



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS ESTÁNDAR, BASADOS EN  
OSHA 18001 PARA EL MANEJO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE  
CALIDAD DE TEXTILES PARA EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA ISO 9001**

**Jorge Alejandro Reyes Lara**

Asesorado por la MSc. Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña

Guatemala, octubre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS ESTÁNDAR, BASADOS EN OSHA 18001 PARA EL MANEJO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE CALIDAD DE TEXTILES PARA EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA ISO 9001**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JORGE ALEJANDRO REYES LARA**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. CASTA PETRONA ZECEÑA ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

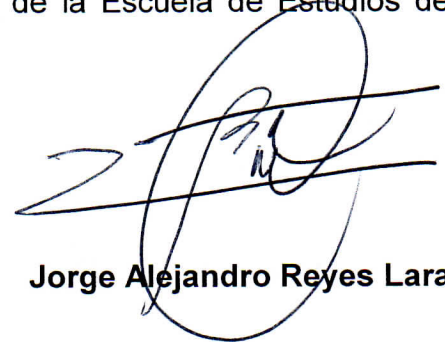
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Inga. José Manuel Tay Oroxom
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
SECRETARIA	Inga. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

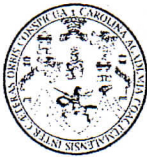
En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS ESTÁNDAR, BASADOS EN OSHA 18001 PARA EL MANEJO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE CALIDAD DE TEXTILES PARA EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA ISO 9001**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 23 de octubre de 2013.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by 'A', 'R', 'E', 'Y', 'E', 'S', 'L', 'A', 'R', 'A'. The signature is written over a large, faint circular stamp or watermark.

**Jorge Alejandro Reyes Lara**



# USAC

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

000522



Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-0024-2014

Guatemala, 03 de junio de 2014.

Director  
Víctor Manuel Monzón  
Escuela de Ingeniería Química  
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Jorge Alejandro Reyes Lara** carné número **2006-15021**, quien optó la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

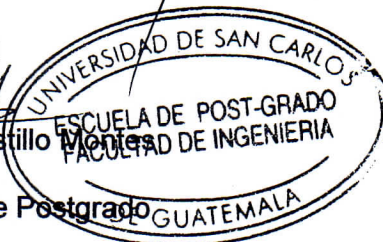
“Id y enseñad a todos”

MSc. Inga. ~~Casta Petrona Zeceña Z.~~  
Asesor(a)

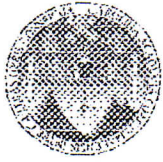
Dra. MSc e Ing.  
Casta Zeceña Zeceña  
Colegiado # 624

MSc. Ing. César Augusto ~~AKU Castillo~~  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073  
Coordinador de Área  
Gestión y Servicios

Dra. ~~Mayra Virginia Castillo Montes~~  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo  
/la

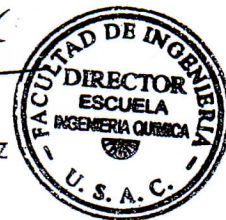


Ref.EIQ.TG.209.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el informe de la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería del estudiante, **JORGE ALEJANDRO REYES LARA**, ha optado por la modalidad de estudios de postgrado para el proceso de graduación de pregrado, que para ello el estudiante ha llenado los requisitos establecidos en el normativo respectivo y luego de conocer el dictamen de los miembros del tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el **Informe del Diseño de Investigación del Programa de Maestría en GESTIÓN INDUSTRIAL** titulado **"DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS ESTÁNDAR, BASADOS EN OSHA 18001 PARA EL MANEJO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE CALIDAD DE TEXTILES PARA EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA ISO 9001"**. Procede a **VALIDAR** el referido informe, ya que reúne la coherencia metodológica requerida por la Escuela.

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, octubre de 2014

Cc: Archivo  
Copia: Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala  
VMMV/ale

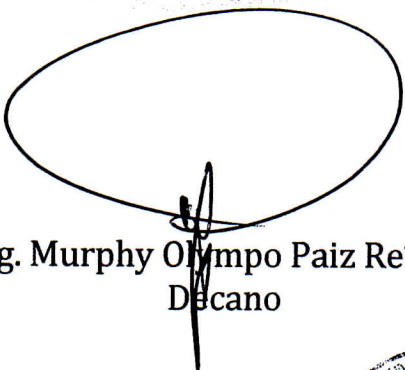




DTG. 550.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS ESTÁNDAR, BASADOS EN OSHA 18001 PARA EL MANEJO DE CONTAMINANTES QUÍMICOS EN UN LABORATORIO DE CALIDAD DE TEXTILES PARA EL CUMPLIMIENTO CON LA NORMA ISO 9001**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Alejandro Reyes Lara**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Reñinos  
Decano

Guatemala, 15 de octubre de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por la eternidad, la luz, la palabra y el pedestal.
<b>Mis padres</b>	Fidel Reyes y María Lara, por la importantísima noción sobre el futuro próspero en favor del presente sacrificio.
<b>Mis hermanos</b>	Fidel, Alma y Eva Reyes Lara, por los momentos juntos que me hicieron la persona que soy el día de hoy.
<b>Mis familiares</b>	Por el respaldo durante toda la carrera y en los momentos difíciles.
<b>Mis amigos</b>	Francisco Hidalgo, Eric Mazariegos, Luis Enrique De León, Sergio Mazariegos y Diana Raymundo, por el amor fraternal e incondicional



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por transvasar las almas eternamente hasta estos mismos minutos
<b>Mis padres</b>	Fidel Reyes y María Lara, por darme la vida y permitirme vivirla a plenitud.
<b>Mis hermanos</b>	Fidel, Alma y Eva, por enseñarme sobre el miedo y la valentía por igual
<b>Mis familiares</b>	Por formar parte fundamental de lo que puedo conocer del presente.
<b>Mis amigos</b>	Francisco Hidalgo, Eric Mazariegos, Luis Enrique De León, Sergio Mazariegos y Diana Raymundo, por todas las experiencias, buenas y malas.
<b>Mis centros de estudio</b>	Cuyo conocimiento nos hace no solo más humanos sino más importantes en la historia
<b>Mis catedráticos y maestros</b>	Universidad de San Carlos, por todas las experiencias vividas.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
3. JUSTIFICACIÓN .....	11
4. OBJETIVOS .....	13
5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
6. ALCANCES .....	17
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. La empresa.....	19
7.1.1. Departamentos involucrados .....	19
7.1.1.1. Departamento de Química.....	19
7.1.1.2. Departamento de Analítica .....	20
7.1.2. Procedimiento para la elaboración de análisis de laboratorio.....	21

7.1.3.	Logística de reportes .....	22
7.2.	Sistemas de la gestión total de la calidad .....	22
7.2.1.	Requisitos del Sistema de Gestión para la Seguridad y Salud Ocupacional .....	23
7.2.2.	Beneficios de un proyecto de gestión de calidad ....	24
7.2.2.1.	Beneficios financieros .....	25
7.2.2.2.	Beneficios no financieros.....	26
7.2.2.2.1.	Higiene laboral, motivación y productividad.....	27
7.2.3.	Enfoque en procesos .....	29
7.2.3.1.	Relación entre procedimientos y calidad.....	30
7.2.3.2.	Procedimientos técnicos estándar.....	30
7.2.3.3.	Ventajas de contar con procedimientos documentados.....	31
7.2.3.4.	Componentes principales del Manual de procedimientos .....	32
7.2.3.4.1.	Presentación .....	32
7.2.3.4.2.	Objetivo general .....	32
7.2.3.4.3.	Identificación e interacción de procesos.....	33
7.2.3.4.4.	Relación de procesos y procedimientos .....	34
7.2.3.4.5.	Descripción de procesos.....	34

7.2.4.	Normas que acreditan al laboratorio.....	36
7.2.4.1.	ISO 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración....	36
7.2.4.1.1.	Control de los registros.....	36
7.2.4.1.2.	Instalaciones y condiciones ambientales .....	37
7.2.4.2.	OHSAS 18001: Seguridad y Salud Ocupacional.....	38
7.2.5.	Filosofías y herramientas útiles para la gestión total de la calidad.....	38
7.2.5.1.	Mejora continua <i>Kaizen</i> .....	38
7.2.5.2.	Ciclo PDCA.....	40
7.3.	Metodologías de producción.....	41
7.3.1.	Plan maestro de producción .....	42
7.4.	Contaminantes químicos .....	43
7.4.1.	Compuestos químicos utilizados en el laboratorio y sus riesgos de exposición .....	43
7.4.2.	Contaminantes químicos derivados.....	44
7.4.2.1.	Ftalatos.....	44
7.4.2.1.1.	Usos y producción .....	44
7.4.2.1.2.	Liberación y rutas en el ambiente.....	45
7.4.2.1.3.	Exposición y efectos tóxicos .....	47

7.4.2.2.	Metales pesados .....	48
7.4.2.2.1.	Solubilidad de metales pesados en el mar .....	50
7.4.2.2.2.	Especiación, biodisponibilidad y acumulación de metales pesados .....	51
7.4.2.3.	Compuestos de coordinación .....	53
7.4.2.3.1.	Complejación de metales por acción del agua de mar .....	55
7.4.2.3.2.	Sistemática de la complejación .....	57
7.4.2.3.3.	Cinética de la complejación .....	58
7.4.2.3.4.	Afinidad de los metales pesados por los ligandos .....	59
7.4.3.	Compatibilidad química y clasificación de recipientes o contenedores .....	60
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	63
9.	METODOLOGÍA .....	67
9.1.	Tipo de estudio.....	67
9.2.	Diseño de la investigación.....	67

9.3.	Variables e indicadores .....	67
9.4.	Metodología.....	69
9.4.1.	Fase I: Beneficios .....	69
9.4.2.	Fase II: Frecuencia de extracción.....	69
9.4.3.	Fase III: Procedimientos técnicos .....	70
9.4.4.	Fase IV: Indicador y seguimiento.....	70
9.5.	Técnicas de análisis de la información .....	71
10.	CRONOGRAMA.....	73
11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	75
12.	BIBLIOGRAFÍA .....	77
	ANEXOS.....	82



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Flujo del proceso del análisis.....	21
2.	Desglose del costo total de la calidad .....	25
3.	Ciclo PDCA para OHSAS 18001 .....	41
4.	Explosión de materiales genérica para solicitud del cliente.....	42
5.	Ftalatos más comunes (estructuras moleculares) .....	45
6.	Ciclo de los metales pesados .....	52
7.	Cronograma: Diagrama de Gantt .....	74

### TABLAS

I.	Efecto de la exposición a ftalatos .....	47
II.	Indicadores, instrumentos y fuentes relacionados con las variables del estudio .....	68
III.	Resumen del cronograma .....	73
IV.	Presupuesto para la implementación de los procedimientos técnicos .....	76





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>As</b>	Arsénico
<b>C</b>	Carbono
<b>Cr</b>	Cromo
<b>H<sub>2</sub>C-CH<sub>2</sub></b>	Etileno
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>g/cm<sup>3</sup></b>	Gramo por centímetro cúbico
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>Hg</b>	Mercurio
<b>n</b>	Número de cadenas
<b>M</b>	Peso molecular
<b>Pb</b>	Plomo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Tl</b>	Talio



## GLOSARIO

### **Ácido fúlvicos**

Complejas agrupaciones macromoleculares en las que las unidades fundamentales son compuestos aromáticos de carácter fenólico procedentes de la descomposición de la materia orgánica y compuestos nitrogenados, tanto cíclicos como alifáticos sintetizados por ciertos microorganismos presentes en suelo.

### **Ácidos carboxílicos**

Constituyen un grupo de compuestos, caracterizados porque poseen un grupo funcional llamado grupo carboxilo o grupo carboxi ( $-\text{COOH}$ ). En el grupo funcional carboxilo coinciden sobre el mismo carbono un grupo hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) y carbonilo ( $-\text{C}=\text{O}$ ). Se puede representar como  $-\text{COOH}$  o  $-\text{CO}_2\text{H}$ .

### **Adsorción**

Proceso por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos en la superficie de un material en contraposición a la absorción, que es un fenómeno de volumen.

<b>Alcohol</b>	Compuestos químicos orgánicos que contienen un grupo hidroxilo (-OH) en sustitución de un átomo de hidrógeno enlazado de forma covalente a un átomo de carbono. Además este carbono debe estar saturado, es decir, debe tener solo enlaces simples a sendos átomos; esto diferencia a los alcoholes de los fenoles.
<b>Alifático</b>	Compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático.
<b>Aromático</b>	Es un compuesto orgánico cíclico conjugado que posee una mayor estabilidad debido a la deslocalización electrónica en enlaces $\pi$ .
<b>Bio acumulación</b>	Proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en el medio ambiente o en los alimentos

<b>Biodisponibilidad</b>	Término fármaco-cinético que alude a la fracción y la velocidad a la que la dosis administrada de un fármaco alcanza su diana terapéutica (canales, transportadores, receptores, que son macromoléculas proteicas) lo que implica llegar hasta el tejido sobre el que realiza su actividad. en la práctica, la biodisponibilidad es el porcentaje de fármaco que aparece en plasma. De esta forma, la concentración plasmática del fármaco adquiere el valor máximo posible, es decir la unidad y la biodisponibilidad se calcula para cada vía por comparación de la misma
<b>Calidad</b>	Es el grado de aceptación o satisfacción que proporciona un producto o servicio a las necesidades y expectativas del cliente
<b>Coloide</b>	Estado de la materia en el que un sólido o un líquido está disperso en otro:
<b>Costo-beneficio</b>	Es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos, de tipo social y medioambiental, que no son considerados en las valoraciones puramente financieras.
<b>Densidad</b>	Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ )

<b>Diéster aromático</b>	Son compuestos orgánicos derivados de ácidos orgánicos o inorgánicos oxigenados en los cuales uno o más protones son sustituidos por grupos orgánicos alquilo.
<b>Fenol</b>	Compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a al menos un grupo funcional. Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, aquellos productos biosintetizados en las plantas que poseen la característica biológica de ser productos secundarios de su metabolismo.
<b>Ftalatos</b>	Grupo de compuestos químicos principalmente empleados como plastificadores (sustancias añadidas a los plásticos para incrementar su flexibilidad). Uno de sus usos más comunes es la conversión del poli (cloruro de vinilo) (PVC) de un plástico duro a otro flexible.
<b>Lixiviación</b>	Tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles.
<b>Mejora continua</b>	Se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva.

<b>Metales pesados</b>	Refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas
<b>Norma de calidad</b>	Papel, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido (nacional o internacional), que se proporciona para un uso común y repetido, una serie de reglas, directrices o características para las actividades de calidad o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en el contexto de la calidad.
<b>Parafina</b>	Cada una de las sustancias sólidas, opalinas, inodoras, menos densas que el agua y fácilmente fusibles, compuestas por una mezcla de hidrocarburos, que se obtienen como subproducto de la destilación del petróleo.
<b>Plastificante</b>	Aditivos que suavizan los materiales (normalmente mezclas de plástico u hormigón) a los que se añaden. Aunque se usan los mismos compuestos para plásticos que para hormigones, los efectos son ligeramente diferentes.
<b>Precipitado</b>	Sólido que se produce en una disolución por efecto de cristalización o de una reacción química..



**PVC**

Cloruro de polivinilo. Antes de la introducción de PET en los años setenta, los recipientes líquidos eran principalmente manufacturados en PVC. Hoy día el PVC todavía se usa para etiquetas.

**Solubili dad**

Medida de la capacidad de disolverse de una determinada sustancia (solute) en un determinado medio (solvente). Implícitamente se corresponde con la máxima cantidad de soluto que se puede disolver en una cantidad determinada de solvente a una temperatura fija.

**Viscosidad**

Medida de la fricción interna de un fluido y que está relacionada con la resistencia del fluido al movimiento.

## RESUMEN

El presente trabajo desarrolla la metodología de resolución para el manejo de desechos químicos en un laboratorio de textiles a través del uso de la norma OSHAS 18001. El manejo de contaminantes en dicho laboratorio se ha tratado de controlar con el almacenamiento de los contaminantes en contenedores y con la extracción periódica de estos a través de la subcontratación de una empresa que brinda dichos servicios. A pesar de estos esfuerzos, la periodicidad de la extracción se realiza de forma empírica, limitando la capacidad de almacenamiento del contaminante y poniendo en riesgo la salud y seguridad ocupacional de los empleados.

Debido a que el laboratorio se encuentra certificado en la Norma ISO 9001, es importante solucionar dichas no conformidades las cuales son inadmisibles para la certificación. Se realiza entonces una revisión documental de las normativas y de los conceptos que serán útiles para la resolución de la problemática presentada. Se presenta además la metodología en la que se plantea establecer: la frecuencia óptima de la extracción del contaminante, evaluar los beneficios (tanto tangibles como intangibles) de la implementación, elaborar los procedimientos técnicos para los 10 contaminantes químicos que se generan en el laboratorio y finalmente establecer un indicador para dar el seguimiento apropiado a los procedimientos implementados.

Se elabora un bosquejo que se utilizará para la presentación de los resultados y todas las actividades a realizar se presentan en un cronograma. Finalmente se analizará la factibilidad del estudio tomando en cuenta el presupuesto previsto para su desarrollo.



## INTRODUCCIÓN

El presente estudio enfrenta la problemática surgida en un laboratorio de calidad de textiles por almacenaje de contaminantes químicos sin gestión. El manejo y disposición de los mismos se ha hecho de manera empírica hasta la actualidad, por lo que se ensayará la evaluación de procedimientos técnicos, en concordancia con la Norma ISO 9001, para estandarizar la gestión de residuos.

Para este fin se hará un análisis de costo-beneficio, enfrentando la forma utilizada hasta la actualidad (al inicio de este estudio) con la implementación de los procedimientos técnicos y se listarán los beneficios de la reducción de riesgos en el lugar de trabajo. Acto seguido, se llevará a cabo un tratamiento estadístico para establecer la relación entre el número de muestras que ingresan al área que se va a estudiar y la cantidad de contaminantes originado del análisis de estas muestras. Este resultado será utilizado para proponer una frecuencia de extracción eficaz del contaminante químico de tal manera que se utilice eficientemente la capacidad de almacenamiento y no se arriesgue la salud del colaborador.

Utilizando la información sobre el proceso correcto de manejo de sustancias nocivas, se fundamentarán, redactarán y documentarán los procedimientos técnicos para el manejo y disposición de cada uno de los contaminantes químicos utilizados. Finalmente, se creará un indicador para evaluar el seguimiento de la implementación. Se espera mejorar significativamente el ambiente de trabajo y tener una conformidad más dentro del contexto de acreditación de la norma de calidad proporcionada al laboratorio.

El resultado de este estudio se presentará en el informe final, siguiendo el orden como se muestra: en el capítulo uno se describirán los beneficios financieros y no financieros de estudio. Se validará el proyecto industrial de este estudio mediante la herramienta económica del costo-beneficio. Se pondrá en comparación financiera el costo de la implementación de los procedimientos técnicos estándar contra el costo de continuar con el método de extracción de contaminantes utilizado hasta la fecha. Los beneficios no financieros estarán descritos en relación al cumplimiento de una norma de calidad que valida los resultados entregados por el laboratorio, y el impacto que este cumplimiento tiene en el desarrollo del personal relacionado con esta acreditación y con la operación de las áreas involucradas.

En el segundo capítulo se definirá a la empresa, su historia y los departamentos involucrados en este estudio. Se describirá el procedimiento que se sigue para el análisis de muestras que entran al laboratorio y se enumerarán las normas que acreditan a la empresa en materia de calidad (ISO 9001) y en cuestiones de seguridad ocupacional (OHSAS 18001).

En el capítulo tres se expondrán los sistemas de la gestión total de la calidad, específicamente las tecnologías de la calidad que se usarán para analizar las variables de este estudio: el diagrama PDCA (planear, hacer, controlar y analizar por sus siglas en inglés), la mejora continua como se presenta en la ISO 9001, parte de las estipulaciones generales de esta norma. Adicional a esto, se conceptualizarán teorías de la calidad útiles para la implementación tales como KAIZEN. Se caracterizará el proceso de análisis de muestra en el cual se usan contaminantes químicos y, seguidamente, se enumerarán las normas internacionales que regulan la utilización de los materiales nocivos o peligrosos

En el capítulo número cuatro se fundamentarán y redactarán los procedimientos químicos estándar para cada uno de los diez contaminantes utilizados por las áreas estudiadas. Cada uno de estos estará ligado a un sistema de control y un diagrama de flujo que ejemplifica su uso dentro del laboratorio. Se presentará la frecuencia eficiente de extracción que supone una utilización menor a la capacidad máxima de almacenamiento del laboratorio. Finalmente en el quinto capítulo se discutirán los resultados del control por medio de los procedimientos en la práctica.



## 1. ANTECEDENTES

Como parte de una sucursal de una empresa europea de acreditación y análisis de la calidad, el laboratorio en donde se llevará a cabo este estudio ha centrado su giro de negocios en el material textil. Este material es utilizado para industrializar distintos productos para el mercado infantil, el mercado de interiores y el mercado de ropa casual y formal. Como parte de este accionar industrial, se llevan a cabo las pruebas físicas y químicas sobre el material que manda el productor y estas pruebas generan contaminantes químicos de variada peligrosidad pero alto impacto en el ecosistema (Campbell, 1997).

Según Carwarine (1992) la razón del alto impacto de sustancias químicas en el ambiente es tanto función de la concentración con la que éstos se liberan al ecosistema como del bajo control que se tienen para almacenarlos y clasificarlos. Por ello, en *Manual de conservación del medio ambiente* (1992) sugiere una separación física entre los contaminantes químicos como primer acercamiento a la remediación ambiental. Esta solución fue propuesta para el caso particular de ingeniería medioambiental de Seoñanez Calvo (1997) cuando se expuso el caso de tratamiento de suelo, con resultados positivos de eliminación de riesgos para el personal involucrado.

Cuando se inició la operación del laboratorio, se contaba únicamente con un departamento para analizar el contenido de fibra en la ropa y su comportamiento frente al ataque de blanqueadores y aditivos químicos utilizados para la limpieza: el Departamento de Química. Los reactivos utilizados en esta área tienen la función de disolver fibras sintéticas u orgánicas según sea la necesidad del análisis. Estos solventes químicos tienen una alta



peligrosidad y una permanencia en el ambiente por periodos prolongados de tiempo sin degradación o biodegradación (Ansari, 2004). El almacenaje de estos reactivos fue hecho empíricamente en la parte inferior de la campana de extracción de gases tóxicos donde se lleva a cabo las pruebas; esto es: sin separación o clasificación alguna.

De esta manera se observa la importancia de hacer un manejo adecuado de los contaminantes, para reducir los riesgos laborales a los que está expuesto el personal del laboratorio (ISO, 2007) y el mismo impacto ambiental de la falta de control para los solventes orgánicos e inorgánicos. Por lo que Tchosanogluos (2004) estipula que para realizar una correcta gestión de residuos industriales, se ha de sistematizar la producción, entrega y eliminación de estos a través de aplicaciones de teorías de la calidad tales controles estandarizados como manuales de operación. La aplicación de estos acerca a la eficiencia la medición y control de los residuos y acerca las operaciones al cumplimiento de la norma (ISO/IEC, 2005). Estos controles estandarizados de producción se han aplicado en otras sucursales de la empresa, teniendo como resultados mayores cumplimientos en las auditorías internas.

Tiempo después, se implementó el laboratorio de química-analítica en el cual se busca la presencia de materiales teratogénicos, cancerígenos o fuera de la norma de exportación que le interesa al cliente para vender su producto. Los reactivos utilizados en esta área son de aún mayor peligrosidad y permanencia que los usados en el área de química (Al-Omran LA, 1987). Existen en la actualidad hojas de control para llevar el registro de la cantidad de desechos que se producen pero estos procedimientos no han sido seguidos por falta de capacitación y los registros no arrojan información utilizable. El almacenaje y clasificación de estos se hace de manera análoga a la otra parte del laboratorio. Sakurai (1990) reconoce las limitaciones del manejo de

contaminantes químicos en países en vías de desarrollo por falta de infraestructura o capacitación del personal. Durante el estudio que dio forma al texto citado, clasificó los procesos que incurrían en la producción de contaminante químico y como estipula LaGrega (1996) se logró la motivación del personal con respecto a los objetivos de la empresa y del área de trabajo.

En un momento del calendario de trabajo, se tiene la visita de una empresa que desecha los contaminantes. El tiempo comprendido entre el retiro de los contaminantes y su producción varía entre uno y tres meses, porque no se tiene un cronograma en función de la peligrosidad del reactivo y el cambio que este conlleva en su naturaleza al haber sido usado para el análisis.

Ballaw (2004), Hammer (1995) y Ehlers (s.f.) conceptualizan que realizar la gestión de residuos mediante una empresa especializada para su disposición final fuera del laboratorio es la mejor manera de hacer eficiente el proceso de extracción de los mismos, puesto que el personal involucrado se centra en las actividades administrativas de control y almacenamiento y la empresa subcontratada en el manejo y disposiciones finales. Rodríguez Valencia (1990) ejemplifica a una empresa en donde se han implementado procedimientos administrativos para subcontratar el despido de los trabajadores, que en cierta medida se relaciona con el manejo de un rubro empresarial inevitable pero peligroso para las operaciones de la empresa, con resultados positivos para la administración en su mayoría.

A pesar de estos esfuerzos, realizados por el laboratorio, los procedimientos llevados a cabo son empíricos y no garantizan la seguridad de los técnicos del laboratorio ni un manejo adecuado de los contaminantes. Debido a que el laboratorio se encuentra acreditado en las Normas ISO 17025 e ISO 9001, se debe estandarizar el uso y disposición de los materiales nocivos

para la salud y el medio ambiente. De esta manera se orienta la operación hacia el cumplimiento y re-acreditación de las normas mencionadas. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), con el apoyo de la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (ASDI) han llevado a cabo la creación de *Las Guías Sectoriales: Instrumentos de Gestión Ambiental*, las cuales “son un medio para incorporar las variables ambiental y social desde la planificación, el diseño, el desarrollo y el seguimiento” (Poumián, 2009). Estos instrumentos son aplicables a los sectores productivos de Centroamérica con un moderado y bajo impacto ambiental, como es el caso del laboratorio. De esta manera, las guías presentan una alternativa para mejorar el manejo de contaminantes y reducir con ello el impacto ambiental originado por las operaciones del laboratorio.

Sin embargo, la información contenida dentro de las guías afronta el tema de remediación ambiental a través de instrumentos generales de control, por lo que este estudio enfrentará este problema desde el punto la perspectiva de cuantificar la cantidad de trabajo mediante una relación entre dos variables (Hammer, 1995).

Similar a una explosión de materiales, existe una manera de relacionar la producción de contaminantes con la cantidad de demanda de trabajo que entra a cada una de las áreas que se estudiarán en este trabajo de graduación (Sakurai, 1990). Esta es la herramienta que hace falta en las guías y que en el *Manual de gestión de la calidad ambiental* por Prando (s.f.) se hace mención con respecto a la administración y gestión de los residuos peligrosos, la necesidad de hacer ingeniería para controlar inteligentemente los procesos de contaminación. Hammer (1995) recomienda relacionar matemáticamente las variables de producción y explosión de materiales de tal manera que se pueda prevenir las necesidades de las áreas de la empresa para eliminar tiempos

muestras y errores, aumentando la productividad y tiempo de respuesta en 65 y 20 por ciento, respectivamente.

La aplicación de estas herramientas representan el beneficio de que se cumple con las normativas de la gestión ambiental y con la gestión total de la calidad (ISO/IEC, 2005). Dentro de la información que proporciona la guía, existe una clasificación de los contaminantes por el estrato del ecosistema al que afectan en mayor grado, haciendo así una caracterización real del impacto creado por el contaminante (ISO/IEC, 2005), una vez ha salido de la logística de análisis. Basados en esta clasificación, la creación de un manual de operaciones estándares será una herramienta cuya incidencia verdaderamente reduzca el deterioro inherente al manejo de contaminantes.



## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El laboratorio se encarga de proporcionar criterios de calificación de la calidad de los textiles a los cuales se les aplica el análisis. Estas pruebas generan contaminantes químicos que deben ser controlados y dispuestos de manera que se encuentre en comunión con la norma que acredita al laboratorio. En el 2014 se cuenta con una empresa que transporta y dispone de los contaminantes químicos utilizados para el análisis de la calidad en textiles. La periodicidad con que este servicio es prestado no está calendarizada y durante el tiempo que el contaminante o contaminantes se encuentran en el laboratorio, están desorganizados y de manera peligrosa para la salud de los técnicos que los almacenan y llevan a cabo los análisis.

Como parte del equipo con el que cuenta el laboratorio existen dos campanas de extracción de gases tóxicos. En la parte de abajo de las campanas hay un espacio disponible para almacenar desechos. Esta parte permite dos separaciones por campana, lo cual da un total de cuatro separaciones. Los grupos en los que se dividen los contaminantes utilizados van más allá de este número, por lo que el riesgo se hace latente en este tipo de almacenamiento.

Por esta falta de especificación en el procedimiento de análisis que tiene que ver con la disposición de los desechos generados, se tiene una no-conformidad con la Norma ISO 9001 en contexto de peligrosidad y medio ambiente, por acumulación desordenada de contaminantes químicos utilizados para el análisis de textiles en un laboratorio de análisis de calidad. También se cuenta con un incumplimiento al ambiente seguro de trabajo, según el numeral

13.2 de OSHA 18001, a causa de la ubicación de los desechos contaminantes cuya naturaleza destructiva representa nocividad y peligro.

Para la empresa es de suma importancia tener una acreditación que avale los resultados que se entregan a los clientes, sin este rubro de calidad, el producto final que se entrega al productor tiene una credibilidad quebradiza y quita el valor al trabajo realizado por el laboratorio. Esta no-conformidad limita esta acreditación y pone en tela de juicio el cumplimiento de las normas indispensables para permitir el trabajo de evaluación de calidad.

La evaluación de los procedimientos técnicos estándar cuya re-alimentación esté incluida en la logística de pruebas representa una mejora en las condiciones laborales experimentadas hasta el momento del inicio de este estudio. De esta manera, el manual proporciona información sobre la correcta clasificación y almacenamiento del contaminante y sobre la calendarización adecuada para asegurar que el almacenamiento disponible se encuentre por debajo de la capacidad máxima y, de esta manera, reducir la peligrosidad a la que se exponen las personas que trabajan testeando los textiles. Los procedimientos técnicos estándar proponen la implementación de herramientas necesarias para la correcta gestión de desechos.

Surge la pregunta ¿la implementación de los procedimientos técnicos estándar basados en OSHA 18001 para la disposición de contaminantes químicos aseguran el cumplimiento de la Norma ISO 9001?

En base a lo expuesto con anterioridad, se realizan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles serán los beneficios tangibles e intangibles generados de la implementación de los procedimientos técnicos estándar, para la disposición de contaminantes químicos producidos por el laboratorio?
- ¿Cuál es la frecuencia con la que se deben extraer los contaminantes químicos dentro del laboratorio para cumplir con OSHAS 18001?
- ¿Qué tipo de procedimientos en conformidad con OSHAS 18001 se deben establecer para los 10 contaminantes químicos que produce el laboratorio, para asegurar el cumplimiento con la Norma ISO 9001?
- ¿Qué tipo de indicadores y controles se deben establecer para asegurar el cumplimiento de los procedimientos posterior a su implementación?





### **3. JUSTIFICACIÓN**

En el laboratorio se utilizan sustancias de alta peligrosidad cuya permanencia en el ambiente es de duración prolongada, por lo que su impacto destruirá y asegurará el deterioro por años venideros. El manejo y control de estas sustancias es vital para asegurar que el sistema de calidad que utiliza el laboratorio esté bajo la norma que lo certifica.

El laboratorio tiene la imperiosidad, como todo proceso industrial de cumplir con regulaciones locales en manejo de residuos, especialmente residuos de naturaleza química y contaminante, lo cual es el argumento para la necesidad de investigar. Bajo esta luz, se requiere un control y manejo de estos según el proceso para el que fueron usados y basados en la peligrosidad de los mismos, implementar la separación y clasificación hasta el punto en el que una tercera entidad se hace cargo de su desecho o almacenamiento. Aquí, se puede ver que el beneficio es tanto para el laboratorio que se acredita y continúa realizando pruebas al material textil, cuyos resultados están respaldados por los métodos y procedimientos por los cuales se llevan a cabo; como para la empresa que se encarga de retirar el contaminante, pues estos no están exentos de una normativa a la cual regirse.

El motivo personal para realizar la investigación es la de asegurar la calidad y seguridad del ambiente laboral, así como integrar al recurso humano hacia el conocimiento detallado de la naturaleza del trabajo que se realiza y las consecuencias que este tiene sobre el entorno que les permite la vida. Ambos motivos son trasfondo de uno que inicia en la gestión industrial: el de permitir al laboratorio la oportunidad de realizar más pruebas de las que se realizan a la

actualidad con el argumento que las que se realizan, se hacen bajo la norma acreditadora y se manejan cuidando el medio ambiente.

Los sistemas de gestión de la calidad y su implementación le entregan un valor indispensable a la industria guatemalteca, pues en ellos está la competencia para ser capaces de compararse con empresas internacionales y lograr abarcar mercado de renombre y alta exigencia. La investigación sobre la manera de adaptar dichos sistemas a cada sentido industrial da luz y sentido a la flexibilidad con la cual otra persona interesada pueda adaptar dicho sistema. Debido a que los sistemas de gestión se adaptan al giro de negocio por el que se quieran son completamente dependientes del recurso humano y la motivación de este está en función a los estímulos externos tales como la seguridad que se percibe en el lugar donde laboran. Se debe utilizar la administración de la cadena de suministros para asegurar la extracción de aquellos agentes que amenazan la seguridad del personal y en ello, también atentan con la correcta operación de la empresa.

La línea de investigación utilizada para este protocolo y trabajo de graduación es implementación de un sistema de gestión total de la calidad según la herramienta específica de la Norma ISO 9001, en el contexto de los desechos industriales; cuya culminación resultará en el cumplimiento de los requisitos que se solicita durante la auditoría y en consecuencia la acreditación del laboratorio será satisfactoria.

## 4. OBJETIVOS

### General

Sistematizar y estandarizar procedimientos técnicos basados en OSHAS 18001 para la disposición de contaminantes químicos utilizados en un laboratorio de calidad de textiles, para el cumplimiento de la Norma ISO 9001.

### Específicos

1. Determinar la cantidad de contaminantes químicos generados mediante balance de masa para establecer la frecuencia de extracción a través de una relación entre cantidad de reportes que entran a las áreas y la generación de contaminantes químicos.
2. Evaluar los beneficios de la implementación de los procedimientos técnicos, los tangibles mediante estudio económico y los intangibles a través del cumplimiento de la seguridad laboral según la OSHA 1800, para considerar la factibilidad de cambio en los procedimientos realizados hasta la fecha.
3. Elaborar procedimientos técnicos para los 10 contaminantes químicos líquidos que produce el laboratorio (ácido sulfúrico concentrado, ácido nítrico concentrado, tetra-hidrofurano, acetonitrilo, agua regia, dimetil-formamida, ácido clorhídrico y desechos originados del tratamiento de estos) para el cumplimiento y complemento de la norma de calidad que acredita los resultados del laboratorio (ISO 9000).

4. Establecer un indicador basado en la capacidad máxima instalada para almacenaje de contaminantes químicos del laboratorio, y un control de la cantidad de contaminante para dar seguimiento a los procedimientos implementados.

## **5. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

El trabajo de investigación persigue mejorar la seguridad laboral dentro del laboratorio y gestionar de manera eficiente la disposición de contaminantes químicos generados por la operación del laboratorio. Para tales fines se elaborarán procedimientos técnicos para la correcta manipulación y control de la cantidad de las sustancias nocivas dentro del área de trabajo, en relación a la máxima capacidad de almacenamiento y la carga de trabajo de cada área que utiliza contaminantes para entregar resultados.

Los procedimientos técnicos se fundamentarán mediante análisis de costo beneficio y a través de documentación en regla con la norma de calidad que acredita al laboratorio. Se elaborarán basados en diagramas de flujo sobre el manejo de contaminantes químicos y se documentará el fundamento que les da fondo. Se les dará seguimiento a través de un indicador en función de la cantidad acumulada de sustancia y la capacidad máxima de almacenamiento de la que se dispone en el laboratorio. Este rubro de la investigación se utilizará para determinar la frecuencia eficaz para extraer el contaminante antes que presente una limitante operativa o un riesgo para la salud del colaborador.



## 6. ALCANCES

El estudio se llevará a cabo de forma correlacional y descriptiva. Se especificarán las características del proceso de análisis en cada departamento, los cuales conllevan la incidencia del contaminante químico. Durante el estudio del proceso, se relacionará la cantidad de contaminantes producido con el número de reportes que ingresen al laboratorio. Se tendrá la colaboración del departamento de recepción de muestras (LOG IN), los Departamentos de Química y Analítica y la Gerencia de Operaciones para el manejo de la cadena de suministros.

Desde enero hasta junio de 2014 se analizará la cantidad de trabajo al que está sujeto el laboratorio, así como la cantidad de contaminantes químicos que se utilicen y requieran ser desechados durante ese período, en la ciudad de Guatemala. Este análisis se centrará en el análisis de contenido de fibra, cantidad de plomo en plásticos, aleaciones de metales, *prints, glitters, foils* y se excluirá el manejo de desechos sólidos que conlleven dichos análisis.

El alcance de los beneficios de esta investigación tiene relación pero no está sujeto al Departamento de Operaciones: la logística del manejo de desechos forma parte de sus actividades mensuales y de programación, Departamentos de Química y Analítica: la peligrosidad será disminuida lo cual motivará al empleado a trabajar con mayor seguridad, lo cual repercutirá en su desempeño general. Y en general el laboratorio gozará de la intangibilidad de la acreditación y de la credibilidad con la que sus resultados estarán revestidos, además de la satisfacción de ser una empresa sostenible y de deberse verdaderamente a su comunidad.





## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. La empresa**

El laboratorio es una sucursal de una empresa francesa que se dedica a la realización de inspecciones de calidad en varias ramas de la industria. En este país se dedica al ámbito de SOFT LINES, que quiere decir: materiales en los que se utiliza material textil y agregados.

#### **7.1.1. Departamentos involucrados**

Los dos departamentos involucrados en el uso y generación de sustancias químicas contaminantes y compuestos derivados son las áreas del laboratorio de química y el área de analítica.

##### **7.1.1.1. Departamento de Química**

En esta área se lleva a cabo la verificación de la información en las etiquetas de las prendas de vestir. Posteriormente se realiza el análisis cualitativo y cuantitativo del contenido de fibra y la clasificación del cambio y transferencia de color por acción de:

- Blanqueadores y detergente
- Transpiración
- Saliva
- Agua (agua de mar y agua de piscina)
- Almacenamiento y transporte

- Sublimación
- Fenoles

De estos análisis realizados, se almacena el contaminante utilizado para la prueba de contenido de fibra.

#### **7.1.1.2. Departamento de Analítica**

En esta área del departamento se llevan a cabo las pruebas que representan mayor riesgo por el tipo de reactivos utilizados y los contaminantes generados. Entre las pruebas que se realizan en el laboratorio se pueden identificar:

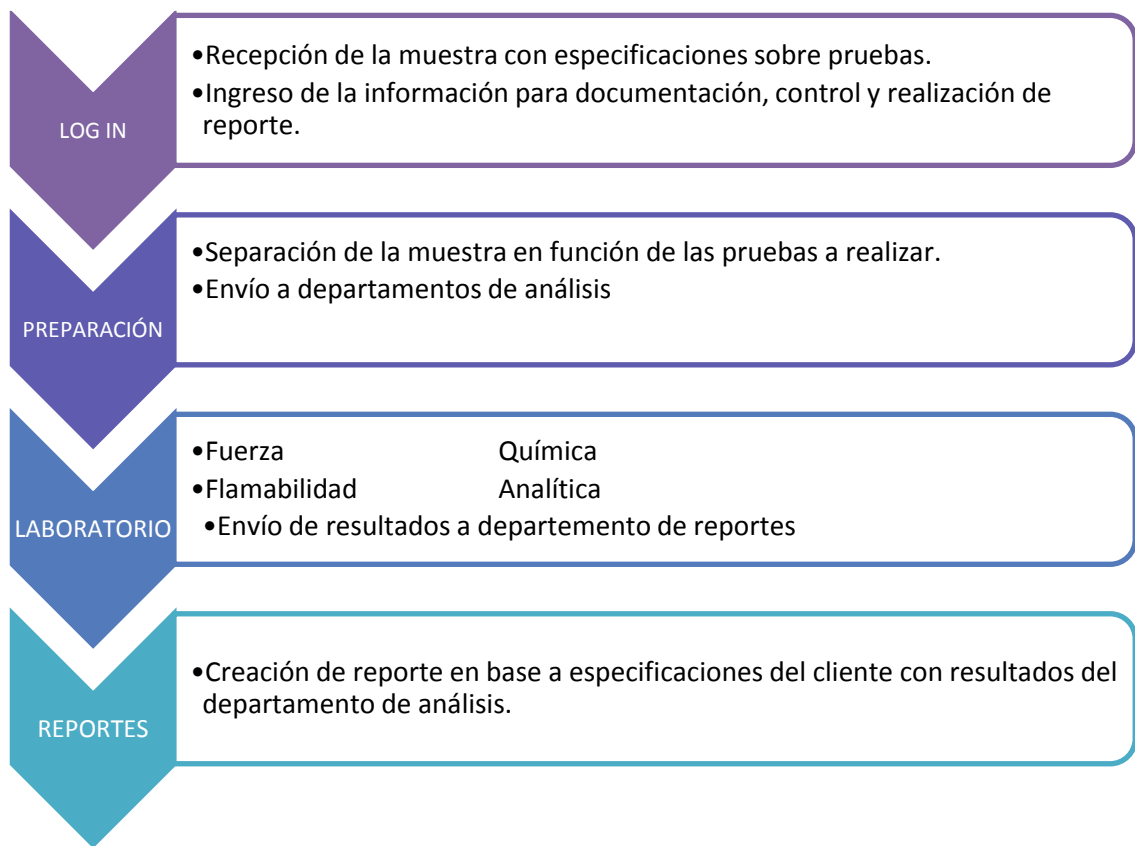
- Análisis cualitativo y cuantitativo de formaldehído.
- Medición del potencial de hidrógeno en solución acuosa extraída del textil.
- Calificación de la capacidad para absorber olor.
- Contenido de metales pesados y ftalatos en pinturas en general, serigrafías, plásticos suaves, aleaciones metálicas; tales como plomo, cadmio, selenio, cromo, mercurio, antimonio, poli cloruro de vinilo (PVC) y ftalatos (BBP, DBP, DeHP, DNOP, DnHP, DIDP y DINP)

Para el análisis de estas sustancias nocivas, se lleva a cabo la digestión del material textil con contaminantes químicos, los cuales se almacenan en el departamento.

### 7.1.2. Procedimiento para la elaboración de análisis de laboratorio

Desde que ingresa la solicitud del cliente, la elaboración de análisis de laboratorio se lleva a cabo siguiendo una serie ordenada de pasos en las cuales cada departamento lleva a cabo ciertas actividades para entregar el resultado final al cliente, avalando la producción de su producto. A continuación se muestra el flujo del proceso y las actividades que se llevan a cabo en cada etapa.

Figura 1. Flujo del proceso del análisis



Fuente: elaboración propia.

### **7.1.3. Logística de reportes**

El laboratorio ofrece a sus clientes cierta cantidad de tiempo para entrega de resultados, en función del paquete que estos hayan comprado o se haya solicitado a la empresa. Esta variable de proceso recibe el nombre de TAT (*turnaround time*) y empieza a contar desde que se recibe la muestra. Estos servicios dentro de la empresa se definen como:

- Priority: 24 horas para entrega de resultados
- Rush: 72 horas para entrega de resultados.
- Regular: 4 días o más para entrega de resultados.

Esta variable está intrínseca en la cantidad de reportes que entran a los departamentos en donde se utilizan los contaminantes químicos. Se utilizará la estadística inferencial para conocer la relación entre el número de reportes y la cantidad de contaminante producida durante un tiempo determinado de estudio. De esta manera, se conocerá si se puede predecir la frecuencia eficiente de retiro de desechos.

## **7.2. Sistemas de la gestión total de la calidad**

Según Bagad (2008) un sistema de gestión total de la calidad es coherente con la mejora continua y por consiguiente es el camino para cumplir con los requisitos del cliente y para alcanzar la mejora continua en todos los aspectos de las operaciones de una organización. Tal como lo mencionan Santos y Álvarez (2007) en la revista *Universia Business Review*, el concepto de Gestión de Calidad Total tiene su auge en los años 80 y desde entonces se han realizado esfuerzos para establecer un lenguaje común de criterios sobre cómo conseguir la calidad.

Entre estas normativas se puede mencionar el trabajo exhaustivo de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés). En el ámbito de la empresa, estos sistemas de gestión de calidad han sido implementados y certificados, olvidando la importancia del recurso humano en sus operaciones.

En esta línea de pensamiento, es importante tomar en cuenta también a los clientes internos del proceso, los trabajadores mismos, sin los cuales la labor de servir al cliente se imposibilita. Por lo tanto es imperativo tomar en cuenta la salud y seguridad del trabajador de forma que el Sistema de Gestión Total de la Calidad sea integral y satisfaga a todos los involucrados.

#### **7.2.1. Requisitos del Sistema de Gestión para la Seguridad y Salud Ocupacional**

La normativa de ISO 9001:2007 establece en una sección los requisitos del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. En esta se indica que la organización debe no solo establecer e implementar, sino mantener los procedimientos para la continua identificación de peligros, riesgos y controles necesarios mediante una metodología preventiva: “asegurar que sea proactiva y no reactiva”.

De este modo, es importante establecer ciertos procedimientos de manejo de contaminantes que prevengan accidentes laborales. Además según la normativa para operaciones y actividades citada anteriormente, la organización debe implementar y mantener controles operacionales de las actividades tales como buenas adquisiciones y servicios, contratistas y visitantes al área de trabajo y procedimientos documentados; con la idea que su ausencia podría significar desviaciones de la política de calidad de la empresa y/o los objetivos

que establece la norma a cumplir. De esta manera, el control de contaminantes químicos está en concordancia y cumple la función de mantener el contexto normativo bajo el cual el laboratorio opera.

Según la normativa para Seguridad y Salud Ocupacional ISO 9001:2007, cuando se está determinando la jerarquía de los controles a implementar se debe tomar en cuenta que la eliminación del peligro va en primer lugar. Seguido de la sustitución de la situación de daño posible para el colaborador. En tercer lugar se implementan controles de ingeniería, que significa: procedimientos técnicos complementados con señalizaciones, advertencias y hojas de seguimiento. Finalmente, se asegura que el colaborador cuenta con el equipo de seguridad adecuado para el área en la que labora así como para el trabajo que realiza

### **7.2.2. Beneficios de un proyecto de gestión de calidad**

Cualquier proyecto de gestión de calidad debe traer ciertos beneficios para todas las partes interesadas ya sean tangibles o intangibles. Pérez Sosa (1986) en su tesis magistral sobre vigilancia de la contaminación, menciona que entre los beneficios que se pueden obtener de implementar un procedimiento de control de contaminantes se encuentran, entre otros:

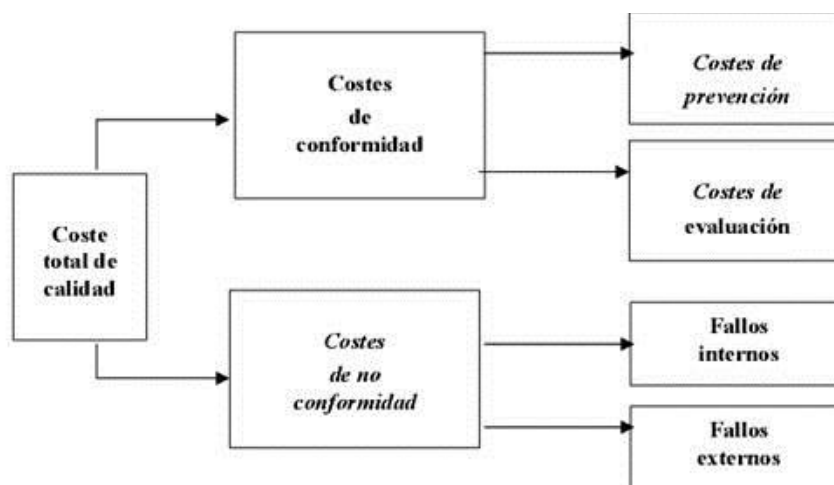
- a. Estandarización de los procedimientos y un mejor entendimiento de los mismos.
- b. Mejor comunicación y organización interna
- c. Reducción en costos, que se traduce en mayor rentabilidad
- d. Flexibilidad y capacidad de respuesta ante el mercado
- e. Motivación e integración del personal para la mejora de la calidad.

En función de estos beneficios se desglosarán los beneficios financieros que aplicarán para este estudio y los beneficios no financieros como aquellos cuya tangibilidad está orientada a la subjetividad de los sujetos relacionados con las mejoras.

### 7.2.2.1. Beneficios financieros

Entre las ventajas específicas que ofrece la un proyecto de gestión de la calidad, figuran, su aceptación universal, y que proporciona criterios clave para ayudar a decidir si los costos se relacionan efectivamente con la calidad. En este sentido Dale y Plunkett (1991) proponen la "matriz de costes de calidad" en la que establecen las actividades por grupos: relativos a los proveedores, a la propia empresa y a los clientes. Este método tiene el mérito de relacionar la calidad de manera muy próxima con las actividades empresariales, aprovechando a la vez las ventajas de la categorización normalmente establecida.

Figura 2. Desglose del costo total de la calidad



Fuente: Dale y Plunkett (1991).



En este caso, el beneficio financiero está en función de los costes de prevención y los costes de evaluación que resultan en un beneficio final en los costes de conformidad, lo cual es la idea central de este estudio. Para la elaboración del trabajo de campo se utilizará el análisis costo-beneficio para determinar la rentabilidad del proyecto en el aspecto monetario, en comparación con la manera en que se manejan los contaminantes químicos hasta la actualidad.

#### **7.2.2.2. Beneficios no financieros**

Los beneficios intangibles de un proyecto de gestión de la calidad están en función del capital intelectual y estructural de una empresa, los cuales a su vez son rubros intangibles dentro de la organización. Estos beneficios intangibles se dividen según el área que afectan, así la normativa de ISO para la Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (2007) menciona:

- a. Beneficios al recurso humano: el conocimiento por parte del personal sobre el control de contaminantes que se utilizan en su área de trabajo proporciona seguridad y confianza al trabajador.
- b. Beneficios a la imagen de la empresa: la percepción de la empresa mejora según se capacite y concientice al personal sobre las afecciones externas que tiene la operación del laboratorio sobre el entorno.
- c. Beneficios al área de trabajo: la implementación de una mejora en coherencia con el sistema de calidad establece un precedente para las operaciones llevadas a futuro.

#### **7.2.2.2.1. Higiene laboral, motivación y productividad**

Entre los beneficios intangibles referentes al recurso humano se empieza a manejar el aspecto motivacional y a la higiene laboral. Como lo menciona Chiavenato (2008) en su libro *Gestión del talento humano*, la higiene laboral se refiere a las condiciones ambientales del trabajo que garantizan la salud física, mental y las condiciones de salud y bienestar de las personas. Como lo establece Chiavenato (2008), un programa de higiene laboral debe incluir ciertos aspectos como:

- Entorno físico del trabajo (ventilación, iluminación, temperatura, ruido, comodidad, por mencionar algunos).
- Entorno psicológico (relaciones humanas, actividades relacionadas, estilos de administración, etc.).
- Principios ergonómicos (maquinaria y equipo adecuado, instalaciones, herramientas, etc.).
- Salud ocupacional: incluye todos aquellos aspectos que representan riesgos de salud como productos tóxicos y químicos, aspectos físicos y biológicos que pueden provocar malestar y llegar a afectar seriamente la salud del empleado.

Dentro de este ámbito, el laboratorio tiene una carencia importante ya que se ha descuidado el manejo de los contaminantes utilizados en el laboratorio lo cual representa un riesgo en cuanto a la salud de los trabajadores y por consiguiente un factor higiénico que desmotiva a los trabajadores y reduce su productividad. Según Chiavenato (2008), los factores de estrés en la vida de cada persona que afectan y modifican su comportamiento laboral son el puesto, la función desempeñada en el puesto, la estructura que le da vida y sentido al

trabajo que realizan, la cultura organizacional o entorno empresarial, los factores externos al trabajo como familia, economía del país y vida particular así como la comunidad a la que pertenece el colaborador y, por último, las relaciones que se forman en el ámbito laboral.

Los factores de estrés se relacionan como los elementos de estrés, los cuales se enlistan: necesidades, aspiraciones, estabilidad emocional, experiencias, flexibilidad, tolerancia a la ambigüedad, autoestima y pauta de comportamiento que no es más que los parámetros con los cuales la persona mide y asimila los estímulos del exterior.

Chiavenato (2008) describe que si los elementos y factores de estrés se dentro de la vida de la persona se relacionan de manera disfuncional, esto lleva a consecuencias observadas y clasificadas de la siguiente manera:

- a. Subjetivas: fatiga, ansiedad, preocupación y culpa.
- b. Conductuales: accidentes y errores. Lo cual es de suma peligrosidad en el laboratorio puesto que se manejan contaminantes de alta impacto negativo en el cuerpo y salud.
- c. Cognitivas: olvidos, poca concentración y decisiones erróneas. Por lo que el colaborador puede verse sancionado o despedido por una incorrecta utilización de sus habilidades y capacidades.
- d. Fisiológicas: cansancio, presión alta, insomnio y enfermedades.
- e. Organizacionales: ausentismo, rotación, baja productividad y poca calidad. Lo cual entra en conflicto con tanto la norma de calidad ISO 9001 y la norma de Seguridad y Salud en el Trabajo ISO 9001:2007.

Se hace énfasis en el impacto que tiene la carencia de manejo de contaminantes en el laboratorio sobre los colaboradores, puesto que los demás

beneficios intangibles citados por la norma están en función de la seguridad y salud de las personas que trabajan día a día dentro de la empresa. Así, se determina que el empleado y los beneficios que le afectan directamente tienen una mayor contribución e incidencia que y sobre los demás beneficios enlistados.

Chiavenato (2008) sugiere un número de soluciones para reducir el estrés al que se ve expuesto el colaborador durante la jornada laboral. Así, se requiere una instrucción dirigida a crear conciencia de la seguridad, mediante la correcta señalización del lugar y la situación de peligro. También se necesita un entrenamiento de habilidades, con proceso de aprendizaje que incluyan medidas de prevención. Mapas de riesgo, refuerzo de reglas y equipo de protección, entre otros. Cada una de estas medidas se anticipa al peligro y tiene como objetivo prevenir el accidente.

Puesto que el objetivo central de este estudio es garantizar la seguridad del colaborador de manera preventiva, el costo de accidentes es una de las razones que justifican la implementación del procedimiento técnico como medida anticipativa de la seguridad laboral. Según Chiavenato (2008) el costo indirecto del accidente es cuatro veces el costo directo del accidente, lo que quiere decir que lo que la empresa gasta para solucionar el accidente en el momento se multiplica cuatro veces mientras se utiliza el recurso dinero para paliar las pérdidas que el mismo accidente causa.

### **7.2.3. Enfoque en procesos**

El enfoque en procesos es una metodología de calidad que se orienta a la mejora, análisis y estandarización de los procesos. En un sistema de gestión de calidad los procesos cobran importancia debido a que gracias a ellos se obtiene

el resultado deseado, es decir el resultado que espera nuestro cliente ya sea interno o externo. A continuación se presenta el fundamento detrás de los procedimientos técnicos y su relación con el sistema de gestión de calidad total.

#### **7.2.3.1. Relación entre procedimientos y calidad**

La normativa ISO 9001 tiene un enfoque en procesos que permite trasladar todas las operaciones de una organización a procedimientos que permitan obtener el resultado deseado. Al contar con un procedimiento estándar se reduce la variabilidad en el trabajo y por consiguiente se obtiene el resultado deseado siempre.

En el ámbito del estudio, un la implementación de un procedimiento técnico estándar permitirá a las partes involucradas reducir considerablemente el riesgo de exposición de los contaminantes y asegurar un manejo adecuado de los mismos para su disposición. De esta forma, se garantiza el cumplimiento de la Norma ISO 9001 en cuanto a los requisitos de Salud y Seguridad Ocupacional y a la documentación de procesos.

#### **7.2.3.2. Procedimientos técnicos estándar**

El procedimiento administrativo es un plan o método de trabajo que establece una sucesión cronológica de operaciones relacionadas entre sí, que tienen como propósito la realización de una actividad o tarea específica dentro de un ámbito predeterminado de aplicación para la obtención de un resultado concreto. El procedimiento determina, según Rodríguez Valencia (1990), de manera específica y detallada, el cómo se realizan las actividades de transformación de insumos en productos. En consecuencia, en el procedimiento

se deben identificar las personas, tareas recursos y flujos de información que se emplean en el desarrollo del trabajo administrativo.

Como dice Rodríguez Valencia (1990), las unidades administrativas deben documentar sus procedimientos; es decir, establecer por escrito la manera de implementarlos y mejorarlos. Los procedimientos documentados se agrupan en una carpeta llamada Manual de Procedimiento, en la cual se constituye en un documento independiente del manual de calidad, pero complementario.

Así, mientras que el Manual de Calidad describe el sistema de gestión de calidad de la organización, el Manual de Procedimientos considera la descripción de las actividades y métodos de trabajo como parte del sistema.

#### **7.2.3.3. Ventajas de contar con procedimientos documentados**

Pérez Sosa (1986) enumera las siguientes ventajas sobre la implementación de los procedimientos documentados:

- a. Disminuir la improvisación y los errores. A través de la información o comunicación abierta que sugiere la documentación de los procesos técnicos estándar sobre la utilización y manejo de los contaminantes químicos.
- b. Contribuir a precisar las funciones y responsabilidades de los miembros de la organización, mejorando la comunicación entre los involucrados.
- c. Dar una visión global y sistemática del trabajo administrativo de los servicios públicos, en caso que se requiera una capacitación del personal nuevo o una realimentación al personal operante dentro del laboratorio.

- d. Ser documentos de consulta, vincular la realidad con los procesos documentados y emprender acciones de mejora.

#### **7.2.3.4. Componentes principales del Manual de procedimientos**

Como parte de la sistematización y estandarización de la información, el manual de procedimientos técnicos estándar se compone de partes importantes como se desglosan a continuación.

##### **7.2.3.4.1. Presentación**

Pérez Sosa (1986) sugiere que la presentación del manual en donde se documentan los procedimientos técnicos contenga una explicación sobre el propósito, el alcance y la aplicación de los documentos contenidos en él. Es conveniente que se resalte la importancia del manual, a través de un mensaje de la autoridad de mayor rango de la institución, así como hacer notar el papel que debe desempeñar los servidores públicos en la aplicación del mismo, ya que sin su participación todos los esfuerzos de mejoramiento se verán trivializados frente a las personas a su cargo.

##### **7.2.3.4.2. Objetivo general**

Para la redacción del objetivo general Pérez Sosa (1986) recomienda que se haga de tal manera que cubra los alcances, las acciones para lograr la implementación del manual y lo que se pretende lograr, para lo cual enumera lo siguiente:

- a. Indiciar la descripción del objetivo general con un verbo en infinitivo que implique, inherentemente, alguna medición, por medio de la cual se pueda mejorar el mismo manual que se está presentando.
- b. Especificar con claridad qué se pretende con la integración del manual de procedimientos, así como las acciones que se llevarán a cabo para lograr el resultado esperado.

#### **7.2.3.4.3. Identificación e interacción de procesos**

Pérez Sosa (1986), identifica a un ámbito de negocios basado en procesos, como el operar del laboratorio, para el cual sugiere que se haga una identificación clara y gráfica de los pasos que se siguen para transformar los insumos en el producto final. En el caso de este estudio, los pasos que se siguen para incurrir en la producción del contaminante. Para este propósito se debe precisar qué es un proceso, cómo se identifica y cómo se representan sus interacciones en un mapa de procesos de alto nivel. .

Proceso (según Hammer (1995)): un proceso está definido por un grupo de actividades que toman uno o más insumos para crear un bien o servicio con valor intrínseco o específico para el o los clientes. Por lo tanto, identificación de un proceso debe estar en función del estado inicial y final de los insumos que se utilizan para hacer la transformación. La interacción de los procesos depende del nivel de negocios en el que se desarrollan y la cantidad de variables que se involucran al hacer llegar los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad en cuestión.



#### **7.2.3.4.4. Relación de procesos y procedimientos**

Rodríguez Valencia (1990) indica que el siguiente paso, una vez se han identificado los procesos, se haga la enumeración de los procesos que derivados de estos. Para este propósito se deberá establecer el flujo del proceso global de principio a fin, estableciendo los procedimientos que conforman al proceso.

#### **7.2.3.4.5. Descripción de procesos**

La razón principal del manual son los procedimientos, para que estos tengan validez y puedan ser estandarizados, Pérez Sosa (1986) enumera los aspectos siguientes:

- a. Nombre del procedimiento: la denominación del procedimiento deberá orientarse por el resultado que se pretende obtener.
- b. Objetivo: se deberá describir, de manera clara y precisa, el resultado que se desea alcanzar con cada procedimiento. La redacción del objetivo debe considerar las mismas condiciones que se especificaron para el objetivo general del manual.
- c. El alcance permite definir y describir las fronteras lógicas internas y externas del procedimiento, por lo que indica qué actividades, personas y áreas afecta. En caso de haber exclusiones, deberán señalarse.
- d. Referencias: en este apartado se deberá incluir una relación de los documento jurídicos y administrativos que soportan el procedimiento, como son: normas, códigos, manuales, instructivos, otros procedimientos, etc.

En el sistema de gestión de calidad se colocan referencias obligadas de los capítulos del Manual de Calidad y los apartados de las normas que corresponden con el contenido del procedimiento en cuestión.

Cabe resaltar que Pérez Sosa (1986) indica que no se trata de transcribir íntegramente los documentos normativos del procedimiento, sino tan solo de indicar el nombre y los apartados que rigen las acciones del procedimiento. De tal manera que se debe especificar para cada procedimiento lo siguiente:

- a. Responsabilidades: en este apartado se debe incluir a las personas o nombre de puestos que se encargan directamente de la realización y control de los procedimientos.
- b. Definiciones: para facilitar la comprensión del manual, se incluirá una sección con definiciones aclaratorias.
- c. Interacción con otros procedimientos: se deberán incluir aquellos procedimientos los cuales tengas relación con los procesos especificados, en el caso de esta investigación con la parte logística de recolección de desechos químicos.
- d. Diagramación: una vez descrito el procedimiento se continúa con su representación gráfica; para ello, se elaborará un diagrama que simbolice el flujo de la información, los documentos o materiales que se utilizan y las interacciones entre las unidades administrativas y puestos que intervienen en el procedimiento. Un diagrama es una representación esquemática y simplificada de la actividad administrativa, muestra la relación de las operaciones entre sí, así como las fases en que se divide el procedimiento. En este caso se utilizará simbología ANSI.

#### **7.2.4. Normas que acreditan al laboratorio**

El laboratorio cuenta con la acreditación de normas sobre entrega de resultados calibrados y sobre seguridad laboral, como sigue:

##### **7.2.4.1. ISO 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración**

Según la definición de esta norma en la documentación proporcionada por ISO/IEC (2005), esta norma internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.

El creciente uso de los sistemas de gestión ha producido un aumento de la necesidad de asegurar que los laboratorios que forman parte de organizaciones mayores o que ofrecen otros servicios, puedan funcionar de acuerdo con un sistema de gestión de la calidad que se considera que cumple con la Norma ISO 9001. Por ello, se ésta norma ha tenido el cuidado de incorporar todos aquellos requisitos que son pertinentes al alcance de los servicios de ensayo y de calibración cubiertos por el sistema de gestión del laboratorio. (ISO/IEC, 2005)

##### **7.2.4.1.1. Control de los registros**

La sección 4.13 de la Norma ISO/IEC 17024 indica que el laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para la identificación, la recopilación, la

codificación, el acceso, el archivo y el almacenamiento y el mantenimiento y la disposición de los registros de la calidad y los registros técnicos. Los registros de la calidad deben incluir los informes de las auditorías internas de las revisiones por la dirección. Por lo que la implementación de los procedimientos técnicos estándar está en acuerdo con lo estipulado por la Norma ISO de laboratorios de análisis de calidad.

#### **7.2.4.1.2. Instalaciones y condiciones ambientales**

La sección 5.3 de la misma norma establece que las instalaciones de ensayos o de calibraciones del laboratorio, incluidas, pero no en forma excluyente, las fuentes de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, deben facilitar la realización correcta de los ensayos o de las calibraciones

Esto implica que el laboratorio debe asegurarse de que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad requerida de las mediciones. Se deben tomar precauciones especiales cuando el muestreo y los ensayos o las calibraciones se realicen en sitios distintos de la instalación permanente del laboratorio.

Asimismo, esta normativa de ISO/IEC 17025 para laboratorios (2005), establece que se deben tomar medidas para asegurar el orden y la limpieza del laboratorio y establecer procedimientos especiales cuando sea necesario. De esta forma, al carecer de procedimientos para el manejo de contaminantes es imperativo implementarlos para encontrarse en cumplimiento con dicho requisito.

#### **7.2.4.2. OHSAS 18001: Seguridad y Salud Ocupacional**

Esta norma de la serie de evaluación en *Seguridad y Salud Ocupacional* (OHSAS) acompañada por OHSAS 18002, Guía para la implementación de OHSAS 18001, ha sido desarrollada en respuesta a la demanda de los clientes por una norma reconocible para el sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional contra el cual sus sistemas de gestión puedan ser evaluados y certificados.

OHSAS 18001 ha sido desarrollado para ser compatible con las normas de sistema de gestión ISO9001:2000 (calidad) e ISO 900:2004 (ambiental), de manera que se facilite la integración de Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud Ocupacional, si ellos desean hacerlo. (ISO, 2007)

#### **7.2.5. Filosofías y herramientas útiles para la gestión total de la calidad**

Existe amplia literatura referenciando las filosofías que han tenido éxito en el momento de pensar en calidad total, a continuación se enumeran y desarrollan las relaciones que éstas tienen con el estudio en cuestión.

##### **7.2.5.1. Mejora continua *Kaizen***

El sistema de mejora continua *Kaizen* es el precursor de la Norma ISO (International Organization for Standardization) (Hammer, 1995). En su filosofía y sus principios se basa este sistema de gestión. La filosofía de la mejora continua *Kaizen* es admitir que todo proceso es mejorable, todas las

organizaciones necesitan mejorar. Según la guía de Poumián (2009), la calidad total se consigue detectando los errores como fallos en los procesos y mejorando desde el origen de la producción y no en la salida del proceso.

El sistema *Kaizen* se basa en que en toda organización siempre hay algo que mejorar, no permite procesos ociosos, todo es mejorable y hay que perseguir la mejora total, para ello cuenta con la implicación de todas las personas de la organización. Todos los estamentos de la empresa tienen que estar implicados en el sistema, incluida la gerencia. Las mejores ideas, las mejores propuestas de mejoras parten de los trabajadores. Todos los subsistemas, todos los procesos son susceptibles de una mejora continua. Para ello la filosofía tiene que estar compartida por todo el personal y equipo directivo. (Ballaw, 2004)

La clave del éxito se encuentra en la implicación del personal y por ello los trabajadores tienen que estar motivados, tienen que implicarse en el sistema y la gerencia la primera implicada. Por ello se precisa de un ambiente de trabajo idóneo, de una organización que perfile los objetivos de calidad anuales, seguimiento, controles, mediciones y rectificaciones de las no conformidades del sistema. Se deben establecer unos estándares de mejoras, unas mediciones, y esta estandarización no debe ser estática, todos los estándares son mejorables. Esta búsqueda de la mejora continua de los procesos es compatible con las necesidades de los clientes, por lo que permite la satisfacción de estos y por consiguiente la ampliación de mercados, así como mayor productividad, menos derroches lo que implica mayor ahorro y menor costo. (Ballaw, 2004)

### 7.2.5.2. Ciclo PDCA

El ciclo PDCA, tal como lo menciona Charantimath (2006), fue introducido por Deming como una de las herramientas de control de calidad cruciales para asegurar la mejora continua. El ciclo de Deming es aplicable a cualquier proceso de mejora continua, y según los lineamientos presentados por Hammer (2005) se presenta a continuación un resumen de las actividades a realizar en cada una de las etapas del ciclo según las políticas de Salud y Seguridad Ocupacional “SySO”:

- a) *PLAN* (Planificar): en esta etapa se deben establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política de SySO de la organización. Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos, requisitos legales, objetivos y programas.
- b) *DO* (Hacer): implementar los procesos. Asignación de recursos y responsabilidades, formación y toma de conciencia, comunicación y participación, control de documentos, control operativo, tratamiento de emergencias.
- c) *CHECK* (Verificar): implica realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política SySO, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados. Medición y seguimiento, evaluación del cumplimiento, investigación de incidentes, no conformidades, acciones correctivas y preventivas, control de riesgos, auditorías internas.
- d) *ACT* (Actuar): tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión SySO. Revisión por la dirección.

Figura 3. **Ciclo PDCA para OHSAS 18001**



Fuente: (Hammer, 1995) p. 342.

En este estudio, se seguirán los pasos sugeridos por Hammer (2009) para realizar la evaluación del proceso de utilización de los contaminantes químicos en el análisis de textiles.

### 7.3. Metodologías de producción

Ciertas metodologías de producción permiten establecer relaciones entre los materiales que se utilizan para la elaboración de productos que resultan útiles para la planeación y el control de la producción. Esto permite conocer la relación entre otros procesos productivos y mejorar la gestión industrial.

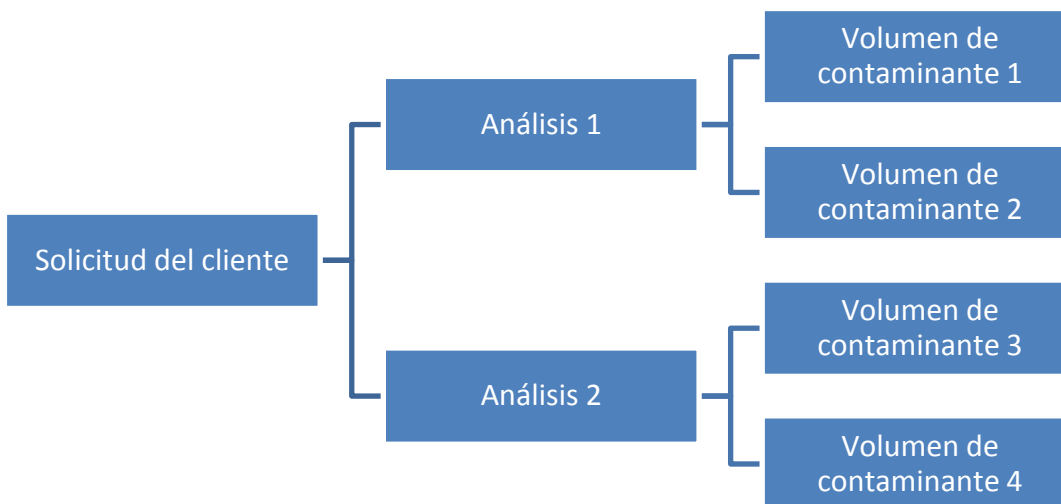


### 7.3.1. Plan maestro de producción

Un plan maestro de producción consiste en un “ordenamiento lógico de las demandas de materiales o productos de un proceso productivo, en un período determinado” (Chaves, p. 213)

En el estudio se utilizará una metodología similar a la de un plan maestro de producción, asociando cada uno de los reportes a la producción de cierto volumen de contaminante para poder calcular el momento en que se alcanza la capacidad máxima de almacenamiento. De esta forma la solicitud del cliente se asocia a un número de análisis, los cuales a su vez se asocian a cierto volumen de contaminantes utilizados y producidos.

Figura 4. **Explosión de materiales genérica para solicitud del cliente**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que no existe un histórico de la cantidad de contaminante asociado a un análisis solicitado el estudio sentará un precedente al

documentar esta información para el control y disposición del contaminante en cumplimiento con las normativas de ISO 9001 relacionadas con la Salud y Seguridad Ocupacional.

#### **7.4. Contaminantes químicos**

Los contaminantes químicos derivados de la actividad del laboratorio se pueden clasificar entre los compuestos químicos utilizados y los compuestos derivados de las reacciones que se llevan a cabo para el análisis de los textiles. A continuación se elabora una recopilación documental sobre los mismos tomando en cuenta los peligros de exposición, compatibilidades químicas y los efectos adversos que estos pueden tener en el ambiente como fundamento para la elaboración de los procedimientos técnicos y que sirva además para concientizar a los colaboradores sobre el efecto dañino sobre el ambiente.

##### **7.4.1. Compuestos químicos utilizados en el laboratorio y sus riesgos de exposición**

Los compuestos químicos utilizados en el laboratorio se enumeran a continuación:

- a. Ácido sulfúrico concentrado: utilizado para el análisis del contenido de fibra del textil.
- b. Ácido nítrico concentrado: utilizado para el análisis del contenido de plomo.
- c. Tetra-hidro-furano: utilizado para el análisis del contenido de ftalatos.
- d. Acetonitrilo: utilizado para el análisis del contenido de ftalatos
- e. Ácido clorhídrico: utilizado para el análisis del contenido de plomo del material metálico que forme parte del textil.

- f. Di-metil-formamida: utilizado para el análisis del contenido de fibra del textil.
- g. Aqua regia: utilizado para el análisis y análisis del contenido de plomo de aleaciones metálicas en un textil, éste se utiliza haciendo una solución cuya proporción es 3:1 ácido clorhídrico.

Los riesgos de exposición y la manipulación de dichos compuestos se detallan en tablas en la sección de anexos.

#### **7.4.2. Contaminantes químicos derivados**

Estos son los compuestos derivados de las reacciones que se llevan a cabo para el análisis de los textiles. A continuación se describe la naturaleza de los compuestos químicos y los efectos adversos en el ambiente.

##### **7.4.2.1. Ftalatos**

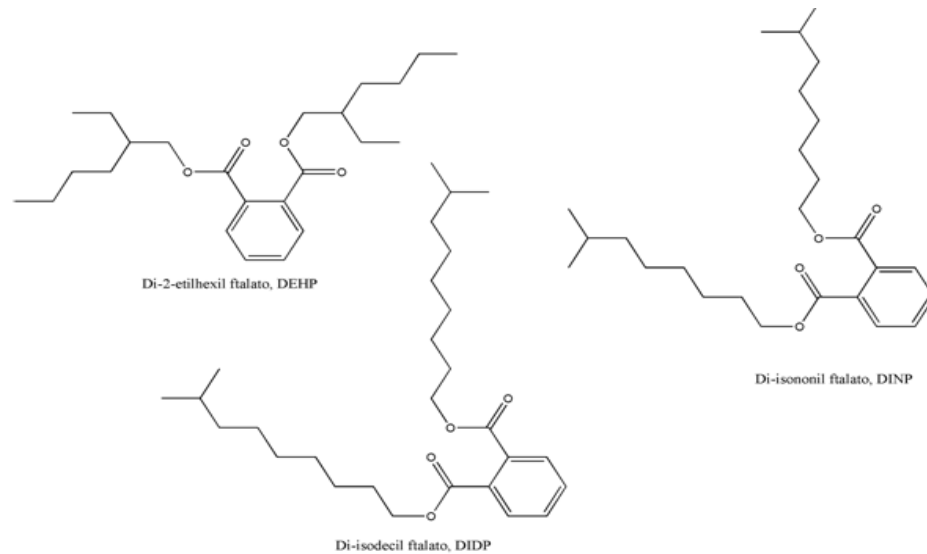
Los ftalatos son diésteres aromáticos derivados del ácido orto-ftálico o del ácido tereftálico, que son ampliamente utilizados como plastificantes. Presentan dos cadenas laterales, generalmente alifáticas lineales; aunque también pueden presentar grupos alifáticos ramificados, cicloalifáticos o aromáticos. Son líquidos claros de aspecto aceitoso, poco solubles en agua y con una volatilidad baja. Las propiedades más específicas de cada compuesto dependen de los sustituyentes laterales que contenga (Keml, 2000).

##### **7.4.2.1.1. Usos y producción**

De acuerdo a su uso, los ftalatos se han clasificado en diferentes grupos. El DEPH es el compuesto más ampliamente utilizado en Europa y USA,

seguido por el DINP y DIDP y posteriormente por los ftalatos especiales que tienen un mercado más restringido ((ECPI), 2001).

Figura 5. **Ftalatos más comunes (estructuras moleculares)**



Fuente: ((ATSDR), 2002)

Las parafinas cloradas tienen múltiples aplicaciones, pero las principales son: plastificantes (para PVC), aditivos para lubricantes de metales que trabajan a alta presión, retardantes de flama y aditivos en pinturas, selladores y adhesivos. Asimismo, se emplean para la preparación de los licores grasos para el tratamiento del cuero. ((ECPI), 2001)

#### 7.4.2.1.2. **Liberación y rutas en el ambiente**

Durante el proceso de producción de las parafinas cloradas, su liberación al aire o agua es limitada debido a su baja volatilidad e insolubilidad en agua.

Sin embargo, puede producirse su liberación al ambiente por derrames accidentales durante los procesos de transporte y almacenamiento. (Al-Omran LA, 1987)

La principal ruta de entrada de las parafinas cloradas al ambiente es la mala disposición en rellenos sanitarios o tiraderos de residuos industriales y domésticos que contengan estos hidrocarburos, tales como fluidos de alta presión y polímeros plásticos. Asimismo, durante la incineración de estos residuos pueden volatilizarse pequeñas cantidades de parafinas cloradas, junto con otros contaminantes (PCB, naftaleno y benceno) en los gases emitidos. La liberación de pinturas, recubrimientos y adhesivos, es otra fuente de contaminación. (Al-Omran LA, 1987)

Una vez en el ambiente, las parafinas cloradas se adsorben fuertemente a las partículas y de esta forma son transportadas por el aire o agua o depositadas en los sedimentos de los cuerpos de agua. La lixiviación en suelos contaminados suele ser muy baja. Asimismo, ocurre su foto-descomposición en los distintos compartimentos del ambiente y se ha sugerido la posibilidad de que sufran de-cloración en presencia de iones metálicos. (Cartwright C D, 2000) Su degradación por acción de microorganismos depende de la composición de la mezcla de parafinas, aunque generalmente es baja. El orden en que ocurre este proceso es el siguiente: parafinas de cadena corta y bajo contenido de cloro>parafinas de cadena intermedia y larga>parafinas con alto grado de cloración (>58 %). Las parafinas cloradas se bioacumulan en los tejidos de organismos acuáticos. Se han calculado factores de bioacumulación de 1.5-3.5, 7-7,155 y 223-138,000 para algas, peces y moluscos, respectivamente (Campbell, 1997)

### 7.4.2.1.3. Exposición y efectos tóxicos

A través de una revisión documental de los textos de Guo (2000), Mantuora (1978), Lesaca (1977), Ansari (2004), Cartwright (2000) y Al-Omran LA (1987) se elabora la siguiente tabla que sintetiza los efectos adversos de la exposición en humanos, en animales y en el medio ambiente.

Tabla I. **Efecto de la exposición a ftalatos**

	<b>Fuentes de exposición</b>	<b>Efectos de la exposición</b>
Humanos	Contacto dérmico con productos que contengan dichas sustancias.	No existen muchos estudios. Según Al-Omran LA (1987), la exposición ocupacional es importante cuando los trabajadores producen o manejan productos que las contengan. La dosis diaria tolerada según la información provista por Al-Omran LA (1987) es de 100mg/kg de peso. En la piel se observa enrojecimiento y resequedad cuando existe contacto dérmico.
Animales	Cualquier producto que contenga dichas sustancias	Exposición baja: descoordinación muscular e incontinencia fecal y urinaria. Exposición a mediano y largo plazo: daño progresivo en el hígado, riñón y funciones tiroideas que afectan a la producción de hormonas derivando en efectos reproductivos adversos.
Ambiente	Cualquier producto que contenga dichas sustancias	La complejidad de las mezclas de parafinas cloradas puede producir efectos distintos lo cual complica la comparación de resultados de diferentes estudios sobre los efectos tóxicos. Sin embargo en condiciones controladas se ha observado que pueden inhibir la actividad metabólica de microorganismos, inhibir el crecimiento de las algas y su actividad de filtración.

Fuente: elaboración propia.

#### **7.4.2.2. Metales pesados**

El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Los ejemplos de metales pesados incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd) el arsénico (As), el cromo (Cr), el talio (Tl), y el plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de tierra. No pueden ser degradados o ser destruidos.

En un grado pequeño se incorporan a nuestros cuerpos vía el alimento, el agua potable y el aire. Como elementos de rastro, algunos metales pesados (e.g. cobre, selenio, cinc) son esenciales mantener el metabolismo del cuerpo humano. Sin embargo, en concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento. El envenenamiento por metal pesado podría resultar, por ejemplo, de la contaminación del agua potable (e.g. tuberías del plomo), las altas concentraciones en el aire cerca de fuentes de la emisión, o producto vía la cadena de alimento. (Lesaca, 1977)

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bio-acumularse. La bio-acumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto plazo, comparada a la concentración del producto químico en el ambiente. Se analizan (metabolizado) o se excretan los compuestos acumulan en cosas vivas cualquier momento se toman y se almacenan más rápidamente que ellos.

Los metales pesados pueden entrar un abastecimiento de agua por medio de residuos industriales y de deposita corrientes, los lagos, los ríos, etc. Generalmente los metales pesados se encuentran en concentraciones muy bajas, aunque la actividad humana ha aumentado sus niveles en muchas aguas

fluviales, océanos y sedimentos por: residuos mineros, extracción de petróleo y gas, industrias (pesticidas, pinturas, cuero, tejidos, fertilizantes, medicamentos), vertidos domésticos, residuos agrícolas, etc.

Algunos metales pesados son esenciales para la vida y otros son beneficiosos, pero muchos son altamente tóxicos. Las concentraciones en las cuales los metales pueden ser considerados tóxicos cambian de una especie a otra, para una especie, un elemento es esencial en niveles bajos, puede ser tóxico para otras. Los criterios para establecer si o no un metal pesado es esencial para el crecimiento normal de plantas y/o los animales incluyen:

- El organismo no puede crecer ni puede completar su ciclo biológico sin un suministro adecuado del metal.
- El metal no puede ser totalmente reemplazado por otro metal.
- El metal tiene una influencia directa en el organismo y está involucrado en su metabolismo.

Además de C, H, O, N, P, K y S, los elementos que se ha demostrado que son esenciales para los vegetales son: Al, B, Br, Ca, Cl, Co, Cu, F, I, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Rb, Si, Ti, V, Zn. Los oligoelementos esenciales que con más probabilidad pueden provocar problemas de deficiencia en vegetales son: B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn.

El carbono orgánico disuelto (DOC) y coloidal (COC) en el agua del mar pueden ser los factores clave en controlar el destino, transporte y biodisponibilidad de muchos metales y contaminantes orgánicos en ambientes marinos (Bruland et al., 1991; Honeyman y Santschi, 1992; Campbell et al., 1997). Sin embargo, todavía no está claro como el DOC del agua de mar aumenta la solubilidad de metales por complejación. El conocimiento de las



interacciones de metales con la materia orgánica macromolecular y coloidal (COM) son importantes para entender la biogeoquímica marina de metales esenciales. Se ha visto que una fracción significativa de metales disueltos en agua de mar están asociados con COM (e.g. Greenamoyer y Moran, 1996; Sanudo-Wihelmy et al., 1996; Wen et al.)

La solubilidad de los metales pesados en el agua de mar es interesante para estimar la concentración de los metales disueltos, las rutas de la toma biológica de los metales por los organismos marinos, su bioacumulación y su toxicidad. La solubilidad de metales pesados en agua de mar está controlada por varios factores como pH, temperatura, salinidad, naturaleza de los aniones, etc.

#### **7.4.2.2.1. Solubilidad de metales pesados en el mar**

Los metales pesados (en forma particulada o soluble) existentes en los océanos finalmente van a parar a los fondos marinos, los cationes metálicos solubles son precipitados por aniones como sulfato, cloruro, fluoruro, bicarbonatos/carbonatos. Los precipitados formados tienen muy bajas solubilidades a los pHs de agua de superficie (8,1-8,3) y de las aguas profundas (7,6-8,1).

Además se acepta que la interacción de los metales minoritarios disueltos con partículas suspendidas en agua de mar es el mecanismo predominante de las concentraciones observadas y de sus patrones de distribución. Whitfield y Turner (1987) propusieron tres tipos principales de distribución de los elementos en base a su interacción biogeoquímica con partículas. Así los elementos han sido clasificados como conservativos, reciclados y retirados.

Los metales pesados conservativos (e.g. Mo, Ti) interactúan débilmente con partículas y tienen un tiempo alto de residencia (> 105 años). Los metales pesados reciclados (e.g. Cd, Cr, Ni y Zn) están involucrado en los ciclos internos de materia del particulada biológica, sus concentraciones están agotadas en aguas superficiales y aumentan con la profundidad, sus tiempos de residencia están del rango de 103 - 105 años. Los metales pesados retirados (e.g. Co, Pb, Hg, Mn) tienen relativamente un tiempo de residencia corto (< 103 años) debido a su interacción fuerte con partículas. (Hanson, 1983)

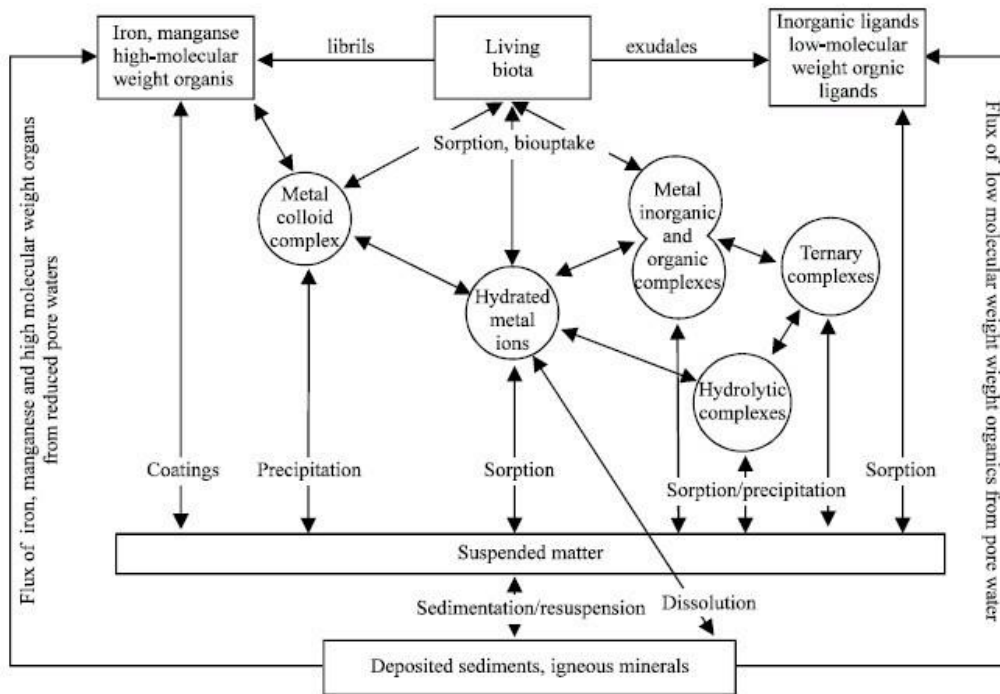
#### **7.4.2.2.2. Especiación, biodisponibilidad y acumulación de metales pesados**

La especiación se refiere a las formas físicas y químicas en las cuales un elemento puede existir en un sistema. (Greenamoyer, 1996). En aguas oceánicas, es difícil determinar evolución de las especies directamente. Aunque algunas especies individuales pueden ser analizadas, otras solo se pueden deducir de modelos de equilibrios termodinámicos. La especiación determina la movilidad ambiental de un elemento, especialmente en el reparto que sufre entre el agua y los sedimentos.

En el mar, los metales se encuentran en los sedimentos en suspensión, en los del fondo del mar, en forma disuelta y en la biota. Las rutas principales para pasar de un compartimento a otro son la adsorción, la complejación, la precipitación y la toma biológica. La adsorción es generalmente el proceso predominante porque los metales tienen afinidades fuertes con los hidróxidos de Fe y de Mn, con la materia orgánica particulada, y en un grado inferior con los minerales de la arcilla; así, los metales tienden a acumularse en los sedimentos del fondo. (Ansari, 2004)

La fase disuelta representa la fuente biodisponible principal de metales para los organismos. Esta fracción está favorecida en condiciones del pH bajo (la solubilidad de los hidróxidos metálicos aumenta cuando el pH disminuye), baja concentración de materia orgánica particulada y las altas concentraciones de la materia orgánica disuelta. (Guo, 2000)

Figura 6. **Ciclo de los metales pesados**



Fuente: (Ansari, 2004).

La fase de sedimentos en suspensión está favorecida por un alto pH y alta concentración de materia orgánica particulada. Alto pH, alto Eh y elevadas concentraciones de materia orgánica particulada favorecen que los metales se trasladen a los sedimentos del fondo, o que permanezca como material

particulado en suspensión si hay suficiente energía que remueva los sedimentos. (Raspor, 1980)

#### **7.4.2.3. Compuestos de coordinación**

El conocimiento de la complejación de metales por ligandos orgánicos en agua de mar es muy problemático. Hay actualmente un gran vacío entre la información de las investigaciones de laboratorio sobre la complejación de metales por ligandos orgánicos estructuralmente caracterizados, y las investigaciones de complejación por compuestos orgánicos naturales cuya estructura molecular es esencialmente desconocida. (Guo, 2000)

En el agua de mar, puede distinguirse entre ión complejo y par iónico. En el complejo existe una fuerte asociación entre los iones, con hidratación propia distinta a la de ambos componentes. En el par iónico la asociación es solo una atracción “semidistante”, conservando cada componente su grado de hidratación casi intacto. (Ansari, 2004). Los complejos son más estables que los pares iónicos, se forman mediante uniones de tipo covalente entre un ion central con orbitales de valencia vacíos, que actúa como ácido de Lewis (normalmente es un metal de transición), y uno o varios ligandos que poseen pares de electrones libres. Estos últimos pueden ser de tipo aniónico como el Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, CN<sup>-</sup>, o bien moléculas orgánicas cuyos grupos funcionales contienen átomos de oxígeno, nitrógeno, azufre, etc. En este sentido, se suele considerar al protón como un metal y los grupos OH<sup>-</sup> como ligando. Esta interacción lleva a la formación de un enlace covalente coordinado o dativo, por eso los complejos reciben también el nombre de compuestos de coordinación. (Hudson, 1990)

La diferencia entre un par iónico y un ion complejo no siempre es fácil de establecer. Incluso, con frecuencia, se tratan conjuntamente a la hora de abordar el análisis general de las interacciones entre especies en disolución, advirtiéndose, que la estabilidad de cada una de estas especies está gobernada por parámetros diferentes.

Los iones en disolución son realmente acuacomplejos, ya que las moléculas de agua por si mismas se comportan como ligandos hacia los iones en disolución. Es por ello que se suele decir que una reacción de complejación en disolución acuosa es realmente una reacción de sustitución de ligandos.

Casi todos los ligandos, como el agua o el ion cloruro, ocupan un solo sitio de coordinación, estas especies se llaman ligandos monodentados. Otras moléculas ocupan hasta dos sitios de enlaces, se llaman ligandos bidentados. Hay otros ligandos más complejos que se unen a tres, cuatro, cinco y hasta seis sitios de coordinación. Todos los ligandos que forman más de una unión con un ion de metal se llaman ligandos quelantes (del griego, *chelos*, que significa "garra"). El átomo central debe disponer de orbitales vacíos capaces de aceptar pares de electrones, los cationes de los grupos 1 y 2 al disponer de orbitales con poca tendencia a captar electrones tienen poca tendencia a formar complejos, son los metales de transición los que presentan una mayor tendencia. (Buffle, 1977)

Cuando los ligandos se coordinan al metal, formando la esfera de coordinación del complejo. El conjunto puede ser neutro, catiónico o aniónico, los ligandos forman la primera esfera de coordinación y los contraiones la segunda esfera de coordinación. El conjunto de ligandos alrededor del catión central forman un "cluster". (Thakur, 1980)

#### **7.4.2.3.1. Complejación de metales por acción del agua de mar**

La especiación afecta a la reactividad de los metales pesados y, por tanto, a su disponibilidad biológica y al carácter beneficioso/tóxico para un determinado organismo. No obstante, y a pesar de la importancia de muchos de los metales pesados desde el punto de vista biológico, sus bajos niveles de concentración hacen que la especiación de estos elementos no esté claramente establecida.

Un punto importante a considerar en la especiación de metales pesados es su complejación con ligandos orgánicos presentes en el agua de mar. En los océanos, el contenido en materia orgánica disuelta varía desde 1 mg C/l en profundidad (en unidades DOC) hasta valores diez veces superiores en aguas superficiales. Aunque la naturaleza química de esta materia no está bien caracterizada, se puede citar como ejemplos, ligandos procedentes de la actividad humana, como EDTA, o bien sustancias húmicas y compuestos poliméricos de composición variable que contienen grupos aptos para la coordinación del tipo de alcoholes, fenoles, ácidos carboxílicos, etc.

En relación con la biodisponibilidad de un elemento, puede mencionarse el caso del hierro. El hierro es considerado un posible nutriente limitante del crecimiento de organismos planctónicos. No obstante, son muchos los autores que consideran que tan solo las especies iónicas solubles de Fe pueden ser asimiladas por el fitoplancton, y no el Fe en forma de especies hidróxido u oxohidróxido, en estado coloidal (Hudson, 1990).

Por lo que se refiere a la toxicidad de determinados metales, la forma en que estos estén presentes y, en concreto, la naturaleza de los ligandos a los que se encuentran coordinados, puede modificar drásticamente sus propiedades. Este es el caso, por ejemplo del cobre, que puede actuar como nutriente cuando está formando parte de especies en las que el Cu (II) está coordinado con ligandos de tipo orgánico, o como un tóxico, si se presenta en forma de ion Cu(II) libre (Sunda, 1979).

Generalmente, para una gran variedad de metales pesados que incluye  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , y  $\text{Fe}^{3+}$ , se observa que la biodisponibilidad está íntimamente relacionada a la especiación. Para estos metales la partición de los metales entre cationes hidratados,  $\text{Mn}^{+}$ , y las formas  $\text{MLi}$ , complejadas con ligandos en disolución (Li) ejerce una influencia principal en los ciclos biogeoquímicos de los océanos.

Una investigación de complejación de metales realizada por Mantoura *et al.* (1978) concluye que aproximadamente el 10 % del total del cobre en aguas oceánicas está complejado con materia orgánica. Actualmente, debido a los avances analíticos, se dice comúnmente que el 99 % o más del cobre total en agua de mar está en forma de complejos orgánicos (Campos *et al.*, 1994; Coale y Bruland, 1990).

Se han usado una gran variedad de técnicas para analizar la complejación de metales minoritarios por la materia orgánica en agua de mar. Las primeras valoraciones de la complejación de metales por sustancias orgánicas se usaron para proporcionar estimaciones de los enlaces metálicos y tienen un interés limitado en la química del medio marino. Estas medidas fueron reemplazadas por valoraciones de fraccionamiento de los metales como orgánico, inorgánico, y particulado (Hanson, 1983). Como son muy importantes las concentraciones

libres de los iones metálicos por su participación en los procesos biogeoquímicos, casi todas las valoraciones modernas de las interacciones órgano-metálicas tratan de definir parámetros que permitirán el cálculo de la concentración libre del ion metálico.

#### **7.4.2.3.2. Sistemática de la complejación**

Normalmente se entiende que la complejación de un metal por la materia orgánica natural implica una gran variedad de tipos de sitios de coordinación y de afinidades de los metales por los ligandos. La naturaleza y distribución de estos sitios de coordinación no está conocido a priori pero se puede deducir por las observaciones de los cambios de las asociaciones de los metales con los ligandos, por ejemplo cuando aumenta la concentración de los metales. Un análisis de los datos completamente satisfactorio es problemático, porque cuando hay muchos tipos de sitios de coordinación puede dar lugar a datos de titulación muy parecidos y es difícil distinguir la eficacia de los modelos. (Turner 1986) han comparado cinco modelos aplicables para el análisis de complejación de cobre por ácidos fúlvicos:

- a. El modelo multisitio, en el cual se asume que el metal y la materia orgánica están asociadas en un número pequeño de tipos de sitios de coordinación, cada sitio tiene una estabilidad asociada ( $K_i$ ) y una concentración constante del sitio de total ( $L_i$ ).
- b. El modelo multidentado (Buffle, 1977), en el cual un ligando (L) con sólo un tipo de sitio de coordinación puede complejar el metal formando dos tipos de complejo: ML o ML<sub>2</sub>.



- c. El modelo electrostático (Cabaniss, 1984), en el cual hay un solo sitio de coordinación, con una constante de estabilidad funcionalmente dependiente del grado de ocupación del metal en el sitio de enlace.
- d. El modelo de distribución normal (Perdue, 1983), que asume una variación continua en la afinidad del sitio de coordinación por el metal que es normalmente distribuido.
- e. El modelo del espectro de afinidad (Thakur, 1980), que asume una variación continua en las afinidades del sitio de enlace con una distribución desconocida.

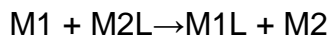
(Turner 1986) apreciaron que la ausencia de información estructural apropiada de los ácidos fúlvicos provoca que no se puedan hacer comparaciones del significado químico y físico de los diversos modelos. Basados en consideraciones prácticas (simplicidad conceptual y matemática) y estadísticas, el modelo multisitio fue el modelo más satisfactorio para describir los datos de titulación de Pb y Cu. Este modelo no hace ninguna distinción entre el carácter termodinámico de la complejación inorgánica y orgánica.

#### **7.4.2.3.3. Cinética de la complejación**

La descripción de las características de equilibrio de interacciones de los iones metálicos con materia orgánica en agua de mar son complicados por el papel de la cinética de coordinación en las observaciones de complejación. Generalmente se espera que la cinética de coordinación de los metales pesados y minoritarios con la materia orgánica disuelta en agua de mar sea lenta. Diversas investigaciones han sugerido que los tiempos de equilibrio usando adiciones de EDTA en agua de mar están en el orden de 24 horas (Sunda y Huntsman, 1991). Las investigaciones de los equilibrios de  $^{64}\text{Cu}$  con la materia orgánica disuelta, señaló que 70 % de los sitios de intercambio en un

ambiente de estuario experimentó un cambio rápido relativo; mientras que el 20 % de los sitios no intercambió en un lapso de tiempo de 24 horas (Mills, 1982). El equilibrio del plomo con ligandos orgánicos en agua de mar se muestra significativamente más lento que en el caso del cobre (Capodaglio, 1990).

(Raspor 1980) vieron que la cinética lenta de coordinación de los metales minoritarios con EDTA en agua de mar puede ser atribuible, en gran parte, al papel de  $\text{Ca}^{2+}$  en los fenómenos de complejación. Los quelatos orgánicos en agua de mar están coordinados con  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y metales minoritarios (incluidos los metales pesados). Consecuentemente, se espera que la complejación de metales minoritarios en agua de mar generalmente debiera estar escrita como una reacción de sustitución de ligandos:



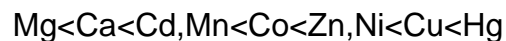
Donde M1 es un metal pesado o minoritario, M2 puede ser  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ , u otro metal pesado o minoritario. Desde que se acepta que la coordinación de los metales con materia orgánica está fuertemente influenciada por el pH (Sunda y Huntsman, 1991), se considera especial el papel de  $\text{H}^+$  en la ecuación anterior.

#### **7.4.2.3.4. Afinidad de los metales pesados por los ligandos**

El propósito del trabajo de (Ansari, 2004) fue caracterizar la composición elemental de materiales orgánicos coloidales aislados para examinar la complejación de metales con materia orgánica macromolecular en ambientes marinos. Encontraron que la concentración de metales pesados (Cu, Pb, Zn,

Cd, Co, Ni, Cr, Be, Fe, Al, Mn, V, Ba, Ti) en un asilado de materia orgánica coloidal varía desde menos de 0,1 hasta 50 µg/g de coloide, excepto para el hierro que tiene concentraciones mayores que 120 µg/g.

El orden de Irving-Williams se ha usado para comparar la afinidad de metales por ligandos. Por ejemplo (Honeyman, 1992) reportó la siguiente secuencia de constantes de estabilidad para la complejación de metales por sustancias húmicas:



#### **7.4.3. Compatibilidad química y clasificación de recipientes o contenedores**

Según lo explica Ehlers (s.f), las hojas de datos de seguridad de materiales exponen información relevante sobre el almacenamiento apropiado de los compuestos químicos así como las etiquetas de cada una de las sustancias. Ehlers explica que ciertas reglamentaciones federales de Estados Unidos exigen que cada hoja de datos de seguridad se mantenga cerca de las sustancias químicas para que puedan ser consultadas en el momento preciso.

Se menciona además que se debe precisar si la sustancia es inflamable, corrosiva, oxidante o diluyente, si es sensible a la luz, las temperaturas óptimas de almacenamiento, y si existe algún procedimiento de manipulación especial.

Algunas de las consideraciones de almacenaje típicas son la temperatura, el control de ignición, la ventilación, la segregación y la identificación. Es necesaria una segregación apropiada para evitar que los materiales incompatibles entren en contacto sin que lo notes. El contacto entre materiales

incompatibles puede dar como resultado incendios, explosiones, reacciones violentas o gases tóxicos. Cuando se segregan sustancias químicas, las ácidas no se deben almacenar con las básicas, ni los oxidantes con los agentes reductores o materiales orgánicos. Una barrera física o distancia son maneras eficaces de realizar una segregación apropiada.

El uso de gabinetes para segregar sustancias químicas no está restringido. Sin embargo Ehlers (s.f) explica que es importante considerar “la compatibilidad de estas sustancias con el gabinete”. Así, para ácidos fuertes existe incompatibilidad con gabinetes metálicos y pintados a menos que las pinturas utilizadas sean de un material epóxico.

Ehlers (s.f), expone además “Es importante conocer cuál es el tamaño máximo permitido para los contenedores y cuáles son las cantidades máximas de almacenaje en gabinetes según la categoría del material inflamable” esto debido a que la capacidad del laboratorio debe asegurar la seguridad de los colaboradores.



## **8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. BENEFICIOS DEL ESTUDIO
  - 1.1. Beneficios financieros
  - 1.2. Beneficios no financieros
  - 1.3. Costo beneficio del estudio
  
2. LA EMPRESA
  - 2.1. Historia
  - 2.2. Departamentos involucrados
  - 2.3. Procedimiento de análisis de muestras
  - 2.4. Normas que acreditan al laboratorio
    - 2.4.1. ISO
    - 2.4.2. OSHAS 18001
  
3. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD
  - 3.1. Diagrama PDCA en OHSAS 18001

- 3.2. Mejora continua en ISO 9001
- 3.3. Proceso de utilización de contaminantes en el análisis de calidad
- 3.4. Regulaciones internacionales para contaminantes químicos

#### 4. RESULTADOS

- 4.1. Frecuencia de extracción de contaminantes químicos
- 4.2. Procedimientos técnicos
  - 4.2.1. Formato de identificación de procedimientos técnicos
  - 4.2.2. Fundamentación de procedimientos técnicos
  - 4.2.3. Dimetil formamida
    - 4.2.3.1. Diagrama de flujo del proceso de disposición.
    - 4.2.3.2. Fundamentación del procedimiento
  - 4.2.4. Ácido sulfúrico
    - 4.2.4.1. Diagrama de flujo del proceso de disposición
    - 4.2.4.2. Fundamentación del procedimiento
  - 4.2.5. Ácido nítrico
    - 4.2.5.1. Diagrama de flujo del proceso de disposición
    - 4.2.5.2. Fundamentación del procedimiento
  - 4.2.6. Ácido fórmico
    - 4.2.6.1. Diagrama de flujo del proceso de disposición
    - 4.2.6.2. Fundamentación del procedimiento
  - 4.2.7. Acetonitrilo
    - 4.2.7.1. Diagrama de flujo del proceso de disposición

- 4.2.7.2. Fundamentación del procedimiento
- 4.2.8. Tetrahidrofurano
  - 4.2.8.1. Diagrama de flujo del proceso de disposición.
  - 4.2.8.2. Fundamentación del procedimiento
- 4.3. Indicador y controles para seguimiento
  - 4.3.1. Capacidad máxima de almacenamiento
  - 4.3.2. Control de seguimiento

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS





## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Tipo de estudio**

El estudio se llevará a cabo de forma descriptiva y correlacional, ya que se medirá la relación entre la cantidad de reportes que entran al laboratorio y la cantidad de contaminantes producidos por el análisis de las muestras de cada reporte.

### **9.2. Diseño de la investigación**

El estudio se plantea primordialmente como una investigación experimental, ya que para establecer un manual de operaciones estándares para contaminantes químicos, se analizará la producción de cierto tiempo no interviniendo de ninguna manera con las variables al azar que afectan la cantidad de trabajo en la rama de negocios a la que se dedica la empresa.

### **9.3. Variables e indicadores**

Las variables e indicadores de cada una de las fases se evaluarán de manera cuantitativa, separados por dos rubros principales: tiempo y cantidad. La primera parte versará sobre el tiempo a evaluar la producción de contaminantes y la segunda sobre la cantidad misma del contaminante químico.

Tabla II **Indicadores, instrumentos y fuentes relacionados con las variables del estudio**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	FUENTE
<b>Reportes semanales</b> (independiente): se refiere a la cantidad de reportes que entran semanalmente a la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles estadísticos según TAT. .</li> </ul>	Registro de observaciones	Procedimientos actuales escritos de forma descriptiva
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de reportes en cada departamento de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentación</li> <li>• Registros de recolección de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra aleatoria.</li> <li>• Experimento controlado.</li> <li>• Documentos</li> </ul>
<b>Cantidad de contaminantes</b> (dependiente): se entiende como la cantidad en volumen del contaminante químico que se produce semanalmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de contaminante en los departamentos de química y analítica.</li> <li>• Volumen en contenedores. .</li> </ul>	Experimentación	Documentos Libros

Fuente: elaboración propia.

## **9.4. Metodología**

Se describirá la metodología a utilizar para llegar a los objetivos propuestos como generales y específicos. Derivados de cada una de las fases en las que se dividirá el proyecto.

### **9.4.1. Fase I: Beneficios**

Actividades:

- a. Costo-beneficio: realizar un análisis económico costo-beneficio entre el costo que significará implementar los procedimientos técnicos estándar y la manera actual con la que se realiza la disposición de contaminantes químicos.
- b. Analizar los beneficios intangibles de reducir el riesgo en el espacio laboral.

Resultado: fundamentación documentada sobre el beneficio de la implementación de los procedimientos técnicos estándar.

### **9.4.2. Fase II: Frecuencia de extracción**

Actividades:

- a. Determinar la relación estadística entre la cantidad de reportes que entran a las áreas de estudio y la cantidad de contaminantes químicos producidos por éstos.
- b. Determinar capacidad máxima de almacenamiento
- c. Evaluar según la correlación, el tiempo promedio en el que se llega a la capacidad máxima para establecer la frecuencia eficaz de extracción.

Resultado: frecuencia con la que se deben extraer los contaminantes en base a la cantidad de trabajo ingresado a las áreas de estudio.

#### **9.4.3. Fase III: Procedimientos técnicos**

Actividades:

- a. Elaborar procedimientos técnicos según el formato de identificación de procesos propuesto.
- b. Elaborar el diagrama de flujo del procedimiento adecuado de disposición de los contaminantes químicos para cada uno de los 10 contaminantes producidos en el laboratorio.
- c. Realizar la documentación sobre el fundamento de cada uno de los procedimientos técnicos.

Resultado: diez procedimientos técnicos estándar para cada uno de los contaminantes producidos por el laboratorio.

#### **9.4.4. Fase IV: Indicador y seguimiento**

Actividades:

- a. Elaborar un formato de control para conocer la cantidad acumulada de contaminante en cualquier momento del tiempo.
- b. Crear un indicador basado en la diferencia entre la cantidad máxima de almacenamiento y la cantidad de contaminante acumulado en el período entre la última extracción y la actualidad.

Resultado: seguimiento a la implementación de procedimientos técnicos, basados en la capacidad de almacenamiento.

### **9.5. Técnicas de análisis de la información**

Las técnicas estadísticas para el análisis de la información que se utilizarán se resumen a continuación:

- Fase I: no aplica
- Fase II: prueba de hipótesis de la estadística inferencial (CHI CUADRADO) para determinar la dependencia entre dos variables (número de reportes y cantidad de contaminante)
- Fase III: no aplica
- Fase IV: no aplica.



## 10. CRONOGRAMA

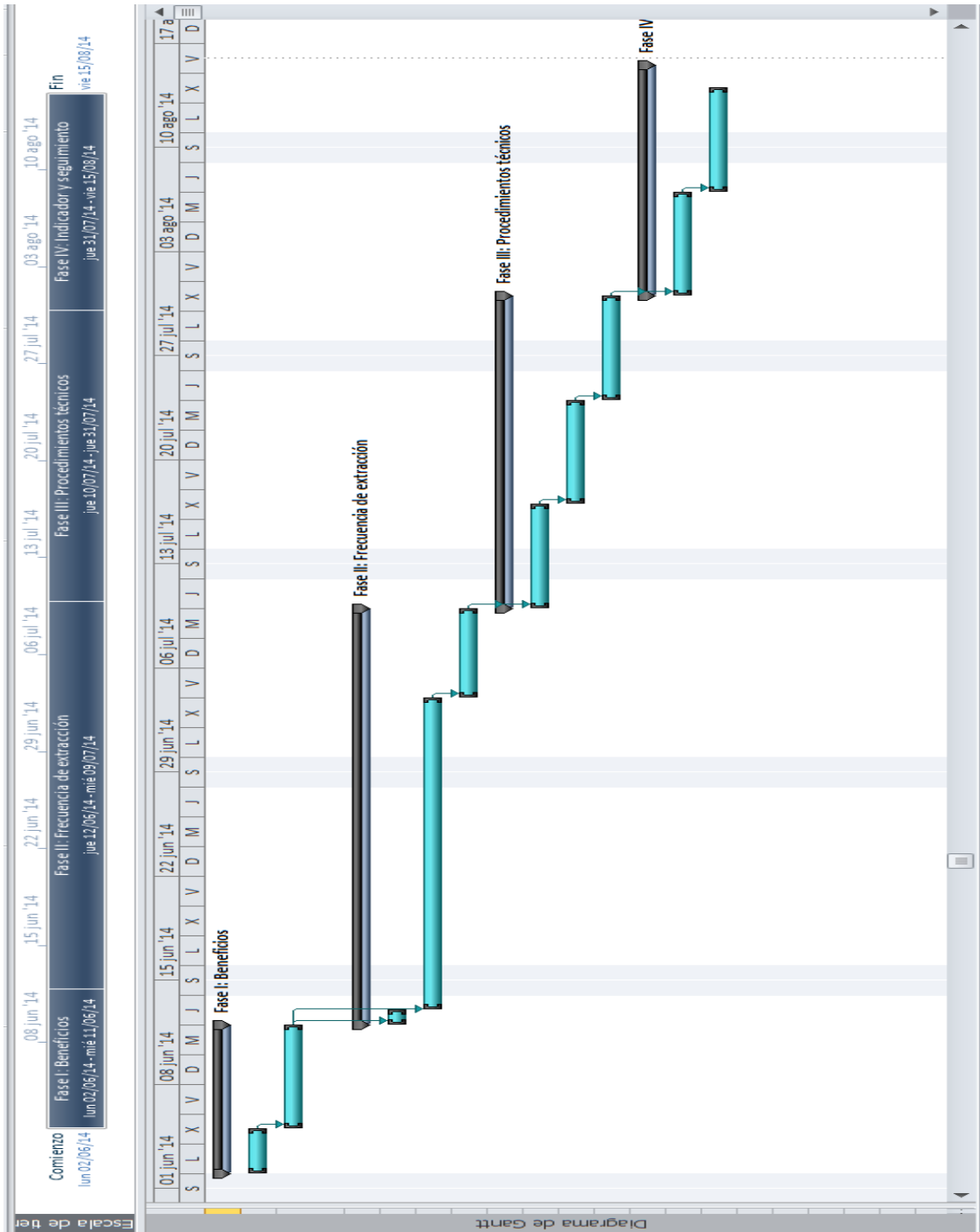
Tabla III. Resumen del cronograma

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>Fase I: Beneficios</b>	<b>1.6 sem.</b>	<b>lun 02/06/14</b>	<b>mié 11/06/14</b>
Análisis costo beneficio	3 días	lun 02/06/14	mié 04/06/14
Análisis de beneficios intangibles	5 días	jue 05/06/14	mié 11/06/14
<b>Fase II: Frecuencia de extracción</b>	<b>4 sem.</b>	<b>jue 12/06/14</b>	<b>mié 09/07/14</b>
Determinar la capacidad máxima	1 día	jue 12/06/14	jue 12/06/14
Determinar relación estadística reportes-cantidad contaminantes	3 sem.	vie 13/06/14	jue 03/07/14
Evaluar el tiempo promedio en que se alcanza la capacidad máxima	4 días	vie 04/07/14	mié 09/07/14
<b>Fase III: Procedimientos técnicos</b>	<b>3 sem.</b>	<b>jue 10/07/14</b>	<b>jue 31/07/14</b>
Identificar los procedimientos técnicos según el formato de identificación	1 sem	jue 10/07/14	mié 16/07/14
Elaborar el diagrama de flujo de los procedimientos de disposición	1 sem	jue 17/07/14	mié 23/07/14
Realizar documentación de fundamentación de los procedimientos	1 sem	jue 24/07/14	mié 30/07/14
<b>Fase IV: Indicador y seguimiento</b>	<b>2.3 sem.</b>	<b>jue 31/07/14</b>	<b>vie 15/08/14</b>
Elaborar un formato de control para conocer la cantidad acumulada de contaminante	1 sem	jue 31/07/14	mié 06/08/14
Crear un indicador para la evaluación de la implementación	1 sem	jue 07/08/14	mié 13/08/14

Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Cronograma: Diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia.

## 11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Tomando en cuenta que la Norma ISO 9001 y la regulación de la seguridad que se incluye en la OHSAS 18001, son ambos métodos que se han probado y han resultado ser de gran utilidad en la industria internacional surge la interrogante sobre la disponibilidad de la información para llevar a cabo el presente estudio, esto es: la documentación y recursos necesarios al implementar y evaluar los procedimientos técnicos. Afortunadamente, esta información, por ser internacional, es de dominio público por lo que la obtención de la misma no sugiere un gasto ni una limitante.

La Gerencia del laboratorio reconoce la importancia de este estudio, por lo que pone a la disposición del autor los recursos necesarios para llevar a cabo los resultados esperados y numerados a lo largo de este trabajo de graduación. En cuestión de recursos humanos, se cuenta con el personal del área sujeta a estudio. Debido a que se trata de evaluar el costo-beneficio de una implementación frente a un procedimiento empírico, se utilizarán las mismas instalaciones, únicamente modificando la subcontratación del servicio de extracción del contaminante. Los contenedores a usar son aquellos proporcionados por el proveedor del reactivo puro, por lo que no se incurrirán en gastos para contener el contaminante. En el momento de inicio de este estudio, se ha modificado el área de almacenamiento, mejorando la ventilación y haciéndolo propicio para contener sustancias nocivas. Este será la ubicación utilizada para el almacenaje.

Tabla IV. **Presupuesto para la implementación de los procedimientos técnicos**

<b>Actividad</b>	<b>Desglose</b>	<b>Precio</b>
<b>Compra</b>	Etiquetado de las zonas de almacenaje según naturaleza del contaminante y compatibilidad	Q 150,00
	Impresión, encuadernación y creación de carpeta para registros y controles de los procedimientos	Q 450,00
	Creación de una carpeta de métodos para el manejo de contaminantes químicos	Q 150,00
<b>Remodelación</b>	Separación de los contaminantes líquidos de los sólidos	Q 800,00
<b>Total</b>		<b>Q 1 550,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. (ATSDR), A. f. (2002). *Toxicological profile for di (2-ethylhexyl)phthalate*. Atlanta, EU: Public Health Service. U.S. Department of Health and Human Services.
2. (ECPI), E. C. (2001). Eco-profile of high volume commodity phthalate esters (DEHP/DINP/DIDP. La Défense, France: ECOBILAN.
3. Al-Omran LA, P. M. (1987). The interactions of phthalate esters with suspended particulate material in fresh and marine waters. *Environ.*
4. Ansari, T. I. (2004). Heavy Metals in Marine Pollution Perspective-A Mini Review. *Journal of Applied Sciences*.
5. Ballaw, R. (2004). *Logística, administración de la cadena de suministro* (Quinta Ed. ). México: Prentice Hall.
6. Brown D, B. K. (1978). Short-term oral toxicity study of diethyl phthalate in the rat. *Toxicol.*
7. Bruland, K. D. (1991). Interactive influences of bioactive trace metals on biological production on oceanic waters. *Limnol: Oceanogr.*
8. Buffle, J. G. (1977). Measurement of complexation properties of humic and fulvic acids in natural waters with lead and copper ion-selective electrodes.

9. Byrne, R. (1996). Specific problems in the measurement and interpretation of complexation phenomena in seawater. Pure Apple.
10. Cabaniss S.E., S. M. (1984). Metal-organic binding: a comparison of models. In: Complexation of Trace Metals in Natural Waters. Martinus Nijhoff.
11. Campbell, P. T. (1997). Accumulation of natural organic matter on the surfaces of living cells: implications for the interaction of toxic solute with aquatic biota.
12. Campos, M. a. (1994). Determination of copper complexation in sea water by cathodic stripping voltammetry and ligand competition with salicylaldoxime.
13. Capodaglio, G. K. (1990). Lead speciation in surface waters of the eastern North Pacific.
14. Cartwright C D, T. I. (2000). Degradation and impact of phthalate plasticizers on soil microbial communities. Environ: Toxicol.
15. Carwarine, M. (1992). Manual de conservación del medio ambiente. España: Plural.
16. Ehlers, V. M. (s.f.). Saneamiento urbano y rural (6ta. Ed. ).

17. Greenamoyer, J. M. (1996). Evaluation of an osmonics® spiral-wound cross-flow ultrafiltration system for sub- $\mu\text{m}$  sampling of Cd, Cu, and Ni in seawater. *Mar: Chem.*
18. Guo, L. P. (2000). Trace metal composition of colloidal organic material in marine environments.
19. Hammer, M. y. (1995). *Reingeniería*. Colombia: Norma.
20. Hanson, A. J. (1983). The distribution of dissolved and organically complexed copper and nickel in the Middle Atlantic Bight.
21. Honeyman, B. S. (1992). The role of particles and colloids in the transport of radionuclides and trace metals in the oceans. In: *Environmental Particles*. London: IUPAC Environmental Analytical Chemistry Series 1 Lewis Publishers.
22. Hudson, R. F. (1990). Iron transport in marine phytoplankton: kinetics of cellular and medium coordination reactions.
23. ISO, I. (2007). *Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional - Requisitos*. Suiza: ISO.
24. ISO/IEC. (2005). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Suiza: ISO.
25. Keml. (2000). *Information on substances*. Swedish Chemical Inspectorate.

26. LaGrega, M. D. (1996). Gestión de residuos de tóxicos : tratamiento, eliminación y recuperación de suelos (Primera edición). España, Madrid: McGraw Hill.
27. Lesaca, R. (1977). Monitoring of heavy metals in Philippine rivers, bay waters and lakes. Symp. Proc. Int. Conf. Heavy Metals Environ.
28. López, J. (2001). *Temas de Química Oceanográfica*. Cádiz: UCA-UNED.
29. Mantoura, R. D. (1978). The complexation of metals with humic materials in natural waters.
30. Mills, G. H. (1982). Chemical studies of copperorganic complexes isolated from estuarine waters using C18 reverse-phase liquid chromatography. *Marine Chemistry* .
31. P, B. (2000). Efectos neurológicos de los ftalatos en una población mexicana. Mexico: ISAT, INAIN, ANIQ.
32. Perdue, E. C. (1983). Distribution model for binding of protons and metal ions by humic substances. *Environ.*
33. Pérez Sosa, A. E. (1986). Diseño de un programa de vigilancia de la contaminación atmosférica por fuentes estacionarias industriales para la ciudad de Guatemala (TESIS). Guatemala: USAC.
34. Poumián, M. Q. (2009). Guía agroindustria: Instrumento de gestión ambiental. San José, Costa Rica: UICN.

35. Prando, R. R. (s.f.). Manual gestión de la calidad ambiental (1era. Ed.).
36. Raspor, B. H. (1980). Kinetics and mechanism of trace metal chelation in sea water. *J. Electroanal.*
37. Rayner-Canham, F. (2000). *Química inorgánica descriptiva*. Pearson Educacion.
38. Rodríguez Valencia, J. (1990). Estudios de sistemas y procedimientos administrativos (Primera Edición). México: ECASA.
39. Sachs, I. (s.f.). Ecodesarrollo: desarrollo sin destrucción (Cuarta Ed. ).
40. Sakurai, K. (1990). *Improvement of solid waste management in developing countries*. . Japón: Japan international cooperation agency.
41. Sanudo-Wihelmy, S. R.-D. (1996). Distribution of colloidal trace metals in the San Francisco Bay estuary.
42. Seoanez Calvo, M. (1997). Ingeniería medioambiental aplicada: casos práctivos de resolución (2da. Ed). España, Madrid: Mundi-Prensa.
43. Sunda, W. a. (1991). The use of chemiluminescence and ligand competition with EDTA to measure copper concentration and speciation in seawater.
44. Tchosanogluos, G. (2004). *Gestión integral de residuos sólidos*. Inglaterra: McGraw Hill.
45. Thakur, A. P. (1980). Characterization of ligand-binding systems by continuous affinity distributions of arbitrary shape.



## ANEXOS

### Información relevante sobre el manejo del ácido sulfúrico

<b>COMPUESTO:</b> Ácido sulfúrico concentrado
<b>CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO:</b> Corrosivo
<b>PELIGROS PARA LAS PERSONAS:</b> Puede producir graves quemaduras en los ojos, la piel e irritar las mucosas
<b>MANIPULACIÓN</b>
<p>a) Los locales de operación y almacenamiento se mantendrán adecuadamente ventilados.</p> <p>b) No fumar, ni comer, ni beber cuando se maneje el producto.</p> <p>c) Antes de manipular el producto asegurarse de que el recipiente a utilizar está limpio y es el adecuado.</p> <p>d) No retornar producto al tanque de almacenamiento u otros envases.</p> <p>e) Las muestras se manejarán en envases adecuados.</p> <p>f) Precaución especial por si hubiese restos de productos como cloritos, cloratos, cianuros, hipoclorito, álcalis, sulfuros o agua. Evitar el contacto con metales en polvo, materia orgánica y reductora. No verter nunca agua sobre ácido. La dilución se hará vertiendo lentamente ácido sobre agua y agitando.</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>
<p>a) Para depósitos de almacén: tanques de acero al carbono, para producto caliente será necesario revestir los tanques de plomo o material cerámico. Dotar a los depósitos de almacén de cubetos de recogida con recubrimiento antiácido y canalizaciones anti-derrames. Para envases se puede utilizar vidrio colocando el envase dentro de un recipiente irrompible cerrado. (LaGrega, 1996)</p>

- b) Material incompatible: poliéster, madera, ebonita.
- c) Condiciones de almacenamiento: Lugar fresco y ventilado. Mantener la zona limpia de productos combustibles (papeles, trapos, maderas).
- d) Rango/Límite de temperatura y humedad: a la concentración del 98 % la temperatura de fusión es de 13 °C
- e) Condiciones especiales: Lugares ventilados o al exterior a distancia adecuada de otros productos como combustibles, hipoclorito, clorito, clorato, álcalis, etc. El ácido concentrado en frío no ataca al hierro, pero en caliente sí. El ácido diluido (por debajo del 75 %) ataca a todos los metales excepto al plomo.

**Información relevante sobre el manejo del ácido nítrico concentrado**

<b>COMPUESTO:</b> Ácido nítrico concentrado
<b>CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO</b>
Corrosivo
<b>PELIGROS PARA LAS PERSONAS</b>
Muy corrosivo. Provoca graves quemaduras por contacto con la piel, los ojos y por ingestión. Los vapores son tóxicos e irritan los ojos y las vías respiratorias.
<b>MANIPULACIÓN</b>
a) Disponer de lugares accesibles, mangueras para formar cortinas de agua y lavado de eventuales fugas.
b) Los locales deberán estar provistos de pavimento resistente a la acción

del ácido. Los locales de almacenamiento se mantendrán adecuadamente ventilados, manteniendo por debajo del límite máximo de exposición.

- c) Es conveniente que los gases de escape vayan a absorción.
- d) Prever duchas y lavaojos de seguridad.
- e) No fumar, beber o comer cuando se maneje o se almacene. Asegurar que el recipiente esté limpio y sea el adecuado. Evitar contacto con metales en polvo o materia orgánica (riesgo de incendio). Evitar las descargas por presión adicional.

#### **ALMACENAMIENTO**

- a) Material recomendado: Para depósitos de almacén: tanques de acero al carbono, para producto caliente será necesario revestir los tanques de plomo o material cerámico. Dotar a los depósitos de almacén de cubetos de recogida con recubrimiento antiácido y canalizaciones anti-derrames. Para envases se puede utilizar vidrio colocando el envase dentro de un recipiente irrompible cerrado. (Sakurai, 1990)
- b) Material incompatible: Almacenar en depósitos de acero inoxidable (18/8) provisto de venteo y toma de tierra. Se debe almacenar en un lugar fresco y ventilado protegidos de la luz solar y el calor. Mantener la zona libre de productos combustibles, álcalis, oxidantes y explosivos. Los equipos eléctricos deben ser estancos para evitar corrosión. En el exterior se dispondrá de tomas de agua, duchas y fuentes lavaojos

#### **Información relevante sobre el manejo del tetrahidrofurano**

**COMPUESTO:** Tetra-hidro-furano

**CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO**

Nocivo por inhalación

<b>PELIGROS PARA LAS PERSONAS</b>
Puede ser nocivo si es tragado. Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias. Provoca dolor de cabeza, somnolencia u otros efectos sobre el sistema nervioso central. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. No lo trague. No respirar vapores o niebla de pulverización. Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. Agente carcinógeno confirmado para los animales (Tchosanogluos, 2004)
<b>MANIPULACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Manéjese con cuidado. Llevar equipo de protección individual y úsese únicamente en lugares bien ventilados.</li> <li>b) Manténgase el recipiente bien cerrado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.</li> <li>c) Mantener alejado del fuego, de las chispas y de las superficies calientes.</li> <li>d) Evítese la acumulación de cargas electroestáticas.</li> <li>e) Asegurarse que todo el equipamiento tenga una toma de tierra y este conectado a tierra antes de empezar las operaciones de traspaso.</li> <li>f) Utilizar herramientas que no produzcan chispas y utilizar un equipamiento de protección contra las explosiones.</li> <li>g) No lo trague, no respirar vapores o niebla de pulverización y evitar el contacto con la piel, ojos y ropa</li> </ul>
<b>ALMACENAMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ventilar bien los almacenes.</li> <li>b) Cerrar los recipientes herméticamente y mantenerlos en lugar seco, fresco y bien ventilado.</li> <li>c) Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.</li> </ul>

- d) Manténgase separado del calor y de las fuentes de ignición.
- e) Mantener alejado de la luz directa del sol.
- f) Guárdelo en una zona diseñada para el almacenamiento de líquidos inflamables. Proteger de daños físicos.
- g) Impedir la entrada de aire/oxígeno (formación de peróxidos).
- h) Protéjase de la luz.
- i) Almacenar alejado de sustancias incompatibles.

### Información relevante sobre el manejo del acetonitrilo

<b>COMPUESTO:</b> Acetonitrilo
<b>CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO</b> Peligroso en el caso del contacto con la piel, ojos, aparato digestivo y/o respiratorio.
<b>PELIGROS PARA LAS PERSONAS</b> La sustancia es tóxica para la sangre, los riñones, los pulmones, el hígado, las membranas mucosas, el tracto gastrointestinal, el tracto respiratorio superior, la piel, los ojos y el sistema nervioso central. Puede ser tóxica para el sistema reproductor.
<b>MANIPULACIÓN</b>

- a) Los materiales inflamables deben almacenarse en una bodega de seguridad separada.
- b) Mantener en recipientes bien cerrados y en un área fresca, seca y bien ventilada.
- c) Evitar la luz directa y las fuentes de calor.
- d) Conecte a tierra todo equipo que contenga este material.

#### **ALMACENAMIENTO**

- a) Almacene en un lugar fresco, seco y con buena ventilación, adecuado para líquidos inflamables

## Información relevante sobre el manejo del Di-metil-formamida

<b>COMPUESTO:</b> Di-metil-formamida
<b>CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO</b>
Tóxico
<b>PELIGROS PARA LAS PERSONAS</b>
En personas con enfermedades latentes del hígado, piel, riñones, o de la sangre, puede presentarse una mayor sensibilidad ante elevadas exposiciones.
<b>MANIPULACIÓN</b>
a) Mantener el almacén y el lugar de trabajo con una buena aireación/ventilación. b) Procurar buena ventilación también a ras de suelo (los vapores son más pesados que el aire). c) Evitar el contacto con la piel, ojos, vestimenta. d) Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. e) Lleve la indumentaria y el equipo de protección personal adecuados.
<b>ALMACENAMIENTO</b>
a) Evitar todas las fuentes de ignición: calor, chispas, llama abierta. b) Consérvese el recipiente en lugar fresco y ventilado y manténgase bien cerrado (Seoñanez Calvo, 1997)

## Información relevante sobre el manejo del ácido clorhídrico

<b>COMPUESTO:</b> Ácido Clorhídrico Concentrado
<b>CLASIFICACIÓN DEL PELIGRO</b>
Corrosivo
<b>PELIGROS PARA LAS PERSONAS</b>
El ácido clorhídrico y concentraciones altas de gas, son altamente corrosivos a la piel y membranas mucosas
<b>MANIPULACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>a) Tenga disponible y a la mano el equipo de atención de emergencias (para incendios, derrames, fugas, etc.)</li><li>b) Asegúrese que todos los recipientes estén etiquetados.</li><li>c) Use equipo de protección personal adecuado. La gente que trabaja con este producto químico debe estar adecuadamente capacitada con respecto a sus riesgos y su uso seguro. Tome todas las precauciones necesarias para evitar el contacto.</li><li>d) Evite la fuga del vapor o rocío en el aire o tenga dispositivos adecuados para su control.</li><li>e) Las áreas donde se maneje el producto deben tener una ventilación adecuada.</li><li>f) Coloque una ducha de seguridad y un lavaojos de emergencia cerca del área de manejo de químicos.</li><li>g) Inspeccione los recipientes para verificar que no tengan fugas antes de manejarlos.</li><li>h) Tenga mucho cuidado cuando lo diluya con agua. Siempre agréguele el ácido al agua. <u>Precaución: El hidrógeno, un gas altamente inflamable, puede acumularse en concentraciones explosivas dentro de tambores o cualquier tipo de recipiente o tanque durante el almacenamiento.</u></li></ul>



- i) Se le debe dar salida al gas de los recipientes en almacenamiento de forma regular. Solamente el personal capacitado debe darle salida al gas.
- j) Etiquete los recipientes. Mantenga los recipientes cerrados mientras no estén en uso. Los recipientes vacíos pueden contener residuos, los cuales son peligrosos. (Sakurai, 1990)

### **ALMACENAMIENTO**

- a) Almacénelo en un área fresca, seca y bien ventilada, fuera del alcance directo de la luz solar y alejada de fuentes de calor.
- b) Almacénelos lejos de materiales incompatibles como los materiales oxidantes, reductores, bases fuertes, y metales. Utilice materiales estructurales y sistemas de iluminación y ventilación resistentes a la corrosión en el área de almacenamiento.
- c) Utilice recipientes que estén etiquetados con seguridad y protegidos contra daños.
- d) Los tambores de almacenamiento deben estar pintados con un material resistente al ácido.
- e) Acero recubierto de hule, PVC/FRP, FRP, Hastelloy C-276, Inconel 625 y tantalio son los materiales de construcción resistentes a la corrosión que se utilizan con mayor frecuencia a temperatura ambiente.
- f) Los productos de hule, vidrio, plástico y cerámica también son resistentes a la corrosión.
- g) Mantenga los recipientes cerrados cuando no estén siendo utilizados.
- h) Los tanques deben tener un venteo o algún dispositivo para absorber los gases liberados.
- i) Para transportarlo utilice materiales resistentes a la corrosión (mangueras, bombas, acoples).
- j) Limite la cantidad de producto almacenado. Restrinja el acceso al área de almacenamiento. Coloque letreros de advertencia cuando sea

adecuado.

- k) Mantenga el área de almacenamiento separada de las áreas de trabajo donde haya gente.
- l) Inspeccione periódicamente para revisar que no haya fallas, como daños o fugas. Los tanques de almacenamiento deben estar sobre el nivel del suelo y rodeados con diques resistentes a la acción corrosiva del ácido y capaces de contener toda su capacidad.
- m) Temperatura de almacenamiento: Debe evitarse la exposición al calor o frío extremos. La temperatura ideal de almacenamiento es de 10 a 27°C (50 a 80.6°F). No se almacene en temperaturas encima de 40°C (104°F).

### Registro de uso de contaminantes

Semana De estudio	Fecha de toma de datos	Cantidad de reportes totales	Cantidad de reportes para departamentos de Química y analítica	Cantidad de reportes que usan contaminantes (ambos departamentos)
<b>Totales</b>				

**Registro de datos experimentales para correlación entre TAT y volumen**

Fecha de toma de datos	No. De Reporte	Contaminante utilizado	Cantidad	No. De Contenedor

**Control de contenedores de contaminantes**

No. Correlativo de contenedor	Contaminante utilizado	Volumen total del contenedor	Fecha de inicio de uso	Fecha de final de uso	Encargado

### Formato para identificación de procedimientos

FECHA DEL LEVANTAMIENTO Y VIGENCIA:				PAGINA No.:
PROCEDIMIENTO No.	EMPLEADO RESPONSABLE	DEPARTAMENTO	DESCRIPCIÓN	FORMATO

Fuente: Adaptado de Food Safety Alliance for Packaging. (2012)

## Diagrama de flujo del proceso



- △ Almacenamiento
- Operación
- Inspección
- D Demora
- ⇨ Transporte

**Formato de fundamentación del procedimiento**

<b>FUNDAMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO</b>
<b>1. NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO</b>
<b>2. OBJETIVOS:</b>
<b>3. ALCANCE</b>
<b>4. REFERENCIAS</b>
<b>5. RESPONSABILIDADES:</b>
<b>6. DEFINICIONES:</b>
<b>7. INTERACCIONES CON OTROS PROCEDIMIENTOS</b>