



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA EN PETROQUÍMICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO PETROQUÍMICO**

**TEMA: “PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y
GASEOSOS DEL COMPLEJO DE LABORATORIOS DE
PETROQUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**

AUTOR: RIOFRIO GUEVARA, MARCO ANTONIO

DIRECTOR: MSc. LUNA ORTÍZ, EDUARDO DAVID

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETROQUÍMICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS DEL COMPLEJO DE LABORATORIOS DE PETROQUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA**”, fue realizado por el señor **Riofrio Guevara, Marco Antonio**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Enero del 2019

Firma:

.....
Ing. David Luna, MSc

C.C: 1802724912



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PETROQUÍMICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Riofrío Guevara, Marco Antonio**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***Plan De Manejo De Desechos Sólidos, Líquidos Y Gaseosos Del Complejo De Laboratorios De Petroquímica De La Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga***, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, Enero del 2019

Firma:

.....
Marco Antonio Riofrío Guevara

C.C:160068291-6



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETROQUÍMICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Riofrío Guevara, Marco Antonio**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: ***Plan De Manejo De Desechos Sólidos, Líquidos Y Gaseosos Del Complejo De Laboratorios De Petroquímica De La Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga***, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, Enero del 2019

Firma:

.....
Marco Antonio Riofrío Guevara

C.C:160068291-6

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con mucho cariño a mis padres y mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que siempre me han brindado para cumplir con mis objetivos, al MSc. David Luna quien en conjunto apporto con sus enseñanzas para culminar el presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes	1
1.3	Planteamiento del problema	4
1.4	Formulación del problema.....	5
1.5	Justificación e importancia.....	5
1.6	Objetivos generales	7
1.7	Objetivos Específicos.....	7
1.8	Metas	7
1.9	Hipótesis	8
1.10	Variable dependiente:	8

1.11	Variable independiente:	8
------	-------------------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Residuos	9
2.2	Tipos de residuos.....	9
2.2.1	Desechos No Peligrosos.....	9
2.2.2	Desechos Peligrosos.....	10
2.2.3	Desechos Especiales.....	10
2.3	Procedimientos para el manejo de residuos	11
2.3.1	Primera fase del manejo de residuos:.....	11
2.3.2	Segunda fase del manejo de residuos:.....	11
2.4	Principio de prevención: minimización en la producción.....	14
2.5	Seguridad medioambiental	16
2.6	Plan de Manejo Ambiental	16
2.7	Normativas	17
2.7.1	Normas INEN	17
2.7.2	Normas ASTM.....	17
2.7.3	Normas ISO 14001	18
2.7.4	Normas ISO 9001-2015	18
2.7.5	Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA)	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	Modalidad de la investigación	20
3.2	Tipos de investigación.....	20

3.2.1	Investigación Exploratorio	20
3.2.2	Investigación Descriptiva	20
3.2.3	Investigación de Campo.....	21
3.2.4	Investigación documental.....	21
3.3	Diseño de la investigación	21
3.3.1	Diseño Bibliográfico o documental.....	21
3.4	Población	21
3.5	Muestra	22
3.6	Técnicas de recolección de datos.....	22
3.6.1	Técnicas e Instrumentos	22
3.7	Técnicas de análisis de datos	23
3.7.1	Procesamiento de Datos.....	23
3.7.2	Discusión de los resultados	24

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Análisis de los resultados.....	25
4.2	Discusión de los resultados	35
4.3	Comprobación de la Hipótesis	35
4.3.1	Planteamiento de la Hipótesis a ser comprobada.....	35
4.3.2	Determinación estadístico Chi-Cuadrado	36
4.3.3	Interpretación Del Estadístico Calculado	37
4.4	Análisis situacional inicial.....	37
4.4.1	Laboratorio de Análisis:.....	38
4.4.2	Laboratorio de catálisis y corrosión.....	40
4.4.3	Laboratorio de ingeniería	43

4.4.4	Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica	45
4.4.5	Laboratorio Planta piloto	47
4.4.6	Laboratorio de investigación	47
	CONCLUSIONES.....	51
	RECOMENDACIONES	52

CAPÍTULO V

PROPUESTA METODOLÓGICA

5.1	Recolección de información	53
5.2.1.	Recolección de información de normativas.....	53
5.1.2	Recolección de información las guías de laboratorios e inventario de reactivos	54
5.2	Procesamiento de la información recolectada	54
5.3	Clasificación de los Residuos generados	55
5.3.1	Desechos Sólidos	55
5.3.2	Desechos Líquidos.....	57
5.3.3	Desechos Gaseosos	61
5.4	Rotulación de recipientes.....	63
5.5	Ubicación de recipientes	65
5.6	Recolección de los residuos generados en los laboratorios	66
5.7	Almacenamiento temporal de los residuos	66
5.7.1	Desechos solidos	66
5.7.2	Desechos Líquidos.....	68
5.8	Tratamiento y eliminación de los residuos químicos.....	69
5.8.1	Residuos No Peligrosos.....	69
5.8.2	Residuos Peligrosos	70

	x
5.9 Disposición final de manejo de residuos.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Desechos no peligrosos</i>	9
Tabla 2 <i>Elementos de la primera fase de manejo de residuos</i>	11
Tabla 3 <i>Proceso de la clasificación de residuos</i>	13
Tabla 4 <i>Población</i>	22
Tabla 5 <i>Muestra</i>	22
Tabla 6 <i>Pregunta 1</i>	25
Tabla 7 <i>Pregunta 2</i>	26
Tabla 8 <i>Pregunta 3</i>	28
Tabla 9 <i>Pregunta 4</i>	29
Tabla 10 <i>Pregunta 5</i>	30
Tabla 11 <i>Pregunta 6</i>	31
Tabla 12 <i>Pregunta 7</i>	32
Tabla 13 <i>Pregunta 8</i>	34
Tabla 14 <i>Frecuencia de Datos de Encuesta</i>	36
Tabla 15 <i>Reactivos Utilizados Laboratorio de Análisis</i>	38
Tabla 16 <i>Cantidad de desechos generados Laboratorio de Análisis</i>	38
Tabla 17 <i>Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Análisis</i>	39
Tabla 18 <i>Reactivos Utilizados Laboratorio de Catálisis y Corrosión</i>	40
Tabla 19 <i>Cantidad de desechos generados Laboratorio de Catálisis y Corrosión</i> ...	41
Tabla 20 <i>Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Catalisis y Corrosion</i>	42
Tabla 21 <i>Reactivos Utilizados Laboratorio de Ingeniería</i>	43
Tabla 22 <i>Cantidad de desechos generados Laboratorio de Ingeniería</i>	43
Tabla 23 <i>Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Ingeniería</i>	44
Tabla 24 <i>Reactivos Utilizados Laboratorio de Petroquímica y Química Organica</i> ...	45
Tabla 25 <i>Cantidad de desechos generados Laboratorio de Petroquímica y Química Organica</i>	46
Tabla 26 <i>Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Petroquímica y Química Organica</i> ...	46
Tabla 27 <i>Reactivos Utilizados Laboratorio de Investigación</i>	47
Tabla 28 <i>Cantidad de desechos generados Laboratorio de Investigación</i>	48
Tabla 29 <i>Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Investigación</i>	48
Tabla 30 <i>Condiciones de ingeniería de los laboratorios</i>	49

Tabla 31 <i>Descripción de Mantenimiento Cámara de Humo</i>	50
Tabla 32 <i>Identificación de residuos por colores</i>	56
Tabla 33 <i>Listado de metales y su límite de permisibilidad</i>	60
Tabla 34 <i>Identificación rombo NFPA</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Manejo de residuos	12
Figura 2 Pregunta 1	25
Figura 3 Pregunta 2	27
Figura 4 Pregunta 3	28
Figura 5 Pregunta 4	29
Figura 6 Pregunta 5	30
Figura 7 Pregunta 6	31
Figura 8 Pregunta 7	33
Figura 9 Pregunta 8	34
Figura 10 Diagrama de Pareto Laboratorio de Análisis.....	39
Figura 11 Diagrama de Pareto Laboratorio Catálisis y Corrosión	42
Figura 12 Diagrama de Pareto Laboratorio de Ingeniería	44
Figura 13 Diagrama de Pareto Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica .	46
Figura 14 Diagrama de Pareto Laboratorio de Investigación	49
Figura 15 Disposición de desechos tóxicos en bodega	65

RESUMEN

El presente trabajo de titulación consiste en desarrollar un plan de manejo de desechos del Complejo de Laboratorios de Ingeniería en Petroquímica, el cual cuenta con la aplicación de todas las etapas para el manejo de desechos como son: generación, clasificación, almacenamiento, tratamiento y disposición final, con la finalidad de disminuir impactos perjudiciales sobre el entorno laboral y ambiental. El plan de manejo de desechos contiene tablas de incompatibilidades, las mismas que detallan consecuencias que se pueden dar si interactúan los reactivos, así mismo se dispone de una guía de procedimientos generalizados la misma que hace mención de los aspectos habituales que deben ser tomados en cuenta durante las actividades que se realizan dentro de las instalaciones del complejo de laboratorios, esta guía contiene información de equipos de seguridad, protección personal e información sobre posibles accidentes o evacuación. Las fichas de seguridad del plan de manejo presentan información: de los peligros, primeros auxilios, medidas contra incendios y derrames, manejo y almacenamiento, propiedades físicas y químicas, reactividad e información toxicología de los desechos que se generan. La fundamentación técnica y ambiental permite al plan de manejo responder ante requerimientos de la ordenanza N° 54 del Gobierno Descentralizado de Latacunga y ante los planteamientos ambientales que propone el Código Orgánico del Ambiente (COA) que pertenece al ministerio del ambiente.

PALABRAS CLAVES

- **GESTIÓN DE DESECHOS**
- **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO**
- **DESECHOS - FICHAS DE SEGURIDAD**
- **SUSTANCIAS PELIGROSAS**
- **SUSTANCIAS NO PELIGROSAS**

ABSTRACT

The purpose of the present work is to prepare a waste management plan for the Petrochemical Engineering Laboratory Complex, which applicate of all stages for waste management, such as generation, classification, storage, treatment and final disposal, in order to reduce and eliminate harmful impacts on the workplace and the environment. The waste management plan has incompatibility tables for all of kind of waste generated in the laboratory complex, which detail consequences that can occur if reagents interact with another reagent. Moreover, there is a guide to generalized procedures, which refers to the general aspects that should be taken into account during the activities that take place in the laboratory complex. In addition, the guide contains information on safety equipment, personal protection and information on possible accidents or evacuation ways. The safety sheets of the management plan show information on hazards, first aid, measures against fires and spills, handling and storage, physical and chemical properties, reactivity and toxicology information of the waste generated. The technical and environmental foundation allows the management plan to respond to the requirements of Ordinance N°. 54 of the Decentralized Government of Latacunga and to the environmental proposals projected by the Organic Environmental Code (COA) that belongs to the Ministry of the Environment.

KEY WORDS

- **WASTE MANAGEMENT**
- **PROCEDURES LABORATORY MANUAL**
- **WASTE-SAFETY DATA SHEETS**
- **HAZARDOUS SUBSTANCES**
- **NON-HAZARDOUS SUBSTANCES**

CAPITULO I

1 PROBLEMA

1.1 Introducción

El presente proyecto consiste en el diseño de un plan de manejo para el tratamiento de los diferentes residuos que se generan en el Complejo de Laboratorios de Ingeniería Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, debido a que actualmente dichos Laboratorios no presentan una administración adecuada de residuos y no existe control sobre los impactos nocivos que estos tienen en el entorno donde son desechados.

La gestión de los desechos comprende todos los pasos para el manejo como son : su generación, almacenamiento, tratamiento y disposición final, con la finalidad de disminuir los impactos actuales ocasionados, para ello se pretende seleccionar diferentes metodologías que permitan la recolección clara y concisa de datos necesarios para el diseño del plan de gestión, como: la revisión de normativa nacional e internacional pertinente al manejo de residuos y el estudio de los análisis y procesos realizados en los laboratorios en donde se identificará puntos de generación de residuos y la determinación de impactos ambientales, de tal manera que se valore el grado de magnitud e importancia ocurrida por los residuos sobre el ambiente.

Una vez obtenido los datos suficientes para garantizar el éxito de un sistema de gestión se propondrán actividades, técnicas y medidas correctoras fundamentales base para el plan de manejo y además con el cumplimiento y seguimiento de los mismos.

1.2 Antecedentes

La gestión de desechos de las prácticas de laboratorio es un tema de trascendental importancia al momento de establecer un espacio físico con sostenibilidad ambiental plena, por lo que se revisó varios estudios correlacionados con el tema a desarrollar. Por esta razón, se tomó en cuenta investigaciones como la de Ossa Kelly (2007) quien en su proyecto pretende dar solución al tratamiento de

residuos químicos ya que previo a su trabajo que realizó no había ningún proceso de manejo de desechos lo cual ocasionó daño a la naturaleza y repercutía a la humanidad. El autor plantea como objetivo principal un plan para la gestión de residuos químicos, mediante un inventario de reactivos existentes en dicho laboratorio. De igual manera el autor planteó posibles formas de desactivación y disposición pertinente para los residuos que se generaron y concluyó que la gestión ambiental es un proceso dinámico y por tanto está en constante ajuste. Las bases establecidas en el plan se revisaron con frecuencia con la participación de los analistas y personal de los laboratorios.

Por su parte, (Murillo, 2013) diseñó un plan de manejo ambiental con la aplicación de estrategias de producción más limpias. Propuso como objetivos el realizar un diagnóstico ambiental del laboratorio e identificar oportunidades de elaboración más limpia que aporten al diseño del programa de manejo ambiental. Asimismo, el autor implementó la técnica del uso de buenas prácticas operativas para controlar el manejo eficiente de recursos y el uso de tecnologías más limpias con el fin de obtener una administración propicia de los residuos. Para la recolección de residuos peligrosos optó por clasificarlos, envasarlos, rotularlos y realizar la disposición final oportuna con las diferentes empresas encargadas de los desechos peligrosos.

Según (Galli, Dal, & Marques, 2011), un proyecto de gestión de residuos de laboratorios de instituciones educativas depende del interés y la colaboración de todos los usuarios y responsables del entorno generador. Para conocer esta pre-información se aplicó un modelo de investigación con preguntas objetivas y de elección múltiple a profesores del área científica (Ciencias, Química, Biología y disciplinas ambientales). Este estudio tuvo como objetivo conocer la opinión y el saber científico acerca de los residuos peligrosos generados en experimentos en los planteles educativos y levantar información sobre el tipo de residuo que se genera, además de conocer las prácticas más frecuentes en esas clases.

Después de levantar la información iniciaron la fase de investigación y elaboración de las etapas del proyecto, que atendió las necesidades de minimizar el impacto de los residuos. Posteriormente, el proyecto presentó sugerencias de:

estrategias de segregación, concientización y sensibilización a la comunidad estudiantil, minimizar la producción de residuos peligrosos, el correcto almacenamiento, posible recuperación de materiales residuales y por último el plan de metodologías de tratamiento de los residuos.

Por otra parte, para implementar una gestión integral de residuos químicos generados en los laboratorios de docencia en química de la Universidad del Cauca, se fundamentó en cuatro componentes: prevención y minimización, manejo interno ambientalmente seguro, manejo externo ambientalmente seguro y por último ejecución, seguimiento y evaluación del plan. En este trabajo se cumplió con el objetivo de establecer herramientas de gestión que permitan conocer y evaluar los residuos peligrosos ,tipos , cantidades ,además de pretender una mejor gestión y asegurar que el manejo de estos residuos se realice de manera razonable , procurando mayor efectividad económica ,social y ambiental (Benitez B, Ruiz G, Obando M, & Gil M, 2013) .

De la misma manera (Vaca, 2012) , desarrolló un manual para el correcto manejo de residuos químicos peligrosos en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, este trabajo permitió aplicar la Ordenanza Municipal N° 213 para el manejo de residuos industriales, respetar los principios ambientales de la Universidad Central y mantener el estatus de laboratorio acreditado, uno de cuyos requisitos es la gestión de los residuos. Dicho manual se enfoca en la gestión específica de cada tipo de residuo con sus respectivos pasos para una propicia: generación, optimización, reciclaje, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y confinamiento de residuos químicos peligrosos.

Finalmente, (Paredes, 2012) planteó una propuesta de manejo de residuos químicos líquidos en los laboratorios de análisis del Instituto Nacional de Pesca. Mediante charlas se capacitó a los técnicos sobre residuos peligrosos y su normativa. Se realizó la correspondiente evaluación inicial de los laboratorios sobre la gestión de residuos que incluyó: generación, almacenamiento, transporte y disposición final, en los laboratorios de la institución que se utilizó para el efecto encuestas, lista de chequeo, contraste con la normativa ambiental vigente, revisión de registros e inspecciones in situ. Con la evaluación se estableció un diagnóstico,

cuyos resultados permitieron identificar los problemas, previo al plantear la propuesta. El sistema de manejo de los desechos químicos líquidos descrito en este documento incluye: Proceso de manejo, fundamentación legal, formación del equipo de manejo de residuos, técnicas de manejo de residuos, indicadores, requisitos para la contratación de gestores ambientales para el transporte y disposición final de residuos. Esta tesis puede servir de base para elaborar el Plan de Manejo de Residuos de la Institución, en consecución y consciente de la necesidad de respetar las normativas ambientales vigentes en materia de gestión de residuos, y sobre manera los considerados peligrosos.

1.3 Planteamiento del problema

En el Complejo de Laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga al realizar las respectivas prácticas de enseñanza se pueden generar una amplia variedad de desechos ya sean sólidos, líquidos o gaseosos. Dichos desechos generados de experimentos terminan almacenados por mucho tiempo sin disposición final y peor aún un tratamiento adecuado, en la mayoría de los casos sin su etiquetado, convirtiéndose de esta manera en un riesgo ambiental.

En la actualidad, estos desechos no tienen ningún procedimiento previo para ser eliminados o tratados. Lo que constituye un riesgo de contaminación por la presencia de materiales que ocasionan daño a la naturaleza y repercuten a la integridad humana. Es primordial que se desarrollen, diseñen y enlacen diferentes acciones de gestión integrada con el desempeño de las normativas técnicas y ambientales vigentes en el Ecuador como es el caso del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) ,el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA) ,Ley de Gestión Ambiental y la Ordenanza Municipal Vigente de la Ciudad de Latacunga , como también procedimientos Internacionales como son las normas American Society Testing Materials (ASTM) o la norma ISO 9001:2015, ISO 14001, ya que mediante estas normas y la especificación y sustentación bibliográfica de métodos para el manejo y tratamiento correcto de los residuos químicos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica, se aprovechará de los recursos y se

minimizará los impactos perjudiciales sobre el entorno laboral y ambiental con eficiencia mediante técnicas de desactivación .

Cabe recalcar que con lo que respecta a la gestión y manejo dirigido a los diferentes residuos químicos, en la Carrera de Ingeniería en Petroquímica, no existe documento físico alguno sobre el tema. Por esta razón se propone la Elaboración de un Plan de Manejo de desechos para el adecuado tratamiento de los desechos que se generan dentro del Complejo de Laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga.

1.4 Formulación del problema

El presente proyecto consiste en el diseño de un plan de manejo para el tratamiento de los diferentes desechos que se generan en el Complejo de Laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas, debido a que actualmente carece de gestión adecuada de los mismos. Para cumplir con una gestión adecuada de desechos , se efectuará los diferentes pasos para el manejo de desechos como son : su generación, almacenamiento, tratamiento y disposición final ; con la finalidad de disminuir los impactos actuales ocasionados, se aplicará una metodología estadística que permitan la recolección clara y concisa de datos necesarios para el diseño del plan de gestión, así mismo, se tomará en cuenta los procesos realizados en los laboratorios en donde se identificará puntos de generación de residuos y la determinación de aspectos e impactos ambientales, de tal manera que se valore la magnitud e importancia que provoca los desechos sobre el ambiente , esto se logrará mediante revisión bibliográfica pertinente de los desechos generados . Una vez obtenido los datos suficientes para garantizar el éxito de un sistema de gestión se propondrán medidas correctivas fundamentales para el plan de manejo, cumplimiento y seguimiento de los mismos.

1.5 Justificación e importancia

La gestión y tratamiento de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos que se generan en las instituciones educativas es un problema que guarda relación con el ambiente y que en los últimos años ha tomado fuerza en programas de protección medioambiental tanto a nivel nacional como mundial. Es así que tomando como

referencia al Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 se busca la aplicación y puesta en marcha de normas ambientales que permitan la conservación y mitigación de contaminantes al medio ambiente con la finalidad de ser amigables con la naturaleza y consolidando de manera eficaz el buen vivir.

Por esta razón, al relacionarse la problemática con el manejo de desechos químicos se requiere el cumplimiento de medidas específicas de prevención para prevenir riesgos para la salud y al ambiente. Motivo por el que se debe procurar especial atención a los distintos desechos al momento de manipularlos, identificarlos y envasarlos para su posterior tratamiento y eliminación. Cualquier omisión de estos pasos puede instaurar un riesgo adicional. Es así que, para implementar un sistema eficiente de gestión de contaminantes ambientales, los residuos deben primero ser almacenados en los laboratorios, sobre recipientes apropiados y alejados de cualquier compuesto incompatible para luego tener su respectivo tratamiento y finalmente su disposición final.

A pesar que a nivel mundial la cultura del manejo de desechos está en aumento y hay controles más sofisticados sobre contaminación y manejo ambiental, en el país un reducido número de instituciones educativas de tercer nivel han puesto en marcha trabajos de investigación que tienen cierto grado de similitud sobre dicha temática, por lo que se vuelve imprescindible ya que no existe trabajos sobre el manejo de desechos: sólidos, líquidos y gaseosos en nuestra institución; es importante tomar en cuenta que hay un requerimiento para nuestra institución por parte de la Subsecretaría del Ministerio del Ambiente y las políticas y normas ambientales expuestas en la Ordenanza Municipal N° 54 del Cantón Latacunga en el que se obliga a la Universidad, en calidad de generador de desechos peligrosos y/o especiales contar con las medidas de prevención, minimización y otras disposiciones que deben ser cumplidas, tales como abarcar de manera integral las fases de gestión de desechos peligrosos y no peligrosos, iniciando desde la generación hasta su disposición final.

Es importante mencionar que el presente proyecto no solo previene el cuidado del medio ambiente sino que fomentará la minimización de la generación de desechos, uso correcto de materiales y reactivos, y precautelaré la integridad

personal al momento del realizar actividades en los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

1.6 Objetivos generales

- Elaborar un plan de manejo de desechos sólidos, líquidos y gaseosos del complejo de laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga que permita plantear posibles formas de desactivación y disposición adecuada para los residuos generados.

1.7 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis situacional para valorar el manejo actual que se da a los desechos en el complejo de laboratorios de petroquímica.
- Determinar los puntos de generación de residuos por proceso, caracterizarlos y clasificarlos debidamente.
- Especificar, y sustentar bibliográficamente, métodos para el manejo correcto de los residuos químicos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica.
- Estructurar un plan para el manejo de residuos químicos que aborde procedimientos para su adecuada disposición como: reciclaje, recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento.

1.8 Metas

- Investigar las condiciones actuales de manejo de desechos en complejo de laboratorios de petroquímica.
- Identificar los desechos líquidos, sólidos y gaseosos producidos en complejo de laboratorios de petroquímica.
- Determinar los pasos para el correcto manejo de desechos producidos en los laboratorios.
- Implementar un plan de manejo de desechos producidos en complejo de laboratorios de petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

- Adopción de medidas prácticas y tratamiento de desechos tanto líquidos, sólidos y gaseosos que deberán ser adoptadas e incorporadas en el complejo de laboratorios.

1.9 Hipótesis

La elaboración y aplicación del plan de Manejo de Residuos en el Complejo de Laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga permitirá la disposición correcta de los diferentes desechos y protegerá la salud humana y al medio ambiente.

1.10 Variable dependiente:

Impacto Ambiental

Costo de Manejo

1.11 Variable independiente:

Manejo de residuos químicos

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Residuos

Son sustancias, elementos, o materiales provenientes del uso o consumo de cualquier actividad ya sean estas: comerciales, institucionales, de servicios domésticas, industriales, que el ente generador bota, rechaza, abandona o entrega y que es susceptible de transformación para crear un nuevo bien con valor económico agregado o se tiene su disposición final (Martinez, 2005). De igual manera se entiende por residuo las formas de materia que se producen debido a actividades generalmente no deseada de los organismos vivos y, en particular, de las actividades industriales o domesticas de los seres humanos. Puede ser un contaminante, pero no todos los contaminantes son residuos (Stacio & Anastacio, 2011).

2.2 Tipos de residuos

2.2.1 Desechos No Peligrosos.

La denominación simple para desechos no peligrosos es 'cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas originadas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que puede ser sólidos o semisólidos (MAE, 2015).

Estos residuos no peligrosos se clasifican en.

Tabla 1

Desechos no peligrosos

Biodegradables	Se denominan así los restos naturales o químicos que se descomponen con facilidad en el medio ambiente. A este tipo de desechos lo conforman: papel higiénico, jabones y detergentes biodegradables, residuos alimenticios no infectados, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.
Reciclables.	Se denominan así los residuos que no se descomponen con facilidad y pueden volver a ser utilizado en procesos productivos como materia

	prima. A este tipo de residuos lo conforman plásticos, varios metales, vidrios, telas, algunos papeles, partes de equipos obsoletos entre otros.
Inertes.	Se denominan así los desechos que su degradación natural requiere grandes periodos de tiempo y no se transforman en materia prima para un nuevo proceso de manufactura. Entre ellos se encuentran algunos tipos de papel y ciertos plásticos.
Ordinarios o Comunes.	Se denominan así los residuos que son generados al momento de desempeñar las actividades normales. Estos residuos se generan en áreas comunes, pasillos, restaurantes, salas de espera, etc.

Fuente (Gutierrez, 2007)

2.2.2 Desechos Peligrosos.

Se considera desechos peligrosos a aquellos desechos en todos los estados de la materia, provenientes de un proceso de producción, consumo, transformación, o reciclaje que contenga alguna sustancia que presente características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas o tóxicas que constituyan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales vigentes aplicables del país (INEN 2266, 2013).

2.2.3 Desechos Especiales.

Se considera desechos especiales a aquellos desechos que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden causar daño al medio ambiente o a la integridad del ser humano, ya sea por su volumen de generado o dificultad en el proceso de degradación y, para este tipo de desechos se debe efectuar un sistema de recuperación, reuso y reciclaje con la finalidad de disminuir la cantidad de desechos generados. (MAE, 2015)

Los residuos especiales por lo general son una subcategoría de residuos, que normalmente son generados en la industria; debido a su gran amenaza frente al medio ambiente y la humanidad se los reconoce con facilidad por características químicas, orgánicas y físicas del alto grado de peligro, es por esto que es importante ponderar medidas de protección específicas, que van desde su generación hasta su disposición final, es decir en todas las etapas del ciclo de vida de este tipo de productos, en la producción, formulación, uso y disposición, en otras palabras, “desde la cuna a la tumba” (Aguilar Rojas & Iza, 2009)

2.3 Procedimientos para el manejo de residuos

El adecuado manejo de todo tipo de residuo generado en los laboratorios tiene por objeto mejorar las condiciones de trabajo de los usuarios, y garantizar un correcto control ambiental en el entorno laboral. (INSHT, 1992)

El plan de manejo de residuos abarca todos los desechos que se producen en el laboratorio sean o no peligrosos, la realización del plan de manejo de desechos se divide en dos etapas, en la primera etapa identifica los desechos generados en el laboratorio y el coste del plan de manejo, mientras que en la segunda los procesos por los cuales pasan los residuos para su correcto manejo (INSHT, 1992)

2.3.1 Primera fase del manejo de residuos:

En esta fase se identifica el tipo de residuo generado, y el coste de la realización del plan de manejo de residuos.

Tabla 2

Elementos de la primera fase de manejo de residuos

Encargados	Función
Responsable	Docente que controle y verifique el correcto cumplimiento del plan de manejo de residuos generados en el laboratorio.
Nivel de recursos	Análisis del coste del plan de manejo tomando en cuenta todas las operaciones (recolección, separación transporte, recuperación, tratamiento, etc.).
Clasificación	Segregar y clasificar a todos los residuos en función de sus características físicas y químicas.
Inventario	Crear una lista los residuos existentes en el laboratorio y mantenerla actualizar.

Fuente: (INSHT, 1992)

2.3.2 Segunda fase del manejo de residuos:

En esta fase se plantea el manejo seguro de residuos que involucra el conocer las características físico químicas de los residuos, su toxicidad, las medidas de seguridad que se van a adoptar, los elementos con los que se cuenta para

ello y planificar. Los procesos para que intervienen en el manejo de residuos son (INSHT, 1992):

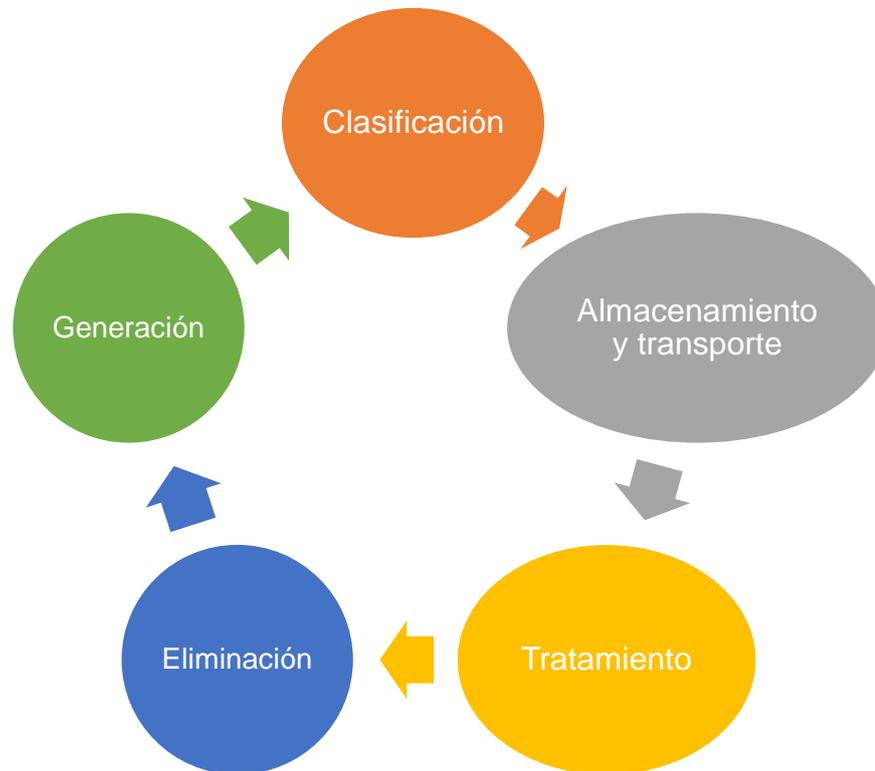


Figura 1. Manejo de residuos

Fuente: (INSHT, 1992)

2.3.2.1 Generación

Los desechos generados tienen su origen en los diferentes procesos que realiza los laboratorios es por ello que se clasifican en (Greca, Bickingham, & Evans, 1998):

- Materia orgánica e inorgánica
- Compuestos químicos
- Disolventes
- Metales ferrosos, no ferrosos y metales pesados
- Materiales desechados

2.3.2.2 Clasificación

La selección de los residuos es de trascendental importancia porque mediante esta se determina los riesgos del desecho, tipo de manipulación, transporte y

almacenamiento correcto. Del mismo modo provee el tratamiento que debe realizarse para su eliminación. Es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos (INSHT, 1992):

Tabla 3

Proceso de la clasificación de residuos

Definición de grupo	Los grupos se delimitarán en función de las características de los desechos: su peligrosidad y sus respectivas incompatibilidades.
Envase y contenedores	Asignar recipientes considerando sus propiedades, estado físico y el destino final para cada tipo de residuo.
Identificación	Identificar y etiquetar correctamente todos los residuos y sus recipientes acorde con las normativas técnicas sobre etiquetado.

Fuente: (INSHT, 1992)

2.3.2.3 Almacenamiento y transporte

Efectuar el acopio de todos residuos conforme a los grupos establecidos con el fin de evitar incompatibilidades y diferentes condiciones de peligro que puedan generar algún accidente. Hay que considerar a aquellos residuos que requieren un almacenamiento en condiciones especiales como: cancerígenos, radiactivos, etc. Después de la recolección se debe trasladar los desechos a lugares de almacenamiento de seguridad establecidos, o transportar a su disposición final pertinente (INSHT, 1992).

2.3.2.4 Tratamiento

Proceso en el cual se modifica las propiedades biológicas, físicas, químicas de los residuos, con el objeto de cambiar sus características para aprovechar su potencial del cual se puede generar un nuevo residuo con características diferentes. (MAE, 2015).

El tratamiento de los residuos puede ser por métodos físicos, químicos o biológicos, dependiendo de la naturaleza de los residuos.

2.3.2.5 Eliminación

Los residuos generados en un laboratorio poseen diferentes características las mismas se debe tomar en consideración al momento de determinar el método más adecuado para eliminarlos (INSHT, 1997):

- Volumen de residuos generados.
- Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- Coste del tratamiento y de otras alternativas.
- Periodicidad de generación.
- Facilidad de neutralización.
- Valoración del tiempo disponible.

La valoración de estos factores es necesario para optar con un plan de manejo adecuado, bajo estas consideraciones de los desechos, existen diferentes procesos para la eliminación o recuperación de residuos como: vertido, incineración y recuperación (INSHT, 1997).

2.3.2.5.1 Vertido

Procedimiento aplicable a residuos no peligrosos y peligrosos; en el caso de peligrosos se debe reducir a los límites permisibles mediante neutralización o tratamiento adecuado. (INSHT, 1997).

2.3.2.5.2 Incineración

Procedimiento muy utilizado para eliminar residuos de material químico y tipo orgánico. Los residuos son quemados en un horno y reducidos a cenizas. (INSHT, 1997).

2.3.2.5.3 Recuperación

En este proceso se pretende recuperar las partes servibles de los desechos mientras no sean peligrosos, la separación del material apto del no apto se realiza química o mecánicamente (INSHT, 1997).

2.4 Principio de prevención: minimización en la producción

Uno de los principios de mayor aplicación se ha englobado en Europa dentro de los compendios que fundamentan la política de gestión de los residuos de la Unión

Europea y el cual se justifica de la siguiente manera: La producción de residuos debe evitarse, o al menos reducirse en lo posible, ya que aquel residuo que no se genera tiene que ser eliminado. Una buena gestión de residuos incluye operaciones de minimización en el origen (VÉRTICE, 2006).

Para disminuir los desechos una manera óptima es prevenir su generación, siendo lo más conveniente planificar procedimientos de trabajo para que la generación se minimice lo mayor posible. (VÉRTICE, 2006)

La minimización de residuos se presenta como una alternativa de gran interés debido a que permite reducir el volumen del residuo generado por la industria, reducir la carga contaminante lanzada al ambiente, optimizando de esta manera el proceso productivo, lo cual supone la obtención de beneficios económicos, ahorro energético, de materias primas, y de coste de la gestión de residuos, de la misma manera mejorando la imagen en el mercado. (Madrid, 2018)

Gran parte de las medidas de minimización tiene como resultado mejoras de calidad de los productos y del ambiente del trabajo, con reducidas repercusiones en la productividad, ya que presentan acciones concretas, personalizadas y adaptadas según las necesidades que tiene la actividad realizada (Sánchez & Granero Castro, 2007).

Minimizar los residuos depende en su mayoría de la actitud de los habitantes. Además, hay que formar personas capaces de sociabilizar sobre la importancia de participar activamente en la reducción de residuos mediante (VÉRTICE, 2006):

- Seleccionar productos que no favorezcan a formar residuos inútiles.
- Formar ideologías de reutilización consignadas a prolongar la vida útil de los artículos.
- Segregar o separar de manera responsable los residuos, para posteriormente facilitar su tratamiento.

El principio de minimización de los residuos se determina como la mejor alternativa a los elevados niveles de producción de residuos por varias razones:

- Minimiza el volumen del residuo generado.

- Mejora los métodos de producción de las industrias, con el fin de aumentar la productividad y aprovechar de manera eficaz los recursos.
- Disminuir los contaminantes que se encuentran presentes en los residuos que se vierten en el medio ambiente.

2.5 Seguridad medioambiental

Según (Llaneza Álvarez, 2009), el conjunto de leyes, reglamentos y ordenanzas permite establecer criterios fundamentales para la minimización y eliminación de los residuos de cualquier establecimiento.

Las numerosas aportaciones científicas-técnicas de ingeniería ambiental, permiten desarrollar centros de trabajo con ideas innovadoras que serán aplicadas en el ámbito de la seguridad medioambiental.

Los métodos de minimización instauran códigos de buenas prácticas en los distintos campos laborales que tienen como base las siguientes opciones:

- Reciclaje de residuos.
- Revalorización.
- Minimización de residuos.
- Diseño de tecnologías.
- Modificación y adaptación de las prácticas existentes.
- Almacenamiento y tratamiento para evitar que afecten al medio ambiente.

2.6 Plan de Manejo Ambiental

Es la documentación que establece en orden cronológico y de manera detallada las gestiones que se necesitan ejecutar para mitigar, controlar, prevenir, corregir y remediar los impactos ambientales negativos posibles o acentuar los impactos positivos originados en el transcurso de una acción propuesta. El Plan de Manejo Ambiental consiste por lo general de diversos sub-planes, dependiendo de las particularidades de la actividad o proyecto (MAE, 2015)

2.7 Normativas

2.7.1 Normas INEN

Su acrónimo se debe al Servicio Ecuatoriano de Normalización, es un organismo de carácter público que cumple las funciones de validación, certificación, normalización y metrología del Ecuador.

Documentos Normativos de Referencia:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266: Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439: Colores, señales y símbolos de seguridad.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1076: Prevención de incendios. Clasificación e identificación de sustancias peligrosas en presencia de fuego.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2288: Productos químicos industriales peligrosos. Etiquetado de precaución.

2.7.2 Normas ASTM

Las normas ASTM provienen de su acrónimo en inglés: American Society for Testing and Materials, es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas técnicas más importantes del mundo. En ASTM se engloban usuarios, consumidores, productores de todo el mundo para crear normas de consenso voluntario con el fin de estandarizar acuerdos que beneficien a la sociedad. (AEC, 2018)

Documentos Normativos de Referencia:

- ASTM D4447-15: Guía estándar para la eliminación de productos químicos de laboratorio y muestras.
- ASTM D5681-17: Terminología estándar de gestión de residuos y desechos.

- ASTM D4687-14: Guía estándar para la planificación general de muestreo de residuos.
- ASTM D5283-18 Practica estándar para la generación de datos ambientales relacionados con la gestión de residuos.
- ASTM D5956-15: Guía estándar para las estrategias de muestreo de desechos heterogéneos.

2.7.3 Normas ISO 14001

La ISO 14001 es una norma internacional que abarca los requisitos técnicos necesarios para implantar un Sistema de Gestión Medioambiental. Facilita a instituciones u organizaciones de carácter público y privado la posibilidad de instaurar un sistema de gestión que demuestre un desempeño ambiental válido. (ISOtools, 2018)

La norma ISO-14001 para la Gestión Ambiental es certificable y se puede aplicar a cualquier organización, independientemente del tamaño o sector, que tenga como fin para su trabajo diario la reducción de posibles riesgos sobre el entorno que los acoge y cumplir con la legislación ambiental vigente nacional como internacional. (ISOtools, 2018)

2.7.4 Normas ISO 9001-2015

La ISO 9001 es una norma internacional elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se emplea a los Sistemas de Gestión de Calidad de organizaciones públicas y privadas, independientemente de su tamaño o actividad empresarial. Consiste en un método de trabajo eficaz para mejorar la calidad de los servicios y productos, así como de la complacencia de la persona quien recibe dicho bien o servicio. (ISOtools, 2018)

El sistema de gestión de calidad se fundamenta en la norma ISO 9001, las empresas se interesan por conseguir esta certificación para garantizar a sus clientes el perfeccionamiento de sus productos o servicios y estos a su vez prefieren empresas comprometidas con la calidad. Es por esto que las normas ISO 9001 se convierten en una ventaja competitiva para las organizaciones. (ISOtools, 2018)

2.7.5 Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA)

Establece instrucciones, controla las responsabilidades y actividades públicas y privadas en lo que concierne a calidad ambiental. Se entiende por calidad ambiental al conjunto de características de la naturaleza y ambiente que contiene al aire, el suelo, el agua, y la biodiversidad, en relación a la ausencia o presencia de agentes nocivos que puedan perturbar el mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza. (MAE, 2015)

CAPITULO III

3 METODOLOGIA

3.1 Modalidad de la investigación

La metodología de la investigación está encaminada a precisar una serie de métodos, estrategias y actividades enfocadas a la solución de problemas. Su objetivo consiste en encontrar respuestas a preguntas mediante la aplicación de procesos científicos (Arias, 2012).

De esta manera, la metodología del presente trabajo de investigación utilizará métodos de investigación exploratoria, descriptiva y de campo, pues las variables de estudio son susceptibles de medición en base a la información y características recolectadas del complejo de laboratorios de ingeniería en petroquímica.

3.2 Tipos de investigación

De acuerdo al tema de investigación se determinará una serie de pasos, técnicas y métodos que se utilizarán para el desarrollo del proyecto.

3.2.1 Investigación Exploratorio

Este tipo de investigación se plantea ya que el manejo de residuos del complejo de laboratorios de ingeniería petroquímica es un tema sin estudio previo, del cual se tiene varias dudas ya que no ha sido abordado y no existen trabajos o investigación previa relacionada directamente sobre el tema. Al ser una investigación de carácter exploratoria corresponde estudiar los fundamentos conceptuales y tipos de residuos producidos dentro de los laboratorios.

3.2.2 Investigación Descriptiva

Se planeará un tipo de investigación Descriptiva con la finalidad de especificar: propiedades, características e incompatibilidades más relevantes de los diferentes tipos de residuos y a su vez analizar el espacio físico con el que cuenta cada laboratorio para someterlas a un análisis y estudio posterior.

3.2.3 Investigación de Campo

La investigación de campo consiste en emplear encuestas a los docentes responsables de los laboratorios ,quienes cuentan con información fiable de los procesos que se realizan y por ende de los desechos que se generan en los laboratorios, dicha encuesta cuenta con varias preguntas las cuales están orientadas a la recolección de información del tipo, propiedades, frecuencia y cantidad de residuos que se producen, además esta encuesta nos permitirá conocer si los docentes encargados de los laboratorios tienen conocimientos previos sobre el tratamiento o manejo de desechos.

3.2.4 Investigación documental

Este tipo investigación es significativa para este trabajo debido a que se fundamenta en la búsqueda, análisis e interpretación de datos de otros investigadores, los mismos que pueden ser tomados a consideración para esclarecer normas técnicas y ambientales sobre plan de manejo de desechos.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación hace referencia al procedimiento o estrategia que se emplea para la resolución del problema y posterior planteamiento del plan.

3.3.1 Diseño Bibliográfico o documental

Se utilizarán como fuente de información trabajos escritos preliminares como tesis, artículos científicos, revistas, etcétera, que serán de gran ayuda para la obtención de información y servirán para conocer los resultados de estudios previos sobre la recolección de información como medio para solucionar un determinado problema.

3.4 Población

En el presente trabajo el universo o población son los docentes encargados de los laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

Tabla 4*Población*

Número Total de Encargados de la ESPE	
Laboratorios	Docentes Encargados
Planta Piloto	1
Petroquímica y Química Orgánica	1
Ingeniería	1
Catálisis y Corrosión	1
Análisis Químico	1
Investigación	1
Total	6

3.5 Muestra

En el presente trabajo de investigación se tomará como muestra a toda la población debido al mínimo número que la constituye.

Tabla 5*Muestra*

Variable	N° de Empleados
Población	6
Muestra	6

3.6 Técnicas de recolección de datos

3.6.1 Técnicas e Instrumentos

Las técnicas que se utilizará son:

Observación

Se visualizará directamente los procesos y residuos que se generan en los laboratorios, mientras que la recopilación de información se realizará mediante fichas de observación.

Encuestas

La población a la cual se pretende realizar encuestas es a los docentes encargados de los laboratorios de ingeniería en petroquímica para lo que se utiliza procedimientos estandarizados de interrogación, con la finalidad de obtener mediciones cuantitativas de las características objetivas y subjetivas de la población.

La medición mediante encuesta es un procedimiento que se emplea de modo esporádico y oportuno con el fin de obtener la percepción y opinión de los encuestados en analogía a las variables de estudio (Ferrando, 1993).

Con las encuestas podemos conocer opiniones, actitudes, condiciones de vida, etc.

3.7 Técnicas de análisis de datos

Análisis de la información

Consiste en un desglose de los valores numéricos y porcentajes perteneciente a la información tabulada.

Interpretación de la información

Cumple como función explicativa ya que busca dar un significado al resultado del análisis mediante la relación de variables con los datos estadísticos sobre el problema, de manera que contribuye una importancia literaria a los hallazgos encontrados en el análisis.

3.7.1 Procesamiento de Datos

Los datos recogidos se procesarán en base a los siguientes procedimientos:

- Revisión crítica de la información recolectada. Esto con la finalidad de filtrar y eliminar o rectificar la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Tabulación o cuadros según variables de cada hipótesis: cuadros de una sola variable, cuadro con cruce de variables, etc.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.
- Tabulación de la información en un software estadístico.

3.7.2 Discusión de los resultados

La discusión de resultados se realizará en base de los resultados obtenidos tanto en la encuesta planteada a los docentes como la recopilación de datos sobre desechos generados en cada laboratorio.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1 Análisis de los resultados

1. ¿Existe procedimientos para tratamiento y manejo de residuos del laboratorio?

Tabla 6

Pregunta 1

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	6	100%
Total	6	100%

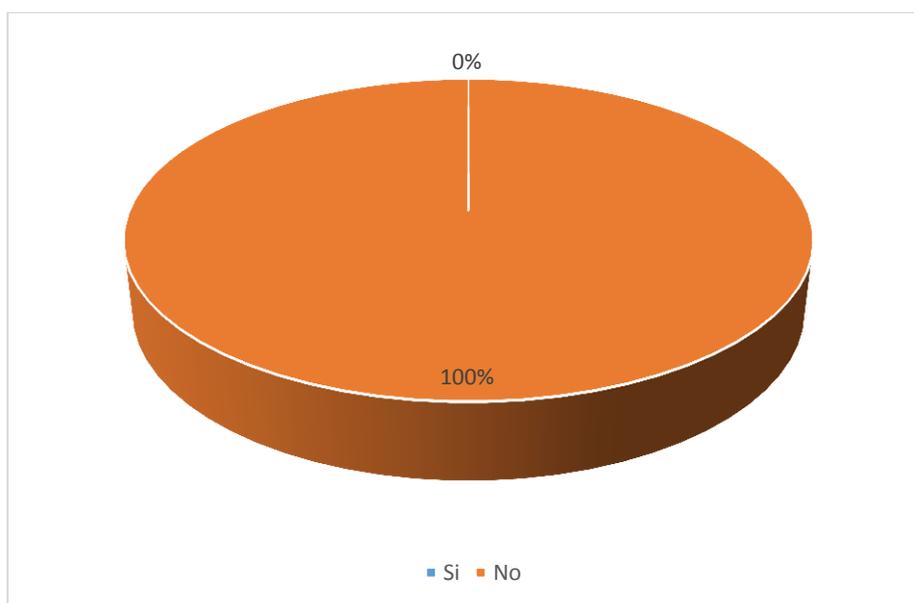


Figura 2. : Pregunta 1

Análisis:

Del total de encuestados, el 100% de encuestados contestaron que no existe procedimientos para tratamiento y manejo de residuos del laboratorio.

Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 1, se determina la necesidad de crear procedimientos para tratamiento y manejo de residuos del laboratorio ya que los desechos que se producen en todos los laboratorios de ingeniería petroquímica no son tratados.

2. ¿Se emplea normas ambientales y de seguridad en el manejo de residuos?**Tabla 7***Pregunta 2*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	16.6%
No	5	83.4%
Total	6	100%

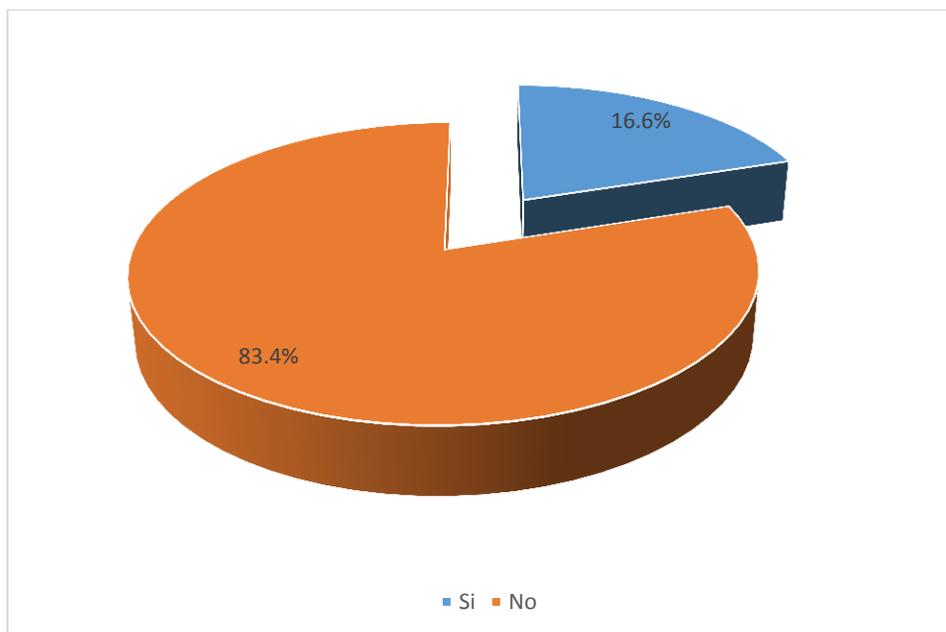


Figura 3. : Pregunta 2

Análisis:

Del total de encuestados, 1 que equivalen al 16.6% respondieron que se emplea normas ambientales y de seguridad en el manejo de residuos, mientras 5 de los encuestados contestaron que no se emplea normas ambientales y de seguridad en el manejo de residuos que representa el 83.4% del total de encuestados.

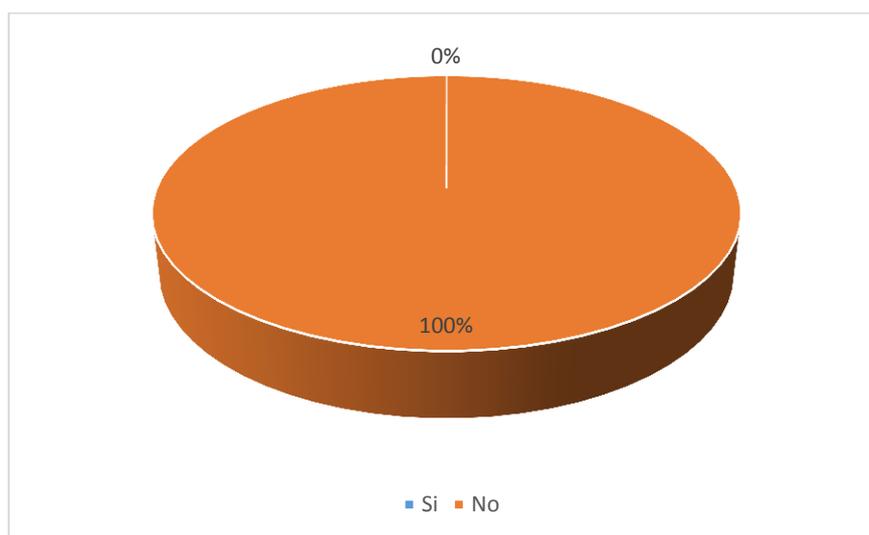
Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 2, se determina que el manejo de los residuos producidos en el complejo de laboratorios de ingeniería petroquímica es elemental ya que no existe un control, procedimiento o actividades basados en normativas ambientales y técnicas vigentes.

3. ¿Se lleva un registro de la generación y control de residuos?

Tabla 8*Pregunta 3*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	6	100%
Total	6	100%

**Figura 4. :** Pregunta 3**Análisis:**

Del total de encuestados, el 100% de encuestados contestaron que los laboratorios no llevan un registro de generación y control de residuos

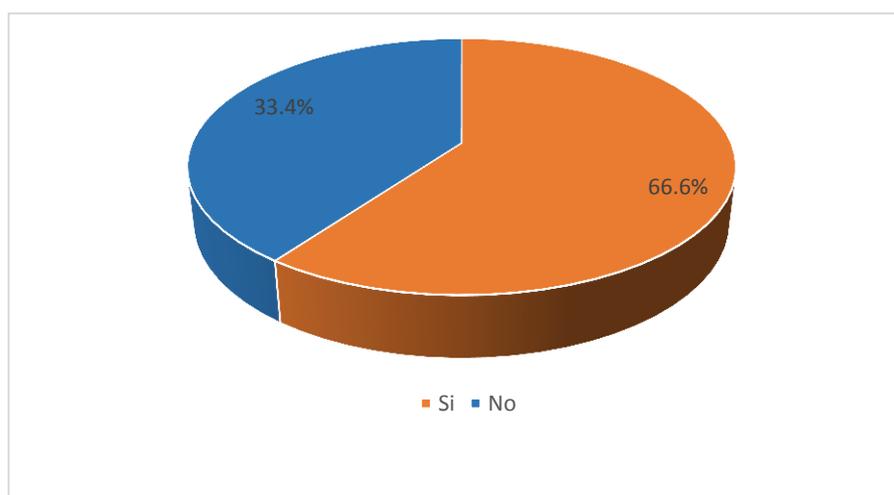
Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 3, se determina que no se tiene un conocimiento claro sobre la cantidad y tipo de residuos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica, a su vez, se puede asumir que la mayoría de los desechos generados fueron vertidos al desagüe en el caso de líquidos y dispuestos en la basura común en el caso de desechos sólidos.

4. ¿Cuenta el laboratorio con recipientes adecuados con su respectiva rotulación para almacenar desechos?

Tabla 9*Pregunta 4*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	33.34%
No	4	66.66%
Total	6	100%

**Figura 5. :** Pregunta 4**Análisis:**

Del total de encuestados, 4 que equivalen al 66.6% respondieron que no cuentan con recipientes adecuados con su respectiva rotulación para almacenar desechos del laboratorio, mientras 2 de los encuestados contestaron que cuentan con recipientes adecuados con su respectiva rotulación para almacenar desechos del laboratorio que corresponde al 33.4% del total de encuestados.

Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 4, se determina que el almacenamiento de los residuos generados en el complejo de laboratorios de ingeniería petroquímica no es el adecuado debido a que los laboratorios carecen de

recipientes apropiados, así mismo no existe una rotulación técnica pertinente en los recipientes improvisados con los que cuentan en la actualidad los laboratorios para segregar los residuos.

5. ¿Cuenta el laboratorio con un plan emergente en caso de algún accidente?

Tabla 10

Pregunta 5

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0%
No	6	100%
Total	6	100%

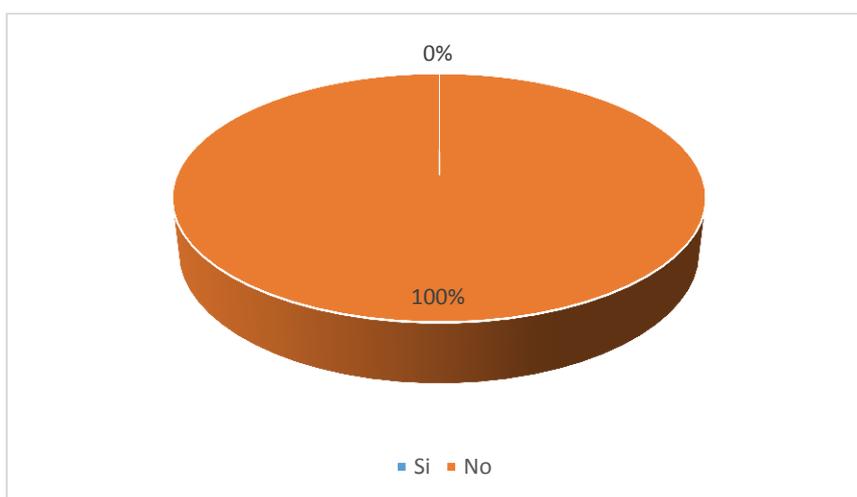


Figura 6. : Pregunta 5

Análisis:

Del total de encuestados, el 100% de encuestados contestaron que el laboratorio no cuenta con un plan emergente en caso de algún accidente

Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 5, se determina que el manejo de los residuos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica, es necesario e indispensable ya que no existe en todos los

laboratorios un plan emergente en caso de accidente, lo que es un indicador de peligro existente al momento de desarrollar las diferentes practicas o actividades académicas en los laboratorios ,por lo que conlleva a la necesidad de la implementación de un plan de manejo de residuos.

6. ¿Cuenta Ud. con capacitación sobre el tratamiento y manejo de los residuos generados en el laboratorio?

Tabla 11

Pregunta 6

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	83.4%
No	1	16.6%
Total	6	100%

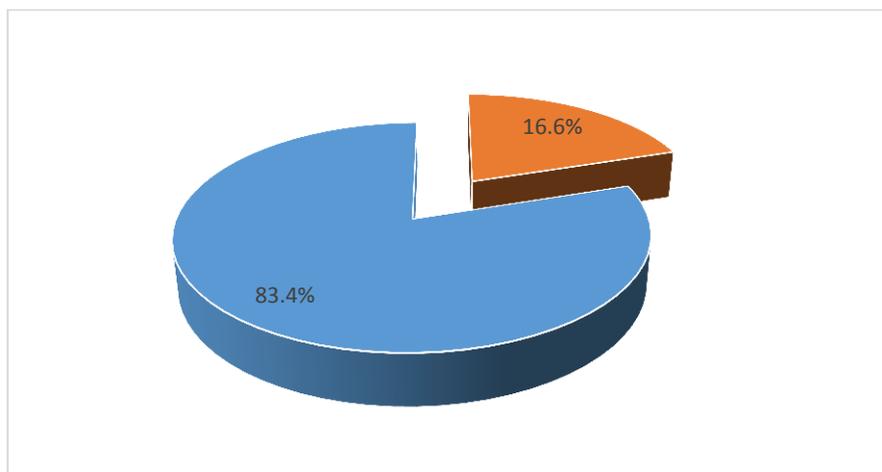


Figura 7. : Pregunta 6

Análisis:

Del total de encuestados, 1 que equivalen al 16.6% respondieron que no cuentan con la capacitación necesaria para el tratamiento de los desechos producidos dentro del laboratorio, mientras 5 de los encuestados contestaron que cuentan con la capacitación necesaria para el tratamiento de los desechos producidos dentro del laboratorio que corresponde al 83.4% del total de encuestados.

Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 6, se determina que el manejo de los residuos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica es posible debido a que los docentes que están encargados de los mismos cuentan con la capacitación necesaria para realizarlo.

7. ¿Se realiza una separación y segregación correcta de los residuos en el laboratorio?

Tabla 12*Pregunta 7*

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	16.6%
No	5	83.4%
Total	6	100%

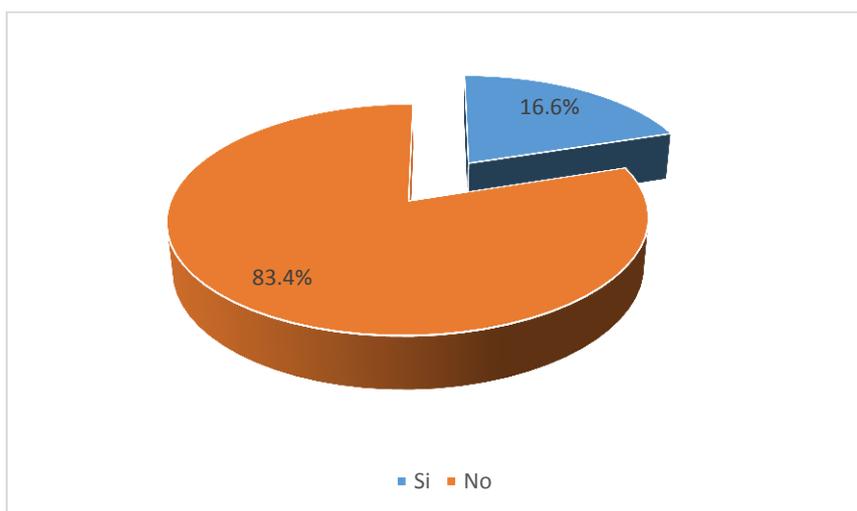


Figura 8. : Pregunta 7

Análisis:

Del total de encuestados, 1 que equivalen al 16.6% respondieron que existe una separación y segregación correcta de los residuos en el laboratorio, mientras 5 de los encuestados contestaron que no existe una separación y segregación correcta de los residuos en el laboratorio que corresponde al 83.4% del total de encuestados.

Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 7, se determina que la segregación de los residuos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica no se aplica según normas técnicas vigentes en la mayoría de los laboratorios del complejo de petroquímica debido a que los laboratorios no cuentan con los respectivos recipientes para su segregación o porque no se tiene lineamientos claros sobre cómo se deben segregar o separar dichos desechos para evitar incompatibilidades o posibles accidentes en los laboratorios

8. ¿Existe un listado de incompatibilidades y fichas de seguridad de desechos en el laboratorio?

Tabla 13

Pregunta 8

Indicadores	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	16.6%
No	5	83.4%
Total	6	100%

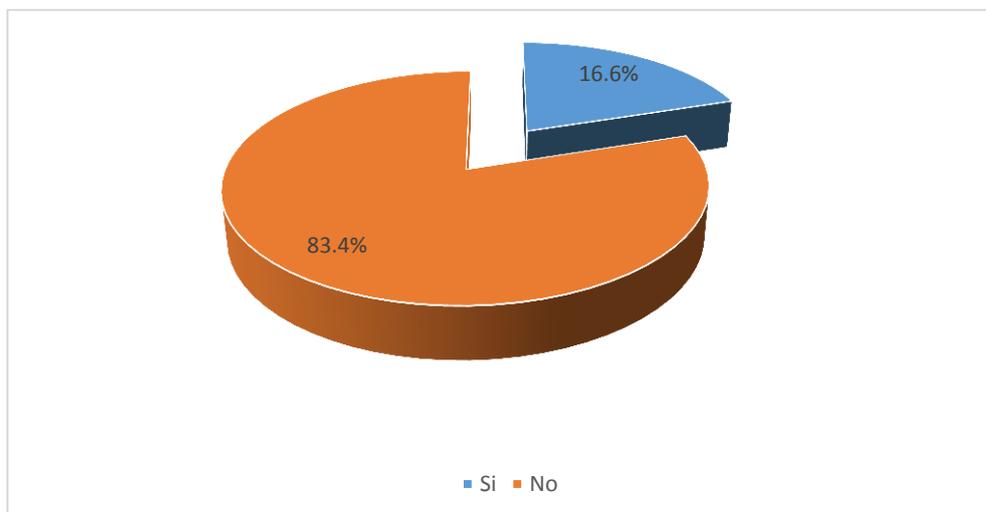


Figura 9. : Pregunta 8

Análisis:

Del total de encuestados, 1 que equivalen al 16.6% respondieron que existe un listado de incompatibilidades y fichas de seguridad de desechos en el laboratorio, mientras 5 de los encuestados contestaron que no existe un listado de incompatibilidades y fichas de seguridad de desechos en el laboratorio que corresponde al 83.4% del total de encuestados.

Interpretación:

En base a los datos estadísticos correspondientes a la pregunta 8, se determina que la mayoría de los docentes encargados de los laboratorios no cuentan con tablas de incompatibilidades y fichas de seguridad de desechos, por lo que se considera necesario crear listado de incompatibilidades y fichas de seguridad de desechos en el laboratorio ya que de esta manera se evitara peligros para la salud y el medioambiente.

4.2 Discusión de los resultados

En base a los resultados de las encuestas realizadas a los docentes encargados de los laboratorios de petroquímica, se determinó la existencia de problemas referentes al manejo de desechos que se producen dentro de los laboratorios, a su vez se conoció que no existe ningún tratamiento a dichos desechos, esto representa un grave problema a los usuarios del laboratorio y al medioambiente debido a que atenta contra la seguridad y salud de estos. Es por ello por lo que se determina la necesidad de crear un plan de manejo de residuos, por lo que inicialmente se debe realizar una evaluación de los principales problemas presentados dentro del complejo de laboratorios de petroquímica, para el posterior análisis y creación del plan de manejo de desechos.

4.3 Comprobación de la Hipótesis

En el trabajo de titulación procederemos a realizar la comprobación de la hipótesis con el estadístico Chi cuadrado, mediante el programa EXCEL, considerando que es el método estadístico que más se aconseja de acuerdo al número de muestras para la aplicación de la encuesta, para lo cual se seleccionan las preguntas que hacen referencia a las variables dependientes e independientes respectivamente.

4.3.1 Planteamiento de la Hipótesis a ser comprobada

(H0) = La elaboración y aplicación del plan de Manejo de Residuos en el Complejo de Laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga no permitirá la disposición correcta de los diferentes desechos y protegerá la salud humana y al medio ambiente.

(H1) = La elaboración y aplicación del plan de Manejo de Residuos en el Complejo de Laboratorios de Petroquímica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga permitirá la disposición correcta de los diferentes desechos y protegerá la salud humana y al medio ambiente.

4.3.2 Determinación estadístico Chi-Cuadrado

Tabla 14

Frecuencia de Datos de Encuesta

FRE. OBSERVADA	FRE. ESPERADA	TOTAL
0	1,25	1,25
1	1,25	0,05
0	1,25	1,25
2	1,25	0,45
0	1,25	1,25
5	1,25	11,25
1	1,25	0,05
1	1,25	0,05
6	4,75	0,32
5	4,75	0,01
6	4,75	0,32
4	4,75	0,11
6	4,75	0,32
1	4,75	2,96
5	4,75	0,01
5	4,75	0,01
χ^2 calculada		19,705

Nivel de Significación

- Nivel de Confianza: 95%
- Nivel de Significación: 5%

Grados de libertad

- $gl = 7$
- χ^2 tabulada = 14,067

4.3.3 Interpretación Del Estadístico Calculado

Después del análisis estadístico aplicado, se obtiene los siguientes resultados, el valor de X^2 calculada es de 19, 705 al ser este valor mayor a 14,067 correspondiente a X^2 tabulada, se acepta la hipótesis alternativa es decir, que la aplicación del plan de manejo de desechos permitirá la disposición correcta de los diferentes desechos, protegerá la salud humana y al medio ambiente.

4.4 Análisis situacional inicial

El complejo de laboratorios de petroquímica cuenta con cinco laboratorios para las diferentes prácticas de sus alumnos y uno asignado para investigación así:

1. Planta piloto.
2. Petroquímica y Química Orgánica.
3. Ingeniería.
4. Catálisis y Corrosión.
5. Análisis Químico.
6. Investigación.

El análisis situacional del complejo de laboratorios de petroquímica aplicó como eje principal la búsqueda de información con la finalidad de definir cuál es la situación actual en que se encuentra cada laboratorio respecto a sus desechos. Como fuentes de información se consideró las siguientes actividades: revisión de bitácora de reactivos de cada laboratorio, prácticas de laboratorios llevadas a cabo, encuesta a cada responsable de laboratorio y análisis de condiciones de las instalaciones del laboratorio.

Después de haber aplicado las actividades antes expuestas los resultados de cada laboratorio son los siguientes:

4.4.1 Laboratorio de Análisis:

Tabla 15

Reactivos Utilizados Laboratorio de Análisis

Laboratorio de Análisis		
Clasificación	Reactivos	Cantidad (mL)
1	Ácido Clorhídrico	8
1	Ácido Nítrico	15
1	Ácido Sulfúrico	100
1	Aspirina	1,8
1	Ftalato de Potasio e Hidrogeno	0,75
1	Sal de Morh	0,2
4	Alcohol Etílico	95
4	Etanol	35
4	Glicerina	500
4	Vino Tinto	95
10	Hidróxido de Sodio	3,6
13	Acetato de Sodio	2,5
23	Solución Cobre	0,1
23	Solución Hierro	0,1
23	Solución Magnesio	0,1
23	Solución Zinc	0,1
24	Dicromato de Potasio	52,75
24	Permanganato de Potasio	0,04
27	Difenilcarbazida	0,5
27	O-Fenantrolina	0,075
31	Hidroquinona	1
50	Acetileno 2,5l/M	2500
100	Aceite Vegetal	500
101	Aceite de Vaselina	500
112	Carbonato de Sodio	0,15
113	Fenoltaleína	2
113	Pigmentos Alimenticios	2
113	Verde de Bromo Cresol	2

Fuente: (Laboratorio de Análisis, 2018)

Tabla 16

Cantidad de desechos generados Laboratorio de Análisis

Clasificación EPA	n	Cantidad (mL)	Participación n	Acumulada	Ponderación	
50	Gases Presurizados	1	2500	56,6%	56,6%	A
4	Alcoholes	4	725	16,4%	73,0%	A
100	Aceites	1	500	11,3%	84,3%	A
101	Derivados de Petróleo	1	500	11,3%	95,6%	B

CONTINÚA 

1	Ácidos	6	125,75	2,8%	98,5%	C
24	Metales Tóxicos	2	52,79	1,2%	99,7%	C
113	Varios nr	3	6	0,1%	99,8%	C
10	Bases	1	3,6	0,1%	99,9%	C
13	Esteres	1	2,5	0,1%	100,0%	C
31	Fenoles	1	1	0,0%	100,0%	C
27	Nitro Compuestos	2	0,575	0,0%	100,0%	C
23	Metales	4	0,4	0,0%	100,0%	C
112	Sales	1	0,15	0,0%	100,0%	C

Tabla 17

Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Análisis

ANALISIS ABC-PARETO					
Par. Estimada	Ponderación	n	Participación n	Cantidad de Residuos (mL)	Par. Cantidad Residuos
0% - 80%	A	3	23,1%	3725	84,3%
81% - 95%	B	1	7,7%	500	11,3%
96% - 100%	C	9	69,2%	192,765	4,4%

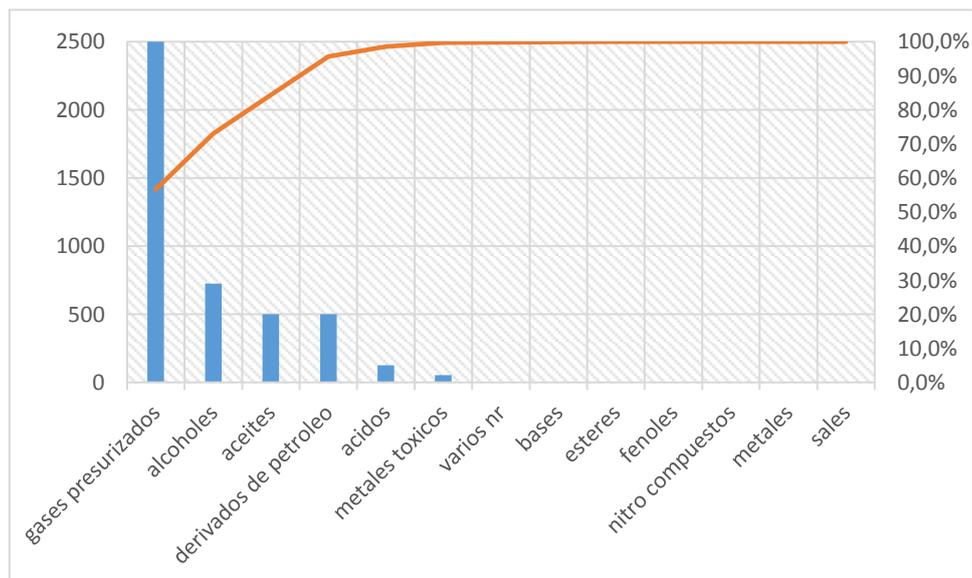


Figura 10. Diagrama de Pareto Laboratorio de Análisis

Análisis:

El análisis ABC y al diagrama de Pareto aplicado al laboratorio de análisis nos permite aseverar que el 23.1 % de desechos del laboratorio los cuales equivalen a 3 grupos de desechos representan el 84.3 % de la cantidad total de desechos con una cantidad de 3.725 litros, por otra parte el 76.9 % restante de desechos de laboratorio comprenden 10 grupos de desechos representa solo el 15.7% de la cantidad total de desechos siendo esta de 0.692 litros

Por consiguiente, estos análisis con facilidad y determinación nos ayudan a demostrar que los grupos de desechos pertenecientes a la clasificación A son más relevantes y que se deben tratar, siendo estos: gases presurizados, alcoholes, aceites.

4.4.2 Laboratorio de catálisis y corrosión

Tabla 18

Reactivos Utilizados Laboratorio de Catálisis y Corrosión

Catálisis		
Clasificación	Reactivos	Cantidad (mL)
1	Ácido acético	31
1	ácido clorhídrico	283
1	ácido nítrico	110
1	Ácido sulfúrico	15
1	Bisulfito de sodio	5,2
1	Ftalato de ácido de potasio	0,1
1	Roca fosfórica	10
4	Alcohol iso propílico	0,5
4	etanol	595
4	metanol	450
4	Propanol	75
10	amoniaco	153
10	Hidróxido de sodio	251
13	Acetato de etilo	21
13	Acetato de sodio	21
14	éter	150
16	Sulfato férrico	10
19	acetona	380
23	Cobre	1
23	Hierro	1
23	nitrate de potasio	2,5

23	Placa de aluminio	4
23	Placa de hierro	4
23	Placa de zinc	4
23	Placas de acero inoxidable	4
23	Zinc	2
24	cloruro mercurico	24
24	Sulfato cúprico	10
24	Sulfato de zinc	10
100	aceite	2650
101	Biodiesel	10
101	Gasolina	50
101	Tolueno	125
112	alúmina	2,5
112	Carbonato de calcio	3,7
112	Cloruro de potasio	10
112	Cloruro de sodio	41
112	Sulfato de potasio	2,25
112	Yodato de potasio	80
113	Almidón	2
113	Fenoltaleína	9
113	Grafito	5
113	Lacto suero acido	100
113	Lacto suero dulce	100
113	latón	1
113	Melaza	60
113	Polisacáridos	400

Fuente: (Laboratorio de Catálisis y Corrosión, 2018)

Tabla 19

Cantidad de desechos generados Laboratorio de catálisis y corrosión

	clasificación EPA	n	Cantidad (mL)	participación n	acumulada	ponderación
100	aceites	1	2650	42,2%	42,2%	A
4	alcoholes	4	1120,5	17,8%	60,1%	A
113	varios nr	8	677	10,8%	70,8%	A
1	ácidos	7	454,3	7,2%	78,1%	A
10	bases	2	404	6,4%	84,5%	B
19	cetonas	1	380	6,1%	90,6%	B
101	derivados de petróleo	3	185	2,9%	93,5%	B
14	éter	1	150	2,4%	95,9%	B
112	sales	6	139,45	2,2%	98,1%	C
24	metales tóxicos	3	44	0,7%	98,8%	C
13	esteres	2	42	0,7%	99,5%	C
23	metales	8	22,5	0,4%	99,8%	C
16	hidrocarburos aromáticos	1	10	0,2%	100,0%	C

Tabla 20

Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Catalisis y Corrosion

ANALISIS ABC-PARETTO					
Par. Estimada	ponderación	n	participación n	cantidad de residuos (mL)	Par. Cantidad residuos
0% - 80%	A	4	30,8%	4901,8	78,1%
81% - 95%	B	4	30,8%	1119	17,8%
96% - 100%	C	5	38,5%	257,95	4,1%

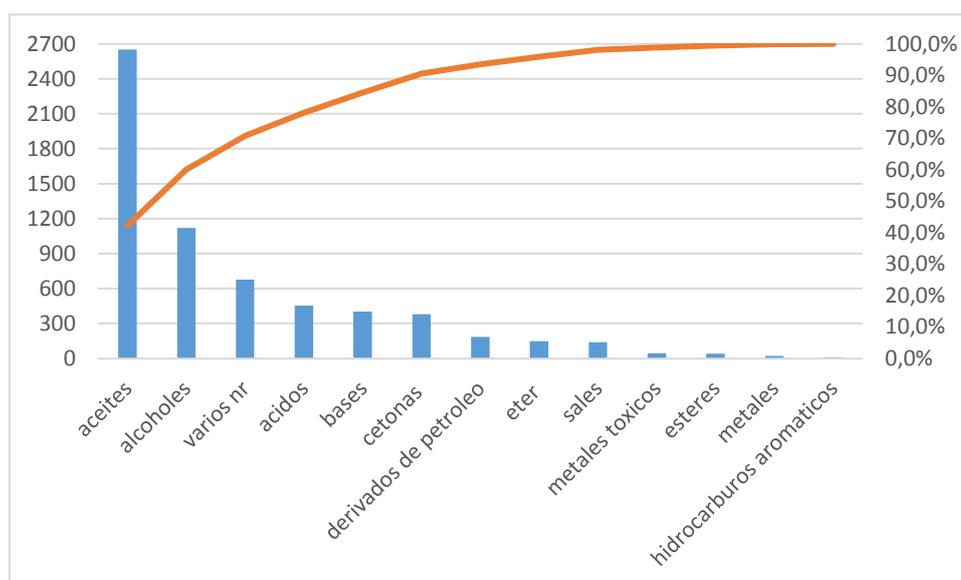


Figura 11. Diagrama de Pareto Laboratorio Catálisis y Corrosión

Análisis:

El análisis ABC y al diagrama de Pareto aplicado al laboratorio de catálisis nos permite aseverar que el 30.8 % de desechos del laboratorio los cuales equivalen a 4 grupos de desechos representan el 78.1 % de la cantidad total de desechos con una cantidad de 4.901 litros, por otra parte el 69.2 % restante de desechos de laboratorio comprenden 9 grupos de desechos representa solo el 21.9% de la cantidad total de desechos siendo esta de 1.376 litros.

Por consiguiente, estos análisis con facilidad y determinación nos ayudan a demostrar que los grupos de desechos pertenecientes a la clasificación A son más relevantes y que se deben tratar, siendo estos: aceites, alcoholes, varios nr y ácidos.

Con lo que respecta a varios nr son compuestos orgánicos que no representan peligro pero que su cantidad es representativa como desecho.

4.4.3 Laboratorio de ingeniería

Tabla 21

Reactivos Utilizados Laboratorio de Ingeniería

Laboratorio de Ingeniería		
clasificación	reactivos	cantidad (mL)
1	Carbonato de calcio	10
1	Acido benzoico	15,75
1	ácido acético	20
4	Etanol	70
10	hidróxido de sodio	10
23	placa de acero inoxidable	4
23	placa de aluminio	4
23	placa de hierro	4
23	placa de zinc	4
101	Tolueno	70
112	cloruro de sodio	75
113	fenolftaleína	5
113	carbón activado	10
113	grafito	4

Fuente: (Laboratorio de Ingeniería, 2018)

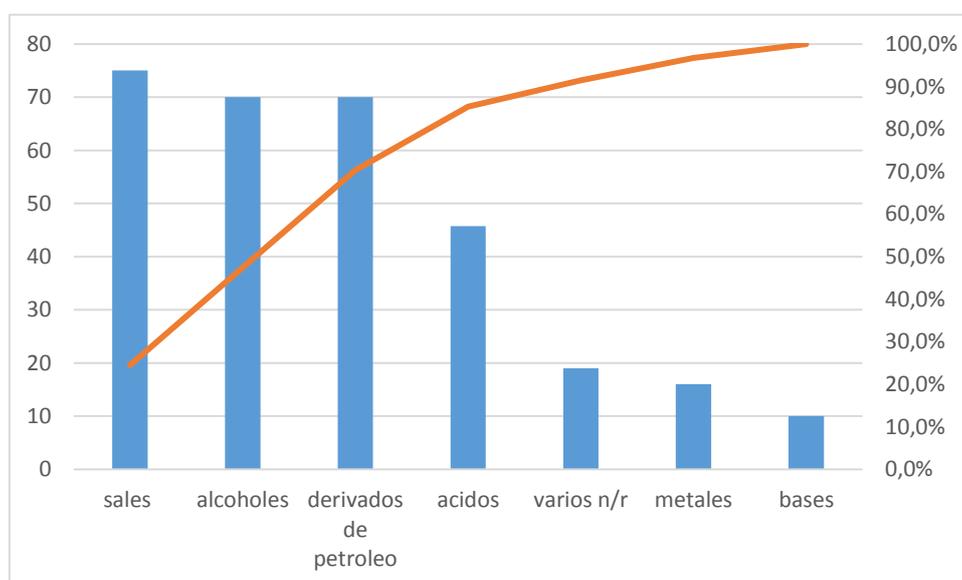
Tabla 22

Cantidad de desechos generados Laboratorio de Ingeniería

clasificación EPA	n	Cantidad (mL)	participación n	acumulada	ponderación	
112	sales	1	75	24,5%	24,5%	A
4	alcoholes	1	70	22,9%	47,4%	A
101	derivados de petróleo	1	70	22,9%	70,3%	A
1	ácidos	3	45,75	15,0%	85,3%	B
113	varios n/r	3	19	6,2%	91,5%	B
23	metales	4	16	5,2%	96,7%	C
10	bases	1	10	3,3%	100,0%	C

Tabla 23*Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Ingeniería*

ANALISIS ABC-PARETO						
Par. Estimada	ponderación	n	participación n	cantidad de residuos (mL)	Par. Cantidad residuos	
0% - 80%	A	3	42,9%	215		70,3%
81% - 95%	B	2	28,6%	64,75		21,2%
96% 100%	C	2	28,6%	26		8,5%

**Figura 12.** Diagrama de Pareto Laboratorio de Ingeniería**Análisis:**

El análisis ABC y al diagrama de Pareto aplicado al laboratorio de ingeniería nos permite aseverar que el 42.9 % de desechos del laboratorio los cuales equivalen a 3 grupos de desechos representan el 70.3 % de la cantidad total de desechos con una cantidad de 0.215litros, por otra parte, el 57.1 % restante de desechos de laboratorio comprenden 4 grupos de desechos representa solo el 29.7% de la cantidad total de desechos siendo esta de 0.088 litros

Por consiguiente, estos análisis con facilidad y determinación nos ayudan a demostrar que los grupos de desechos pertenecientes a la clasificación A son más relevantes y que se deben tratar, siendo estos: sales, ácidos y derivados de petróleo.

Se debe tomar en cuenta que este tipo de sales son neutras pero se utilizan en gran cantidad por eso se la exceptúa de los tratamientos y se dispone del siguiente grupo de desechos siendo este los ácidos para aplicar el tratamiento.

4.4.4 Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica

Tabla 24

Reactivos Utilizados Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica

Laboratorio de Polímeros		
clasificación	reactivos	Cantidad (mL)
1	ácido acético	3006
1	ácido cítrico	10
1	ácido clorhídrico	240
1	ácido nítrico	1035
1	ácido oxálico	84
1	ácido sulfúrico	54
4	metanol	500
10	bicarbonato de sodio	42
10	detergente	36
10	hidróxido de potasio	16
10	hidróxido de sodio	177
10	Tiosulfato de sodio	148
13	acetato de etilo	110
17	cloroformo	500
24	hidróxido de bario	17
24	permanganato de potasio	23
24	sulfato de potasio	15
30	Peróxido de hidrogeno	65
100	aceite	100
101	máltenos	100
101	n-pentano	750
101	tolueno	3750
112	cloruro de sodio	97
113	azul de bromo timol	3
113	azul de cloro fenol	3
113	fenolftaleína	14
113	fructosa	1,58

113	glucosa	3,5
113	Pastillas efervescentes	60
113	rojo de metilo	3
113	sacarosa	7
113	Silica gel	500
113	verde de bromocresol	3

Fuente: (Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica, 2018)

Tabla 25

Cantidad de desechos generados Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica

	clasificación EPA	n	Cantidad (mL)	participación n	acumulada	ponderación
101	derivados de petróleo	3	4600	42,0%	42,0%	A
1	ácidos	6	4429	40,4%	82,4%	A
4	alcoholes	1	500	4,6%	86,9%	B
17	halogenado orgánico	1	500	4,6%	91,5%	B
10	bases	5	419	3,8%	95,3%	B
13	esteres	1	110	1,0%	96,3%	C
100	aceites	1	100	0,9%	97,2%	C
112	sales	1	97	0,9%	98,1%	C
113	varios nr	6	85,08	0,8%	98,9%	C
30	nitro compuestos	1	65	0,6%	99,5%	C
24	metales tóxicos	3	55	0,5%	100,0%	C

Tabla 26

Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica

ANÁLISIS ABC-PARETO						
Par. Estimada	ponderación	n	participación n	cantidad de residuos (mL)	Par. Cantidad residuos	
0% - 80%	A	2	18,2%	9029		82,4%
81% - 95%	B	3	27,3%	1419		12,9%
96% -100%	C	6	54,5%	512,08		4,7%

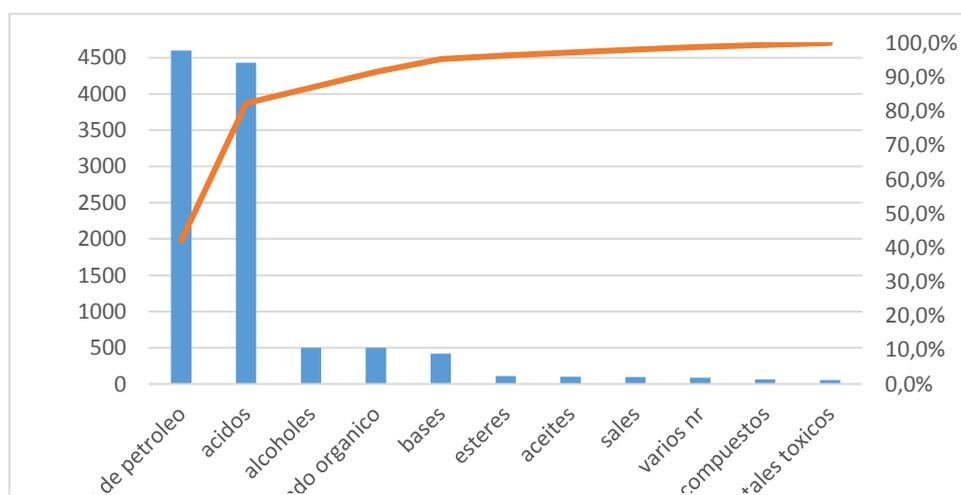


Figura 13. Diagrama de Pareto Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica

Análisis:

El análisis ABC y al diagrama de Pareto aplicado al laboratorio de petroquímica y química orgánica nos permite aseverar que el 18.2% de desechos del laboratorio los cuales equivalen a 2 grupos de desechos representan el 82.4 % de la cantidad total de desechos con una cantidad de 9.029 litros, por otra parte el 81.8 % restante de desechos de laboratorio comprenden 9 grupos de desechos representa solo el 17.6 % de la cantidad total de desechos siendo esta de 0.512 litros.

Por consiguiente, estos análisis con facilidad y determinación nos ayudan a demostrar que los grupos de desechos pertenecientes a la clasificación A son más relevantes y que se deben tratar, siendo estos: derivados de petróleo y ácidos.

4.4.5 Laboratorio Planta piloto

Con lo que respecta a la planta piloto hasta el momento no se han desarrollado prácticas de laboratorio pero se debe considerar el funcionamiento de la planta piloto la cual utiliza mayoritariamente gases presurizados.

4.4.6 Laboratorio de investigación

Tabla 27

Reactivos Utilizados Laboratorio de Investigación

Laboratorio de Investigación		
clasificación	reactivos	Cantidad (mL)
1	Ácido acético	200
1	Ácido clorhídrico	350
1	Ácido sulfúrico	1334
1	carbonato de sodio	270

4	Alcohol iso propílico	400
10	Hidróxido de potasio	40
10	Hidróxido de sodio	67
10	bicarbonato de sodio	30
14	Éter etílico	500
19	Acetona	450
101	Tolueno	700
101	Hexano	2675

Fuente: (Laboratorio de Investigación, 2018)

Tabla 28

Cantidad de desechos generados Laboratorio de Investigación

	clasificación EPA	n	Cantidad (mL)	participación n	acumulada	ponderación
101	derivados de petróleo	2	3375	48,1%	48,1%	A
1	ácidos	4	2154	30,7%	78,8%	A
14	éter	1	500	7,1%	85,9%	B
19	cetonas	1	450	6,4%	92,3%	B
4	alcoholes	1	400	5,7%	98,0%	C
10	bases	3	137	2,0%	100,0%	C

Tabla 29

Análisis ABC-Pareto Laboratorio de Investigación

ANÁLISIS ABC-PARETO						
Par. Estimada	ponderación	n	participación n	cantidad de residuos (mL)	Par. Cantidad residuos	
0% - 80%	A	2	33,3%	5529	78,8%	
81% - 95%	B	2	33,3%	950	13,5%	
96% - 100%	C	2	33,3%	537	7,7%	

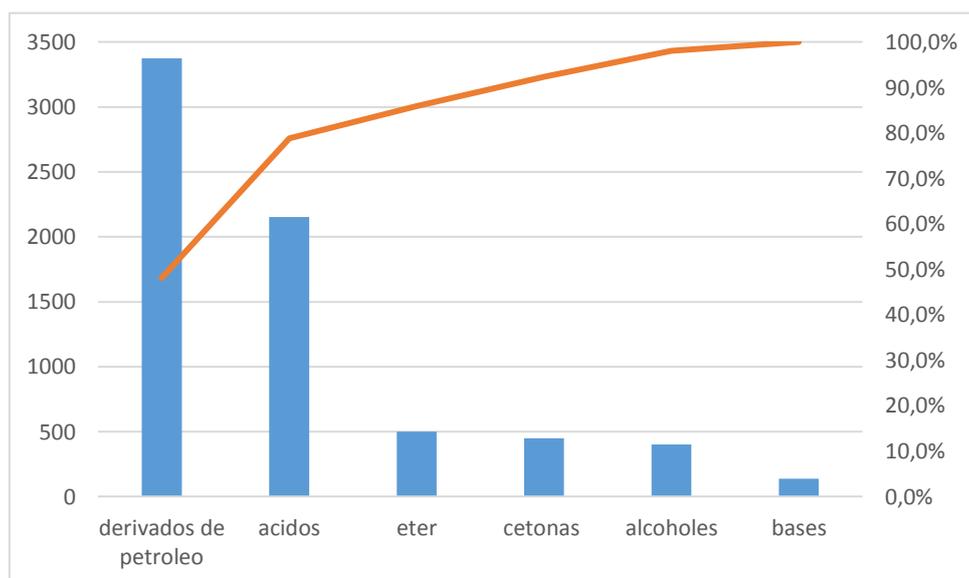


Figura 14. Diagrama de Pareto Laboratorio de Investigación

Análisis:

El análisis ABC y al diagrama de Pareto aplicado al laboratorio de investigación nos permite aseverar que el 33.3 % de desechos del laboratorio los cuales equivalen a 2 grupos de desechos representan el 78.8 % de la cantidad total de desechos con una cantidad de 5.529 litros, por otra parte el 66.7 % restante de desechos de laboratorio comprenden 4 grupos de desechos representa solo el 21.2 % de la cantidad total de desechos siendo esta de 1.487 litros.

Por consiguiente, estos análisis con facilidad y determinación nos ayudan a demostrar que los grupos de desechos pertenecientes a la clasificación A son más relevantes y que se deben tratar, siendo estos: derivados de petróleo y ácidos.

Con lo que acontece al análisis de ingeniería y diseño del laboratorio contamos con:

Tabla 30

Condiciones de ingeniería de los laboratorios

Laboratorios					
Cálculos Diseño					
Tuberías		Sistema de Aire			
		Ductos		Cámara de Gases	
Diámetro	Ø3"	Volumen del Laboratorio	703.08 m ³	Marca	ESCO
Material	PVC tipo b	Extracción	2500 cfm	Comercial	
Caudal	30.2 GPM	Suministro	2500 cfm		

La tubería de PVC tipo b de uso Sanitario ofrece las siguientes características:

- Alta resistencia al impacto
- Resistente al maltrato en obra
- Resistente al ataque de: ácidos, aceites, bases, alcoholes, etc.
- Impermeable en sus uniones
- Superficie interior lisa
- Durabilidad

Respecto a la cámara de gases en función del tiempo se debe dar el siguiente mantenimiento:

Tabla 31

Descripción de Mantenimiento Cámara de Humo

DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO	Mantenimiento cada :			
	Semana	Mes	3 Meses	Año
Limpieza del interior de la superficie de trabajo y paredes	■			
Limpieza de la ventana y las superficies de vidrio			■	
Verificar los patrones de flujo de aire usando una fuente de humo visible	■			
Inspeccionar los controles del servicio de la cámara de humo		■		■
Limpieza de las superficies exteriores de la cámara de humo		■		
Comprobar si hay obstrucciones en los deflectores de la campana		■		■
Determinar la velocidad y asegurarse que la cámara esté operando apropiadamente		■		
Inspeccionar la cámara de cualquier anomalía o malfuncionamiento			■	■
Revisar el marco de la ventana para operar adecuadamente			■	
Cambiar lámparas fluorescentes				■
Re certificación				■
Revisar y limpiar el sistema de ductos				■

Fuente: (ESCO, 2016)

Los ductos de la planta piloto son de extracción tipo hongo con las siguientes especificaciones:

- Parámetros de diseño:

- 6 cambios por hora totales
- 2 cambios por hora de aire nuevo
- MERV 7-14 (25-30%,90-95%)
- Presión Negativa
- Distribución de aire:
 - Difusores de suministro de 4 vías.

CONCLUSIONES

- El diagnóstico situacional inicial de la gestión de desechos en el Complejo de Laboratorios de Petroquímica reveló la falta de procedimientos por escrito para su manejo, falta de condiciones de seguridad, ausencia de registros y etiquetado según la norma ambiental vigente, no existen planes de contingencia ante emergencias y un reducido número usuarios tienen capacitación sobre manejo de desechos.
- La revisión de la información responde a que el complejo de laboratorios de petroquímica es un establecimiento generador de desechos no peligrosos, peligrosos y/o especiales, siendo indiscutible impulsar el desarrollo de un plan de manejo que comprenda todos y cada uno de los pasos relacionados con la gestión de desechos; hay que tener en cuenta que el cálculo de los residuos que se generan en el complejo de laboratorios de petroquímica dio como resultado 30 L por semestre. 6.3 L y 11 L corresponden a los laboratorios de catálisis y petroquímica y química orgánica, que representa el 57% siendo los laboratorios con la mayor generación de desechos.
- En el complejo de laboratorios de petroquímica ninguno de sus laboratorios lleva un inventario de los residuos que se generan, la mayor son vertidos en el desagüe o algunos almacenados de manera inadecuada sin recibir ningún tratamiento.
- Los residuos almacenados en el complejo de laboratorios de ingeniería en petroquímica son: soluciones polares y no polares, ácidos, bases, aceites, derivados de petróleo y tanques de gases. Todos los residuos almacenados

permanecen en sus respectivos laboratorios y no en la bodega respectiva de desechos peligrosos.

- La jerarquización de los desechos mediante los análisis ABC - Pareto del complejo de laboratorios de petroquímica indica que se debe tomar atención especial a los desechos: ácidos, básicos, residuos halogenados, gases comprimidos, derivados del petróleo y aceites además en el plan de manejo se ha incluido: peróxidos, residuos de mercurio, fenoles y metales.
- La creación del plan de manejo de desechos en el complejo de laboratorios de petroquímica, permitió establecer lugares adecuados de almacenamiento de los desechos, prácticas adecuadas de segregación y tratamiento, evitar descargas de desechos al desagüe sin un control previo, implantar normas de seguridad e informar a los usuarios de los laboratorios sobre las consideraciones que se deben tener en cuenta dentro de las instalaciones de los laboratorios.
- Como parte de la aplicación del plan de manejo de desechos, se diseñaron hojas de datos de seguridad y etiquetas para cada grupo de desechos y tablas de incompatibilidad entre los desechos para evitar posibles accidentes durante prácticas o durante el proceso de manejo de desechos.
- Se corroboró la hipótesis planteada, ya que el análisis situacional, la organización de cada laboratorio y aplicación de normas técnicas y ambientales respecto al manejo y tratamiento de desechos permite afirmar que, mediante la aplicación del plan, es posible disponer de manera correcta los desechos generados en el complejo de laboratorios de ingeniería en petroquímica.

RECOMENDACIONES

- Realizar capacitaciones periódicamente a estudiantes, docentes y personas involucradas en el manejo de residuos en todos los laboratorios.
- Identificar todos los desechos de los laboratorios según la clasificación propuesta en el plan de manejo a fin de proceder de manera adecuada con los desechos.

- Realizar estudios para gestionar correctamente ciertos residuos generados en el complejo de laboratorios de petroquímica, que necesiten tratamientos específicos.
- Sugerir a las autoridades de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga que dispongan recursos para comprar recipientes de almacenamiento de desechos, bases para soportar a los mismos e implementar señalética de seguridad dentro del complejo de laboratorios.
- Continuar proceso administrativo y ambiental para acreditación del complejo de laboratorios de Ingeniería en Petroquímica.

CAPITULO V

5 PROPUESTA METODOLOGICA

La metodología del presente trabajo consiste en crear un plan de manejo de desechos sólidos, líquidos y gaseosos en el complejo de laboratorios de petroquímica de la Universidad de las fuerzas armadas ESPE extensión Latacunga, el mismo que abarca el conjunto de actividades encaminadas a dar el destino final más adecuado a los residuos de acuerdo con sus características; comprende las operaciones de recolección, clasificación, almacenamiento, tratamiento, recuperación y eliminación.

Es importante resaltar que el plan de manejo de residuos aplica a todo tipo de residuos generados en el laboratorio, tanto a los no peligrosos (asimilables a gobiernos municipales descentralizados) como a los peligrosos (todos aquellos reactivos o productos que se hayan utilizado o generado dentro del complejo de laboratorios de petroquímica que según normativa ambientales nacionales el generador es el responsable directo de los mismos).

5.1 Recolección de información

5.2.1. Recolección de información de normativas

- Se revisará la normativa técnica ISO 14001:2015 y el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) que hace mención al

Sistema de Gestión Ambiental para tratar de manera óptima los residuos del complejo de laboratorios de petroquímica.

- Se comprobará que no existe una normativa actual de tratamiento de desechos del complejo de laboratorios de petroquímica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.
- Se considerará las norma técnica ecuatoriana INEN NTE: 2266, 2841,878, 3864 ,2888
- Se analizará la norma técnica internacional ASTM: D4447-15, D4687-14, D5956-15

5.1.2 Recolección de información las guías de laboratorios e inventario de reactivos

Se solicitará a los docentes encargados de los laboratorios de ingeniería petroquímica, las guías de las prácticas que se desarrollaron en los diferentes laboratorios pertenecientes al complejo de petroquímica, durante el primer período del año 2018 y las prácticas a desarrollar para el segundo periodo del año 2018. Las guías de laboratorio se revisarán para conocer el tipo de reactivos utilizados en las prácticas, posibles residuos químicos generados y determinar el manejo de los residuos dentro de las mismas.

Por otra parte, el inventario de reactivos servirá para conocer con qué tipo de reactivos cuentan los distintos laboratorios y si se encuentran almacenados de una manera óptima para evitar posibles interacciones entre reactivos que presentan incompatibilidades respecto a sus propiedades químicas o físicas.

5.2 Procesamiento de la información recolectada

Los datos recogidos se transforman siguiendo ciertos procedimientos.

1. Revisión crítica de la información recogida: el tipo y cantidad de desechos que se producen.
2. Análisis cuantitativo de los datos que influyen significativamente en el manejo.
3. Aplicación de tabulación, diagramas o matrices según las variables de la hipótesis.

5.3 Clasificación de los Residuos generados

La clasificación, caracterización e identificación de los residuos es el primer paso a seguir en el plan de manejo de desechos, debido a que permite generar un plan preventivo que evitará riesgos al momento de su manipulación o almacenamiento. Además que facilita el tratamiento que debe efectuarse para su eliminación.

Los residuos que se generan en el complejo de laboratorios durante las prácticas académicas u otras actividades se clasificaron en los siguientes grupos atendiendo a su estado de la materia en: SOLIDO, LÍQUIDO y GASEOSO.

Esta clasificación se desarrolló con el fin de llevar a cabo el plan de manejo para todo tipo de desechos .A su vez, cada ítem de la clasificación anterior se puede subdividir en: peligroso y no peligroso.

5.3.1 Desechos Sólidos

5.3.1.1 Desechos Sólidos No Peligrosos:

Mediante la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2841-2014 la misma que hace referencia a la: “Gestión Ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos”; se establecerá la clasificación de los residuos sólidos del complejo de laboratorios de petroquímica, así mismo, se tomará como referencia los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con el fin de fomentar la separación en la fuente de generación y la recolección selectiva.

Cabe recalcar que estos residuos pueden ser cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, que no presenta características de peligrosidad con base en características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico - infecciosas explosivas y/o radioactivas o explosivas (código C.R.E.T.I.B.), resultantes del consumo o uso de un bien tanto en actividades institucionales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero que es susceptible de aprovechamiento y transformación en un nuevo bien con un valor económico agregado y que se los define de la siguiente manera (INEN 2841, 2014) :

Tabla 32

Identificación de residuos por colores

tipo de residuo	color de recipiente	Descripción
Orgánico	Verde	Origen Biológico, restos de comida, cáscaras de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros.
Desechos	Negro	Materiales no aprovechables: pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico. Envases con restos de comida.
Plásticos	Azul	Plástico CONTINÚA → ; aprovechamiento, envases multicapa, PET Botellas, Fundas
Vidrios /metales	Blanco	Botellas de vidrio, Frascos de aluminio
Papel / cartón	Gris	Papel limpio en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel.
Especiales	Anaranjado	Escombros y asimilables a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.

Fuente: (INEN 2841, 2014).

5.3.1.2 Desechos Sólidos Peligrosos

Para clasificar a los residuos como peligrosos se aplicó la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental que se fundamenta en el código C.R.E.T.I.B. el mismo que hace alusión a las características: (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico); las mismas que representan un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables del país (INEN 2841, 2014).

Se clasificará en este grupo los productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica e inorgánica y el material desechable contaminado con productos químicos. Se establecen los siguientes subgrupos de clasificación dentro del grupo de Sólidos (INSHT, 1998):

- Sólidos orgánicos: A este grupo pertenecen los productos químicos de naturalezas orgánicas o contaminadas con productos químicos orgánicos como, por ejemplo, carbón activo o gel de sílice impregnados con disolventes orgánicos (INSHT, 1998).
- Sólidos inorgánicos: A este grupo pertenecen los productos químicos de naturaleza inorgánica. Por ejemplo, metales o sales de metales pesados (INSHT, 1998).
- Material desechable contaminado: A este grupo pertenece el material contaminado con productos químicos. En este grupo se pueden establecer subgrupos de clasificación, por la naturaleza del material y la naturaleza del contaminante y teniendo en cuenta los requisitos marcados por el gestor autorizado (INSHT, 1998).

5.3.2 Desechos Líquidos

5.3.2.1 Desechos Líquidos No Peligrosos

Mediante el Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) que hace mención a: “norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua”, se puede tomar en cuenta los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en sistemas de alcantarillado.

A su vez tomando en cuenta el diseño de los laboratorios y con lo que respecta al análisis de caudal de alcantarillado, se realizará cálculos volumétricos para no exceder la carga promedio de posibles contaminantes que alteren los límites permisibles de los mismos.

Es así que de esta manera se podrá determinar si algún líquido generado en cualquier actividad dentro del complejo de laboratorio se pueda considerar como no peligroso.

5.3.2.2 Desechos Líquidos Peligrosos

Para clasificar a los residuos como peligrosos se aplicó la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental que se fundamenta en el código C.R.E.T.I.B. el mismo que hace alusión a las características: (Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable y Biológico); las mismas que representan un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables del país (INEN 2841, 2014).

Así mismo, cualquier residuo que no ha sido utilizado en su totalidad en la práctica de laboratorio y se pueda utilizar en una posterior práctica debe ser almacenado en un recipiente adecuado a sus características fisicoquímicas del compuesto y no regresarlo al envase que en un principio lo contenía para evitar contaminación o generar impurezas. (INEN 2266, 2013)

Con lo que respecta a reactivos caducados se debe comunicar con el agente de ventas del producto para su disposición final. (INEN 2266, 2013)

Una vez revisado los posibles contaminantes o residuos que pueden generarse en el complejo de laboratorios se ha creado una clasificación con los residuos de mayor relevancia o trascendencia (INSHT, 1998):

Disolventes halogenados

Se entiende por tales, los productos líquidos orgánicos que contienen más del 2% de algún halógeno. Se trata de productos muy tóxicos e irritantes y, en algún caso, cancerígenos. Se incluyen en este grupo también las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2% (INSHT, 1998).

Disolventes no halogenados

Se clasifican aquí los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 2% en halógenos. Son productos inflamables y tóxicos y, entre ellos, se pueden citar

los alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos. (INSHT, 1998)

Es importante, dentro de este grupo, evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior.

Ácidos

Corresponden a este grupo los ácidos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10% en volumen). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado. (INSHT, 1998)

Este grupo corresponde a los desechos de carácter ácido que se generan en las prácticas de laboratorio, estas disoluciones deben presentar un potencial de hidrogeno (pH) menor de 5 para no estar dentro del límite máximo permisible de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público según el Anexo 1 del TULSMA.

Aceites

Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento y prácticas de laboratorio que exceden el límite máximo permisible de 100 mg/L al sistema de alcantarillado público según el Anexo 1 del TULSMA.

Fenoles y cresoles

Corresponden a este grupo los compuestos orgánicos referentes a fenoles y cresoles que exceden el límite máximo permisible de 0.2 mg/L al sistema de alcantarillado público según el Anexo 1 del TULSMA.

Bases

Este grupo corresponde a los desechos de carácter básico o caustico que se generan en las prácticas de laboratorio, estas disoluciones deben presentar un potencial de hidrogeno (pH) mayor de 9 para exceder el límite máximo permisible de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado publico según el Anexo 1 del TULSMA.

Mercurio

Se entiende por tales, los productos líquidos que contienen más de 0.01 mg/L de mercurio para exceder el límite máximo permisible de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público según el Anexo 1 del TULSMA.

Metales

Se entiende por tales, los productos líquidos que contienen más cantidad de miligramos de metal para exceder del límite máximo permisible de descarga de efluentes al sistema de alcantarillado público según el Anexo 1 del TULSMA. A continuación se muestra los límites permisibles de los principales metales considerados en el anexo 1:

Tabla 33

Listado de metales y su límite de permisibilidad

Parámetros	Se expresa como	Unidad	Límite máximo permisible
Arsénico	Ar	mg/L	0.1
Bario	Ba	mg/L	5.0
Cadmio	Cd	mg/L	0.02
Cobalto	Co	mg/L	0.5
Cobre	Cu	mg/L	1.0
Cromo	Cr	mg/L	0.5
Fosforo	P	mg/L	15.0
Hierro	Fe	mg/L	25.0
Manganeso	Mn	mg/L	10.0

Níquel	Ni	mg/L	2.0
Plata	Ag	mg/L	0.5
Plomo	Pb	mg/L	0.5
Selenio	Se	mg/L	0.5

Fuente: (MAE, 2015)

5.3.3 Desechos Gaseosos

5.3.3.1 Desechos Gaseosos No Peligrosos

Mediante el Anexo 4 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) que hace mención a: “norma de calidad ambiental: recurso aire”, se puede tomar en cuenta los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las emisiones de contaminantes a la atmosfera.

A su vez tomando en cuenta el diseño de los laboratorios y con lo que respecta al análisis de ductos de aire, se realizará cálculos para verificar la concentración de posibles contaminantes para que no sobrepasen los límites permisibles de emisión a la atmosfera. Es así que de esta manera se podrá determinar si algún gas, vapor o partículas generadas en cualquier actividad dentro del complejo de laboratorio se pueda considerar como no peligroso.

5.3.3.2 Desechos Gaseosos Peligrosos

Según el anexo 4 del TULSMA, se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes:

Partículas sedimentables.- La concentración máxima de una muestra, recolectada durante treinta días seguidos, será de un miligramo por centímetro cuadrado. (MAE, 2015)

Material particulado menor a 10 micrones (PM₁₀).- El promedio de la concentración de PM₁₀ de las muestras en un año no debe exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico. La máxima concentración en un día, no debe exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico, valor que no podrá ser excedido más de dos veces en un año. (MAE, 2015)

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM_{2,5}).- El promedio de la concentración de PM_{2,5} de las muestras en un año no deberá exceder de quince

microgramos por metro cúbico. La máxima concentración en un día, de las muestras colectadas, no debe exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico, valor que no podrá ser excedido más de dos veces en un año (MAE, 2015) .

Dióxido de azufre (SO₂).- El promedio de la concentración de SO₂ determinada en las muestras en un año no debe exceder de ochenta microgramos por metro cúbico. La máxima concentración en un día no debe exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico, más de una vez en un año. (MAE, 2015)

Monóxido de carbono (CO).- La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma seguida, en un período de ocho horas, no debe exceder diez mil microgramos por metro cúbico más de una vez en un año. La máxima concentración en una hora de monóxido de carbono no debe exceder cuarenta mil microgramos por metro cúbico más de una vez en un año (MAE, 2015).

Oxidantes fotoquímicos, mencionados como ozono.- La concentración máxima que se obtiene mediante muestra continua en un período de una hora, no debe exceder de ciento sesenta microgramos por metro cúbico, más de una vez en un año. La concentración máxima de oxidantes fotoquímicos, obtenida mediante muestra seguida en un período de ocho horas, no debe exceder de ciento veinte microgramos por metro cúbico, más de una vez en un año (MAE, 2015).

Óxidos de nitrógeno, referidos como NO₂.- El promedio de la concentración de óxidos de nitrógeno determinado en las muestras en un año, no debe exceder de cien microgramos por metro cúbico. La máxima concentración en veinte y cuatro horas no debe exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico más de dos veces en un año. (MAE, 2015)

Además de estos contaminantes, La clasificación que se aplicará a los gases se da en función a las especificaciones de peligro dotadas en los recipientes que los contienen, por otro lado, los vapores y gases que se generarán en las diferentes prácticas de laboratorio se contrarrestaran en la cámara de ventilación o también denominada sorbona y por el sistema de ductos con los que cuentan cada laboratorio.

Los gases con que cuenta el complejo de laboratorio y presentan cierto grado de peligro son: acetileno, hidrogeno, metano.

5.4 Rotulación de recipientes

Cada recipiente, envase o tanque dispuesto a contener cualquier tipo de desecho ya sea peligroso o no, se etiquetará y marcará considerando los aspectos mencionados en la norma inen 2288, los mismos que se detallan a continuación:

- Identidad del producto o componente (s) peligroso (s)
- Declaración de riesgos
- Medidas de precaución
- Instrucciones en caso de contacto o exposición
- Notas para médicos
- Instrucciones en caso de incendio, derrame o goteo
- Instrucciones para manejo y almacenamiento de recipientes
- Fecha de inicio y finalización del llenado
- Información del generador

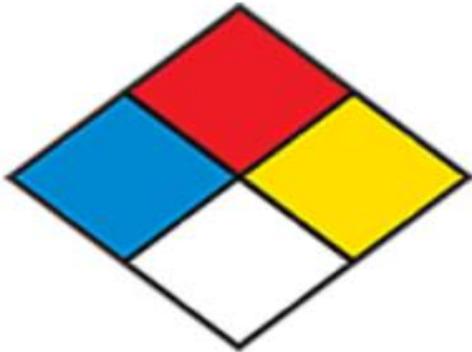
De esta manera, en caso de requerir mayor información se podrá actuar con las medidas de seguridad pertinentes o poder contactar ayuda profesional. Revisar ANEXO A.

Por otra parte, para etiquetar un producto químico peligroso se debe utilizar el sistema de la National Fire Protection Association, NFPA, es decir un rombo cuadrangular no menor de 100 mm × 100 mm, dividido en 4 zonas a las cuales les corresponde un color y un número. El color indica el tipo de riesgo existente con el producto y el número indica el nivel de riesgo (INEN 2266, 2013).

A continuación se muestra las escalas correspondientes a cada categoría así:

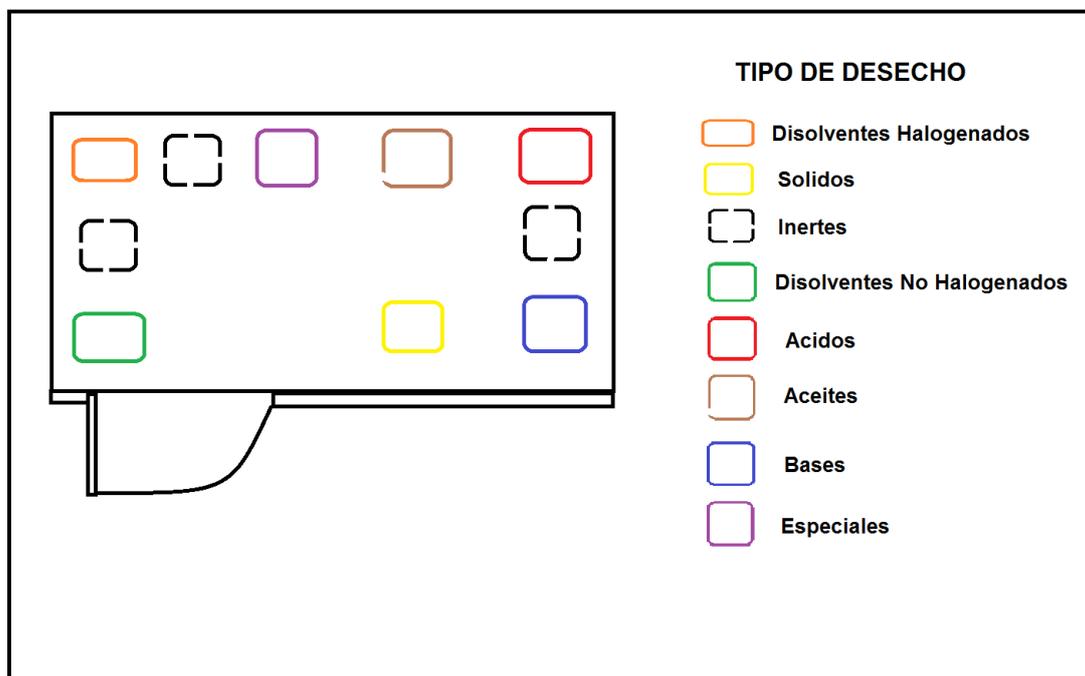
Tabla 34

Identificación rombo NFPA

SISTEMA DE IDENTIFICACION DE PELIGROS NFPA	
	
RIESGO PARA LA SALUD DIAMANTE AZUL	PELIGRO DE FUEGO (PUNTO DE INFLAMACIÓN) DIAMANTE ROJO
<ul style="list-style-type: none"> • 4 Mortal • 3 Peligro extremo • 2 Peligroso • 1 Ligeramente peligroso • 0 Material normal 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 Debajo de 73 ° F • 3 Debajo de 100 ° F • 2 Por encima de 100 ° F No superando los 200 ° F • 1 Por encima de 200 ° F • 0 No quemará
REACTIVIDAD DIAMANTE AMARILLO	ESPECIAL CONTINÚA  DIAMANTE BLANCO
<ul style="list-style-type: none"> • 4 Puede detonar • 3 Choque y calor; Puede detonar • 2 Cambio químico violento • 1 inestable si se calienta • 0 Estable 	<ul style="list-style-type: none"> • ÁCIDO - Ácido • ALK - Álcali • COR - Corrosivo • OXY - Oxidante • ® - Radiactivo • W - No use agua

Fuente: NFPA

La aplicación de un método de rotulación adecuado es necesario para estandarizar un sistema de información de seguridad que se base tan poco como



sea posible en el uso de palabras para alcanzar la comprensión, la falta de un método común para comunicar información de seguridad puede llevar a la confusión y al riesgo de provocar accidentes. (INEN ISO 3864, 2013)

Además, en caso de aplicar un sistema de rotulación de seguridad industrial se debe seguir las especificaciones de la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 878, la misma que hace referencia a RÓTULOS, PLACAS RECTANGULARES Y CUADRADAS. DIMENSIONES; de igual manera se debe constatar la norma técnica internacional /ecuatoriana NTE INEN ISO 3864 la misma que hace mención a SÍMBOLOS GRÁFICOS. COLORES DE SEGURIDAD Y SEÑALES DE SEGURIDAD. Dichas normas son importantes para la aplicación de la denominación de los residuos con su logo respectivo y la distancia de observación adecuadas.

5.5 Ubicación de recipientes

Durante el apilamiento y manejo general de los materiales peligrosos no se

Figura 15. : Disposición de desechos tóxicos en bodega

deben colocar juntos los siguientes materiales:

Fuente: (INSHT, 2004)

5.6 Recolección de los residuos generados en los laboratorios

El docente encargado de la práctica de laboratorio asesorará a los estudiantes en la adecuada clasificación y segregación de los residuos químicos generados en la práctica de laboratorio. Al finalizar la práctica el docente diligencia el control de generación de residuos químicos, para verificar el desarrollo de la práctica y los residuos generados en la misma. Posteriormente se evaluará el tipo de residuos y se cuantificará los volúmenes generados, consignando la información obtenida en un formato generación de residuos químicos (Riascos & Tupaz, 2015).

5.7 Almacenamiento temporal de los residuos

En el complejo de laboratorios de petroquímica, almacenar desechos químicos puede exhibir características de peligro que a su vez pueden materializarse en accidentes si no se consideran las respectivas medidas técnicas u organizativas necesarias. Estos riesgos guardan correlación con la peligrosidad intrínseca de los desechos, la cantidad almacenada, el tipo y tamaño del envase, la ubicación, la distribución dentro del mismo, el mantenimiento de las condiciones de seguridad y el nivel de formación e información de los docentes y estudiantes del mismo (INSHT, 2004).

De la misma manera, hay que considerar que prolongar el almacenamiento de desechos químicos muestra por sí mismo un riesgo, puesto que pueden ocurrir reacciones de descomposición, con la formación de compuestos inestables, o con acumulación de gas por descomposición lenta de la sustancia que llegue a romper el recipiente, el cual también puede envejecer volviéndose más frágil y romperse (INSHT, 2004).

5.7.1 Desechos sólidos

Desechos sólidos no peligrosos

Para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos este trabajo se fundamentó en la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS del cual se tomó las siguientes disposiciones (MAE, 2015) :

- Los estudiantes, docentes y personas particulares deben mantener, precautelar y cuidar, todas las herramientas de aseo del complejo de laboratorios como: contenedores, tachos, señalizaciones y otros que sean utilizados para el servicio de almacenamiento.
- Tapar o cerrar los recipientes en los que se deposite los desperdicios, para su entrega al servicio de recolección, con la finalidad de evitar derrames o vertidos de su contenido.
- Los recipientes retornables para almacenamiento de desechos sólidos deberán ser aseados por el personal de limpieza con frecuencia tal que sean presentados en condiciones sanitarias inobjetables.
- Los recipientes utilizados para almacenamiento de desechos sólidos deben ser de material plástico o de características similares y deberán cumplir con las siguientes consideraciones:
 - i) Fabricados en material impermeable, de limpieza fácil como plástico, caucho o metal.
 - ii) Debe resistir la tensión que ejercen los desechos sólidos contenidos y por su manejo.
 - iii) Bordes redondeados y de mayor área en la parte superior, de forma que facilite la manipulación y el vaciado.
 - iv) Emplear funda plástica celeste para la recolección de desechos reciclables, tales como: papeles y plásticos, envases de: vidrios, metales como latas de gaseosas, de alimentos y otros.
 - v) Utilizar funda plástica negra para la recolección de desechos sólidos no reciclables, tales como: desechos sólidos orgánicos, frutas, carnes, verduras, papel higiénico, pañales desechables entre otros.

Cabe recalcar que cada tipo de desecho tiene su recipiente con el color distintivo explicado anteriormente.

Con lo que respecta al tiempo de almacenamiento será considerado en función a la recolección que realiza la empresa municipal EPAGAL.

Desechos sólidos peligrosos

Por su parte con lo que concierne a los desechos peligrosos se debe contar con recipientes plásticos de polietileno de alta densidad resistente a la mayoría de productos químicos con sus respectivas etiquetas técnicas en función de la clasificación realizada anteriormente.

Para tomar consideraciones sobre las incompatibilidades de los desechos este trabajo se fundamentó en: A method for determining the compatibility of hazardous wastes publicado por United States Environmental Protection Agency (EPA).

5.7.2 Desechos Líquidos

Desechos Líquidos no peligrosos

Conforme los desechos no excedan los límites permisibles de descargas en sistemas de alcantarillado estipulados en el Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) que hace mención a: “norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua”, se puede determinar si algún líquido generado en cualquier actividad dentro del complejo de laboratorio se pueda considerar como no peligroso y se pueda verter directamente al desagüe.

Desechos Líquidos peligrosos

Para el almacenamiento y correspondiente segregación de los residuos se utilizarán diferentes recipientes, dependiendo del tipo de residuo y de la cantidad generada. Para los residuos líquidos peligrosos es aconsejable usar envases homologados para el transporte de materiales peligrosos. Además elegir el tipo de envase depende de cuestiones logísticas como la capacidad de almacenaje de cada laboratorio o en la bodega de desechos. Algunos tipos de posibles envases a utilizar son los siguientes (INSHT, 1998):

- Contenedores de polietileno de 5 o 30 litros de capacidad. Se trata de polietileno de alta densidad resistente a la mayoría de productos químicos, asimismo pueden emplearse envases originales procedentes de productos, siempre que estén correctamente etiquetados y marcados, este tipo de recipientes se dispondrán en las instalaciones de cada laboratorio (INSHT, 1998).
- Recipientes de polietileno de 60 y 90 litros de capacidad y boca ancha, ubicados en las bodegas pertinentes para los desechos peligrosos (INSHT, 1998).

Al momento que los recipientes completen el 75% de su capacidad, los residuos químicos se trasvasarán a recipientes de polipropileno de alta densidad con capacidades entre 60 L y 90 L, se transportarán y se ubicarán en un lugar adecuado de la bodega para los mismos. Para el almacenamiento seguro se debe tomar en cuenta los riesgos de incompatibilidad de las sustancias químicas (Riascos & Tupaz, 2015).

Asimismo, para tomar consideraciones sobre las incompatibilidades de los desechos este trabajo se fundamentó en: A method for determining the compatibility of hazardous wastes publicado por United States Environmental Protection Agency (EPA).

5.8 Tratamiento y eliminación de los residuos químicos

5.8.1 Residuos No Peligrosos

Para el tratamiento de residuos sólidos no peligrosos se considera prudente aplicar el Art. 66 del acuerdo ministerial 0.61 el cual menciona que : “Es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales la recolección de los residuos y/o desechos sólidos no peligrosos” (MAE, 2015) ; por lo que la institución llegará hasta el punto de almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos , logrando de esta manera reducir costos en el tratamiento de dichos residuos y mantener las instalaciones del complejo del laboratorios limpios .

5.8.2 Residuos Peligrosos

Con lo que respecta a residuos peligrosos, una vez completadas las etapas de la segregación y almacenamiento de los residuos, llegamos al tratamiento y eliminación de residuos para su recuperación, reciclaje o regeneración.

Como fundamento técnico para el tratamiento de los diferentes desechos peligrosos este trabajo considero como fuentes bibliográficas:

- Norma técnica ASTM D4447-10 : “ Standard Guide for Disposal of Laboratory Chemicals and Samples “publicado por American Society Technology Materials
- Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory, Third Edition (2012)
- Hazardous-laboratory-chemicals-disposal-guide-2003
- Prudent-practices-in-the-laboratory

En función de su clasificación se aplicará los tratamientos correspondientes. Revisar ANEXO C.

5.9 Disposición final de manejo de residuos

Es la última de las fases de manejo de los desechos y/o residuos, en la cual son dispuestos en forma definitiva y sanitaria mediante procesos de aislamiento y confinación los residuos no peligrosos mientras que los desechos peligrosos y especiales con tratamiento previo, se destinan a lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, daños o riesgos a la salud humana o al ambiente. La disposición final, se la realiza cuando técnicamente se ha realizado o descartado todo tipo de tratamiento. (MAE, 2015)

La disposición final que se da a la mayoría de desechos peligrosos desactivados después de haber pasado por un tratamiento previo es verter de manera técnica y segura a los desechos al desagüe, por otra parte, para el caso de desechos que no pudieron ser desactivados el gestor ambiental externo autorizado se encargará de la disposición final de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACS. (2002). *Seguridad en los Laboratorios Químicos Académicos*. Washington DC: ACS.
- AEC. (11 de Junio de 2018). *Asociacion Española para la Calidad*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2018, de Asociacion Española para la Calidad: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
- Aguilar Rojas, G., & Iza, A. (2009). *Derecho Ambiental en Centroamérica*. San José: UICN.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación*. Caracas: Editorial EPISTEME.
- Benitez B, R., Ruiz G, D., Obando M, M., & Gil M, J. (2013). Gestión integral de residuos químicos generados en los laboratorios de docencia en química de la Universidad del Cauca. *Ciencia en Desarrollo*, 63-72.
- CIGEA. (1998). *Metodología para la evaluacion aproximada de la carga contaminante*. La Habana: CIGEA.

- EPA. (1980). *A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes [Método para Determinar la Compatibilidad de Desechos Peligrosos]*. Cincinnati: EPA.
- ESCO. (2016). *High Performance Laboratory Fume Hood*. Singapur: ESCO.
- ESPE. (2016). *Cálculos de caudal*. Latacunga: ESPE.
- ESPE. (2016). *Ventilación Mecánica. Memoria de Cálculo*. Latacunga: ESPE.
- Ferrando, G. (1993). *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Alianza Universidad.
- Galli, A., Dal, T., & Marques, K. (2011). Proposta de gerenciamiento de residuos quimicos para laboratorios de instituciones de ensino medio e tecnico . // *Congresso Brasileiro de Gestao Ambiental*, 1-10.
- Greca, M., Bickingham, A., & Evans, J. (1998). *Gestión de residuos toxicos; tratamiento, eliminacion y recuperacion de los suelos*. Madrid.
- Gutierrez, D. (2007). *Plan de gestion integral de residuos peligrosos y programa de educación ambiental*. Lima.
- INEN 2266. (2013). *Transporte,almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.Requisitos*. Quito: INEN.
- INEN 2288. (2000). *Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de Precaución*. Quito: INEN.
- INEN 2841. (2014). *Gestión Ambiental. Estandarización de Colores Para Recipientes de Depositos y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos*. Quito: INEN.
- INEN ISO 3864. (2013). *Símbolos Gráficos .Colores de Seguridad y Señales de Seguridad*. Quito: INEN.
- INPer. (2011). *Manual para el Manejo de Residuos Peligrosos de Tipo Químico (CRETI)*. Mexico D.F.: INPer.
- INSHT. (1992). *NTP 359: Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades*. Madrid: INSTH.

- INSHT. (1997). *NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales*. Madrid: INSHT.
- INSHT. (1998). *NTP 480: La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación*. Madrid: INSHT.
- INSHT. (2004). *NTP 725: Seguridad en el laboratorio: almacenamiento de productos químicos*. Madrid: INSHT.
- INSHT. (21 de Septiembre de 2018). *Extintores de seguridad*. Recuperado el 12 de Octubre de 2018, de Extintores de seguridad: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_efp_43.pdf
- IPCS. (31 de Septiembre de 2018). *International Programme on Chemical Safety*. Recuperado el 12 de Octubre de 2018, de International Programme on Chemical Safety: <http://www.inchem.org/>
- ISOtools. (17 de Julio de 2018). *ISOtools*. Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de ISOtools: <https://www.isotools.org/normas/medio-ambiente/iso-14001>
- ISOtools. (20 de Julio de 2018). *ISOtools*. Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de <https://www.isotools.org/pdfs/sistemas-gestion-normalizados/ISO-9001.pdf>
- Laboratorio de Análisis. (2018). *Listado de reactivos utilizados*. Latacunga: ESPE.
- Laboratorio de Catálisis y Corrosión. (2018). *Listado de reactivos utilizados*. Latacunga: ESPE.
- Laboratorio de Ingeniería. (2018). *Listado de reactivos utilizados*. Latacunga: ESPE.
- Laboratorio de Investigación. (2018). *Listado de reactivos utilizados*. Latacunga: ESPE.
- Laboratorio de Petroquímica y Química Orgánica. (2018). *Listado de reactivos utilizados*. Latacunga: ESPE.
- Llaneza Álvarez, F. J. (2009). *Formación superior en prevención de riesgos laborales. Parte obligatoria y común*. Valladolid: LEX NOVA.

- Madrid. (20 de Septiembre de 2018). *Plan Regional de Residuos Industriales 2006-2016*. Recuperado el 17 de Octubre de 2018, de Plan Regional de Residuos Industriales 2006-2016: http://www.madrid.org/es/transparencia/sites/default/files/plan/document/706_756_plan_regional_residuos_industriales_0.pdf
- MAE. (2015). *Acuerdo Ministerial No.061 . Reforma del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Quito: COG.
- MAE. (2015). *Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria TULAS*. Quito: LEXIS.
- MAE. (2015). *Norma de calidad ambiental para el manejo y disposicion final de desechos solidos no peligrosos. Anexo 6*. Quito : CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES.
- MAE. (2015). *Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua .* Quito: MAE.
- MAE. (2015). *Norma de Calidad del Aire Ambiente*. Quito: MAE.
- MAPA-PRO. (23 de Septiembre de 2018). *Catálogo de guantes de protección*. Recuperado el 10 de Octubre de 2018, de Catálogo de guantes de protección: http://www.mapa-pro.es/fileadmin/user_upload/CATALOGO_MAPA_PROFESSIONNEL.pdf
- Martinez, J. (2005). *Guía para la gestión Integral de los residuos peligrosos*. Montevideo: Centro coordinador del convenio de Basilea.
- Murillo, S. (2013). *Propuesta del plan de manejo ambiental para el laboratorio Quimindustriales S.A. aplicando estrategias de producción mas limpia*. Cali: Universidad autonoma de occidente.
- Ossa, K. (2007). *Elaboracion del plan para la gestión de residuos químicos del laboratorio de análisis de aguas y alimentos de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

- Paredes, U. (2012). *Propuesta de manejo de los residuos químicos líquidos generados en los laboratorios para alimentos del Instituto Nacional de Pesca*. Guayaquil: Universidad politécnica salesiana .
- Riascos, L., & Tupaz, M. (2015). *Propuesta para el Manejo de Residuos Químicos en los Laboratorios de Química de la Universidad de Nariño* . Manizales: Universidad de Manizales.
- Sánchez, M., & Granero Castro, J. (2007). *Gestión y minimización de residuos*. Madrid: FC EDITORIAL.
- Stacio, S., & Anastacio, R. (2011). *Informe Técnico de Diagnostico y Evaluación de Residuos Químicos de los Laboratorios del Instituto Nacional de Pesca*.
- Vaca, L. (2012). *Elaboración del manual para el adecuado manejo de residuos químicos peligrosos en la Facultad de Ciencias Químicas*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- VÉRTICE. (2006). *Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos*. Madrid: VÉRTICE.

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA

CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUIMICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Marco Antonio Riofrio Guevara.

En la ciudad de Latacunga a los 18 días del mes de enero del 2019.

Aprobado por:

MSc. David Luna Ortiz

Director del Proyecto

PhD. Roman Rodríguez

Director de Carrera

Dr. Santiago Albán Y.

Secretario Académico