        |
| 4.1.3.2.   | Aguas residuales                                | 50        |
| 4.1.3.3.   | Ruido   | 51        |
| 4.2.       | Análisis de impactos ambientales                | 51        |
| 4.2.1.     | Análisis físico-químico                         | 52        |
| 4.2.1.1.   | Gases   | 52        |
| 4.2.1.2.   | Desechos sólidos y líquidos                     | 53        |
| 4.2.1.2.1. | <i>Flux</i>                                     | 53        |
| 4.2.1.2.2. | Agua residual                                   | 54        |
| 4.2.1.3.   | Ruido   | 55        |
| 4.2.2.     | Límites permisibles vrs resultados              | 56        |

|          |                              |    |
|----------|------------------------------|----|
| 4.2.2.1. | Comparaciones                | 57 |
| 4.2.2.2. | Conclusiones                 | 60 |
| 4.2.3.   | Síntesis                     | 61 |
| 4.2.3.1. | Incumplimiento de estándares | 63 |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>5</b>   | <b>MINIMIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN<br/>POR GASES, DESECHOS Y RUIDO</b> | <b>65</b> |
| 5.1.       | Plan de gestión ambiental   | 65        |
| 5.1.1.     | Medidas ambientales   | 66        |
| 5.1.1.1.   | Tratamiento de desechos líquidos  | 66        |
| 5.1.1.1.1. | Planta de depuración de agua residual                                   | 67        |
| 5.1.1.1.2. | Filtración de agua clarificada  | 68        |
| 5.1.1.2.   | Tratamiento de gases  | 69        |
| 5.1.1.2.1. | Lavador de gases  | 70        |
| 5.1.1.2.2. | Filtro de mangas  | 71        |
| 5.1.1.3.   | Tratamiento de ruido  | 72        |
| 5.1.1.3.1. | Absorción de ruido  | 74        |
| 5.1.2.     | Monitoreo   | 74        |
| 5.1.2.1.   | Fuentes de contaminación  | 75        |
| 5.1.2.2.   | Proceso de control  | 76        |
|            | <b>CONCLUSIONES</b>   | <b>77</b> |
|            | <b>RECOMENDACIONES</b>  | <b>79</b> |
|            | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>81</b> |

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1  | Territorio ocupado por GALCASA                             | 2  |
| 2  | Estructura jerárquica                                      | 3  |
| 3  | Diagrama de flujo de operaciones del proceso               | 7  |
| 4  | Resumen del diagrama de flujo de operaciones del proceso 1 | 8  |
| 5  | Resumen del diagrama de flujo de operaciones del proceso 2 | 9  |
| 6  | Distribución gráfica de áreas verdes                       | 22 |
| 7  | Diagrama causa-efecto del proceso de producción            | 29 |
| 8  | Funcionamiento de la planta de depuración de agua residual | 67 |
| 9  | Funcionamiento de la filtración de agua clarificada        | 68 |
| 10 | Lavador de gases   | 70 |
| 11 | Procedimiento de monitoreo                                 | 76 |

## TABLAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| I   | Límites máximos permisibles en la descarga de aguas residuales                    | 11 |
| II  | Límites máximos permisibles de metales pesados en la descarga de aguas residuales | 12 |
| III | Límites máximos permisibles en la emisión de gases                                | 13 |
| IV  | Niveles máximos de exposición para ruido continuo                                 | 14 |
| V   | Análisis físico-químico del agua potable  | 16 |
| VI  | Análisis microbiológico del agua potable  | 17 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| VII    | Procedimiento para eliminar basura  | 20 |
| VIII   | Consumo eléctrico mensual   | 21 |
| IX     | Niveles de ruido  | 24 |
| X      | Efectos del ruido   | 24 |
| XI     | Parámetros en el análisis de desechos sólidos                                     | 31 |
| XII    | Parámetros en el análisis de gases  | 32 |
| XIII   | Composición del flujo de gases  | 37 |
| XIV    | Efectos del monóxido de carbono   | 45 |
| XV     | Consecuencias en la exposición al ruido   | 48 |
| XVI    | Límites máximos permisibles para la emisión de gases según banco mundial          | 49 |
| XVII   | Límites máximos permisibles en descargas de aguas residuales a cuerpos receptores | 50 |
| XVIII  | Emisión de gases  | 52 |
| XIX    | Análisis de desecho sólido: <i>flux</i>   | 53 |
| XX     | Análisis de agua residual   | 54 |
| XXI    | Niveles de ruido en proceso de producción   | 55 |
| XXII   | Límite permisible vrs resultados  | 57 |
| XXIII  | Análisis de desecho sólido  | 58 |
| XXIV   | Límite permisible vrs resultados del flujo de gases                               | 59 |
| XXV    | Nivel de ruido permisible vrs nivel de ruido promedio                             | 59 |
| XXVI   | Incumplimiento de estándares en el agua residual                                  | 61 |
| XXVII  | Incumplimiento de componentes detectados en la emisión de gases                   | 62 |
| XXVIII | Incumplimiento en la emisión de ruido   | 62 |

## GLOSARIO

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Aguas pluviales</b>             | Aquellas que provienen de las lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y el granizo.   |
| <b>Aguas residuales</b>            | Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. |
| <b>Aguas residuales de proceso</b> | Las resultantes de la producción de un bien o servicio comercializable.   |
| <b>Aguas residuales domésticas</b> | Las provenientes del uso particular de las personas y del hogar.  |
| <b>Area de Trabajo</b>             | Lugar de trabajo donde realizan varias tareas.  |
| <b>Contaminantes</b>               | Son aquellos parámetros o compuestos que, en determinadas concentraciones, pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales.  |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>Descarga</b>                 | Acción de verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.   |
| <b>Estación de trabajo</b>      | Lugar de trabajo donde se realiza una tarea específica.  |
| <b>Límite máximo aceptable</b>  | Valor o rango asignado a un parámetro, el cual debe ser el ideal en la descarga de aguas residuales.   |
| <b>Límite máximo permisible</b> | Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.  |
| <b>Muestra simple</b>           | La que se tome en el punto de descarga, de manera continua en día normal de operación, que refleje cuantitativa y cualitativamente los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga. Se ha de tomar el tiempo necesario para completar el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo. |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Parámetro</b>         | Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.                                 |
| <b>Punto de descarga</b> | Es el sitio seleccionado para la toma de muestras, en el que se garantiza que fluye la totalidad de las aguas residuales de la descarga. |



## RESUMEN

El diagnóstico ambiental, debido al proceso de producción de una fábrica de láminas galvanizadas, busca determinar causas y efectos relacionados con el impacto producido al medio ambiente; específicamente, calidad de aire, calidad de agua y nivel sonoro.

El estudio es realizado para conocer la situación actual de la fábrica y su proceso y poder implementar un diagnóstico ambiental en el proceso de producción, que es la principal fuente de contaminación. Identificadas las causas del deterioro a la calidad del medio ambiente, se procede a implementar el proceso de diagnóstico ambiental para conocer detalladamente los factores que son causa de contaminación, mediante el análisis de muestras en los efluentes finales de descarga.

Conociendo los puntos críticos de la fábrica se procede a implantar planes de gestión para minimizar la posible contaminación por gases, desechos y ruido; se verificará el cumplimiento de estándares permisibles de contaminación mediante monitoreos periódicos del proceso.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Determinar agentes contaminantes e implementar medidas correctivas para reducir las fuentes generadoras de contaminación, en el proceso de producción de una Fábrica de Láminas Galvanizadas.

### **ESPECÍFICOS**

1. Evaluar, mediante monitoreos ambientales, el cumplimiento de los estándares permisibles de contaminación.
2. Evaluar medidas de mitigación que disminuyan el nivel de contaminación de cada fuente emisora.
3. Establecer, por medio de un análisis físico-químico el grado de contaminación de cada fuente emisora.
4. Identificar mediante un diagnostico ambiental, las fuentes generadoras de contaminación en la fábrica de láminas galvanizadas.
5. Establecer, mediante el diagnóstico ambiental los contaminantes que genera el proceso de galvanizado.

6. Evaluar las causas que debido al proceso de producción de la fábrica de láminas galvanizadas, generan contaminación por gases, desechos (sólidos y líquidos) y ruido.
  
7. Identificar las fuentes productoras de ruido y evaluar los diferentes niveles de contaminación que producen.

## INTRODUCCIÓN

El Diagnóstico ambiental, se basará en leyes ambientales que regirán los límites de contaminación permisibles en la fábrica de láminas galvanizadas.

La descarga de desechos y la emisión de gases se analizarán en un laboratorio físico-químico, el cual proporcionará resultados que se compararán con los estándares permisibles de contaminación. Dentro del proceso de producción de la fábrica de láminas se determinarán las fuentes de contaminación por gases, desechos y otros, esto permite que en la zona geográfica se identifiquen las condiciones actuales de la fábrica, como el agua potable, la energía eléctrica, la basura, la calidad del aire y el ruido.

El capítulo uno, definirá la ubicación, organización y proceso de la fábrica de láminas galvanizadas. Además, se dan a conocer los reglamentos bajo los cuales se rigen las industrias galvánicas. El capítulo dos, describirá la situación actual de la fábrica de láminas, referente a la condición de los drenajes, agua potable, energía eléctrica, etc. El capítulo tres, definirá el objetivo real, de hacer un diagnóstico ambiental en una fábrica de láminas galvanizadas; igualmente se detallarán las etapas de identificar y analizar los agentes contaminantes. En el siguiente capítulo, se identifican las fuentes de contaminación que pudieran ocasionar un impacto ambiental; es decir, se realizarán análisis de laboratorio que detallan la composición de los agentes contaminantes y se harán pruebas sonoras para medir el nivel de ruido en el interior de la fábrica. En el último capítulo se hará una descripción de las medidas de mitigación a implementar en la fábrica para disminuir los daños que sufre el medio ambiente.



# 1. ANTECEDENTES GENERALES

Las instalaciones de GALCASA están ubicadas estratégicamente de acuerdo a las necesidades de su producción.

Su organización está estructurada jerárquicamente, en función de una misión y visión definidos. Los valores morales y éticos dentro de la empresa son esenciales para el buen desempeño de cualquier actividad administrativa y/o productiva.

Todo el proceso productivo está ligado a estándares permisibles de contaminación que rige un control en la calidad del medio ambiente.

## 1.1 Ubicación

La empresa galvanizadora centroamericana, S.A., GALCASA se encuentra ubicada en Villa Nueva, Guatemala; específicamente sobre la 8ª. calle 1-48 zona 1. En la figura 1 se delimita el territorio ocupado por GALCASA.

Las vías de acceso para ubicar la empresa son:

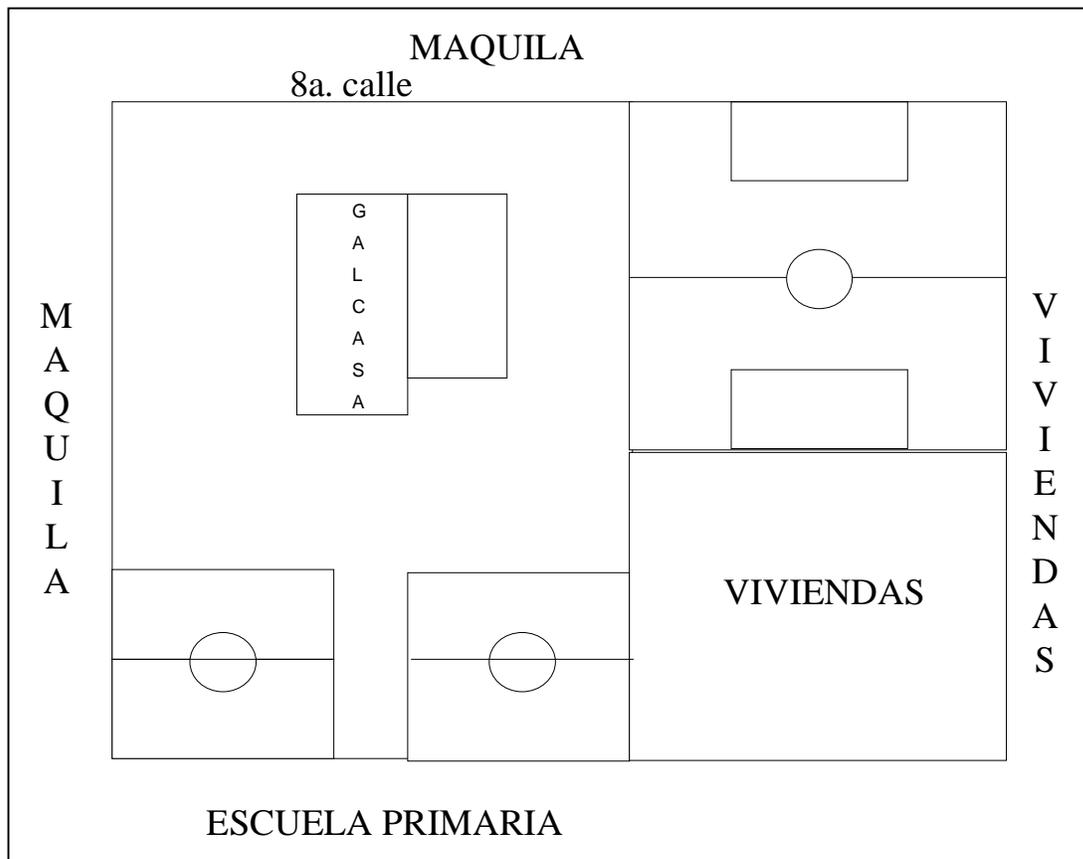
1. Por la 3ª. avenida cruzando en la 8ª. calle.
2. Por la 1ª. avenida directo a la empresa.

Para los que proceden de la capital, es conveniente utilizar la primera opción, que es el ingreso principal a Villa Nueva. Los que proceden de la costa, les es más conveniente utilizar la segunda opción de acceso,

GALCASA, en su territorio, además de la planta de producción, también cuenta con áreas recreativas, servicios sanitarios, cafeterías y áreas verdes.

El entorno de GALCASA está compuesto por fabricas maquileras, una escuela y un pequeño sector de viviendas.

**Figura 1. Territorio ocupado por GALCASA**

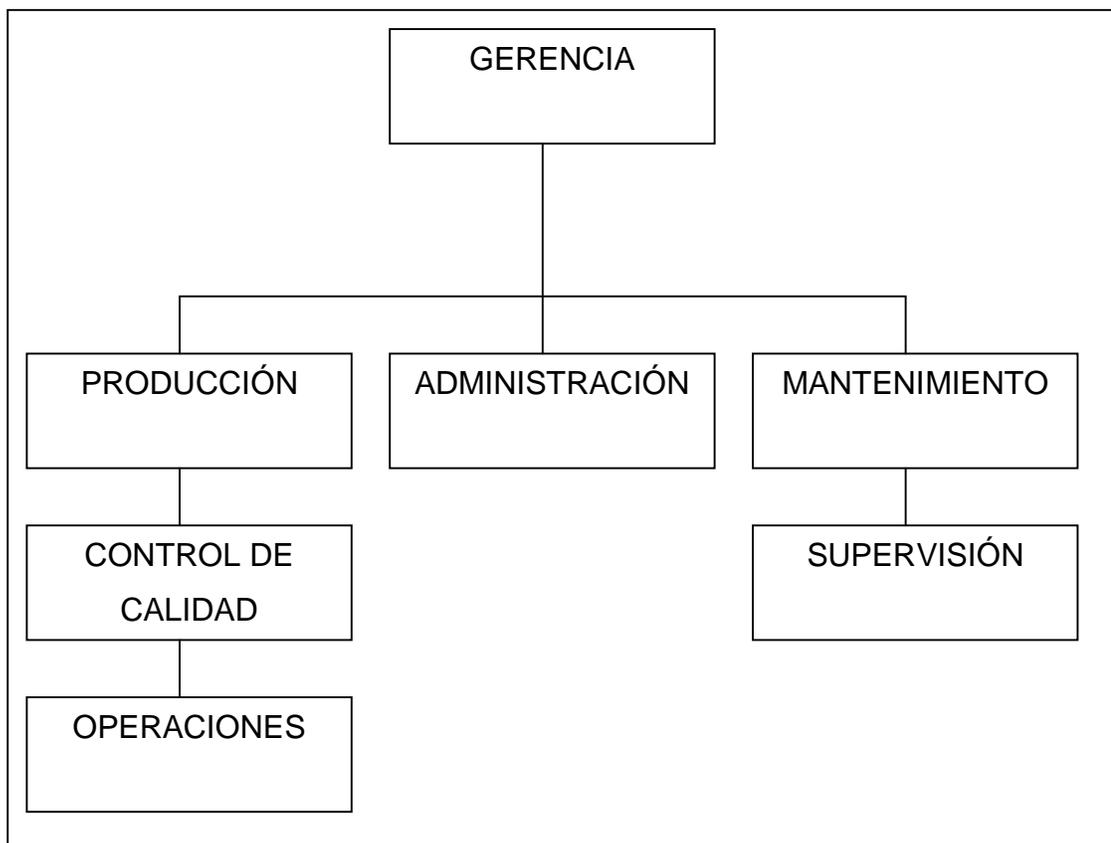


## 1.2 Organización

GALCASA cuenta con una estructura jerárquica, organizada estratégicamente. Las áreas de administración, mantenimiento y de producción, cuentan con personas claves que desempeñan las funciones que conlleva cada puesto de trabajo.

Puestos claves en la administración son: la gerencia, producción y mantenimiento. La organización está estructurada de la siguiente manera:

**Figura 2. Estructura jerárquica**



En la anterior figura se resume la estructura jerárquica de GALCASA, donde la gerencia organiza, dirige y controla a todo el recurso humano. En el área de producción el gerente de planta implementa controles de calidad, ligados a las operaciones del proceso productivo.

El área de mantenimiento programa periódicamente mantenimientos preventivos para minimizar posibles averías en la maquinaria; dependiendo del diagnóstico realizado implementa correcciones a la maquinaria. La administración supervisa procedimientos realizados en contabilidad y bodega.

La empresa no tiene definidos misión, visión ni valores, por lo que se hace la siguiente propuesta:

### **1.3 Misión**

Seguir siendo la galvanizadora de láminas corrugadas y lisas que ofrece al mercado nacional e internacional, un producto de la mejor calidad y durabilidad.

### **1.4 Visión**

Diversificar la producción y ser una empresa multinacional, manteniendo siempre sus estándares de calidad.

### **1.5 Valores**

Existe comunicación, respeto y confianza, por lo que existe armonía en el ambiente laboral.

GALCASA se caracteriza por contar con recurso humano responsable, factor primordial en el desempeño de toda actividad laboral, de ello depende el alcanzar las metas trazadas.

## 1.6 Descripción de la fábrica

Galvanizadora centroamericana, S.A. "GALCASA" se divide en varias áreas de trabajo:

- Área de producción: área donde se realiza el proceso de *pickling*, corte y galvanizado. El *pickling* involucra materia prima y ácidos, en conjunto realizan el proceso de enjuague y limpieza de la lamina a galvanizar.
- Área de taller: área donde se realizan mantenimientos preventivos y/o correctivos del equipo de trabajo. El tipo de mantenimiento está en función de los diagnósticos realizados a la maquinaria.
- Área administrativa: área donde se planifica, organiza y controla los recursos financieros y humanos.

Producción a su vez se divide en varias estaciones:

- *Pickling*: estación de trabajo donde se limpia la materia prima, liberándola de impurezas y corrosión.
- Corte: estación de trabajo donde se corta la materia prima en láminas de 6, 9 y 12 pies.
- Galvanizado: estación de trabajo donde se recubre la lamina de varios componentes químicos como el zinc y plomo.
- Producto terminado: estación de trabajo donde se transforma la lamina en corrugada o lisa.

### **1.6.1. Proceso de producción**

Este proceso involucra la transformación de la materia prima, que requiere la implementaron de tratamientos previos que requieren la aplicación de componentes químicos.

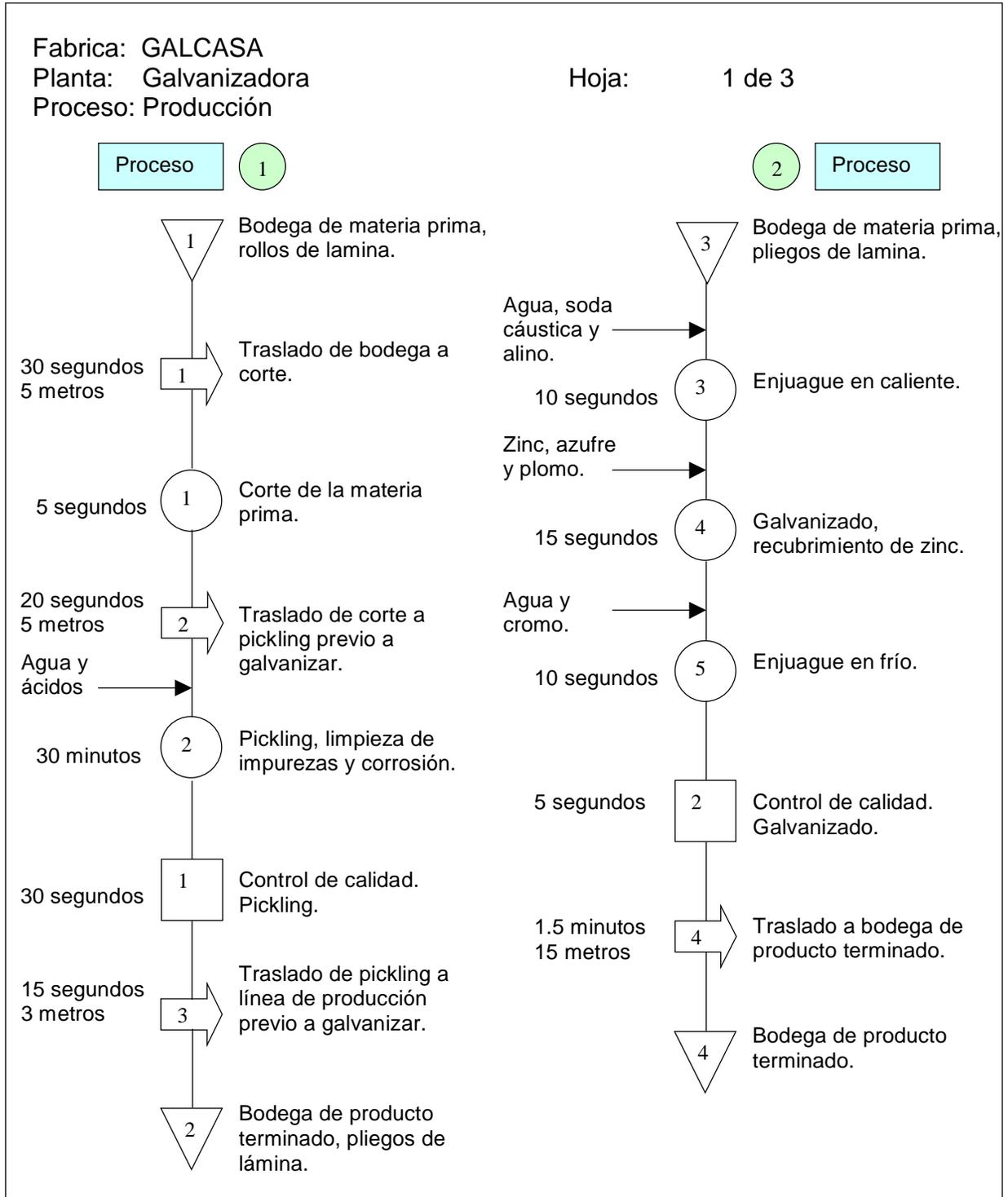
Los componentes químicos utilizados son:

- Ácido sulfúrico: este químico elimina la corrosión e impurezas existentes en la superficie de acero.
- Soda cáustica: este químico elimina las impurezas existentes en la superficie de acero
- Cloruro amoniaco: este químico fortalece la composición química del galvanizado.
- Azufre: este químico crea una capa protectora en el galvanizado, tiene un aspecto brillante sobre la superficie.

Este proceso se rige estrictamente bajo los estándares de contaminación permisibles al medio ambiente.

En la siguiente figura se demuestra gráficamente el orden de actividades necesarias para realizar el proceso de galvanizado en GALCASA.

**Figura 3. Diagrama de flujo de operaciones del proceso**



**Figura 4. Resumen del diagrama de flujo de operaciones del proceso 1**

Fabrica: GALCASA  
Planta: Galvanizadora  
Proceso: Producción

Hoja: 2 de 3

| Resumen   |             |          |               |
|---|-------------|----------|---------------|
| Simbología  | Descripción | Cantidad | Tiempo        |
|    | Operación   | 2        | 30.08 minutos |
|   | Transporte  | 3        | 65 segundos   |
|  | Bodega      | 2        |               |
|  | Inspección  | 1        | 30 segundos   |
| Total   |             | 7        | 31.66 minutos |

**Figura 5. Resumen del diagrama de flujo de operaciones del proceso 2**

| Fabrica: GALCASA<br>Planta: Galvanizadora<br>Proceso: Producción                    |             | Hoja: 3 de 3 |              |
|---|-------------|--------------|--------------|
| Resumen   |             |              |              |
| Simbología  | Descripción | Cantidad     | Tiempo       |
|    | Operación   | 3            | 35 segundos  |
|   | Transporte  | 1            | 1.5 minutos  |
|  | Bodega      | 2            |              |
|  | Inspección  | 1            | 5 segundos   |
| Total   |             | 7            | 2.17 minutos |

Las figuras anteriores muestran gráficamente el proceso de producción realizado en GALCASA, el cual es realizado paralelamente, el primero involucra las actividades de corte y limpieza, mientras el segundo realiza actividades de calentamiento, galvanizado y enfriamiento.

El objetivo del primer proceso es cortar los rollos de lamina en tamaños de 8, 10, 12 y 14 pies, además de remover todas las impurezas absorbidas por la materia prima debido a la exposición constante al ambiente. En tanto, el segundo proceso involucra actividades para lograr que la materia prima se encuentre en estado ideal para lograr realizar un galvanizado optimo y con ello obtener del proceso una lamina galvanizada de calidad.

### **1.7 Estándares permisibles de contaminación para industrias galvánicas**

Galvanizadora centroamericana, S.A. "GALCASA" está sujeta a reglamentos que rigen las actividades de industrias galvánicas. Este tipo de industria debido a los insumos involucrados en el proceso, está sujeta a límites permisibles al medio ambiente en lo que respecta a la descarga de aguas residuales, emisión de gases y emisión de ruido.

En los siguientes incisos, se detallan los límites máximos permisibles en lo que respecta a:

- Descarga de agua residual
- Emisión de gases y
- Emisión de ruido

### 1.7.1. Reglamento de aguas residuales a cuerpos receptores

GALCASA como industria galvánica, utiliza al subsuelo como cuerpo receptor, en la tabla I se muestran los límites permisibles para descargas a cuerpos receptores.

**Tabla I. Límites máximos permisibles en la descarga de aguas residuales**

| Parámetros                    | Unidad                  | Descarga en el Subsuelo |                   |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
|                               |                         | LMP                     | LMA               |
| Temperatura                   | °C                      | +/-7                    | +/-7              |
| Grasas y aceites              | Mg/l                    | 30                      | 15                |
| Materia flotante              |                         | Ausente                 | Ausente           |
| Sólidos sedimentables         | MI/l                    | 2                       | 1                 |
| Sólidos suspendidos           | Mg/l                    | 300                     | 150               |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Mg de O <sub>2</sub> /l | 400                     | 200               |
| Demanda química de oxígeno    | Mg de O <sub>2</sub> /l | 450                     | 300               |
| Nitrógeno                     | Mg/l                    | 40                      | 40                |
| Fósforo                       | Mg/l                    | 20                      | 20                |
| Hidrogeno                     | Unidad PH               | 6-9                     | 6-9               |
| Coliformes fecales            | NMP                     | 1*10 <sup>6</sup>       | 1*10 <sup>4</sup> |

Fuente: reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. Acuerdo gubernativo No. 66-2005.

\*\*LMP: límite máximo permisible

\*\*LMA: límite máximo aceptable

En la tabla anterior, se establecen diversos parámetros que forman parte del agua residual descargada en el subsuelo. Además, regulan los niveles estándares permisibles en el flujo de desechos líquidos.

En la tabla II se establecen una serie de parámetros relacionados directamente al proceso productivo en industrias galvánicas.

**Tabla II. Límites máximos permisibles de metales pesados en la descarga de aguas residuales**

| <b>Parámetros</b> | <b>Unidad</b> | <b>Límite máximo</b> |
|-------------------|---------------|----------------------|
| Arsénico          | Mg/l          | 0.1                  |
| Cadmio            | Mg/l          | 0.1                  |
| Cianuros          | Mg/l          | 0.5                  |
| Cobre             | Mg/l          | 4                    |
| Cromo             | Mg/l          | 0.5                  |
| Mercurio          | Mg/l          | 0.005                |
| Níquel            | Mg/l          | 2                    |
| Plomo             | Mg/l          | 0.2                  |
| Zinc              | Mg/l          | 10                   |

Fuente: reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. Acuerdo gubernativo No. 66-2005.

Los límites máximos establecidos en la tabla anterior son la base para comparar los resultados de los análisis realizados en la industria de laminado, determinando con ello el nivel de contaminación existente en el medio ambiente.

### 1.7.2. Reglamento de emisión de gases

La emisión de gases, consecuencia del proceso de producción y la circulación de vehículos están sujetos a estándares permisibles a la calidad del medio ambiente.

En la tabla III, se definen parámetros relacionados estrechamente con compuestos de oxígeno, nitrógeno, azufre y plomo.

**Tabla III. Límites máximos permisibles en la emisión de gases**

| <b>Contaminantes</b>                 | <b>Unidad</b>     | <b>Limite máximo</b> |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Monóxido de carbono (CO)             | mg/m <sup>3</sup> | 10,00                |
| Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) | µg/m <sup>3</sup> | 125,00               |
| Partículas en suspensión             | µg/m <sup>3</sup> | 75,00                |
| Plomo (Pb)                           | µg/m <sup>3</sup> | 1,50                 |
| Óxidos de nitrógeno (NO)             | µg/m <sup>3</sup> | 150,00               |

Fuente: reglamento de emisión de gases. Guía banco mundial.

Los datos de la tabla anterior, denotan límites expresados en cantidad de volumen, representa el máximo permisible por el medio ambiente y comunidades vecinas. Estos servirán de referencia para compararlos con el flujo de gases real generado por el proceso de galvanizado.

### 1.7.3. Reglamento de ruido

El límite máximo permisible de exposición es de 85 dB para jornadas de 8 horas al día y cuarenta a la semana, en la tabla IV se definen diferentes niveles de exposición al ruido en relación con el tiempo.

**Tabla IV. Niveles máximos de exposición para ruido continuo**

| <b>Nivel de exposición a ruido en dB</b> | <b>Tiempo permisible en minutos /día</b> |
|--|--|
| 85                                       | 480,0                                    |
| 90                                       | 240,0                                    |
| 95                                       | 120,0                                    |
| 100                                      | 60,0                                     |
| 105                                      | 30,0                                     |
| 110                                      | 15,0                                     |

Fuente: reglamento de emisión de ruido. Guía banco mundial.

La anterior tabla, expresa límites de exposición al ruido en relación con el tiempo de exposición.

## 2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA FÁBRICA

La planta para su funcionamiento requiere de servicios básicos como: agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, manejo de basura y vías de acceso. Además el terreno cuenta con áreas verdes, que ayudan a minimizar el impacto ambiental en sus alrededores.

El proceso de galvanizado es una fuente de emisión de gases y ruidos, que ocasionan daños al medio ambiente.

### 2.1. Servicios básicos

El alcantarillado, cuenta con un sistema de drenaje independiente al utilizado en la planta de producción.

#### 2.1.1. Uso y calidad del agua potable

El agua en GALCASA es utilizada para mantenimiento de servicios sanitarios, lavamanos y regaderas. Además se utiliza para regar las áreas verdes que tiene GALCASA, como:

- Campos de fútbol
- Árboles
- Plantas ornamentales
- Llanuras

Además el agua es utilizada en el proceso de producción, el cual requiere y necesita el vital líquido para poder llevar a cabo con eficiencia el proceso de galvanizado de los aceros.

El laboratorio ecológico y químico ECOQUIMSA, por intermedio del químico farmacéutico Carlos Rodolfo Girón Corzo, colegiado No. 2265, realizó un análisis del agua potable que es utilizada en GALCASA, la tabla V presenta el reporte siguiente:

**Tabla V. Análisis físico-químico del agua potable**

| ANÁLISIS       | DIMENSIONAL | LÍMITE DE DETECCIÓN | RESULTADO | LÍMITE MÁXIMO ACEPTABLE | LÍMITE MAXIMO PERMISIBLE |
|----------------|-------------|---------------------|-----------|-------------------------|--------------------------|
| PH             | ----        | 0.05                | 7.06      | 7.0 – 7.5               | 6.5 – 8.5                |
| Conductividad  | ----        | 0.1                 | 289.2     | ----                    | < 1500                   |
| Salinidad      | Mg/l        | 0.1                 | < 0.1     | ----                    | ----                     |
| Dureza         | Mg/l        | 1                   | 119       | 100                     | 500                      |
| Calcio         | Mg/l        | 10                  | 38        | 75                      | 150                      |
| Magnesio       | Mg/l        | 5                   | 6         | 50                      | 100                      |
| Nitratos       | Mg/l        | 0.9                 | 8.5       | ----                    | 45.0                     |
| Nitritos       | Mg/l        | 0.010               | 0.020     | ----                    | 0.01                     |
| Sulfatos       | Mg/l        | 25                  | 29        | 100                     | 250                      |
| Hierro         | Mg/l        | 0.03                | < 0.03    | 0.10                    | 1.00                     |
| Manganeso      | Mg/l        | 0.010               | < 0.010   | 0.05                    | 0.5                      |
| Cinc           | Mg/l        | 0.05                | 0.29      | 3.00                    | 70                       |
| Cloruros       | Mg/l        | 2.5                 | < 2.5     | 100                     | 250                      |
| Cloro residual | Mg/l        | 0.05                | < 0.05    | 0.5                     | 1.0                      |
| Alcalinidad    | Mg/l        | 5                   | 376       | ----                    | ----                     |
| Turbidez       | ----        | 1                   | < 1       | 5                       | 15                       |
| Color          | ----        | 0.5                 | < 0.5     | 5.0                     | 35.0                     |

Fuente: laboratorio ecológico y químico ECOQUIMSA

La tabla anterior establece el contenido del agua potable, resultado obtenido de un análisis físico-químicos.

La tabla VI presenta un análisis microbiológico del agua potable.

**Tabla VI. Análisis microbiológico del agua potable**

| <b>Análisis</b>     | <b>Resultado</b> | <b>Límite</b> |
|---------------------|------------------|---------------|
| Conteo de bacterias | 60               | Menor de 500  |
| Coliformes          | Menor de 2       | Menor de 2    |
| Escherichia coli    | Menor de 2       | Menor de 2    |

Fuente: laboratorio ecológico y químico ECOQUIMSA

La tabla V y VI establecen que el agua de apariencia limpia y olor no rechazable contienen sustancias disueltas y en suspensión. Estas sustancias analizadas anteriormente pueden limitar, el uso del agua.

En este caso los resultados de los análisis, tanto los parámetros físico-químico como microbiológico, demuestran que están dentro de los límites establecidos. Por lo tanto la calidad del agua es buena.

Lo anterior significa que el agua utilizada en GALCASA puede usarse como agua potable o de riego.

### **2.1.2. Alcantarillado**

El alcantarillado utilizado en la instalación de GALCASA no es municipal, el sistema de drenajes es propio. El drenaje instalado en GALCASA hace fluir las aguas residuales por efecto de la gravedad y de la presión.

La tubería está inclinada, para permitir un flujo a una velocidad de al menos 0,46 m por segundo. Los drenajes tienen un diámetro de 8 pulgadas y 12 pulgadas para la tubería donde se unen 2 o más tubos.

Además GALCASA cuenta con un cuerpo receptor, el cual está constituido por 6 fosas sépticas. La fosa séptica en GALCASA, ayuda a realizar un proceso de tratamiento de las aguas residuales: formada por una fosa de cemento, bloques de ladrillo en donde se sedimentan los sólidos y asciende la materia flotante. El líquido aclarado en parte fluye por una salida sumergida hasta zanjas subterráneas llenas de rocas a través de las cuales puede fluir y filtrarse en la tierra, donde se óxida. La materia flotante y los sólidos depositados pueden conservarse entre seis meses y varios años.

El origen, composición y cantidad de los desechos están relacionados con los hábitos de vida vigentes. Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual.

Las aguas residuales en GALCASA tienen un origen doméstico e industrial. Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales en el caso de GALCASA, son resultado del proceso que involucra agua y agentes químicos.

Los agentes químicos utilizados son:

- Ácido sulfúrico
- Alino
- Soda cáustica

Estos agentes contaminan las aguas, convirtiéndolas en alcalinas o ácidas dependiendo del nivel de pH contenido.

### **2.1.3. Basura**

GALCASA genera basura, procedente de los empaques que contienen los rollos de lámina, los cuales son de lata. Además los rollos están enrollados en tubos de metal, aproximadamente de 2 pies de diámetro.

Del proceso de producción genera desechos sólidos, como: escoria de plomo y *flux* de amoniaco, estaño y otros elementos. Además el proceso genera desechos líquidos.

Otras formas de basura en GALCASA son cartones, bolsas, papel, alambres.

En la tabla VII, se establece el procedimiento implantado en la empresa para eliminar la basura y evitar daños posteriores.

**Tabla VII. Procedimiento para eliminar la basura**

| <b>Tipo de basura</b> | <b>Procedimiento</b>                           |
|-----------------------|--|
| Lata                  | Se vende para ser reutilizada                  |
| Cartones              | Es quemada o depositada en rellenos sanitarios |
| Papel                 | Es quemado o depositado en rellenos sanitarios |
| Bolsas                | Es quemado o depositado en rellenos sanitarios |
| Plástico              | Es quemado o depositado en rellenos sanitarios |
| Líquidos              | Depositado en fosa séptica                     |
| <i>Flux</i>           | Se deposita en rellenos sanitarios             |
| Escoria               | Se vende                                       |

Fuente: procedimiento galvanizadora centroamericana, S. A. "GALCASA"

Lo anterior detalla un procedimiento o rutina para eliminar toda forma de basura generada en la empresa galvánica, lo que reduce el tiempo de exposición al medio ambiente.

#### **2.1.4. Energía eléctrica**

La energía eléctrica en GALCASA, es utilizada en mayor proporción en la planta, donde se requiere para hacer funcionar los siguientes equipos:

- 2 calderas
- 1 horno
- 2 cortadoras
- 1 línea de galvanizado
- 4 grúas
- 2 corrugadoras
- 2 tornos
- Pulidoras.

Además de la energía utilizada por las áreas administrativas y entorno de la planta. La empresa eléctrica de Guatemala, abastece de energía eléctrica a GALCASA, en la tabla VIII se detalla el consumo eléctrico por mes.

**Tabla VIII. Consumo eléctrico mensual**

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Consumo energía              | 59,430 Kw/h |
| Potencia                     | 96.6 Kw     |
| <b>Costo de: Q 89,103.11</b> |             |

Fuente: consumo eléctrico, galvanizadora centroamericana, S. A. "GALCASA"

La tabla anterior, establece el consumo de energía eléctrica en kilowatts por hora y la potencia suministrada a toda la instalación de la empresa. Además, GALCASA cuenta con una planta eléctrica desde hace 10 años, la cual es utilizada en momentos donde la potencia eléctrica baja.

#### **2.1.5. Vías de acceso**

Tiene como principal vía de acceso, la 8ª. calle, a la cual se puede ingresar por la 3ª. avenida y 1ª. avenida.

Si procede del centro del país, es conveniente utilizar la 3ª. avenida y doblar en la 8ª. calle para ubicar la empresa galvanizadora GALCASA.

Si procede de la costa, es conveniente ingresar por la 1ª. avenida y doblar en la 8ª. calle para ubicar a GALCASA.

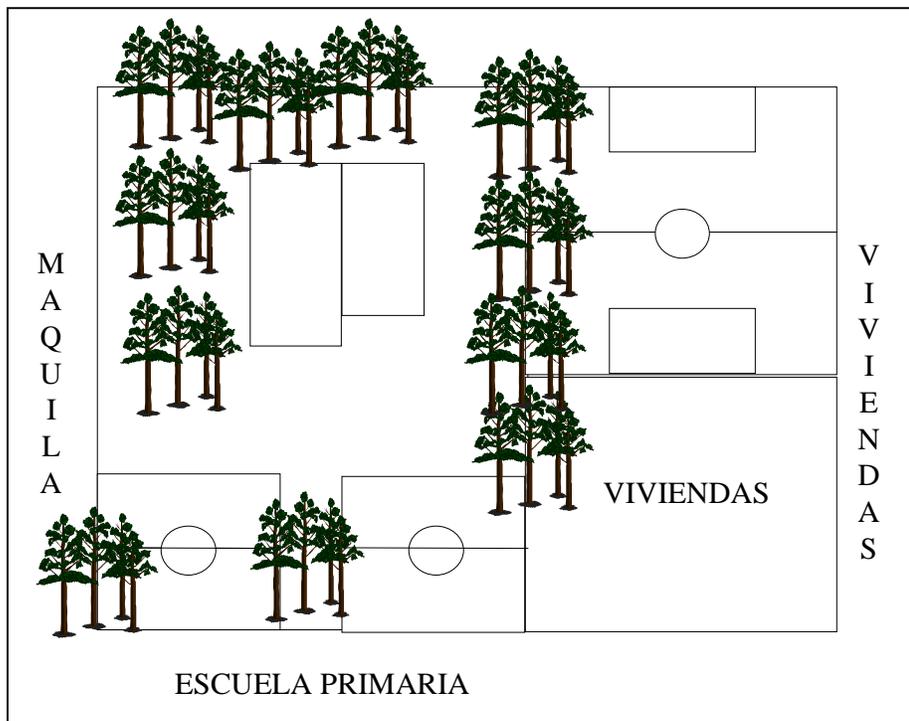
## 2.2. Áreas verdes

El terreno donde se encuentra ubicada la planta de GALCASA, cuenta con muchas áreas verdes y recreativas. El terreno consta de muchos árboles, llanuras y plantas ornamentales, las cuales contrarrestan en gran proporción, la posible contaminación ocasionada por los procesos de la planta.

El mantenimiento de la ecología en la planta, ayuda a controlar, la posible contaminación por gases y con ello se logrará mantener una calidad en el aire, baja en tóxicos. Los gases son los principales posibles contaminadores.

En la figura 6, se presenta una distribución gráfica de las áreas verdes de GALCASA.

**Figura 6. Distribución gráfica de áreas verdes**



### **2.2.1. Árboles**

Los arboles disminuyen en gran medida la posible contaminación que genera la planta. Los arboles están ubicados en toda la instalación, ayudan a que la calidad del aire este en las mejores condiciones.

### **2.2.2. Plantas**

Las plantas ornamentales minimizan el impacto visual que produce la estructura de la instalación.

El paisaje en GALCASA se mantiene en buenas condiciones, la naturaleza es factor importante en el mantenimiento de este.

### **2.2.3. Campos**

Los campos son instrumento importante para mantener con salud a los trabajadores y en general a todos los que hagan uso de los mismos.

GALCASA cuenta con llanuras, 2 campos de fútbol y 2 canchas de tenis.

## **2.3. Ruido**

En GALCASA, existe contaminación por ruido, debido a los sonidos molestos producidos por el proceso de galvanizado, corrugadora, cortadora, pulidora y vehículos. El ruido puede producir efectos fisiológicos y psicológicos para las personas,

Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición o el insomnio, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. En la tabla IX y X, se establecen valores en decibeles y los efectos que producen.

**Tabla IX. Niveles de ruido**

| <b>Generador de ruido</b> | <b>Nivel en decibeles</b> |
|---------------------------|---------------------------|
| Vehículos                 | 90                        |
| Corrugadora               | 110                       |
| Proceso de producción     | 90                        |
| Pulidora                  | 85                        |
| Cortadora                 | 60                        |

Fuente: galvanizadora centroamericana, S. A. "GALCASA"

**Tabla X. Efectos del ruido**

| <b>Nivel en decibeles</b> | <b>Efectos</b>   |
|---------------------------|--|
| 60                        | Poca visión nocturna, problemas de sueño, incapacidad intelectual, problemas intestinales. |
| 70 – 75                   | Pérdida de la audición.  |
| Mayor de 80               | Incremento de la presión arterial, la frecuencia respiratoria y el pulso.                  |

Fuente: galvanizadora centroamericana, S. A. "GALCASA"

Las tablas anteriores, demuestran que el ruido en el medio laboral, es una de las principales causas de incapacidad ocupacional, ya que puede provocar desde una pérdida de audición, hasta una sordera permanente.

La exposición continua o frecuente a niveles de sonido superiores a 85 decibeles (dB) puede causar sordera neurosensorial progresiva.

### **2.3.1. Línea de Galvanizado**

La línea de galvanizado genera aproximadamente 150 dB de ruido, producido por los engranajes de la línea, la puesta de laminas y principalmente la puesta en marcha del horno.

Estando el horno activo produce un ruido aproximado de 260 dB, aumenta o disminuye dependiendo de la temperatura a la cual esté funcionando. La temperatura esta en función del ritmo de línea a la cual se está produciendo.

### **2.3.2. Corrugadora**

El proceso de corrugar o acanalar las laminas genera un ruido de aproximadamente 110 dB.

El sonido emitido en este proceso es intermitente, debido a que el proceso de producción de lámina corrugada no es continuo.

### **2.3.3. Taller de Mantenimiento**

El área de mantenimiento emite sonidos por periodos, debido a que las tareas realizadas en esta área no son continuas.

El ruido producido en esta área lo producen trabajos realizados por barrenos, soldaduras, pulidoras y martillos. El nivel sonoro oscila entre los 60 y 100dB.

### **2.3.4. Vehículos**

El tipo de actividad realizada en GALCASA, desde el ingreso de la materia prima hasta la distribución del producto terminado, están ligados al transporte vehicular.

El transporte pesado como trailers son los que generan un nivel sonoro alto en las instalaciones de la planta y sus alrededores.

## **2.4. Gases**

Las instalaciones, alrededores y personal están expuestos a los efectos ocasionados por los gases, debido al proceso productivo realizado. La principal fuente emisora de gases se encuentra en la línea de galvanizado, en ella se trabaja con componentes químicos como: ácido sulfúrico, soda cáustica, azufre, cloruro amoniac, plomo y zinc.

### **2.4.1. Línea de Galvanizado**

La línea de galvanizado está conformada por dos áreas que son fuentes emisoras de gases: la primera es un área de limpieza y preparación de la materia prima, técnicamente llamada *pickling*. La segunda área es la de galvanizado, donde se transforma la materia prima.

#### **2.4.1.1. Pickling**

El *pickling* proceso en el que se realiza un trabajo de limpieza en la materia prima, hace uso de químicos como la soda cáustica y ácido sulfúrico, componentes tóxicos para el ambiente.

#### **2.4.1.2. Galvanizado**

En este proceso se involucran mas fuentes generadoras de gases como: ácidos, azufre, cloruro amoniac, alino, plomo y zinc.

Esta área es la principal fuente emisora de gases, mismos que se propagan al ambiente, generando nubosidad en los alrededores de la instalación.

### **3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

El proceso de producción de galvanizadora centroamericana, S. A., “GALCASA”, debido a los insumos y equipo utilizados, requiere la implantación de medidas de mitigación. A continuación se definen las etapas necesarias para realizar el diagnóstico ambiental en el proceso de producción.

#### **3.1. Descripción**

El diagnóstico ambiental aplicado en GALCASA establece algunas etapas para lograr el estudio de impacto ambiental, que definen la situación real de la empresa, las etapas son:

1. Identificación de impactos ambientales: determina los agentes contaminantes y las causas que lo ocasionan; determina los impactos ambientales y sus efectos en el ambiente y sus habitantes; determina límites permisibles para gases, agua residual y ruido.
2. Análisis de impactos ambientales: realiza un análisis físico-químico de los gases, desechos y medición de ruido; realiza una comparación de resultados contra estándares permisibles; realiza una síntesis del incumplimiento de los límites de contaminación.

#### **3.2. Objetivo**

Determinar dentro del proceso de producción, las fuentes de contaminación y los impactos que provoca en el medio ambiente, para implantar medidas de mitigación que minimicen el deterioro al ambiente.

### **3.3. Etapas**

El diagnóstico en GALCASA, identifica los factores que causan el posible daño ambiental. Determinando las causas, se procede a realizar un muestreo en los afluentes de contaminación, mismas que serán analizadas en un laboratorio.

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, determinaran el grado de contaminación al que está expuesto GALCASA y sus alrededores.

#### **3.3.1. Identificación de agentes contaminantes**

Los agentes contaminantes son causados por la emisión de gases, ruido y líquidos residuales provenientes del proceso de producción, mismos que generan un efecto negativo en nuestro ambiente.

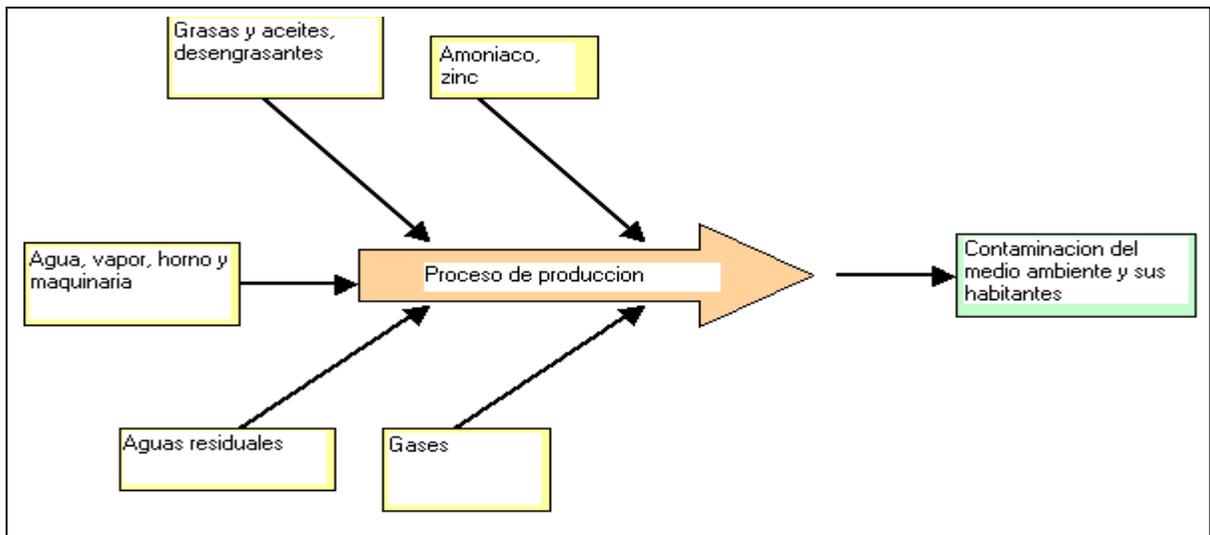
##### **3.3.1.1. Causas**

Los agentes de contaminación son causados por las diferentes fuentes existentes en el proceso de producción, mismas que interactúan con componentes químicos. Insumos como ácidos, aceites, grasas, amoníaco y zinc son los principales entes generadores de líquidos residuales, gases y desechos sólidos.

### 3.3.1.2. Efectos

La calidad del medio ambiente y de sus habitantes sufren deterioro en su estado. La calidad del aire, subsuelo y la salud de las personas disminuye, consecuencia de los efectos emitidos por los agentes contaminantes. En la figura 7 se ejemplifican causas y efectos provocados por el proceso industrial de GALCASA.

**Figura 7. Diagrama causa-efecto del proceso de producción**



### 3.3.2. Análisis de muestras

Toda descarga de agua residual, gases y ruido será analizada para determinar el nivel de contaminación que se pueda ocasionar. El análisis de las muestras requiere se realice periódicamente, estableciendo parámetros de medición para las aguas residuales, desechos sólidos, gases y ruido.

### **3.3.2.1. Frecuencia de muestreo**

Se realizan muestreos y análisis en aguas residuales, gases, desechos y ruido, como mínimo cada 3 meses, manteniendo un control de los estándares permisibles en la calidad del medio ambiente. El muestreo se realiza en los afluentes finales del proceso de galvanizado, debido a que representan los puntos de concentración de cada ente contaminante.

### **3.3.2.2. Parámetros de medición**

Existen parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales, desechos sólidos, desechos líquidos, gases y ruido. Cada parámetro determina principalmente la composición de cada uno de los elementos anteriores, definiendo con ello aspectos negativos o positivos a nivel de la posible contaminación generada en el medio ambiente.

#### **3.3.2.2.1. Agua residual**

Los líquidos residuales generados en GALCASA, involucran ciertos componentes que forman parte de su estructura y composición. A continuación, se detalla la composición física de las aguas residuales generadas en la empresa galvánica..

- Temperatura (T) en grados celsius (°C)
- Potencial de hidrogeno, en unidades pH
- Grasas y aceites (G y A), como miligramo por litro (mg/l)
- Materia flotante, como presente o ausente
- Sólidos sedimentables (SSed), como mililitros por litro (ml/l)
- Sólidos suspendidos totales (SST), miligramos por litro
- Demanda bioquímica de oxígeno a 20°C (DBO), como miligramo por litro de oxígeno (mg/l)

- Demanda química de oxígeno (DQO), como miligramo por litro de oxígeno (mg/l)
- Cromo (Cr), como miligramo por litro (mg/l)
- Plomo (Pb), como miligramo por litro (mg/l)
- Zinc (Zn), como miligramo por litro (mg/l)
- Color, unidades de color como unidades de turbidez nefelométricas (UTN)

Cada aspecto detallado anteriormente, estableciendo mediante un análisis el estado de las aguas. Esto se detalla en los capítulos siguientes.

#### 3.3.2.2.2. *Flux*

En la tabla XI se establece componentes que definen la composición física del *flux*, resultado directo del proceso de galvanizado.

**Tabla XI. Componentes involucrados en el análisis de desechos sólidos**

| <b>Composición física del <i>flux</i></b> |
|---|
| Materia insoluble                         |
| Amónio                                    |
| Fósforo                                   |
| Cloruros                                  |
| Calcio                                    |
| Magnesio                                  |
| Hierro                                    |
| Manganeso                                 |
| Zinc                                      |
| Plomo                                     |
| Humedad                                   |

Fuente: laboratorio químico y ecológico "ECOQUIMSA"

Los resultados obtenidos del análisis físico de *flux*, definen la composición y estructura física del desecho sólido generado en la línea de galvanizado de GALCASA, estableciéndose como escoria o simplemente *flux*. Siendo la escoria una composición casi total de zinc, mientras el *flux* es solamente residuos químicos y basura.

### 3.3.2.2.3. Gases

En la tabla XII, se definen parámetros y dimensionales que establecen la composición de los gases, se detallan a continuación.

**Tabla XII. Contaminantes analizados en el flujo de gases**

| <b>Contaminante</b>  | <b>Dimensional</b>       |
|----------------------|--------------------------|
| Dióxido de nitrógeno | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Dióxido de azufre    | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Fuente: laboratorio químico y ecológico “ECOQUIMSA”

En la tabla anterior, se determinan únicamente dos componentes detectables en el flujo de gases, mismos que definirán la calidad del aire en los alrededores de la empresa.

### 3.3.2.2.4. Ruido

La medición del nivel sonoro utiliza la unidad adimensional del “decibel”, dimensional que determina el nivel de intensidad sonora del sonido emitido en las instalaciones de la empresa galvánica, definiendo la dimensional de medición como:

- Nivel sonoro, en decibeles (dB).

### **3.3.2.3. Límites permisibles vrs resultados**

Los resultados obtenidos del análisis de agua residual, gases y ruido, son objeto de comparación y conclusión contra los estándares permisibles establecidos. Con lo que se establecerá el cumplimiento de los estándares establecidos por los reglamentos emitidos.

#### **3.3.2.3.1. Comparaciones**

La comparación determina el cumplimiento o incumplimiento de los reglamentos de agua residual, gases y ruido. Además, especifica los factores que ocasionan impacto ambiental.

Ya establecidos los incumplimientos, en función de los resultados y los parámetros establecidos, procedemos a analizar la causa de por qué se extralimitó en el uso del insumo.

#### **3.3.2.3.2. Conclusiones**

Determina los parámetros del análisis que no cumplen con los estándares permisibles de contaminación.

De acuerdo a la conclusión se plantean medidas de mitigación que minimicen los daños generados por GALCASA.

El procedimiento de comparar y tomar decisiones, es realizado periódicamente para mantener bajo control los requerimientos exigidos por la ley ambiental.



## **4. PROCESO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

Es necesario implementar algunas etapas para lograr el proceso diagnóstico ambiental en GALCASA, para determinar y analizar los impactos generados en el medio ambiente, debido al proceso de producción realizado. Para ello es necesario realizar lo siguiente: identificación de impactos ambientales y análisis de impactos ambientales. Estas etapas servirán de base para plantear medidas de mitigación que reduzcan los daños al medio ambiente que nos rodea.

### **4.1. Identificación de impactos ambientales**

En GALCASA los efectos se pueden clasificar en negativos y positivos: los negativos producen efectos sociales y efectos ecológicos; los positivos producidos por efectos económicos. Los efectos positivos se deben a que la industria genera empleos, lo que involucra estabilidad económica, además de poder gozar del bien producido. Los efectos negativos involucran daños en el medio ambiente, posible deterioro en la calidad del agua y aire, además del deterioro de la salud de los trabajadores y de los habitantes ubicados en los alrededores de la instalación.

Dentro de los impactos sociales, también está el efecto del ruido, generado por el proceso productivo y el tráfico existente en la fábrica. El ruido causa un impacto negativo sobre la calidad de vida o sobre el confort de las personas que habitan junto a la infraestructura, esta conclusión se tomó debido a las quejas realizadas por las personas ubicadas en los alrededores.

Además, otro efecto social es el ocasionado por los gases, consecuencia de la cantidad de partículas en suspensión, así como, los gases producidos por productos químicos tóxicos como el plomo, dióxido de azufre y óxidos nitrosos.

Los efectos sociales, producen además, efectos ecológicos como: degradación en la calidad del aire, ocasionada por la emisión de gases. Además GALCASA genera desechos sólidos como el *flux* y líquidos como el agua residual, los cuales ocasionan deterioro en el sistema ecológico.

GALCASA genera efectos positivos como: mejoras en el nivel de vida, como consecuencia de las nuevas posibilidades de empleo. GALCASA contrata mano de obra que, resida en áreas cercanas a las instalaciones, debido a las exigencias de horario y comodidad del trabajador.

#### **4.1.1. Agentes contaminantes**

Galvanizadora centroamericana, S.A., “GALCASA” debido a su proceso de producción, genera desechos sólidos, desechos líquidos, gases y ruido. Siendo resultado de la utilización de maquinaria y componentes químicos, además de generar efectos en el medio ambiente y sus habitantes. A continuación se establecen las causas y efectos de los agentes contaminantes generados por el proceso industrial de láminas galvanizadas

##### **4.1.1.2. Causas**

Los gases son emitidos por el tránsito de vehículos y las actividades industriales realizadas en GALCASA. Los gases detectados en las instalaciones de GALCASA son: dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno; provenientes de la combustión de varios químicos como: cloruro amoníaco, azufre, zinc y plomo. En la tabla XIII, se establecen parámetros existentes en el flujo de gases.

**Tabla XIII. Composición del flujo de gases**

| <b>Contaminante</b>                        | <b>Causa</b>   |
|--|--|
| Monóxido de carbono (CO)                   | Gases de escape de vehículos de motor; proceso industrial.                 |
| Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )       | Todo el proceso de producción  |
| Plomo (Pb)                                 | Gases de escape de vehículos de motor; fundición de plomo;                 |
| Óxidos de nitrógeno (NO, NO <sub>2</sub> ) | Gases de escape de vehículos de motor; generación de calor y electricidad; |
| Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )      | Todas las fuentes de combustión  |

En la tabla anterior, se establece la composición física de los gases que fluyen en las instalaciones de GALCASA, además se definen las causas que generan el flujo de gases.

Los desechos sólidos se conforman por residuos provenientes del proceso de galvanizado. En dicho proceso los residuos que se forman son denominados como:

- Escoria
- *Flux*

La escoria se forma por la acumulación de residuos de plomo y zinc. La escoria es vendida para volver a ser utilizada.

El *flux* se forma por la acumulación de residuos de azufre y amoniaco. El *flux* a diferencia de la escoria, no es reutilizable, el *flux* es depositado en rellenos sanitarios.

Los desechos líquidos son conformados por residuos humanos, ácido, alino, desengrasantes, cromo y cloruro de amoniaco.

Para los desechos líquidos, GALCASA cuenta con drenajes propios, los cuales desembocan en fosas sépticas.

El ruido es producido por las diferentes maquinarias existentes en GALCASA, las cuales forman parte del proceso productivo.

El ruido es efecto del trabajo realizado por:

- Vehículos
- Corrugadora
- Proceso de producción
- Pulidora
- Cortadora

#### **4.1.4. Impacto ambiental**

Los diversos agentes contaminantes como el agua residual, desechos sólidos, gases y ruido, generados en galvanizadora centroamericana, S. A. "GALCASA", provocan severos daños al medio ambiente, deteriorando poco a poco la calidad del aire, agua y subsuelo. Además de provocar efectos al medio ambiente, también produce efectos importantes en las personas, a continuación se detallan los efectos provocados por los agentes contaminantes sobre la salud humana.

#### **4.1.2.2. Efectos**

La contaminación del agua, resultado de la generación de residuos líquidos, domésticos e industriales, así como desperdicios sólidos como la basura, trae como consecuencia su inutilización. La misma naturaleza en este caso es fuente de conservación del suelo y capas vegetales, debido a la forestación realizada en la empresa.

El agua en su mayor parte puede ser contaminada por el proceso de producción, pero además por aguas residuales urbanas, llamadas también aguas negras, que provienen del uso doméstico: baños, lavadoras, fregaderos, etc. Efectos de la contaminación del agua

- Efectos físicos: como mal olor, cambios de color, enturbiamiento, fermentación, cambio de temperatura.
- Efectos químicos: como la disminución de la concentración necesaria de oxígeno para la vida acuática.
- Efectos biológicos: como la muerte de plantas y animales, así como la producción de enfermedades en el hombre.

Las principales enfermedades producidas a causa de las aguas contaminadas, pueden ser:

- Disentería: produce la inflamación del intestino grueso, en cuya mucosa se localizan los microbios. Se caracteriza por diarreas sanguinolentas (con sangre) y se adquiere cuando se toma agua o alimentos contaminados. Esta enfermedad es muy frecuente en los niños que viven en casas poco higiénicas y por descuido puede ocasionarle la muerte por deshidratación. Para evitar el contagio se recomienda hervir el agua y lavar bien los alimentos.

- Fiebre tifoidea: El contagio se produce al comer o beber alimentos y agua contaminadas con las heces de enfermos o portadores. Los microbios se alojan en el intestino delgado allí alteran las paredes del mismo provocando diarrea, posteriormente pueden invadir la mucosa y pasar a la corriente sanguínea provocando la fiebre característica de la enfermedad.
- El cólera: Se manifiesta con vómitos diarreas. Se propaga con defecaciones y vómitos de las personas infectadas. Su contagio se evita con la vacuna anticólera.

Las medidas preventivas para evitar la contaminación del agua son:

- Mantener el estado actual de la vegetación y área boscosa
- Proteger las fuentes de agua, no arrojando basura o residuos
- Mantención de pozos sépticos.
- Implantar plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los desechos, aceites, ácidos y metales, insumos involucrados en el proceso de producción y principales causantes de la contaminación del agua pueden ser tratados y eliminados en una planta industrial de tratamiento de aguas residuales haciendo más eficientes los procesos convencionales. Las aguas residuales pueden purificarse aún más utilizando procesos de tratamiento avanzados para eliminar materias orgánicas residuales y los sólidos disueltos.

En el capítulo siguiente se hará referencia de tecnologías convencionales que incluyen filtrado, separación agua y sólidos, neutralización de hierro, sedimentación y filtración.

Esta solución de tecnologías es muy eficiente por la utilización de ácidos en nuestro proceso de producción, que crean una corriente de aguas residuales que contienen un excesivo nivel de pH ácido.

La contaminación del agua afecta a la salud humana, el contenido de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El cadmio presente en el agua procedente del proceso industrial, específicamente de tuberías deterioradas, de ser ingerido en cantidad suficiente, el metal puede producir un trastorno diarréico agudo, así como lesiones en el hígado y los riñones. Hace tiempo que se conoce o se sospecha de la peligrosidad de sustancias inorgánicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo.

La contaminación ambiental por gases afecta la salud cardiovascular. El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto.

Otro de los efectos es el debilitamiento de la capa de ozono, que protege a los seres vivos de la radiación ultravioleta del sol, debido a la destrucción del ozono estratosférico por cloruros procedentes de la contaminación; o el calentamiento global provocado por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico que acompaña a la combustión masiva de materiales.

Respirar aire contaminado con partículas finas puede tener efectos perjudiciales sobre la salud, incluyendo la muerte prematura y un aumento en las enfermedades respiratorias.

Los síntomas relacionados con la contaminación del aire son: ojos llorosos, tos o ruido al respirar. Aun para las personas sanas, el aire contaminado puede producir irritaciones o dificultades respiratorias durante el ejercicio o las actividades al aire libre. Su riesgo real depende de su estado de salud actual, el tipo y concentración del contaminante y el tiempo de exposición al aire contaminado.

Las personas que son más propensas a sufrir problemas graves de salud debido a la contaminación del aire son:

- Personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Personas con problemas respiratorios como asma o enfisema
- Mujeres embarazadas
- Personas que trabajan al aire libre
- Niños menores de 14 años, cuyos pulmones todavía se están desarrollando
- Residentes ancianos cuyos sistemas inmunes son más débiles
- Atletas que ejercitan energicamente al aire libre

Los niveles altos de contaminación del aire pueden causar problemas de salud inmediatos:

- Agravar enfermedades cardiovasculares y respiratorias
- Producir más estrés al corazón y los pulmones que deben trabajar más para suministrar oxígeno al cuerpo
- Dañar las células del sistema respiratorio
- La exposición prolongada al aire contaminado puede tener efectos permanentes sobre la salud:
- Envejecimiento acelerado de los pulmones y pérdida de la capacidad pulmonar
- Menor función pulmonar

- Desarrollo de enfermedades como asma, bronquitis, enfisema y posiblemente cáncer
- Acortamiento de la vida

Los contaminantes del aire, incluyen el ozono a nivel del suelo, la materia particulada, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. La contaminación del aire se forma cuando los gases provenientes del proceso de producción y tránsito vehicular se liberan al aire y reaccionan químicamente entre ellos a la luz solar.

El ozono que se encuentra a nivel del suelo ( $O_3$ ) es un contaminante incoloro e inodoro que se forma por una reacción química entre los compuestos orgánicos y los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar. La fuente principal de compuestos orgánicos y los óxidos de nitrógeno es el tránsito vehicular.

Materia particulada es el término utilizado para una mezcla de partículas sólidas y líquidas que se encuentran en el aire. Se origina de fuentes como: tránsito vehicular, planta eléctrica y proceso de producción. Las partículas finas se forman principalmente en la atmósfera a partir de gases como los óxidos de azufre.

El monóxido de carbono ( $CO$ ) es un gas incoloro e inodoro que es un subproducto de la combustión producida principalmente por los automóviles.

El ozono es un irritante fuerte que puede limitar las vías respiratorias, forzando al sistema respiratorio a trabajar más para proporcionar oxígeno. También puede:

- Agravar enfermedades respiratorias como enfisema, bronquitis y asma
- Dañar partes profundas de los pulmones, aun después de que desaparecen ciertos síntomas como tos o dolor de garganta
- Causar ruido al respirar, dolor de pecho, sequedad en la garganta, dolor de cabeza o náusea
- Disminuir la resistencia a las infecciones y producir mayor fatiga

Una serie de estudios científicos han establecido una relación entre la materia particulada, especialmente las partículas finas, y una variedad de problemas de salud importantes:

- Empeoramiento del asma, enfermedades cardíacas y pulmonares
- Admisiones al hospital y visitas a la sala de emergencias por problemas respiratorios
- Síntomas respiratorios agudos, incluyendo dolor de pecho intenso, jadeo y empeoramiento de la tos
- Menor función pulmonar que puede experimentarse como falta de aire
- Bronquitis crónica
- Muerte prematura
- Monóxido de carbono

El monóxido de carbono reemplaza al oxígeno en los glóbulos rojos de la sangre. Las personas que tienen enfermedades cardíacas están más propensas a desarrollar dolores de pecho cuando se exponen a niveles bajos de monóxido de carbono. La exposición a niveles altos de monóxido de carbono puede:

- Disminuir los reflejos y causar confusión y somnolencia
- Resultar en la muerte en los espacios cerrados (por ejemplo, garaje cerrado) a concentraciones muy altas

El flujo de gases, compuesto por dióxido de nitrógeno produce: irritación en los ojos, nariz y garganta. La exposición prolongada o crónica produce lesiones pulmonares. Puede permanecer residente en el medio hasta 3 años. En la tabla XIV, se establecen efectos a la exposición de monóxido de carbono.

**Tabla XIV. Efectos del monóxido de carbono**

| <b>Nivel de exposición (mg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Efecto fisiológico</b>                                      |
|---|--|
| 200 por 3 horas ó<br>600 por 1 hora           | Dolor de cabeza  |
| 500 por 1 hora ó<br>1000 por 30 minutos       | Mareos, zumbido de oídos, náuseas, palpitaciones, embotamiento |
| 1500 por una hora                             | Sumamente peligroso para la vida                               |
| 4000  | Colapso, inconsciencia, muerte                                 |

En la tabla anterior, se definen efectos fisiológicos debido a la exposición constante en el ambiente de monóxido de carbono, basados en estadísticas emitidas por el banco mundial.

Las principales fuentes de contaminación acústica son los vehículos de motor, el proceso de producción, y el taller de mantenimiento industrial. Este tipo de contaminación incide en la calidad de vida y provoca efectos psicológicos, aparte de los físicos. Los efectos sobre la salud están relacionados con la tensión, con un aumento de las pulsaciones, con una modificación del ritmo respiratorio, tensión muscular, presión arterial, resistencia de la piel, agudeza de visión.

Además, el ruido puede causar efectos sobre el sistema cardiovascular, con alteraciones del ritmo cardíaco, riesgo coronario, hipertensión arterial y excitabilidad vascular por efectos de carácter neurosensorial, entre otros problemas. La sordera temporal también es una de las consecuencias de padecer una contaminación acústica demasiado alta.

Más ruido implica más peligro, por tanto que los niveles sonoros y la duración de exposición a ruidos hacen que el riesgo de crisis cardíaca pueda aumentar en las personas afectadas.

El ruido se asocia con la salud y desarrolla efectos nocivos a nivel fisiológico, sobre todo en lo que respecta al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, en especial de los infartos.

El ruido se considera contaminante cuando puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para las personas. La causa principal de la contaminación acústica es: el transporte, el proceso de producción, y el taller de mantenimiento industrial.

El oído humano supera el “umbral del dolor” a los 140 decibeles. Los efectos que se pueden observar inmediatamente (desaparecen cuando cesa el ruido intenso) son el aumento de la frecuencia cardíaca, tensión muscular, alza de la presión, cambios en la respiración y dolor de cabeza.

A largo plazo, convivir con altos niveles de ruido puede generar la pérdida de la audición, que es irreversible porque las células del oído no se regeneran. También causa efectos nocivos en el corazón, las glándulas endocrinas, el aparato digestivo y el sistema nervioso.

Las consecuencias en el ser humano demuestran además que incrementa el estrés, el cansancio, la conducta agresiva, dificulta la concentración y el sueño y disminuye el rendimiento físico general. En cuanto a los niños, más vulnerables a los ruidos, se ha comprobado que tiene efectos negativos en el aprendizaje, disminuye la atención y dificulta la comunicación verbal, lo que favorece el aislamiento y la poca sociabilidad. Las soluciones, sin embargo, parecen ser cada vez menos viables. Los planes para bajar la contaminación acústica apuntan a medidas preventivas ya que cualquier programa de tipo urbanístico tiene costos muy elevados

Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición o el insomnio, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. Además de acuerdo al nivel en decibeles del ruido, puede causar diversos efectos, los cuales se describen en la tabla XV.

**Tabla XV. Consecuencias en la exposición al ruido**

| <b>Decibeles</b> | <b>Efectos</b>   |
|------------------|--|
| 60               | Poca visión nocturna, problemas de sueño, incapacidad intelectual, problemas intestinales. |
| 70 – 75          | Perdida de la audición.  |
| Mayor de 80      | Incremento de la presión arterial, la frecuencia respiratoria y el pulso.                  |

Fuente: laboratorio ecológico y químico “ECOQUIMSA”

En la tabla anterior, se definen diversos efectos producidos sobre la salud humana debido a la exposición constante al ruido y en función del nivel de intensidad en decibeles.

Además, otros efectos auditivos son consecuencia de la exposición por periodos relativamente cortos, a niveles excesivos produciendo una pérdida transitoria de la agudeza auditiva, cuyo grado y duración dependen de la severidad, el tiempo de exposición, la susceptibilidad individual y el tipo de ruido. Esta pérdida es de tipo neurosensorial y afecta por lo tanto la conducción aérea y la conducción ósea. El efecto causado por ruido prolongado, que produce destrucción de las células ciliadas al órgano de corti.

#### 4.1.5. Síntesis de rangos permisibles de contaminación

Los rangos que a continuación se presentan, son adecuados a la posible contaminación generada por GALCASA y a los métodos utilizados para contrarrestar dichos contaminantes, tomados de la guía del banco mundial, reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Aplicados a industrias dedicadas al proceso de galvanizado.

#### 4.1.3.4. Gases

En la tabla XVI, se presentan los límites máximos permisibles para la emisión de gases, según guía del banco mundial.

**Tabla XVI. Límites máximos permisibles para la emisión de gases según banco mundial**

| <b>Contaminante</b>  | <b>Limite máximo</b>  |
|----------------------|-----------------------|
| Dióxido de nitrógeno | 150 µg/m <sup>3</sup> |
| Dióxido de azufre    | 125 µg/m <sup>3</sup> |

Fuente: laboratorio ecológico y químico "ECOQUIMSA"

En la tabla anterior, se definen límites respecto al dióxido de nitrógeno y de azufre debido a que los análisis realizados por el laboratorio ecoquimsa, solo detectan estos parámetros de contaminación.

#### 4.1.3.5. Aguas residuales

En la tabla XVII, se presentan límites correspondientes a la descarga de aguas residuales, teniendo como receptor al subsuelo, que en este caso son las fosas sépticas.

**Tabla XVII. Límites máximos permisibles en descargas de aguas residuales a cuerpos receptores**

| Parámetros                    | Descarga en el subsuelo |                |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|
|                               | LMP                     | LMA            |
| Temperatura                   | +/-7                    | +/-7           |
| Grasas y aceites              | 30                      | 15             |
| Materia flotante              | Ausente                 | Ausente        |
| Sólidos sedimentables         | 2                       | 1              |
| Sólidos suspendidos           | 300                     | 150            |
| Demanda bioquímica de oxígeno | 400                     | 200            |
| Demanda química de oxígeno    | 450                     | 300            |
| Nitrógeno                     | 40                      | 40             |
| Fósforo                       | 20                      | 20             |
| Hidrogeno                     | 6-9                     | 6-9            |
| Coliformes fecales            | $1 \cdot 10^6$          | $1 \cdot 10^4$ |

Fuente: laboratorio ecológico y químico "ECOQUIMSA"

\*\*LMP: límite máximo permisible

\*\*LMA: límite máximo aceptable

En la tabla anterior, se detallan una serie de parámetros que componen la estructura física de las aguas residuales, definiendo sus límites de primera etapa y segunda etapa de las operaciones de GALCASA. La primera etapa abarca los primeros 10 años de operaciones, en los cuales sus límites son los máximos permitidos, en los años posteriores el control de descargas residuales debe reducir su contenido tóxico al mínimo permitido.

#### **4.1.3.6. Ruido**

Límite de ruido máximo es de 85 dB, previene sordera neurosensorial progresiva, se recomienda no sobrepasar este rango. Este límite no se cumple en ninguna empresa, lo que hacen es contrarrestar el sonido, usando tapones, orejeras, etc.

Además, del límite máximo de intensidad de ruido, es importante que en la instalación no se expongan tantas horas al sonido, ya que cualquiera que sea la intensidad de éste, afectara la salud de los trabajadores encontrados dentro de la fábrica y habitantes de los alrededores.

### **4.2. Análisis de impactos ambientales**

Los efectos que producen determinadas acciones sobre el medio ambiente, para GALCASA pueden ser positivos o negativos y se pueden clasificar en: efectos sociales y efectos ecológicos.

Dentro de los impactos sociales se encuentra el efecto del ruido generado por los procesos productivos y el tránsito vehicular. El ruido causa un impacto negativo sobre la calidad de vida o sobre el confort de las personas que habitan junto a la infraestructura en cuestión. Por el contrario, el aumento de la naturaleza existente en GALCASA puede tener un efecto positivo, disminuyendo el impacto visual y manteniendo la calidad del aire.

El análisis de los impactos ambientales, son base para planear medidas de mitigación que reduzcan los efectos negativos que se están generando por parte del proceso productivo de GALCASA.

#### **4.2.3. Análisis físico-químico**

El laboratorio ecológico y químico “ECOQUIMSA”, hace el análisis físico-químico de las muestras tomadas de los diferentes efluentes de GALCASA:

- agua residual
- sólidos
- gases

Las muestras se realizan en intervalos cortos, aproximadamente cada 10 minutos, con el fin de captar las variaciones en los niveles de contaminación.

##### **4.2.1.3. Gases**

En la tabla XVIII, se presentan los niveles generados por la emisión de gases durante el proceso de producción en la fábrica.

**Tabla XVIII. Emisión de gases**

| <b>Contaminante</b>  | <b>Valor</b>          |
|----------------------|-----------------------|
| Dióxido de nitrógeno | <09 µg/m <sup>3</sup> |
| Dióxido de azufre    | <25 µg/m <sup>3</sup> |

Fuente: laboratorio ecológico y químico “ECOQUIMSA”

En la tabla anterior, se presenta un análisis físico-químico realizado por ECOQUIMSA, laboratorio ecológico y químico, tomando como tipo de muestra a los gases, expresados en microgramos por metro cubico.

#### 4.2.1.4. Desechos sólidos y líquidos

En GALCASA se generan desechos sólidos, conocidos como *flux*, compuesto mayormente de materia insoluble, amonio y zinc. Los líquidos residuales o aguas residuales se componen mayormente de aceites y grasas, sólidos suspendidos y ácidos.

#### 4.2.1.2.3. Flux

En la tabla XIX, se presenta la composición del desecho sólido expresado en términos de porcentaje.

**Tabla XIX. Análisis de desecho sólido: flux**

| Parámetros        | Dimensional | Análisis |
|-------------------|-------------|----------|
| Materia insoluble | %           | 6.32     |
| Amónio            | %NH4        | 15.2     |
| Fósforo           | P           | <0.005   |
| Cloruros          | Cl          | 31.1     |
| Calcio            | Ca          | 0.039    |
| Magnesio          | Mg          | 0.008    |
| Hierro            | Fe          | 0.22     |
| Manganeso         | Mn          | 0.026    |
| Zinc              | Zn          | 43.1     |
| Plomo             | Pbl         | 0.076    |
| Humedad           | %H2O        | 3.906    |

Fuente: laboratorio ecológico y químico "ECOQUIMSA"

En la tabla anterior, se presenta el detalle del análisis físico-químico realizado por ECOQUIMSA, laboratorio ecológico y químico tomando como tipo de muestra al desecho sólido. El *flux* es resultado de los residuos del galvanizado.

#### 4.2.1.2.4. Agua residual

En la tabla XX, se presenta el análisis del agua del agua residual, generada por el proceso de producción.

**Tabla XX. Análisis de agua residual**

| Parámetros                    | Dimensional | Análisis |
|-------------------------------|-------------|----------|
| Temperatura                   |             | 30°      |
| Grasas y aceites              | Mg/l        | 19       |
| Materia flotante              | Mg/l        | --       |
| Sólidos sedimentables         | Mg/l        | 2        |
| Sólidos suspendidos           | Mg/l        | 288      |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Mg/l        | 1400     |
| Demanda química de oxígeno    | Mg/l        | 270      |
| Nitrógeno                     | Mg/l        | --       |
| Hidrogeno                     | Mg/l        | --       |
| Coliformes fecales            | Mg/l        | --       |
| Sulfitos                      | Mg/l        | 1.5      |
| Cromo                         | Mg/l        | 4.150    |
| Hierro                        | Mg/l        | 41.80    |
| Zinc                          | Mg/l        | 7.20     |
| Plomo                         | Mg/l        | <0.10    |
| PH                            |             | 11.74    |

Fuente: laboratorio ecológico y químico "ECOQUIMSA"

En la tabla anterior se presenta el detalla del análisis físico-químico realizado por ECOQUIMSA, laboratorio ecológico y químico, tomando como tipo de muestra el agua residual.

#### **4.2.1.4. Ruido**

En la tabla XXI, se presentan los niveles promedio de ruido dentro de las instalaciones de GALCASA, durante el proceso de producción.

**Tabla XXI. Niveles de ruido en proceso de producción**

| <b>Generador</b>      | <b>Nivel en decibeles</b> |
|-----------------------|---------------------------|
| Vehículos             | 90                        |
| Corrugadora           | 110                       |
| Proceso de producción | 90                        |
| Pulidora              | 85                        |
| Cortadora             | 60                        |

Fuente: laboratorio ecológico y químico “ECOQUIMSA”

En la tabla anterior, se detallan algunos entes generadores de ruido, mismos que en conjunto se alcanza un nivel superior a los 250 dB.

#### **4.2.4. Límites permisibles vrs resultados**

Galvanizadora centroamericana, S.A., "GALCASA", cumple con la mayoría de las exigencias de los estándares permisibles de agua residual, gases y ruido.

Los resultados presentados en las tablas anteriores, es parte del proceso de toma de decisiones respecto al grado de contaminación generado por el proceso de producción, por ello se realizará una comparación entre resultados y estándares, que demuestra el control que existe en los procesos para minimizar los efectos ocasionados al medio ambiente y sus habitantes.

Por otra parte, los incumplimientos confirman los excesos de algunos componentes químicos, como el zinc, amonio, ácidos desengrasantes, grasas y aceites.

Como se demostrará en los siguientes análisis, los niveles de contaminación existentes en GALCSA, los contaminantes generados por la descarga de aguas residuales, emisión de gases y generación de ruido, se encuentran dentro de los límites establecidos por las normas internacionales de contaminación.

#### 4.2.2.3. Comparaciones

En la tabla XXII, se presentan datos comparativos del flujo de desecho líquido o agua residual.

**Tabla XXII. Límite permisible vrs resultados**

| Parámetros                    | Dimensional | Límite Permisible | Análisis | Cumplimiento |
|-------------------------------|-------------|-------------------|----------|--------------|
| Grasas y aceites              | Mg/l        | 30                | 19       | SI           |
| Materia flotante              | Mg/l        | Ausente           | --       | --           |
| Sólidos sedimentables         | Mg/l        | 2                 | 2        | SI           |
| Sólidos suspendidos           | Mg/l        | 300               | 288      | SI           |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Mg/l        | 400               | 1400     | NO           |
| Demanda química de oxígeno    | Mg/l        | 450               | 270      | SI           |
| Nitrógeno                     | Mg/l        | 40                | --       | Ausente      |
| Hidrogeno                     | Mg/l        | 6-9               | --       | Ausente      |
| Coliformes fecales            | Mg/l        | 1*10 <sup>6</sup> | --       | Ausente      |
| Sulfitos                      | Mg/l        | 2                 | 1.5      | SI           |
| Cromo                         | Mg/l        | 0.5               | 4.150    | NO           |
| Hierro                        | Mg/l        | 3                 | 41.80    | NO           |
| Zinc                          | Mg/l        | 10                | 7.20     | SI           |
| Plomo                         | Mg/l        | 0.20              | <0.10    | SI           |
| PH                            |             | 6 – 9             | 11.74    | NO           |

Fuente: laboratorio ecológico y químico "ECOQUIMSA"

En la tabla anterior, se comparan los límites permisibles de contaminación para aguas residuales y los resultados obtenidos en las muestras analizadas en los efluentes finales del proceso, comparación que determina el cumplimiento de los estándares permisibles de contaminación en las aguas residuales.

En la tabla XXIII, se expresa el contenido de los sólidos formados por los residuos generados en el proceso de galvanizado.

**Tabla XXIII. Análisis de desecho sólido**

| <b>Composición física</b> | <b>Dimensional</b> | <b>Análisis</b> |
|---------------------------|--------------------|-----------------|
| Materia insoluble         | %                  | 6.32            |
| Amónio                    | %NH4               | 15.2            |
| Fósforo                   | P                  | <0.005          |
| Cloruros                  | Cl                 | 31.1            |
| Calcio                    | Ca                 | 0.039           |
| Magnesio                  | Mg                 | 0.008           |
| Hierro                    | Fe                 | 0.22            |
| Manganeso                 | Mn                 | 0.026           |
| Zinc                      | Zn                 | 43.1            |
| Plomo                     | Pbl                | 0.076           |
| Humedad                   | %H2O               | 3.906           |

Fuente: laboratorio ecológico y químico "ECOQUIMSA"

La tabla anterior, representa el daño que puede ocasionar este tipo de desecho si no se deposita en rellenos sanitarios. Estos sólidos si se exponen demasiado tiempo al ambiente, liberan ácidos que se filtran en el subsuelo teniendo como destino la capa freática, produciendo daños en aguas subterráneas.

En la tabla XXIV, se presentan datos comparativos del flujo de gases generados durante el proceso de galvanizado, siendo los ácidos el mayor causante en la emisión de gases.

**Tabla XXIV. Límite permisible vrs resultados del flujo de gases**

| <b>Contaminante</b>  | <b>Límite permisible</b> | <b>Resultado</b>      | <b>Cumplimiento</b> |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Dióxido de nitrógeno | 150 µg/m <sup>3</sup>    | <09 µg/m <sup>3</sup> | SI                  |
| Dióxido de azufre    | 125 µg/m <sup>3</sup>    | <25 µg/m <sup>3</sup> | SI                  |

En la tabla anterior, se demuestra la eficiencia en el manejo de químicos que producen dióxidos de nitrógeno y azufre, debido a la combustión. GALCASA cumple con los límites máximos permisibles en la emisión de gases.

En la tabla XXV, se presentan datos comparativos de ruido, específicamente nivel de ruido permisible y nivel de ruido promedio de la instalación.

**Tabla XXV. Nivel de ruido permisible vrs nivel de ruido promedio**

| <b>Generador de ruido</b> | <b>Nivel de ruido (dB)</b> | <b>Nivel de ruido en conjunto</b> | <b>Cumplimiento</b> |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Vehículos                 | 90                         | >150                              | NO                  |
| Corrugadora               | 110                        |                                   |                     |
| Proceso de producción     | 90                         |                                   |                     |
| Pulidora                  | 85                         |                                   |                     |
| Cortadora                 | 60                         |                                   |                     |

En la tabla anterior, se presenta un efecto negativo consecuencia del excesivo ruido generado por el proceso de producción en GALCASA, él cual sobrepasa los límites estándares permisibles.

#### 4.2.2.4. Conclusiones

De acuerdo a las tablas anteriores, existe un incumplimiento de los estándares permitidos en la descarga de agua residual. El Incumplimiento de los límites permisibles, es generado por parte de:

- Demanda bioquímica de oxígeno, como resultado del exceso de materia orgánica en las aguas residuales.
- Cromo, uso excesivo del elemento, en el proceso galvánico.
- Hierro: debido a que todo en todo el proceso, se trabajó con metales.
- PH: las aguas residuales descargadas, tienen un excesivo contenido de ácidos, como ácido muriático y ácido sulfúrico.

Cada sólido de *flux* generado, posee elementos como: Amonio, cloruro, hierro, plomo entre otros. El *flux* si queda al intemperie, se expondrá a calor y agua, elementos que ocasionaran que el *flux* se transforme en líquidos tóxicos, los cuales se filtraran en el suelo, causando contaminación en la capa freática. Además elementos como el Amonio y el plomo se evaporan y dañan la atmósfera. GALCASA debe mantener los niveles permisibles, ya que los residuos consecuentes del proceso productivo son altamente tóxicos.

Los gases emitidos por los procesos galvánicos, están conformados por dióxido de nitrógeno y azufre. GALCASA en conjunto con su proceso mantiene bajos los niveles de gases. Estos se encuentran muy por debajo de los límites permisibles para el ambiente.

Debido a la no detección de partículas en suspensión así como la de productos químicos tóxicos como el plomo, la calidad del aire es buena, sin olvidar que las emisiones de dióxido de azufre y de óxidos nitrosos, que aunque son bajas, son precursores de la deposición ácida.

El ruido es un problema interno de GALCASA, donde los principales perjudicados son los operarios. Es un problema ya que los niveles permisibles para el oído son de 85 dB, si se sobrepasa este valor, producirá consecuencias en la audición de las personas.

En este caso, los operarios tienen que soportar un nivel de ruido mayor a 150 dB, que representan un daño en la capacidad auditiva de las personas.

#### 4.2.4. Síntesis

En la tabla XXVI, se especifican los parámetros en los que el proceso de producción, se excede en el uso del insumo que afectan la composición del desecho líquido o agua residual.

**Tabla XXVI. Incumplimiento de estándares en el agua residual**

| Parámetros                    | Dimensional | Límite Permissible | Análisis | Cumplimiento |
|-------------------------------|-------------|--------------------|----------|--------------|
| Demanda bioquímica de oxígeno | Mg/l        | 400                | 1400     | NO           |
| Cromo                         | Mg/l        | 0.5                | 4.150    | NO           |
| Hierro                        | Mg/l        | 3                  | 41.80    | NO           |
| PH                            |             | 6 – 9              | 11.74    | NO           |

En la tabla anterior, se denotan los parámetros en los que se sobrepasa el límite permisible, mismos que son base para plantear medidas de mitigación que se detallan en el siguiente capítulo.

En la tabla XXVII, se demuestra el control que se tiene sobre los componentes que en combustión generan gases tóxicos.

**Tabla XXVII. Incumplimiento de componentes detectados en la emisión de gases**

| <b>Contaminante</b>  | <b>Límite permisible</b> | <b>Resultado</b>      | <b>Cumplimiento</b> |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Dióxido de nitrógeno | 150 µg/m <sup>3</sup>    | <09 µg/m <sup>3</sup> | SI                  |
| Dióxido de azufre    | 125 µg/m <sup>3</sup>    | <25 µg/m <sup>3</sup> | SI                  |

La tabla anterior, deja en claro que GALCASA cumple con los estándares permisibles en la emisión de gases, resultando poco detectable al medio ambiente.

En la tabla XXVIII, se establece y confirma que el proceso de producción genera niveles de ruido demasiado altos, resultando un poco difícil disminuir la intensidad sonora.

**Tabla XXVIII. Incumplimiento en la emisión de ruido**

| <b>Fuentes</b>        | <b>Ruido en conjunto</b> | <b>Cumplimiento</b> |
|-----------------------|--------------------------|---------------------|
| Vehículos             | >150                     | NO                  |
| Corrugadora           |                          |                     |
| Proceso de producción |                          |                     |
| Pulidora              |                          |                     |
| Cortadora             |                          |                     |

La tabla anterior demuestra que, en funcionamiento todos los equipos y proceso, sobrepasan los 150 dB, nivel que causa deterioro en la capacidad auditiva de los trabajadores.

#### **4.2.3.2. Incumplimiento de estándares**

Existe incumplimiento en los estándares de los desechos líquidos, los cuales sino se controlan pueden ocasionar daños al subsuelo, específicamente a la capa freática. Ocasionaran daños debido al elevado pH del agua residual, lo que indica un alto contenido de ácidos, tornándose contaminante.

El análisis realizado al flujo de gases solo detectó dióxido de nitrógeno y de azufre, los cuales se encuentran muy por debajo de los límites máximos. La emisión directa de gases se mantiene bajo control.

El nivel de ruido en todos los procesos de producción, mantenimiento y transito vehicular sobrepasa los 85 dB. Este límite no se cumple en ningún momento.



## **5. MINIMIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR GASES, DESECHOS Y RUIDO**

Se implantaran medidas de mitigación que reduzcan la contaminación al medio ambiente y la salud humana. Basándose en los análisis en los efluentes finales de gases, desechos y ruido.

En función de comparaciones realizadas entre los límites estándares permisibles y los resultados obtenidos, se implementaran medidas de gestión ambiental.

### **5.2. Plan de gestión ambiental**

El plan de gestión ambiental, ejecutará acciones encaminadas al mantenimiento, conservación de los recursos naturales y del medio ambiente en general.

El plan de gestión ambiental, se basa en los análisis realizados en los efluentes finales del proceso de galvanizado, poniendo énfasis en los incumplimientos de los estándares permisibles de contaminación en descargas de agua residual, emisión de gases y ruido.

Para GALCASA, el plan de gestión ambiental conlleva a un objetivo, que es utilizar los recursos y realizar sus procesos sin causar problemas al medio ambiente, por lo que se implementaran planes de mitigación para disminuir los impactos ambientales que posiblemente se ocasionen.

### **5.1.3. Medidas ambientales**

La forestación y mantenimiento de áreas verdes ayudara a que el ecosistema que rodea a GALCASA, no represente un factor de deterioro visual al paisaje.

Además el desarrollo de la naturaleza ayudará a mantener la calidad del aire, reduciendo los niveles de dióxido de azufre y de nitrógeno.

Respecto a la composición química de las aguas residuales y los gases, se implantaran tratamientos que purifiquen el estado de cada flujo, de modo que se reduzca la contaminación al medio ambiente y la salud humana.

En tanto, el ruido es un factor difícil de controlar debido a la maquinaria utilizada en la instalación de GALCASA, pero se implantaran métodos que absorban la intensidad sonora de todo el proceso de producción.

#### **5.1.1.4. Tratamiento de desechos líquidos**

Se cuenta con la opción de implantar una planta de tratamiento para minimizar las impurezas del agua y así poder reutilizarla.

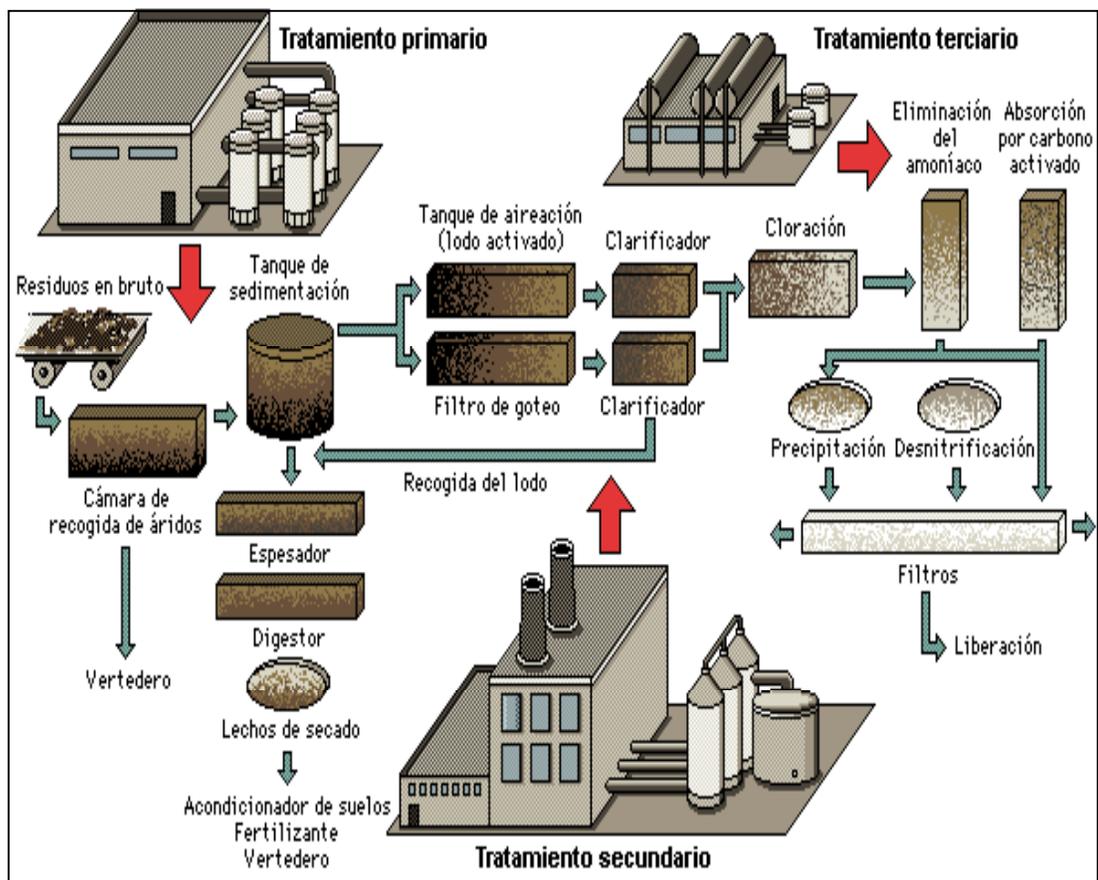
Otra opción es filtrar el agua residual a través de lechadas y tanques compuestos, separando las impurezas.

### 5.1.1.1.3. Planta de depuración de agua residual

Las aguas residuales contienen elementos ácidos procedentes del proceso productivo de GALCASA, es necesario tratarlos antes de canalizarlos. En la depuradora, los residuos atraviesan una serie de procesos químicos para reducir el volumen y toxicidad, eliminando un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica, reduciendo el contenido en materia orgánica.

En caso que el agua quiera ser reutilizada; se elimina en un 99% de los sólidos y además se emplean varios procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible. En la figura 8, se describe el funcionamiento de la planta de depuración de agua residual.

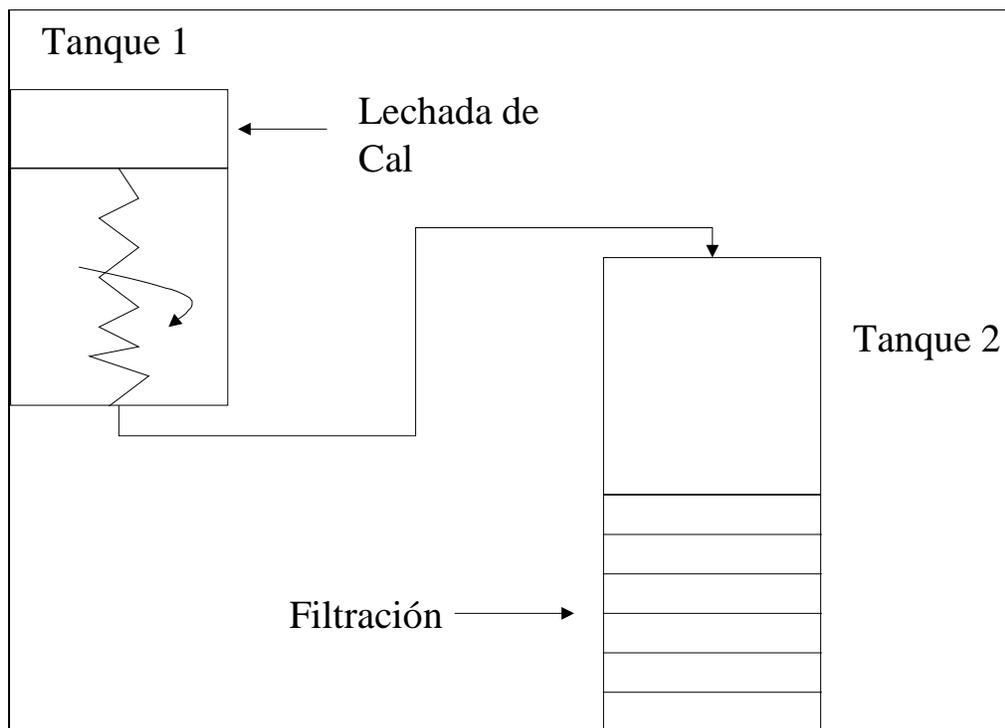
Figura 8. Funcionamiento de la planta de depuración de agua residual



#### 5.1.1.1.4. Filtración de agua clarificada

Este tratamiento separa todo tipo de partículas sólidas, para evitar que las aguas residuales se tornen alcalinas o ácidas. En la figura 9, se presenta gráficamente el funcionamiento de la filtración de agua clarificada.

**Figura 9. Funcionamiento de la filtración de agua clarificada**



La figura anterior demuestra que, el tanque 1 contiene las aguas residuales y una lechada de cal. Las aguas y la cal se mezclan, la cal hará que el pH del agua residual se estabilice. Químicamente esto es posible debido a relación siguiente:



Cuando el pH del agua se estabiliza por la mezcla con la cal, se elimina la alcalinidad o acidez y se forman los sólidos en forma de sal.

Una vez logrado ésto, se traslada la mezcla a un tanque 2, en el cual se filtrará el agua. El filtro se compone de una serie de capas de piedra y arena, estas capas retendrán las partículas tóxicas.

Una vez filtrada el agua, ésta podría volver a ser utilizada en el proceso de producción de GALCASA.

#### **5.1.1.5. Tratamiento de gases**

El objetivo del tratamiento de gases implantado es, reducir los niveles de partículas tóxicas y gases causantes de lluvias ácidas.

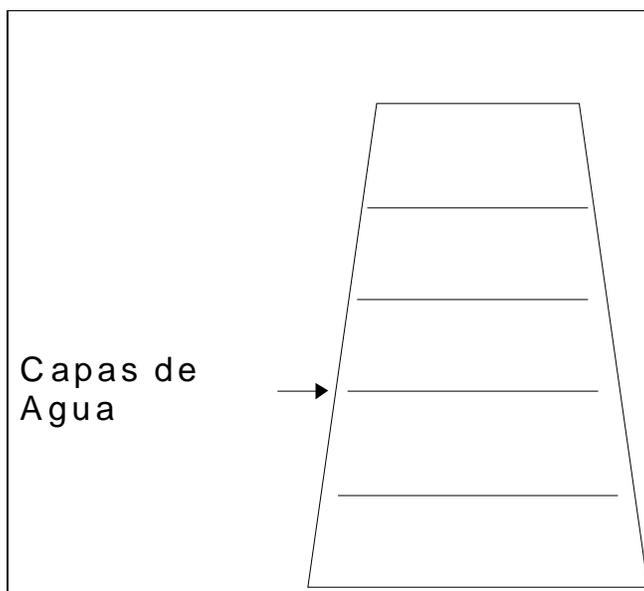
Existe la opción de implantar un lavador de gases cuya función es reducir las partículas tóxicas. Otra opción es la implantar un filtro de mangas que reduce la contaminación del aire, eliminando particular sólidas.

Ambos tratamientos se basan en eliminar partículas sólidas y tóxicas. Los tratamientos se detallan a continuación:

### 5.1.1.2.3. Lavador de gases

El lavador de gases con forma de una torre, logra mediante capas de agua en su interior eliminar de los gases que causan lluvias ácidas y cualquier tipo de partícula tóxica. En la figura 10, se presenta gráficamente el lavador de gases.

**Figura 10. Lavador de gases**



El funcionamiento de los lavadores de gases presentado en la figura 7, se enfoca a la eliminación de partículas tóxicas. Para GALCASA los tóxicos están formados por ácidos, dióxido de azufre y nitrógeno.

Las capas de agua atrapa las partículas tóxicas que forman parte de los gases emitidos por el proceso galvánico de GALCASA.

La forma que adoptan estos lavadores es simple, como se ve en la figura es de forma de una chimenea común, con los aditamentos que eliminan las partículas tóxicas.

#### **5.1.1.2.4. Filtro de mangas**

La implantación de este sistema ayudará a GALCASA en sus procesos, donde es necesario eliminar partículas sólidas de una corriente gaseosa. Eliminan las partículas sólidas que arrastra una corriente gaseosa haciéndola pasar a través de un tejido.

Los filtros de mangas son capaces de recoger altas cargas de partículas resultantes del proceso industrial de GALCASA.

La eliminación de partículas dispersas en gases se realizará para cumplir con:

- Reducción de la contaminación del aire.
- Eliminación de peligros para la salud o para la seguridad.

El filtro de mangas minimizara el contenido de partículas sólidas, haciendo pasar el aire con partículas en suspensión mediante un ventilador, a través de la tela que forma la bolsa, de esa forma las partículas quedan retenidas entre los intersticios de la tela formando una torta filtrante. De esta manera la torta va engrosando con lo que aumenta la pérdida de carga del sistema. Para evitar disminuciones en el caudal se procede a efectuar una limpieza periódica de las mangas.

Los filtros de mangas constan de una serie de bolsas con forma de mangas, normalmente de fibra sintética o natural, colocadas en unos soportes para darles consistencia y encerrados en una carcasa de forma y dimensiones muy similares a las de una casa. El gas sucio, al entrar al equipo, fluye por el espacio que está debajo de la placa a la que se encuentran sujetas las mangas y hacia arriba para introducirse en las mangas.

A continuación el gas fluye hacia fuera de las mangas dejando atrás los sólidos. El gas limpio fluye por el espacio exterior de los sacos y se lleva por una serie de conductos hacia la chimenea de escape.

Contienen además una serie de paneles para redireccionar el aire, dispositivos para la limpieza de las mangas y una tolva para recoger las partículas captadas.

La limpieza se efectúa mediante impulsos de aire comprimido a través de un programador de ciclos con variación regulable de tiempo y pausa.

Para una correcta efectividad en un sistema de filtración de polvo hay que tener en cuenta las características del polvo a tratar, grado de humedad, temperatura, espacio disponible y otros factores específicos.

#### **5.1.1.6. Tratamiento de ruido**

El ruido se controla en tres niveles: la fuente, el medio y el receptor. La fuente generadora se controla porque protege al operario y las personas que entren al recinto laboral.

El medio pretende que el ruido llegue al menor número de personas, si no funciona se acude a la protección del receptor. A continuación se presentan algunas medidas de control de ruido industrial.

Debido al tipo de proceso realizado:

- Sustitución de procesos, por ejemplo soldar en vez de remachar.
- Reemplazo de maquinas ruidosas por otras modernas.

- Reducción de la transmisión sonora a través de los sólidos, mediante el uso de montajes flexibles, secciones flexibles en cañerías, acoplamientos flexibles de ejes, secciones de tela en conductos y pisos de caucho.
- Reducción del ruido producido por flujo gaseoso, mediante silenciadores, ventiladores que disminuyan turbulencia, disminución del flujo de aire y reducción de la presión.
- Uso de amortiguadores en las piezas de las máquinas.
- Mantenimiento preventivo de equipos y herramientas.

Debido al tipo de instalación:

- Disminuir la transmisión de ruido a través del aire, utilizando materiales absorbentes tales como pantallas de caucho o corcho.
- Uso de cabinas cuando existen varios focos de ruido. Mediante este método se puede encerrar al operario en una cabina construida con materiales absorbentes, como fibra de vidrio, polietileno y corcho. Es preferible que estas cabinas tengan forma octogonal para reducir el efecto sonoro producido por la reflexión de las ondas sonoras.
- Planificación de la producción para disminuir los puestos de trabajo sometidos a ruido.
- Elaborar los trabajos que ocasionen mayor ruido en las horas que hay menos cantidad de personas expuestas.

Si han fracasado los sistemas de control anteriores, se hará uso de dispositivos protectores del oído. El éxito de estos implementos depende de la motivación y la educación que se dé al trabajador, para promover su uso correcto. Por lo tanto se planteará un programa de supervisión y dirección que incluya la explicación clara acerca de los beneficios que el trabajador va a recibir.

#### **5.1.1.3.2. Absorción de ruido**

Los métodos para contrarrestar los sonidos excesivos actúan sobre la fuente que los produce. La aplicación del método de absorción, tienen como objetivo reducir los niveles de ruido, de manera que resulte tolerable al oído humano. Los métodos de reducción de Ruido

- Baffles
- Insonorización

Los baffles aumentan la superficie de absorción de la fuente de emisión sonora, sin perjudicar. La superficie de absorción suspende del techo.

La insonorización reviste la fuente de emisión sonora con material de alta absorción, aumentando la superficie absorbente de la instalación. El material de absorción puede ser: caucho y silicón.

#### **5.1.4. Monitoreo**

Se realizan análisis periódicos para mantener en control los índices de contaminación posibles.

Realizados los análisis de control, luego de aplicar la medida de mitigación correspondiente, se documenta la información recopilada.

Comparando la información recopilada con la situación ambiental actual de GALCASA, se mantiene o se modifica la medida de mitigación implantada.

Los monitoreos deben estar enfocados a:

- Las fuentes de contaminación y
- Al ambiente

### **5.1.2.3. Fuentes de contaminación**

Todo el proceso de producción es objeto de supervisión constante, debido a la descarga de agua residual, gases y ruido. Además la línea de producción genera desechos sólidos, consecuencia de los residuos de zinc y plomo.

Las principales fuentes generadoras de agua residual son:

- *Pickling*
- Línea de galvanizado

Estas son las áreas donde se hace uso de agua, ácidos y demás componentes químicos. En esta área se toman muestras cada 3 meses, determinando la alcalinidad o acidez de las aguas. Dependiendo de su estado, se implementan las medidas de mitigación necesarias.

La emisión de gases es realizada en todo el proceso productivo, específicamente en el área de galvanizado, sector en el que interactúan todos los componentes químicos. Se realizan muestras cada 3 meses para controlar la cantidad de químicos utilizados.

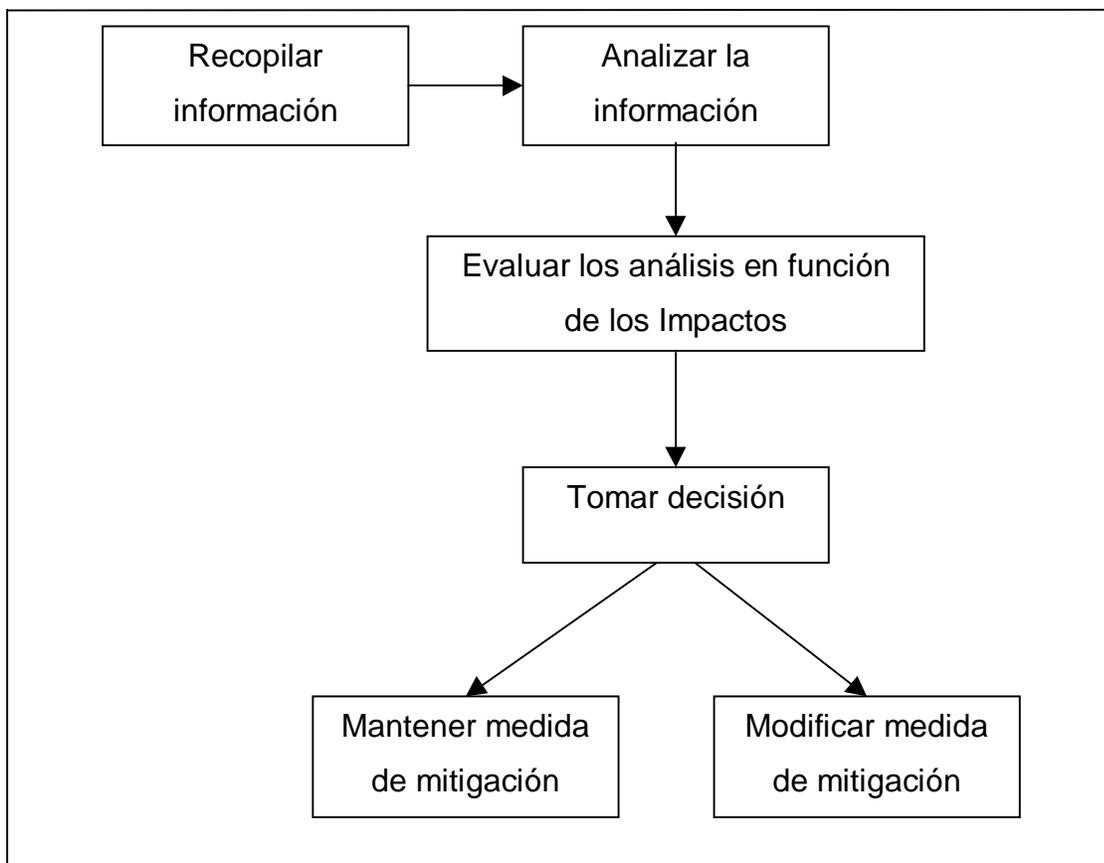
La composición de los desechos sólidos generados en el área de galvanizado, se analizan cada 2 meses para conocer la toxicidad de sus elementos, debido a que estos son depositados en rellenos sanitarios, pudiendo ocasionar daños a la capa freática.

La emisión de ruido afecta directamente al personal de GALCASA, proporcionando para ello orejeras. Es un poco difícil aplicar algún método para minimizar el ruido en la fuente, debido al tipo de maquinaria con que se cuenta en la planta. El personal periódicamente examinado para conocer su estado auditivo.

#### 5.1.2.4. Proceso de Control

En la figura 11, se diagrama el procedimiento de monitoreo, en función de Reducir los Impactos Ambientales.

**Figura 11. Procedimiento de monitoreo**



## CONCLUSIONES

1. Debido a los daños ocasionados al ambiente, el implantar monitoreos ambientales realizados periódicamente, certifican el cumplimiento de los estándares permisibles de contaminación.
2. La filtración de agua es una medida practica y eficiente para eliminar las impurezas del agua residual. El lavador de gases es la medida mas eficiente para eliminar las impurezas del aire, elimina los sólidos en suspensión. La absorción de ruido en cada fuente emisora, minimiza daños auditivos.
3. La descarga de agua residual contiene ácidos o alcalinos, dependiendo de los insumos utilizados en el proceso. Los gases contienen dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, ocasionantes de la lluvia ácida. El desecho sólido se conforma de ácidos, causantes de la descomposición de la capa freática.
4. La fuente generadora de contaminación esta formada por toda la línea de producción, que utiliza ácidos, desengrasantes y otros componentes químicos. Además la maquinaria y el tránsito de vehículos emiten contaminación acústica.
5. Todo el proceso de galvanizado emite descargas de agua residual, gases, ruido y genera desechos sólidos.

6. Los desechos sólidos son producidos por el uso de zinc, plomo, Amónio, cloruro y otros componentes. El agua residual es consecuencia de las preparaciones que sufre la materia prima, utilizando agua y ácido sulfúrico, alino y soda cáustica. Los gases son producidos por la combustión de azufre y demás componentes químicos. El ruido es consecuencia del trabajo realizado por la maquinaria y transito vehicular.
  
7. Las calderas y el horno de galvanizado son las principales fuentes emisoras de ruido dentro de la planta. Además el transito de vehículos pesados es otro causante de altos niveles de ruido. El nivel de ruido supera los 250 dB.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar periódicamente monitoreos ambientales, para mantener los estándares permisibles de contaminación.
2. Controlar las medidas de mitigación implantadas, para mantener bajo el nivel de contaminación de cada fuente emisora.
3. Verificar a través de un análisis físico-químico, la reducción de los niveles de contaminación en cada fuente emisora.
4. Realizar periódicamente estudios de impacto ambiental, para mantener un control real en la calidad del medio ambiente.
5. Cuantificar adecuadamente la utilización de químicos, para minimizar los contaminantes que genera el proceso de galvanizado.
6. Supervisar el uso eficiente de los insumos utilizados en el proceso de producción.
7. Utilizar accesorios de protección contra ruido, para minimizar el posible daño que causa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Shaúl, José Guzmán. **Apuntes de Legislación Ambiental e Instrumentos Técnicos Ambientales**. Ediciones Mayte. Guatemala. 2004.
2. **Guía de Términos para la Evaluación de un Estudio de Impacto Ambiental**. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Guatemala. 2004.
3. **Evaluación y Manejo de Riesgos**. México. 1992.
4. **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**. Guatemala. Decreto 68-96.
5. **Libro de Consulta de para Evaluación Ambiental**. Volumen I. EEUU. 1992.
6. **Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a cuerpos receptores**. Guatemala. Acuerdo Gubernativo 66-2005.
7. **Reglamento de Emisión de Gases**. Guía Banco Mundial.
8. **Reglamento de Emisión de Ruido**. Guía Banco Mundial.

9. **Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.**

Guatemala, acuerdo Gubernativo 23-2003.

10. **Reglamento sobre Declaración de Impacto Ambiental.** Junta de Calidad

Ambiental. Puerto Rico. 1984.

11. **Taller EIA.** San Salvador. 1995.