



PLAN DE GESTION DE RESIDUOS QUIMICOS PARA UN LABORATORIO
PETROQUIMICO Y OPTIMIZACIÓN DE SUS PROCESOS

ANA MARGARITA LOPEZ AGUDELO.

UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES, COLOMBIA.

2019

PLAN DE GESTION DE RESIDUOS QUIMICOS PARA UN LABORATORIO
PETROQUIMICO Y OPTIMIZACIÓN DE SUS PROCESOS

ANA MARGARITA LOPEZ AGUDELO.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
MAGISTER EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

DIRECTOR:

HENRY REYES PINEDA PhD.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

BIOSISTEMAS INTEGRADOS

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES, COLOMBIA.

2019.

Dedicado:

A mis hijos, Juan Sebastián y Mariana, a mi madre y a mi esposo Deiby, que los amo profundamente que sin su apoyo y comprensión no hubiera logrado este nuevo logro.

AGRADECIMIENTOS

A todos las personas que hicieron posible este nuevo logro en mi vida, en especial a mi asesor de tesis HENRY REYES PINEDA por su gran apoyo en este proceso, a mis profesores a lo largo de mi maestría y en especial DEIBY QUINTERO CEPEDA. (Químico puro) por sus orientaciones y paciencia.

GLOSARIO

VERTIDO: Recomendable para residuos peligrosos y no peligrosos, una vez reducidos mediante neutralización o tratamiento adecuado.

INCINERACIÓN: Los residuos son quemados y reducidos a cenizas. Es un método muy utilizado para eliminar desechos de tipo orgánico y biológico.

RECUPERACIÓN: Consiste en efectuar un tratamiento al residuo que permita recuperar algún o algunos elementos, por ejemplo, los metales pesados.

REUTILIZACIÓN-RECICLADO: es la acción que permite volver a utilizar los bienes o productos desechados y darles un uso igual o diferente a aquel para el que fueron concebidos.

ACCIDENTE: incidente con consecuencias reales.

ATS: metodología para el análisis de trabajo seguro, que permite identificar los peligros de cada paso de la actividad y establecer los controles necesarios.

CASI-ACCIDENTE: incidente sin consecuencias reales.

CONSECUENCIA: lo que sucede a raíz de la materialización de un peligro.

EPP: elementos de protección personal.

FRECUENCIA: número de sucesos o eventos que ocurren en un determinado periodo de tiempo y en una localización determinada

H: del inglés High, léase Alto

L: del inglés Low, léase Bajo

M: del inglés Médium, léase Medio

N: del inglés None, léase Ninguno

PROBABILIDAD: se expresa comúnmente como la función inversa de la frecuencia. La probabilidad es una función matemática que varía entre cero (0) como la no ocurrencia del evento y uno (1) como la ocurrencia real de un evento.

PELIGRO: fuente o situación con potencial de producir daño en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, daño al ambiente dentro o fuera del trabajo, o una combinación de éstos (cfr OSHAS 18001:2007).

RAM (Risk Assessment Matrix): matriz de evaluación de riesgos. Herramienta para la evaluación de los riesgos y para su clasificación. Riesgo: producto de combinar la probabilidad de que un evento específico indeseado ocurra y la severidad de las consecuencias

VH: del inglés Very High, léase Muy Alto

PRODUCTO QUÍMICO: De acuerdo al Convenio de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo (núm.170, 1990) la expresión productos químicos designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos, tales como los obtenidos a través de los procesos de producción.

RESIDUO O DESECHO: es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

RESIDUO O DESECHO PELIGROSO: es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

RIESGO: probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente.

RIESGO QUÍMICO: Es la probabilidad de que ocurra un incidente o accidente de origen químico donde esté involucrada al menos una sustancia química, y que genere daños a la población, a sus bienes y al medio ambiente.

RESUMEN

La generación de residuos peligrosos no es exclusiva de las plantas industriales petroquímicas, los laboratorios también generan desechos que por su naturaleza representa un riesgo potencial para el medio ambiente, los trabajadores y la comunidad en general. El interés de este trabajo es analizar y presentar una visión panorámica del estado actual de un laboratorio petroquímico en cuanto a la generación y manejo de residuos, identificando las fuentes generadoras, impactos, riesgos asociados y así construir la revisión diagnóstica del laboratorio, con la información de campo recolectada y la investigación del estado del arte, donde se plantearán y definirán alternativas para seleccionar el sistema de gestión de residuos apropiado y ajustado a las necesidades del laboratorio. Por otra parte se complementará la propuesta del sistema de gestión de residuos con un plan de gestión del cambio que facilite la futura implementación del sistema, involucrando a las personas que hacen parte de los procesos del laboratorio y generando los cambios necesarios para que el sistema de gestión de residuos sea efectivo y aporte a la sostenibilidad ambiental del laboratorio y su entorno.

ABSTRACT

The generation of hazardous waste is not exclusive to petrochemical industrial plants, laboratories also generate waste that by its nature represents a potential risk to the environment, workers and the community in general. The interest of this work is to analyze and present a panoramic view of the current state of a petrochemical laboratory in terms of the generation and management of waste, identifying the generating sources, impacts, associated risks and thus build the diagnostic review of the laboratory, with the information of field collected and the investigation of the state of the art will consider and define alternatives to select the appropriate waste management system and adjusted to the needs of the laboratory. On the other hand, the proposal of the waste management system will be complemented with a change management plan that facilitates the future implementation of the system, involving

people who are part of the laboratory process and generating the necessary changes so that the system of Waste management is effective and contributes to the environmental sustainability of the laboratory and his or her environment.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION:	17
1.1	CONTEXTO DEL PROBLEMA	17
1.2	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
2	JUSTIFICACION.....	22
3	OBJETIVO	24
3.1	OBJETIVO GENERAL.	24
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.	24
4	MARCO TEORICO.....	25
4.1	SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL (SGA):	25
4.2	CONSECUENCIAS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROS.....	27
4.3	RESIDUOS PELIGROSOS.	27
4.4	REGLAS BÁSICAS DURANTE LA GENERACIÓN Y MANIPULACION DE RESIDUOS PELIGROSOS.	30
4.5	MANEJO SEGURO DE PRODUCTOS QUIMICOS.	31
4.5.1	NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD.	31
4.5.2	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDOS PARA LA MANIPUALACION DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LOS LABORATORIOS.....	33
4.6	MARCO NORMATIVO PARA LOS LABORATORIO QUIMICOS.	33
4.7	REGISTRO DE GENERADORES DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS RESP.	34
4.8	OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS.....	35
4.8.1	REDUCCIÓN DE VOLUMEN.	35
4.8.2	DESORCIÓN TÉRMICA.	35
4.8.3	EXTRACCIÓN CON SOLVENTE	36
4.8.4	ESTABILIZACIÓN / SOLIDIFICACIÓN.	36
4.8.5	COMBUSTIBLE SUPLEMENTARIO.....	36
4.8.6	INCINERACIÓN.	37
4.8.7	COQUIZACION	38
4.8.8	BIOTECNOLOGÍA	38
4.9	ALTERNATIVAS DE MITIGACION EN LA PRODUCCION DE RESIDUOS	38
4.9.1	REDUCCIÓN EN LA GENERACIÓN Y SEGREGACION	38
4.9.2	CONTROLES MEDIO AMBIENTAL ESTABLECIDO ACTUALMENTE EN LAS INDUSTRIAS PETROLERAS:.....	39
4.10	TECNICAS DE ANÁLISIS DE RIESGOS	41

4.10.1 MATRIZ RAM.....	41
4.10.2. DEFINICIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LAS CONSECUENCIAS:	43
4.11 ESTADO DEL ARTE EN CUANTO A ELIMINACIÓN DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO.	43
4.12 GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	44
4.12.1 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES:	44
4.12.2 PASOS A SEGUIR PARA HACER UNA BUENA GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	46
5. METODOLOGIA Y VARIABLES A ANALISAR.	51
5.1. VARIABLES	51
6. TRABAJO DE CAMPO PARA DIAGNOSTICAR LOS PROCESOS DEL LABORATORIO E IDENTIFICAR LA PROBLEMÁTICA	53
6.1 DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DEL LABORATORIO E IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES GENERADORAS.	53
6.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN SU COMPOSICIÓN. ..	54
6.2.1 RESIDUOS DE PLÁSTICO.....	55
6.2.2 RESIDUOS DE ESPUMA DE POLIURETANO.....	55
6.2.3 RESIDUOS CON ALTO CONTENIDO DE CELULOSA.....	55
6.2.4 RESIDUOS DE MATERIALES ABSORBENTES DE DERRAMES.....	55
6.2.5 RESIDUOS O CONTENEDORES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) (ICOPOR)	56
6.2.6 RESIDUOS DE GUANTES DE NITRILO.	56
6.2.7 RESIDUOS DE MATERIALES EN TELA, ALGODÓN Y/O POLIESTER.....	56
6.2.8 RESIDUOS DE CAUCHO	56
6.2.9 RESIDUOS DE ACETATO.....	57
6.2.10 RESIDUOS DE VIDRIO	57
6.2.11 MATERIAL SECANTE DE DRIERITE.....	57
6.2.12 MATERIALES MISCELÁNEOS Y EPPS.....	57
6.2.13 RESIDUOS METÁLICOS.....	58
6.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS SEGÚN SU COMPOSICIÓN. 58	
6.3.1 HIDROCARBURO.....	58
6.3.2 REACTIVOS QUIMICOS:.....	58
6.3.3 MEZCLA DE HIDROCARBURO, AGUA Y REACTIVOS QUIMICOS.....	58
6.3.3.1 MEZCLA DE HIDROCARBURO:	58
6.4 ENTREVISTAS E INSPECCION VISUAL DE LA DISPOCISION DE RESIDUOS.	59
6.5 PROBLEMAS IDENTIFICADOS.....	60
6.6 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS RESIDUOS DEL LABORATORIO:.....	61

7.	CONSOLIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN DE INFORMACIÓN RECOLECTADA EN CAMPO.....	63
7.1	AGRUPACION DE LOS RESIDUOS POR FAMILIAS.....	63
7.2	ASPECTOS AMBIENTALES DEL LABORATORIO PETROQUIMICO.	64
8.	CONSOLIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN DE INFORMACIÓN RECOLECTADA EN CAMPO.....	67
9.	ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DEL PLAN DE GESTION DE RESIDUOS DEL LABORATORIO PETROQUIMICO:.....	71
9.1	ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA	73
9.1.1	ANALISIS ALTERNATIVA 1:.....	74
9.1.2	ANALISIS ALTERNATIVA 2:.....	75
9.1.3	ANALISIS ALTERNATIVA 3:.....	77
9.2	ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTION DE RESIDUOS	80
10.	PLAN DE GESTION DEL CAMBIO	81
11.	OBSERVACIONES FINALES:	82
12.	CONCLUSIONES	86
13.	BIBLIOGRAFÍA	88

INTRODUCCION

Figura 1. Planta petroquímica



Fuente: Ecopetrol

La actividad humana en el planeta y el consumo desaforado de los recursos disponibles está generando impactos negativos sobre la vida de nuestro planeta, propiciados por el crecimiento demográfico y el desarrollo económico e industrial carente de una visión de sostenibilidad en el manejo de los recursos. Uno de los problemas más críticos es la generación de residuos tanto en las labores cotidianas como en las labores industriales. Los residuos químicos industriales son los causantes de impactos agudos y crónicos sobre los recursos agua, suelo y aire, los tres mayores generadores de RESPEL (residuos peligroso) a nivel mundial para el año 2016 de acuerdo con cifras del Convenio de Basilea, fueron Rusia (5.441 millones de toneladas), China (53,5 millones de toneladas) y Alemania (17,2 millones de toneladas). (Informe Rapel, 2017). El modelo actual de producción y consumo conduce a la generación de grandes volúmenes de residuos los cuales no vuelven a ser reutilizados o reciclados. Estas cifras son una motivación para trabajar en la gestión adecuada de los residuos peligrosos. El manejo de residuos no puede ser motivado únicamente por el cumplimiento de la legislación

vigente en cada país o región, este tema debe ser tomado como una responsabilidad y obligación de las empresas respecto al medio ambiente y la sociedad, es decir el desarrollo industrial y comercial deben realizarse asegurando que las actividades no ocasionen daños al entorno o que su impacto sea mitigado tanto como sea tecnológicamente posible. Es necesaria la implantación de un modelo de gestión planificada y organizada de los residuos.

Los residuos o desechos están definidos como cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios y que el generador abandona, rechaza o entrega para su disposición, Por ejemplo, en Colombia en el año 2017 la generación de residuos o desechos peligrosos fue de 489.058 toneladas de RESPEL al año (Informe Rapel, 2017). Este informe indica que la tendencia en la generación de residuos peligrosos por departamentos y municipios va en aumento y la mayor generación fue atribuida al sector de hidrocarburos y a la generación de residuos de mezclas de emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua, Donde, los tres municipios de Colombia que más generaron residuos peligrosos en el año 2017 fueron Cartagena - Bolívar (40.946 Toneladas), Yondó – Antioquia (39.756 ton) y **Barrancabermeja** Santander (31.182 toneladas) siendo esta última nuestra área de influencia.

La definición de residuo o desecho peligroso está basada en las características intrínsecas de peligrosidad del residuo para la salud o el ambiente (tóxico, corrosivo, inflamable, explosivo, infeccioso). Los laboratorios de la industria petroquímica manejan altos volúmenes de muestras debido a la diversidad de procesos que se llevan a cabo y la complejidad de los mismos. Para el caso de los productos químicos requeridos en la operación de los laboratorios se presentan composiciones muy heterogéneas, tóxicas y/o peligrosidad elevadas, lo que dificulta su gestión y hace más retador el buscar una solución a su disposición.

La implantación de un modelo de gestión segura de los residuos hace que en la mayoría de los casos, se propicien mejoras en los procedimientos de trabajo y en el comportamiento de las personas el análisis realizado para el diseño de un plan de gestión de residuos también conduce a mejoras en los rendimientos, en la seguridad de las personas, en los niveles de calidad y a una disminución de los costos de operación, así como una disminución del volumen y de la peligrosidad de los residuos generados aplicando criterios de minimización, reducción entre otros.

El decreto 4741 de diciembre 30 de 2005 que reglamenta parcialmente la Prevención y el Manejo de los Residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, tiene como objetivo prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

Con base en lo anterior el interés de este documento es presentar el diagnóstico panorámico del estado actual de manejo de residuos en un laboratorio petroquímico revisando las fuentes generadoras, impactos, riesgos asociados para finalmente analizar alternativas que inviten a hacer una gestión integral de residuos, siendo una oportunidad para mejorar la calidad de vida de los trabajadores y por ende con el desarrollo sostenible y ambiental.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION:

1.1 CONTEXTO DEL PROBLEMA.

Los procesos desarrollados al interior del laboratorio generan un conjunto de residuos que se caracterizan en general por su variedad (composiciones muy heterogéneas) y porque se suelen generar en cantidades bajas y muy variables a lo largo del tiempo. Además, en la mayoría de los casos estos residuos acostumbran a presentar una toxicidad y/o una peligrosidad elevadas, lo que dificulta su gestión los cuales se hace necesario realizar su disposición, cumpliendo con los parámetros exigidos por la ley. El problema que se evidencio en el laboratorio, es la disposición inapropiada de residuos, debida al manejo inadecuado, la falta de cultura y educación a las personas que trabajan día a día en el laboratorio.

1.2 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Ausencia de un plan estructurado para controlar la generación de residuos sólidos y líquidos generados en un laboratorio petroquímico, teniendo en cuenta el análisis de los costos de disposición de residuos y el riesgo de manipulan sustancias de interés ocupacional, las cuales están reglamentadas en Colombia por el decreto 2090 de 2003 emitido por el Ministerio de protección Social, el cual cataloga la operación de estos laboratorios como un trabajo de alto riesgo para su trabajadores.

1.3 ANTECEDENTES:

1.3.1 EL PETRÓLEO:

El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos y otros componentes a partir de los cuales se pueden obtener productos refinados y petroquímicos de alta calidad mediante desalinización, destilación, conversión, etc. Este refinamiento es exigente y requiere análisis de un laboratorio preciso y fiable. (Ecopetrol, 2001).

La industria petroquímica genera impacto en el medio ambiente como consecuencia de las sustancias nocivas provenientes de la refinación del petróleo y de los procesos involucrados en su posterior aprovechamiento. Los materiales tóxicos que causan lesiones inmediatas, como fosfogeno o cloro, son clasificados como un peligro para la seguridad, otros materiales causan efectos a largo plazo, incluso en concentraciones muy bajas. En los estudios realizados sobre la producción de químicos y su impacto ambiental, se encuentran consideraciones de toxicidad, peligro y operatividad las cuales juegan un papel importante en el impacto ambiental de los procesos y por ende en la peligrosidad de los residuos provenientes de esta industria. Los desechos y emisiones dependen de los tipos de compuestos que se fabriquen y la variedad de procesos y productos químicos que se emplean en su manufactura. Es así como a la industria petroquímica exigen medidas de seguridad para evitar los daños ambientales que sus procesos potencialmente contaminantes pueden generar al medioambiente y la sociedad.

1.3.2 LOS RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS (RESPEL):

Los residuos o desechos peligrosos (RESPEL) comprenden aquellos residuos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgo para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera RESPEL a los envases, recipientes y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

En Colombia ha sido constante el desconocimiento de la magnitud del problema de los RESPEL, es más, en muchas ocasiones, los generadores ignoran que su actividad está relacionada con este tipo de residuos.

Debido a lo anterior, la Política para la Gestión Integral de Residuos publicada por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 1998, tomo como objetivo específico dimensionar preliminarmente la problemática originada por los RESPEL a través del desarrollo de los inventarios de los corredores industriales.

1.3.3 LOS RESPEL Y EL SECTOR MINERO-ENERGÉTICO:

Los principales tipos de RESPEL generados que están relacionados con el sector de hidrocarburos son, la generación de lodos contaminados con sustancias peligrosas, desechos de productos químicos, aguas con residuos radiactivos, entre otros. El sector minero energético, tiene una problemática relacionada con los yacimientos abandonados, sin tener en cuenta los daños ambientales que han ocurrido por la delincuencia común y los diferentes grupos armados. (Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, 2005)

1.3.4 LOS LABORATORIOS Y LA GENERACIÓN DE RESPEL:

La prevención y el control de los impactos causados por sustancias químicas peligrosas son elementos clave en un Sistema de Gestión Ambiental. Actualmente la tendencia internacional se enfoca a la sustitución de estas sustancias por otras menos peligrosas para la salud y el ambiente. Sin embargo, en muchos casos las restricciones tecnológicas y de diseño de los productos finales para el consumidor limitan la opción de sustitución. En los casos en que la sustitución no sea una opción, la prevención y el control de los impactos al ambiente implica identificar opciones de minimización del uso de las sustancias peligrosas, de control de las emisiones al interior de las plantas químicas, de valoración de los residuos peligrosos

generados y como última opción, de tratamiento y disposición responsable. Las prácticas de gestión específicas escogidas deben ser apropiadas a las características de la sustancia química o residuo; a las características del sitio y de los procesos, y a la disponibilidad de instalaciones de reutilización, recuperación, tratamiento o disposición.

La mayoría de laboratorios de ensayo no identifican ni cuantifican los RESPEL generados y no cuentan con sistemas de tratamiento para sus desechos; independiente de tipo de laboratorio, en su mayoría no cuentan con soluciones planificadas para la gestión de residuos. Sin embargo, se hace necesario que el país empiece a dimensionar y controlar la problemática en este sector, y comiencen a desarrollar estudios para el diseño de soluciones a esta clase de residuos.

1.3.5 TRATAMIENTO DE RESPEL:

En cuanto al tratamiento térmico, la incineración es el proceso más utilizado por los diferentes generadores RESPEL. De acuerdo con el diagnóstico realizado durante el año 2004, en Colombia existen 170 incineradores aproximadamente, de los cuales el 57% se encuentran ubicados en hospitales y clínicas, el 32% en empresas privadas para uso interno y el 11% lo constituyen incineradores comerciales que prestan sus servicios a terceros. La capacidad instalada a nivel nacional es aproximadamente de 18.000 toneladas/año, la mayoría de los incineradores son de baja capacidad (INAMCO, 2007).

Otra alternativa en el país es el coprocesamiento de RESPEL en hornos de plantas cementeras, la cual se viene consolidando como una forma técnicamente viable de aprovechar y tratar los residuos peligrosos, ampliamente utilizada en países industrializados como Estados Unidos, Japón, Alemania, Noruega, Francia, México, Suiza y Chile.

Otro tipo de tratamientos utilizados a menor escala son el tratamiento químico (neutralización para soluciones ácidas y básicas principalmente) y físico (molido, triturado, encapsulamiento).

1.3.6 DISPOSICIÓN FINAL DE RESPEL:

La disposición de RESPEL mediante técnicas apropiadas sólo comenzó a partir del año 1988, con rellenos de seguridad construidos por algunas empresas petroleras, para la disposición final de residuos industriales peligrosos generados en sus propias instalaciones. Otras experiencias conocidas son los confinamientos privados de algunas industrias manufactureras. Sin embargo, históricamente la disposición final de RESPEL (especialmente de carácter sólido) se ha realizado conjuntamente con los residuos domésticos. (Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, 2005)

2 JUSTIFICACION.

La industria petrolera en particular, realiza numerosos procesos que generan consecuencias directas sobre el ambiente, en especial emisiones atmosféricas, residuos peligrosos líquidos y sólidos. En por esto que en el ámbito internacional en los últimos años las empresas petroleras han comenzado a preocuparse por los problemas ambientales, buscando la forma de minimizar los impactos sobre el ambiente, las comunidades y sus trabajadores. (Guédez, Galván, Reyes. 2003).

La aplicación de los sistemas de gestión ambiental (SGA) es una de las estrategias más empleadas por las empresas petroleras para mejorar su actuación ambiental a la vez que mejoran sus metas económicas, pues se enfocan en la búsqueda de un desarrollo sostenible bajo un esquema ecoeficiente aplicado a todos los pasos involucrados.

Esta problemática ambiental se puede ver reflejada en la calidad del ambiente de y de vida de las personas que allí laboran, donde actualmente las refinerías buscan obtener la certificación en ISO 14000 de sus procesos, teniendo en cuenta que los laboratorios hacen parte del proceso productivo de esta, se hace necesario establecer un plan de gestión de residuos en el laboratorio dentro del marco del sistema de gestión ambiental de la empresa o compañía.

Por otra parte el nuevo enfoque empresarial que se instala en las compañías, hace que el laboratorio sea visto como un negocio, por tanto debe optimizar sus procesos, haciéndolos eficientes, rentables y sustentables de principio a fin.

Igualmente es relevante tener en cuenta que este tipo de laboratorios manipulan sustancias de interés ocupacional, dentro de las cuales están contemplados productos cancerígenos como el Benceno y el Ácido Sulfúrico, razón por la cual el decreto 2090 de 2003 emitido por el Ministerio de protección Social, cataloga la operación de estos laboratorios como un trabajo de alto riesgo. Este es un atenuante que impulsa a ejecutar acciones enfocadas en la mejora de los procesos de manipulación y gestión de residuos de los laboratorios de esta industria.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Proponer el plan de gestión de residuos para un el laboratorio petroquímico y optimizar sus procesos, asegurando la sustentabilidad del laboratorio y mitigando el impacto a las personas y el medio ambiente.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Diagnosticar los procesos del laboratorio a fin de registrar las fuentes generadoras, clasificar los residuos y cuantificarlos.
- Plantear alternativas de gestión y manejo de los residuos generados en el laboratorio petroquímico de una refinería.
- Estructurar el plan de gestión de residuos seleccionado la alternativa más óptima y sustentable para residuos de un laboratorio petroquímico.
- Diseñar programa de gestión del cambio para la implementación del plan de gestión de residuos, haciendo énfasis en la sensibilización del personal en todos los niveles desde la generación, hasta la disposición final de los residuos.

4 MARCO TEORICO.

4.1 SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL (SGA):

Un SGA es un conjunto de herramientas de carácter administrativo, que permite coordinar y controlar los procesos, actividades o servicios a fin de minimizar el impacto adverso al ambiente. Se desarrolla a través de la participación de las personas directamente involucradas, y con una estructura organizacional que otorga los elementos y el apoyo necesarios. Si se requiere un SGA puede ser validado o certificado bajo parámetros internacionales específicos. La BS7750, creada por el Instituto Británico de Normalización en 1992, fue la primera norma sobre sistemas de gestión ambiental. Luego, en 1994, la Comunidad Europea aprobó el Plan de Ecogestión y Auditoría Ambiental, EMAS; adicionalmente, en 1996, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) creó la norma ISO 14000.

La adecuada implementación de un SGA normalmente es garantía de:

- Prevención de la contaminación acompañada de mejora en productividad.
- Conformidad con las regulaciones ambientales aplicables.
- Conformidad con las exigencias de los clientes en materia ambiental.
- Acceso a nuevos mercados, principalmente mercados verdes internacionales.
- Mejora de la imagen empresarial ante partes interesadas: comunidad, autoridad ambiental, clientes, proveedores, accionistas, etc.
- Mejora continua del desempeño ambiental.

Los requerimientos de gestión que garantizan el adecuado funcionamiento de un SGA habitualmente están estructurados dentro de los siguientes elementos centrales:

- Política ambiental.
- Planificación.
- Implementación.

- Operación.
- Evaluación y acción correctiva.
- Revisión y mejora.

Un Sistema de Gestión Ambiental ayuda a una empresa a ser más efectiva en el logro de sus metas ambientales a través de políticas y objetivos establecidos por la alta gerencia, en un esfuerzo organizado, amplio y permanente para mejorar su desempeño ambiental, un SGA adoptado en forma correcta ofrece las siguientes ventajas:

- Flexibilidad de adaptación a la realidad de la empresa y su gestión general.
- Respaldo de una organización internacionalmente reconocida y aceptada.
- Consistencia en la política de Desarrollo Sostenible, con las regulaciones y exigencias de los consumidores.
- Mejor utilización de los recursos para reducir los costos operativos.
- Reducción de los riesgos de operación y accidentes laborales.
- Mejor imagen ante los consumidores y la comunidad en general.
- Mejor acceso a seguros, permisos y otras autorizaciones.

El éxito en la implementación de los planes propuestos siempre dependerá de la continuidad de su ejecución en el tiempo, la mejora continua y la integración de todos los sistemas de gestión y el éxito de los planes de gestión del cambio presentes en el laboratorio.

4.2 CONSECUENCIAS DEL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Uno de los riesgos ambientales asociado al crecimiento industrial es el uso intensivo de productos químicos que son precursores de residuos peligrosos, alguno de los cuales tiene características de peligrosidad para la salud y contra la seguridad de los seres vivos y el ecosistema. El daño que estas sustancias puede causar depende, en primera instancia, de su grado de toxicidad, pero también de los volúmenes de generación y estas propicien que se alcancen concentraciones suficientes para causar efectos nocivos. En este contexto, la preocupación por las sustancias químicas potencialmente tóxicas se centra en aquellas que poseen propiedades de alta toxicidad de persistencia ambiental o bioacumulación. (Peláez, Bustamante, Gómez. 2016).

4.3 RESIDUOS PELIGROSOS.

El tratamiento de los residuos peligrosos puede ser por métodos físicos, químicos o biológicos, dependiendo de la naturaleza de los residuos, en los laboratorios de la industria petrolera, están dirigidos a la determinación de las propiedades químicas y físicas de los productos, subproductos y corrientes de proceso de las plantas de procesamiento de petróleo, permitiendo tomar medidas correctivas en los procesos o la verificación de las calidades de los productos. Como parte de estas actividades, se genera un conjunto de residuos de los cuales el laboratorio es responsable de hacer el manejo y disposición dentro los parámetros ambientales, ocupacionales y de seguridad exigidos, A continuación se mencionaran las clases de residuos químicos según (Anexo III del Decreto 4741 de 2005 del MAVDT), los residuos peligrosos (RESPEL) pueden ser clasificados de acuerdo a sus características de peligrosidad

4.3.1 RESIDUO CORROSIVO:

Característica que hace que un residuo o desecho por acción química, pueda causar daños graves en los tejidos vivos que estén en contacto o en caso de fuga puede dañar gravemente otros materiales, y posee cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.5 unidades.
- b) Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor de 6.35 mm por año a una temperatura de ensayo de 55 °C.

4.3.2 RESIDUO EXPLOSIVO:

Se considera que un residuo (o mezcla de residuos) es explosivo cuando en estado sólido o líquido de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la salud humana y/o al ambiente, y además presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.
- b) Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a temperatura de 25 °C y presión de 1.0 atmósfera.
- c) Ser una sustancia fabricada con el fin de producir una explosión o efecto pirotécnico.

4.3.3 RESIDUO INFLAMABLE:

Característica que presenta un residuo o desecho cuando en presencia de una fuente de ignición, puede arder bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, o presentar cualquiera de las siguientes propiedades:

- a) Ser un gas que a una temperatura de 20 °C y 1.0 atmósfera de presión arde en una mezcla igual o menor al 13% del volumen del aire.
- b) Ser un líquido cuyo punto de inflamación es inferior a 60 °C de temperatura, con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen.
- c) Ser un sólido con la capacidad bajo condiciones de temperatura de 25 °C y presión de 1.0 atmósfera, de producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y quema vigorosa y persistentemente dificultando la extinción del fuego.
- d) Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

4.3.4 RESIDUO INFECCIOSO:

Un residuo o desecho con características infecciosas se considera peligroso cuando contiene agentes patógenos; los agentes patógenos son microorganismos (tales como bacterias, parásitos, virus, rickettsias y hongos) y otros agentes tales como priones, con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales.

4.3.5 RESIDUO RADIATIVO:

Se entiende por residuo radioactivo, cualquier material que contenga compuestos, elementos o isótopos, con una actividad radiactiva por unidad de masa superior a 70 K Bq/Kg (setenta kilo becquereles por kilogramo) o 2nCi/g (dos nano curíes por gramo), capaces de emitir, de forma directa o indirecta, radiaciones ionizantes de naturaleza electromagnética que en su interacción con la materia produce ionización en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo

4.3.6 RESIDUO TÓXICO:

Se considera residuo o desecho tóxico aquel que en virtud de su capacidad de provocar efectos biológicos indeseables o adversos puede causar daño a la salud humana y/o al ambiente

4.4 REGLAS BÁSICAS DURANTE LA GENERACIÓN Y MANIPULACION DE RESIDUOS PELIGROSOS.

- Antes de manipular cualquier residuo el trabajador debe tener entrenamiento y conocimiento sobre todo el esquema de gestión de residuos del laboratorio y los posibles riesgos involucrados en la manipulación de las sustancias químicas.
- El personal involucrado en este procedimiento debe conocer cuáles son las responsabilidades establecidas dentro del Manual para el Manejo y Disposición de Residuos de los Laboratorios.
- Antes de manipular cualquier residuo el trabajador debe conocer los procedimientos seguros para su manipulación.
- Es obligatorio formar y capacitar permanente sobre la naturaleza, composición, peligrosidad, primeros auxilios, valores límites y datos fisicoquímicos o toxicológicos.
- Se debe prestar riguroso cumplimiento a las sustancias clasificadas en el HRA como de alto (H) y medio riesgo (M) y ejecutar las recomendaciones establecidas por HSE.
- Antes de destapar una botella de muestra o reactivo, se deberá verificar el correcto funcionamiento de la cabina.
- El residuo generado debe disponerse en botellas cuya capacidad permita acumular la cantidad diaria de residuos.

- La botella debe estar en perfectas condiciones, su etiqueta legible y en ella se dispondrá sólo el residuo prevista para ella.
- Toda botella que contenga residuos debe estar debidamente etiquetada, antes de ser retirada.
- Las botellas dentro de una cabina deben colocarse alejada de fuentes de calor, llama, chispa o radiación electromagnética.
- No guardar sustancias volátiles en recipientes abiertos, todo envase que conserve este residuo debe permanecer cerrado herméticamente.
- Tanto las botellas con muestras como los reactivos deberán colocarse sobre una bandeja que confine los derrames que se puedan presentar.
- Si dentro de una cabina se generan diferentes tipos de residuos, se deben colocar las botellas separadas de acuerdo con la reactividad que un residuo puede presentar en presencia de otro.
- Las cabinas deben permanecer cerradas mientras no se estén realizando actividades dentro de la misma.
- Si se realizan vertimientos directamente al sifón, el vertido debe realizarse cerca al mismo. El sifón debe estar libre de obstáculos.

4.5 MANEJO SEGURO DE PRODUCTOS QUIMICOS.

4.5.1 NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD.

- El personal involucrado en la manipulación de productos químicos debe conocer sus riesgos, forma de manejo y control de emergencia.

- Diligencia el permiso de trabajo y sus respectivos análisis de riesgos.
- Verifica el estado de los envases, etiquetas y productos antes de usarlos. No use productos sin identificación y rotular cualquier envase adicional.
- Consulte la hoja de seguridad del producto antes de realizar toda manipulación
- Revise y use los elementos de protección personal, equipos y herramientas que se requieren de acuerdo con cada labor que se va a realizar y con los estándares establecidos (protección facial, respiratoria, de ojos, de cara, de cabeza, de cuerpo, de manos y de pies).
- No golpee los tabores de reactivos en actividades de carga y aplique los procedimientos para el manejo manual y mecánico de cargas.
- Disponer los residuos en los lugares autorizados y mantener buenas prácticas de orden y aseo.
- No utilizar celulares o equipos electrónicos que no son intrínsecamente seguros, no fumar, no ingerir alimentos dentro de lugares donde se manipula y almacena productos químicos.
- Descontaminar el área afectada en caso de derrame.
- Reportar al jefe inmediato cualquier condición insegura que se detecte en cuanto a la manipulación de sustancias químicas.

4.5.2 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDOS PARA LA MANIPULACION DE RESIDUOS PELIGROSOS EN LOS LABORATORIOS.

El personal de los laboratorios y los gestores de residuos deberán utilizar los siguientes elementos de protección personal, tal como se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4-1: Elementos de Protección Personal:

OFICIO	ROPA DE SEGURIDAD*	RESPIRADOR DE MEDIA CARA O CARA COMPLETA	BATA DE LABORATORIO O DELANTAL DE CAUCHO	BOTAS DE CAUCHO DE SEGURIDAD	MONOGAFAS	GUANTES DE NEOPRENO
Gestor de Residuos	SI	SI	Delantal de Caucho	Botas de Caucho	SI	SI
Analista	SI	SI	Bata de Laboratorio	Botas con puntera	SI	Guantes de Nitrilo

*Camisa de manga larga y overol o braga manga larga ignífuga.

4.6 MARCO NORMATIVO PARA LOS LABORATORIO QUIMICOS.

- Constitución Nacional de 1991.
- Código de Recursos Nacionales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 99 de 1993.
- Ley 253 de 1996 que ratifica el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos y su eliminación.
- Ley 430 del 16 de enero de 1998 por la cual se dictan normas prohibitivas.
- Ley 994 de 2005 por la cual se aprueba el Convenio de Estocolmo.
- El capítulo 20 de la Agenda 21 de la Conferencia de Río de 1992.
- Declaración de la Cumbre de Johannesburgo.
- Política de Producción Más Limpia.

- Decreto 4741 de diciembre 30 de 2005, Reglamenta parcialmente la Prevención y el Manejo de los Residuos o Desechos Peligrosos Generados en el Marco de la Gestión Integral.

4.7 REGISTRO DE GENERADORES DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS RESPEL.

Como requisito a nivel nacional el SIAC (sistema de información ambiental de Colombia) del ministerio del medio ambiente establece que todo generador de residuos debe hacer un registro de sus residuos:

El Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos es el instrumento de gestión de información mediante el cual se captura información normalizada, homogénea, sistemática sobre la generación y el manejo de residuos o desechos peligrosos, originados por las diferentes actividades productivas y sectoriales del país.

El Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos es diligenciado vía Web directamente por los establecimientos generadores de este tipo de residuos a nivel nacional; las autoridades ambientales son responsables de la revisión de la información consignada por los generadores y de realizar la transmisión de dicha información al IDEAM.

Por su parte, una vez el IDEAM recibe en el Sistema de Información Ambiental la información transmitida por parte de las autoridades ambientales, debe poner a disposición del público en su página Web las salidas de información nacionales consolidadas referentes a las cantidades anuales de residuos o desechos peligrosos generados por actividad productiva, por corriente o tipo de residuos, por tipo de residuos aprovechados, tratados y dispuestos y demás indicadores que considere de interés. (<http://www.siac.gov.co>).

4.8 OPCIONES DE TRATAMIENTO PARA LOS RESIDUOS.

En situaciones reales, una sola de las tecnologías a mencionar no es suficiente para tratar completamente el desecho, por lo que se hace necesario combinarlas para lograr un tratamiento y disposición satisfactoria; esto implica que los procesos estén combinados en trenes de tratamiento, de la misma manera que se hace para el tratamiento de aguas de proceso.

La alternativa seleccionada dependerá de un análisis técnico-económico-ambiental de cada una de las opciones y su factibilidad de aplicación. La situación ideal consistiría en seleccionar la alternativa que recicle al máximo, minimice la generación de residuos e incurra en el menor costo de tratamiento. De acuerdo con esto, hay algunas opciones de tratamiento:

4.8.1 REDUCCIÓN DE VOLUMEN.

La reducción de volumen o deshidratación/remoción de materia orgánica es esencial para el tratamiento de lodos del petróleo. Consiste en una operación unitaria que debe llevarse a cabo mediante filtros prensa, filtros de banda o centrífugas. El filtro prensa separa las fases líquidas (tanto acuosa como orgánica) de los sólidos. El sistema de centrífugas separa los sólidos mediante una centrífuga tipo "decanter" y posteriormente las fases orgánica y acuosa con una centrífuga de discos. Previo a alimentar los lodos al sistema de centrífugas, se adiciona un compuesto químico que desestabiliza la emulsión que conforma los lodos y favorece la separación física de sus componentes. (Espinosa, 2003).

4.8.2 DESORCIÓN TÉRMICA.

La desorción térmica, también llamada secado, es un proceso para remover orgánicos y agua de los sólidos. Estos procesos operan a mucha menor temperatura que los incineradores y en ausencia de oxígeno, puesto que no se pretende que exista combustión de los desechos. Las mezclas de orgánicos, agua y sólidos se calientan para separar los volátiles. El agua en el

desecho se convierte en vapor y ayuda a despojar compuestos semivolátiles de punto de ebullición alto. Existen muchas variaciones diferentes de este tipo de proceso. (EPA, 1996)

4.8.3 EXTRACCIÓN CON SOLVENTE

La extracción con solvente es una operación unitaria actualmente bajo intensos estudios, la cual emplea una técnica para remover crudo y otros orgánicos atrapados en lodos de refinería. El proceso utiliza un solvente volátil para despojar los orgánicos del lodo de refinería. Entre los solventes utilizados se incluyen el propano, trietanolamina y CO₂ líquido crítico. El solvente extrae el desecho orgánico, pero no remueve los metales pesados como plomo, arsénico y selenio contenidos, los cuales deben tratarse utilizando otra tecnología. (Espinosa, 2003)

4.8.4 ESTABILIZACIÓN / SOLIDIFICACIÓN.

La estabilización/solidificación es un proceso de tratamiento en el cual el desecho es mezclado con un agente estabilizante/solidificante para inmovilizar los constituyentes tóxicos. Este proceso es el comúnmente utilizado para inmovilizar metales pesados en el desecho de manera que la mezcla pueda ser colocada en el relleno. Actualmente se está investigando sobre el desarrollo de técnicas para inmovilizar desechos orgánicos mediante estabilización. Los agentes estabilizantes más comunes son: cemento Portland, cal, polvillo de hornos de cemento, y otros componentes básicos. Un agente estabilizante para orgánicos lo constituye la arcilla modificada orgánicamente. La estabilización puede ser utilizada para inmovilizar los metales pesados en desechos de refinería después de que los orgánicos se han removido mediante otros procesos. (EPA, 1996).

4.8.5 COMBUSTIBLE SUPLEMENTARIO.

Los combustibles suplementarios se refieren al uso de desechos de refinería como combustible en hornos y calderas industriales. Los hidrocarburos residuales obtenidos de los

desechos tienen un valor calorífico y pueden ser utilizados en procesos industriales con preparación mínima. Los usuarios primarios de desechos como combustibles suplementarios son los hornos de cemento. En otros países algunos hornos de cemento tienen acuerdos nacionales con compañías que manejan desechos, para aceptar desechos orgánicos como combustible.

Según las regulaciones de la RCRA de los EE.UU., un combustible suplementario debe tener al menos 5000 BTU/lb de valor calórico. Los hornos de cemento imponen requerimientos adicionales en valor combustible, niveles de metales y características de manejo del material. Si el material no cumple con todos los criterios, puede mezclarse con otro material hasta que las especificaciones de la mezcla sean aceptables como combustible. Los combustibles suplementarios no están restringidos a líquidos. Si el horno de cemento está adecuadamente equipado para manejar sólidos, tales como tortas de filtros prensa, también pueden ser utilizados como combustible.

4.8.6 INCINERACIÓN.

La incineración de desechos peligrosos ha sido el tratamiento más probado para desechos de refinería. En un incinerador de horno rotatorio, el desecho se inyecta y se quema dentro del incinerador, el cual opera a una temperatura entre 980 a 1200 OC. El tiempo de residencia para sólidos en un horno rotatorio es aproximadamente 30 minutos. Los incineradores de lecho fluidizado operan a menores temperaturas en el rango de 732 a 760 °C. El tiempo de residencia de sólidos en los incineradores de lecho fluidizado puede estar en el orden de días para sólidos atrapados en el lecho. Los sólidos que se remueven del incinerador son analizados para determinar el contenido de metales pesados y, si es necesario, estabilizarlos antes de ser colocados en un relleno. Los compuestos orgánicos son transformados en CO₂ y H₂O por combustión, y HCl si cualquier orgánico clorado se encuentra presente. El HCl y partículas se remueven antes de descargar los gases a la atmósfera. Como se mencionó

anteriormente, la incineración es uno de los procesos más probados y ensayados; desdichadamente es el más costoso. Esta es la razón por la cual se evalúan otros procesos o combinaciones. (Espinosa, 2003)

4.8.7 COQUIZACION

La coquificación es una tecnología que se ha venido usando como una opción para disponer lodos de refinería. Puede ser un método económico de disposición en algunos casos. Desafortunadamente, alimentar desechos en un coquificador puede ocasionar una degradación en la calidad del coque producido. Esta degradación es causada por el contenido inorgánico de estos lodos. La alimentación de crudo recuperado libre de metales a un coquificador es una técnica de disposición comúnmente utilizada para hidrocarburos removidos de desechos de refinería, pero es costosa y no se aprovecha el potencial del crudo.

4.8.8 BIOTECNOLOGÍA

La biotecnología utiliza biosurfactantes y/o microorganismos biodegradadores para tratar hidrocarburos. En el caso de los biosurfactantes, estos compuestos disminuyen la tensión superficial de las interfaces aceite/agua, permitiendo su separación en fases distintas y posterior recuperación del hidrocarburo. Los microorganismos presentes en el suelo pueden utilizarse para biodegradar hidrocarburos si se diseña la correcta combinación de nutrientes y oxígeno. (Grosso, 2004).

4.9 ALTERNATIVAS DE MITIGACION EN LA PRODUCCION DE RESIDUOS

4.9.1 REDUCCION EN LA GENERACION Y SEGREGACION

Las técnicas para reducir el volumen de residuos desde el origen, se fundamentan en el aprovechamiento de materiales que sobran durante el proceso, que tienen potencial de transformación en residuos peligrosos y que mediante prácticas apropiadas se puedan

controlar, la reducción de residuos se refleja en la operación bajando los costos de producción e impacto al medio ambiente

La segregación en la fuente es la base fundamental de la adecuada gestión de residuos y consiste en la clasificación y disposición de los residuos en las canecas y contenedores adecuados, de acuerdo con el código de color adoptado por la legislación vigente, la segregación es una opción de minimización de residuos peligrosos, debido que en este tipo de laboratorios mezclan los residuos convencionales con los residuos peligrosos, ya que se pierde la composición natural del residuo.

4.9.2 CONTROLES MEDIO AMBIENTAL ESTABLECIDO ACTUALMENTE EN LAS INDUSTRIAS PETROLERAS:

- **Control de efluentes líquidos:** Con plantas de tratamiento de aguas residuales que separan las aguas procedentes de los deslastres de las aguas de los procesos, mediante tratamientos físico-químicos y biológicos, estas aguas son depuradas para que la calidad del vertido final cumpla con las especificaciones recogidas en la legislación vigente.
- **Control de emisiones gaseosas:** Se realizan primero mediante el almacenamiento adecuado de los productos, de acuerdo con sus volatilidades lo que respecta a las emisiones (humos) procedentes de la combustión, se llevan a cabo mediante la utilización de combustibles con bajo contenido en azufre o de aditivos para la disminución de la emisión de partículas, entre otras medidas. Así mismo, hay sistemas de medición periódica de las emisiones (en forma de gases a la atmósfera) e inmisiones (lo que se deposita en los Suelos), con el fin de garantizar que se cumplan las especificaciones medioambientales establecidas por las leyes.
- **Control de los residuos sólidos:** El tratamiento adecuado de los lodos generados en las distintas fases de los procesos, se realiza en las plantas de inertización con

nitrógeno para convertir estos residuos en materiales inocuos, la ley obliga que las instalaciones industriales a incorporar mejoras técnicas en cada sector dependiendo de su actividad, entre ellos se encuentra el del petróleo con el fin de neutralizar las emisiones que pudieran contaminar el medio ambiente. La ley impone un control de la contaminación de tal manera que las empresas deben establecer mecanismos de prevención tanto del suelo, aire, agua, etc.

- **Tecnología verde:** Para fomentar las inversiones en la investigación y desarrollo de tecnologías "más verdes", los gobiernos pueden iniciar por eliminar los subsidios a las industrias del gas y del petróleo e imponerles impuestos más altos a los grandes contaminadores. Aunque los gobiernos tendrán su papel en el desarrollo de energías limpias, es probable que el sector privado otorgue la mayor parte del financiamiento y su innovación para los nuevos proyectos energéticos.
- **Producción responsable:** consiste en la mejora, el control y la gestión de los productos químicos peligrosos. La producción responsable incrementa la seguridad global, reduce las incidencias relacionadas con los productos químicos y protege el medio ambiente y la sociedad.
- **Equidad intergeneracional:** la generación actual tiene derecho al uso y disfrute de los recursos del planeta, pero tiene también la obligación de tener en cuenta el impacto a largo plazo de sus actividades y de preservar la base de recursos y el medio ambiente mundial para beneficio de las generaciones futuras de la humanidad.
- **Producción más limpia y eficiente con los recursos:** se aplica a estrategias, procesos, productos y servicios integrados y preventivos que incrementan la eficiencia de los productos y reducen los riesgos para el ser humano y el medio ambiente. Esto

se consigue mediante la eficiencia de los productos, la gestión ambiental y el desarrollo humano.

4.10 TECNICAS DE ANÁLISIS DE RIESGOS

4.10.1 MATRIZ RAM

Para la valoración de las entradas y salidas se tomará en cuenta la matriz RAM, mostrada en la tabla 5.2 y 5.3 (Risk Assessment Matrix): matriz de evaluación de riesgos, es una herramienta para la evaluación de los riesgos y para su clasificación, donde el riesgo es el producto de combinar la probabilidad de que un evento específico indeseado ocurra y la severidad de las consecuencias.

El Objetivo para describir la metodología de uso de la matriz de valoración de riesgos RAM (Risk Assessment Matrix), para evaluar los riesgos asociados a las actividades desarrolladas en la industria del petróleo, donde este instructivo define también criterios para clasificar los incidentes ocurridos. El alcance de la metodología de la matriz de valoración de riesgos (RAM) se debe utilizar como herramienta de decisión para el manejo de riesgos que impliquen consecuencias para las personas, el ambiente, los clientes, los bienes y la imagen de una compañía. (Ecopetrol, 2008)

Tabla 4-2: MATRIZ RAM

CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD				
Personas	Economica *	Ambiental	Imagen de la Empresa		A	B	C	D	E
					No ha ocurrido en la	Ha ocurrido en la	Ha ocurrido en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en nuestra	Sucede varias veces por año en la refinería
Una o mas Fatalidades	Catastrofica > \$10M	Masivo	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad Permanente	Grave \$1M a \$10M	Mayor	Nacional	4	I	M	M	H	H
Incapacidad Temporal > 1	Severo \$100K to \$ 1.0	Localizado	Regional	3	N	I	M	M	H
Lesion Menor (sin)	Importante \$10K to \$100K	Menor	Local	2	N	N	L	L	M
Lesion Leve (tros)	Marginal < \$10K	Leve	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna Lesion	Ninguna	Ningun Efecto	Ningun Impacto	0	N	N	N	N	N

Aumenta el impacto en el negocio

VH	Muy alto: Riesgo Intolerable para asumir
H	Alto: Inaceptable, deben buscarse alternativas.
M	Medio: Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos
L	Bajo: Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos
N	Despreciable: Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

NOTA (*) Impacto económico sobre tanto las instalaciones como los procesos y productos. Se expresa en Miles de dolares (K\$) o en millones de dolares (M\$).

Tabla 4-3: VALORACION MATRIZ RAM

COLOR	RIESGO	TOMANDO DECISIONES	PARA EJECUTAR TRABAJOS
VH	Muy Alto	Intolerable.	Buscar alternativas. Si se decide hacer el trabajo, la alta dirección (Vicepresidente o Director) define el equipo para la elaboración del ATS y lo aprueba.
H	Alto	Deben buscarse alternativas que presenten menor riesgo. Si se decide realizar la actividad se requiere demostrar cómo se controla el riesgo y los cargos de niveles iguales o superiores a Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio o Jefe de Unidad deben participar y aprobar la decisión.	Buscar alternativas. Si se decide hacer el trabajo, el Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio, Jefe de Unidad o Jefe de Departamento del área involucrada nombra el equipo para elaborar ATS y lo aprueba.
M	Medio	No son suficientes los sistemas de control establecidos; se deben tomar medidas que controlen mejor el riesgo.	El coordinador nombra el equipo para elaborar ATS y lo aprueba.
L	Bajo	Se deben gestionar mejoras a los sistemas de control establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos, etc.).	Efectuar Tres Ques: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
N	Ninguno	Riesgo muy bajo, usar los sistemas de control y calidad establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos, etc.)	

Fuente Ecopetrol matriz RAM

4.10.2. DEFINICIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LAS CONSECUENCIAS:

Las consecuencias se evalúan en las siguientes categorías: daño a personas, consecuencias económicas, efectos en el medio ambiente, afectación al cliente e impacto en la imagen de la empresa, pero solo se describirá la que nos interesa que es impacto al medio ambiente. (Ecopetrol, 2008)

Tabla 4-4: CATEGORIA DE LAS CONSECUENCIAS

No.	DESCRIPCIÓN
0	Sin efectos: Sin afectación ambiental. Sin modificaciones en el medio ambiente.
1	Efectos Leves: Emisiones o descargas con afectación ambiental leve y temporal, y dentro de las instalaciones. Acciones de remediación en el inmediato plazo. No existe contaminación
2	Efectos menores: Emisiones o descargas menores, con afectación al medio ambiente dentro de las instalaciones, sin efectos duraderos, ó que requieren medidas de recuperación en el corto plazo, ó una única violación a los límites legales ó actos administrativos ó una única queja registrada (call center o escrita) ante organismos gubernamentales. No existe contaminación
3	Contaminaciones localizadas: Emisiones o descargas limitadas con contaminación ambiental localizada en predios vecinos y/o el entorno, ó que requiere medidas de recuperación en el mediano plazo, ó repetidas violaciones de los límites legales ó actos administrativos ó varias quejas registradas (call center o escrita) ante organismos gubernamentales.
4	Contaminaciones mayores: Emisiones o descargas que causan contaminación ambiental dispersa o grave ó que requiere medidas de recuperación en el largo plazo, ó violaciones prolongadas a los límites legales o actos administrativos, ó molestia generalizada de la comunidad, registrada (call center o escrita) ante organismos gubernamentales.
5	Contaminaciones irreparables: Emisiones o descargas que causan un daño ambiental irreparable en un área extensa o en áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza; ó constante violación de los límites legales o actos administrativos. Requiere medidas de compensación por daños irreparables.

Fuente Ecopetrol matriz RAM

4.11 ESTADO DEL ARTE EN CUANTO A ELIMINACIÓN DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO.

El tratamiento de los residuos peligrosos puede ser por métodos físicos, químicos o biológicos, dependiendo de la naturaleza de los residuos, en los laboratorios de la industria petrolera, están dirigidos a la determinación de las propiedades químicas y físicas de los productos, subproductos y corrientes de proceso de las plantas de procesamiento de petróleo, permitiendo tomar medidas correctivas en los procesos o la verificación de las calidades de productos. Como parte de estas actividades, se genera un conjunto de residuos de los cuales el laboratorio es responsable de hacer un manejo y

disposición dentro de los parámetros ambientales, ocupacionales y de seguridad exigidos. (Ecopetrol, 2007).

Los procedimientos para la eliminación de los residuos son variados y que se apliquen unos u otros, depende de los factores citados anteriormente; no obstante, para nuestro caso los residuos del proceso de análisis se obtienen las siguientes corrientes:

- Productos y contra muestras no utilizadas durante el análisis, las cuales pueden ser fundamentalmente hidrocarburos, aguas de proceso y crudos.
- Residuos del análisis químico, compuestos por una muestra de producto a analizar, reactivos que no reaccionan durante la prueba y subproductos de las reacciones entre la muestra y reactivo.
- Residuos sólidos, compuesto fundamentalmente por insumos que se consumen durante el análisis como: material de vidrio, servilletas, botellas, viales, jeringas desechables, guantes y otros.
- Aguas de lavado, generadas durante los procesos de lavado de material de vidrio y equipos.
- Emisiones de tipo fugitivo, generadas durante los análisis y provenientes de botellas destapadas, calentamientos de muestras o reacciones que despiden vapores.

4.12 GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS.

4.12.1 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES:

La gestión debe basarse en los principios de minimización, reutilización, tratamiento y eliminación segura. Para ello se deberá establecer un programa de gestión de residuos en el laboratorio que contemple todos los residuos generados, sean banales (no especiales o

no peligrosos) o peligrosos (especiales). El programa debe contemplar básicamente los siguientes aspectos:

- Inventario de todos los productos considerados como residuos.
- Definición de grupos con base en sus características fisicoquímicas, incompatibilidades, riesgos específicos y/o tratamiento y eliminación posterior.
- Contemplar las posibilidades de minimización considerando la posible reutilización, recuperación, neutralización y eliminación. Una adecuada gestión de compras, manteniendo el stock al mínimo, ya que esto se reduce el volumen de reactivos caducados, sobrantes o de uso no previsible.
- Implantación de un sistema de recogida selectiva en función de los grupos establecidos con provisión de contenedores adecuados a las características de los residuos e identificación y etiquetado de los envases y contenedores.
- Información y formación del personal del laboratorio sobre la existencia y características del plan de gestión de residuos, siendo recomendable disponer de un contrato con una empresa externa autorizada para la recogida, tratamiento y eliminación de aquellos residuos que no puedan tratarse en el propio laboratorio, pero realizando las auditorías a este tipo de contratos para garantizar su disposición final del reactivo de acuerdo a lo establecido en los contratos.
- La gestión de residuos de laboratorio debe tener en cuenta las exigencias de la normativa existente, sea a nivel local o interno, nacional o internacional y contemplar la gestión diferenciada de aquellos residuos que tienen una legislación específica: radiactivos, biológicos (sanitarios) y cancerígenos, por ejemplo.

4.12.2 PASOS A SEGUIR PARA HACER UNA BUENA GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS.

Las organizaciones utilizan habitualmente materiales peligrosos que, cuando se utilizan de forma inadecuada, representan una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. La ISO 14001 proporciona un marco y un enfoque estructurado para el manejo de residuos. Durante la identificación y evaluación de aspectos ambientales se determina qué desechos están surgiendo en sus procesos. Y posteriormente se define cómo van a ser tratados en base a los distintos controles operacionales. Cómo manejar los residuos:

La gestión de residuos es sencillamente el proceso de tratamiento de dichos residuos. Realmente, la norma ISO 14001 no establece los pasos concretos respecto al tratamiento de los residuos. De manera que cada organización puede acercarse a ella de acuerdo a sus necesidades. No obstante, existen un conjunto de pasos comunes en el proceso:

4.12.2.1 EVALUAR LOS RESIDUOS

Para poder manejar correctamente los residuos, la organización necesita determinar si se trata de un residuo peligroso o no. Y si el manejo de dichos residuos, en particular, está regulado por la legislación. Este paso es conocido como clasificación o categorización de residuos.

4.12.2.2 ALMACENAR LOS RESIDUOS

En función del tipo de residuos, habrá diferentes requisitos en relación a las instalaciones de almacenamiento de los mismos. Los residuos pueden encontrarse en forma sólida o líquida, por lo que es importante almacenarlos en función de sus características. Los residuos peligrosos deben almacenarse en un recipiente resistente, a prueba de fugas, etc. Los diferentes tipos de residuos pueden requerir distintos tipos de contenedores de almacenamiento. El recipiente debe estar marcado con las palabras “residuos peligrosos” y una descripción clara de los contenidos. Además de indicar la fecha en la que los residuos se depositan por primera vez en el contenedor. Los contenedores deben ser almacenados sobre

una superficie impermeable con suficiente espacio en los pasillos para poder realizar inspecciones semanales.

Para el almacenamiento al aire libre existen una serie de requisitos adicionales. Estos son:

Controlar el acceso a los contenedores.

Proteger los contenedores de los elementos externos.

Almacenar los residuos líquidos en una superficie curva e impermeable para prevenir fugas accidentales.

4.12.2.3 ETIQUETAR LOS RESIDUOS

Los residuos no peligrosos no tienen por qué estar marcados de alguna manera especial. Por otro lado, el etiquetado de los residuos peligrosos a menudo se prescribe en la ley. En la mayoría de los países, la organización debe obtener una licencia para generar incluso algunos tipos de residuos peligrosos. La etiqueta para los contenedores de residuos peligrosos debe contener la siguiente información:

Advertencia: Residuos Peligrosos.

Información sobre la persona encargada de almacenar el residuo: nombre, dirección, teléfono, fecha de almacenamiento y nombre y apellidos de la persona responsable.

Características físicas de los residuos: polvo, sustancias sólidas, viscosas, pastas, lodos, sustancia líquida, sustancias gaseosas, etc.

4.12.2.4 TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

La organización es responsable de los residuos peligrosos de manera vitalicia. Con el objetivo de garantizar que los residuos peligrosos se transportan y se desechan correctamente, se debe elegir un transportista que cumpla los siguientes requisitos:

Estar en posesión de un número de identificación de residuos peligrosos.

Estar autorizado como transportista de residuos peligrosos.

Cumplir con los requisitos específicos de formación.

Poseer el seguro de responsabilidad adecuado.

Tener actualizadas las credenciales del vehículo de transporte.

Transportar los residuos a una instalación para residuos peligrosos.

4.12.2.5 PLAN DE EMERGENCIAS

El manejo de residuos peligrosos deja espacio para las situaciones de emergencia causadas por la mala gestión de los residuos o cualquier otra causa. Planificar las emergencias de la siguiente forma:

Mantener la fuga y el equipo de respuesta ante emergencias en una zona accesible.

Capacitar a los trabajadores en los procedimientos de respuesta ante emergencias correspondientes a su puesto de trabajo.

4.12.2.6 CAPACITAR AL PERSONAL

La capacitación de todos los trabajadores que desempeñan un papel en el manejo, almacenamiento o en otra forma de gestión de residuos peligrosos es un paso necesario para garantizar el cumplimiento de las normas de residuos peligrosos. El personal debe estar familiarizado con los peligros de cada uno de los residuos, procedimientos de seguridad y requisitos de cumplimiento.

Para cada uno de los trabajadores que hayan de intervenir en cualquier segmento del sistema de gestión de residuos, es necesario proporcionar una formación y condiciones de trabajo adecuadas. La capacitación debe incluir una introducción a:

Procedimientos básicos para la gestión de residuos.

Riesgos humanos y ambientales.

Medidas de precaución en la gestión de residuos.

Responsabilidades y autoridades.

En el proceso de implementación de un sistema de gestión de residuos, la formación debe ser realizada por profesionales que han trabajado en la creación del plan de gestión de residuos.

4.12.2.7 MANTENER REGISTROS

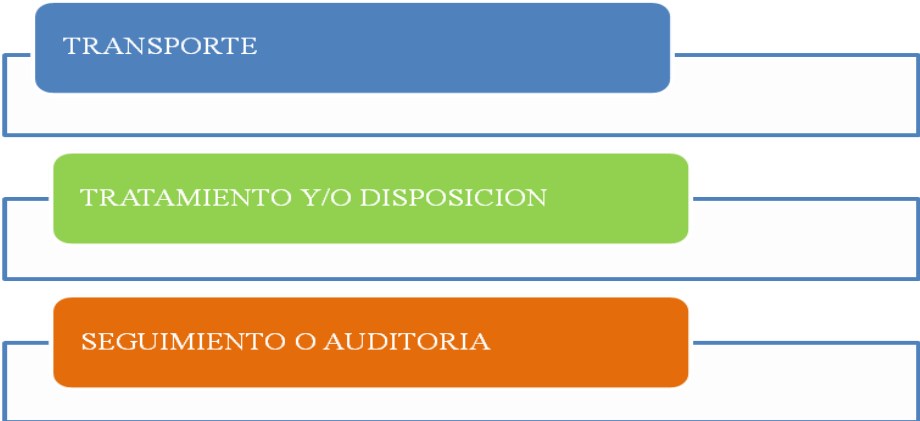
El objetivo es llevar registros para proporcionar evidencias de que los residuos se almacenan de acuerdo con los procedimientos. Los registros habituales de almacenamiento están orientados al tipo y la cantidad de los residuos generados. Posteriormente, los registros de los residuos son enviados a una organización autorizada. (ISO 14001, 2015)

Las Figuras 4.1 y 4.2, muestran el esquema general de los pasos a seguir en el laboratorio.

Figura 4-1: DENTRO DEL LABORATORIO.



Figura 4-2: FUERA DEL LABORATORIO



5. METODOLOGIA Y VARIABLES A ANALISAR.

Teniendo en cuenta que el manejo de residuos es un tema amplio y con variados contextos para su análisis e investigación, se planteó el desarrollo del trabajo bajo una metodología practica estructurada de la siguiente manera:

- Estudio del contexto y el estado del arte.
- Trabajo de campo para diagnosticar los procesos del laboratorio e identificar la problemática.
- Análisis de aspectos ambientales.
- Consolidación y triangulación de información recolectada en campo.
- Planteamiento de alternativas y aplicación de herramientas de análisis para la selección del nuevo plan de gestión de residuos.
- Estructuración del plan de gestión del cambio que apoyara la implementación de nuevo plan de gestión de residuos.

5.1. VARIABLES

- a) Cantidad de residuos generados (Soluciones Químicas, Hidrocarburos, Vidrio, material impregnado de hidrocarburo)
- b) Grupos de segregación para los residuos generados.
- c) Relación entre la cantidad de residuos de hidrocarburos generados y cantidad de muestras analizadas.
- d) Relación entre la cantidad de residuos de sustancias químicas generados y cantidad de muestras analizadas.
- e) Cantidad de Hidrocarburos recuperables.
- f) Relación entre la cantidad de residuos generados y los costos asociados a disposición final.
- g) Cantidad de vidrio reutilizable.

- h) Cantidad de material impregnado como servilletas, jeringas desechables y consumibles de análisis que no se pueden volver a utilizar en el proceso.

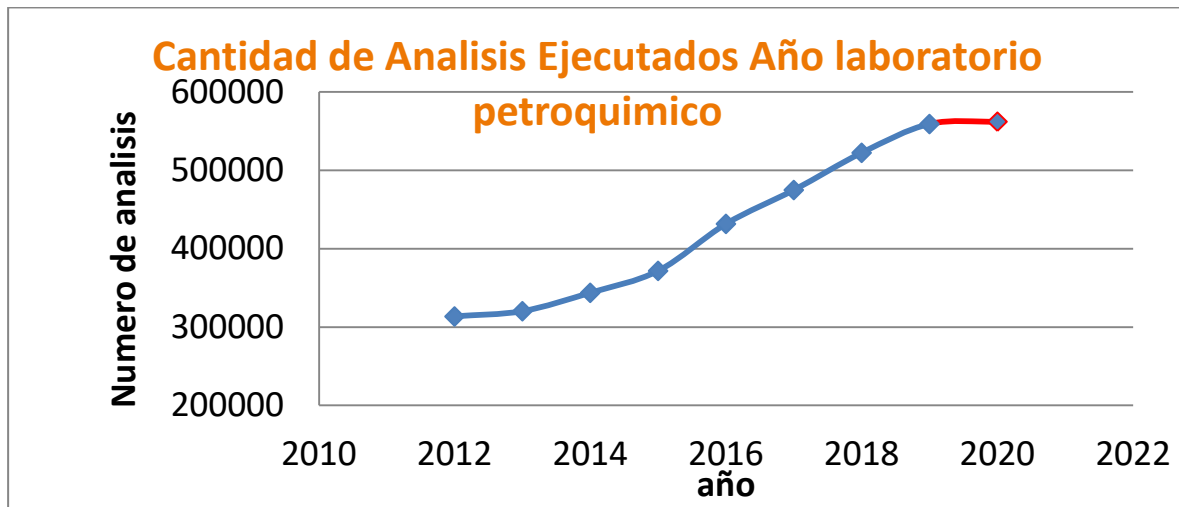
6. TRABAJO DE CAMPO PARA DIAGNOSTICAR LOS PROCESOS DEL LABORATORIO E IDENTIFICAR LA PROBLEMÁTICA.

6.1 DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DEL LABORATORIO E IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES GENERADORAS.

Los procesos desarrollados al interior del laboratorio están dirigidos a la determinación de propiedades químicas y físicas a productos, subproductos y corrientes de las diferentes plantas que componen una refinería, como hidrocarburos entre productos blancos (ACPM, JET 1A, Diesel, nafta, condensado), negros (fondos de vacío, asfalto, crudo, combustóleos fuel oíl o aromáticos (Benceno, tolueno, xileno), aguas de proceso, ácidos (ácido sulfúrico), bases, ceras, azufre, gases como gas licuado del petróleo (GLP), propileno, butano, gases de refinería y catalizadores, con el objetivo de tomar medidas correctivas a los procesos o la verificación de la calidad de los productos de despacho (VoBo). Como parte de estas actividades el laboratorio genera residuos peligrosos no segregados los cuales son entregados a un tercero para hacer el manejo y disposición dentro de los parámetros ambientales, ocupacionales y de seguridad aplicables en Colombia.

Igualmente se indago respecto a la disponibilidad de información primaria de las cantidades de residuos generados en el laboratorio, encontrando que tan solo se cuenta con registros completos de las cantidades de residuos generados, para los años 2017 y 2018, los cuales corresponden a los periodos de tiempo en los que los funcionarios del laboratorio manifiestan han tenido un crecimiento notable en la cantidad de muestras que procesa al año.

Grafica 6.1 cantidad de análisis realizados por año y proyectadas al 2020



Fuente interna

Por otra parte la alta dirección del laboratorio manifiesta tener dificultades con los resultados de las mediciones de higiene industria que se realizan anualmente, básicamente manifiestan que para las diferentes áreas del laboratorio se están sobrepasando los Valores límites permisibles para sustancias de interés ocupacional. (No se anexan valores debido a que es información confidencial).

6.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN SU COMPOSICIÓN.

El laboratorio ejecuta cerca de 350 métodos de ensayo, los cuales requieren de múltiples insumos y materiales para su ejecución, a continuación se describen los diferentes grupos de residuos identificados durante la recolección de información en campo

6.2.1 RESIDUOS DE PLÁSTICO.

Los tipos más importantes de plásticos utilizados son el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), policloruro de vinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET) y poliuretano (PU), entre los residuos plásticos que se encuentra en el laboratorio tenemos: Envases de 250 cc para Sodas y ácidos – jeringas, Puntas de Bureta, tarros de 5 ml, Envases para azufre, puntas de micro-jeringas, Sellos Termo-encojible, Tapas, envases de reactivos, residuos de polietileno, contratapas, bolsas entre otros.

6.2.2 RESIDUOS DE ESPUMA DE POLIURETANO

La espuma de poliuretano es un material plástico poroso formado por una agregación de burbujas, entre los residuos de poliuretano que se encuentra en el laboratorio tenemos: espuma protectora para equipos, Aislante Térmico.

6.2.3 RESIDUOS CON ALTO CONTENIDO DE CELULOSA.

La celulosa constituye la materia prima del papel, cartón y de los tejidos de fibras naturales. Entre los residuos de celulosa que se encuentra en el laboratorio tenemos: papel, papel de lija, cajas, papelería de oficina.

6.2.4 RESIDUOS DE MATERIALES ABSORBENTES DE DERRAMES

En el proceso de recolección o limpieza de derrames se puede hacer uso de Chemisorb que su compuesto químico es ácido silícico amorfo y/ o Aserrín de Madera que es material compuesto de Celulosa. En el laboratorio actualmente es uno de los residuos sólidos que más utilizados en caso de derrames

6.2.5 RESIDUOS O CONTENEDORES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) (ICOPOR)

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno; tiene diversos usos tales como el producir envases o para embalar equipos y materiales, su disposición es más complicada con la legislación colombiana

6.2.6 RESIDUOS DE GUANTES DE NITRILO.

El material de los Guantes de Nitrilo corresponde a un peróxido curado de caucho de Nitrilo donde los nitrilos son compuestos orgánicos que poseen un grupo de cianuro ($-C\equiv N$) como grupo funcional principal. Son derivados orgánicos del cianuro de los que el hidrógeno ha sido sustituido por un radical alquilo. Para el caso del laboratorio representa una gran cantidad de residuos ya que se utilizar turno a turno por todo el personal del laboratorio, aproximada 3 cajas de guantes de 100 pares.

6.2.7 RESIDUOS DE MATERIALES EN TELA, ALGODÓN Y/O POLIESTER

Las telas son hechas del entramado de hilos que pueden ser de diferentes materiales, donde las más genéricas son los compuestos de algodón, y para mejorar sus características se mezclan con poliéster u otros materiales. Se evidencio que en muy pocas ocasiones hay batas para desecho.

6.2.8 RESIDUOS DE CAUCHO

El caucho es un polímero elástico, cis-1,4-polisopreno, polímero del isopreno o 2-metilbutadieno. C_5H_8 que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente, en el laboratorio se utiliza como accesorio para equipos para la realización de análisis.

6.2.9 RESIDUOS DE ACETATO

El Acetato es un material transparente que se emplea en la industria gráfica y se destina a la fabricación de películas fotográficas. En la química, el acetato constituye la sal que se forma al mezclar el ácido acético con alguna base. El acetato de celulosa, por su parte, es un termoplástico incoloro y amorfo. Presenta buena estabilidad respecto a los rayos UV y es higroscópico (puede absorber y exhalar la humedad, según el medio), para el laboratorio salen residuos de acetato como insumo para realizar análisis.

6.2.10 RESIDUOS DE VIDRIO

El vidrio es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo que se obtiene a unos 1500 °C a partir de arena de sílice (SiO₂), carbonato de sodio (Na₂CO₃) y caliza (CaCO₃). Se encontraron residuos de viales para cromatografía, material de vidrio partido, contenedores para MC (prueba de separación para jet).

6.2.11 MATERIAL SECANTE DE DRIERITE.

Los desecantes DRIERITE están hechos del mineral natural, el yeso (sulfato de calcio), y están disponibles en varias variedades diseñadas para resolver todo tipo de problemas de secado. Se utiliza en el laboratorio cuando hay derrame de hidrocarburos.

6.2.12 MATERIALES MISCELÁNEOS Y EPPS.

Residuos de elementos de protección personal como arnés, cartuchos para máscara, guantes impregnados, zapatos de seguridad, gafas entre otros.

6.2.13 RESIDUOS METÁLICOS

Entre los residuos metálicos que encontramos están los desechos de pruebas como los filtros de separación, tarros de aceites para las máquinas de RON y MON, láminas de corrosión y otros residuos metálicos.

6.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS LIQUIDOS SEGÚN SU COMPOSICIÓN.

6.3.1 HIDROCARBURO

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno entre los que se tiene crudo, gasolina, jet, diesel, combustóleo, aromáticos como benceno, xileno, tolueno, slurry entre otros.

6.3.2 REACTIVOS QUIMICOS:

Un reactivo es una sustancia o compuesto añadido a un sistema para provocar una reacción química. De los que se tiene HCL, NAOH, Ciclohexano, NHO_3 entre otros.

6.3.3 MEZCLA DE HIDROCARBURO, AGUA Y REACTIVOS QUIMICOS.

6.3.3.1 MEZCLA DE HIDROCARBURO:

La mezcla de hidrocarburos son uno de los residuos contaminantes y más abundantes que se generan actualmente, al igual que los aceites lubricantes ya que se contaminan durante su utilización con productos orgánicos de oxidación y otras materias. Cuando la cantidad de estos contaminantes es excesiva el lubricante ya no cumple con su función y debe ser reemplazado por otro nuevo, estos dos residuos salen de los diferentes análisis que se realizan en el laboratorio y los aceites lubricantes su desecho se obtiene del mantenimiento de las máquinas de RON y MON.

6.3.3.2 Aguas de lavado:

En los laboratorios se establecen los lineamientos para la limpieza del material de vidrio de uso general y el usado en las técnicas de gravimetría, volumetría, electrometría, espectrofotometría, absorción atómica, plasma, cromatografía y material de plástico, para cumplir con los requisitos de la norma ISO/IEC/NTC 17025, las aguas de lavado salen después de la limpieza del material de laboratorio y el lavado de botellas.

6.3.3.3 Reactivos químicos:

Son aquellos residuos producidos en el laboratorio con alguna de las siguientes características: combustibles, inflamables, explosivos, reactivos, radiactivos, volátiles, corrosivos y/o tóxicos; las cuales pueden causar daño a la salud humana y/o al medio ambiente. Así mismo se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos, ellos salen de todos los análisis que se efectúan en cada una de los turnos.

6.4 ENTREVISTAS E INSPECCION VISUAL DE LA DISPOSICION DE RESIDUOS.

Se realizaron algunas entrevistas con parte del personal para los cuales se realizaron preguntas abiertas, para obtener información sobre la identificación de los residuos sólidos y líquidos, su generación y separación en la fuente; la revisión se hace desde los diferentes laboratorios internos hasta su almacenamiento temporal y disposición final por parte de un tercero, el personal manifiesta que no se hace una buena segregación por el volumen de trabajo y que no hay una cultura en torno al reuso y reciclaje, y finalmente declaran que esta segregación la debe hacer el gestor de residuos, se evidencia que no se tiene interiorizada la importancia del correcto manejo de residuo y de una mala segregación desde la fuente por observación directa.

6.5 PROBLEMAS IDENTIFICADOS.

- El laboratorio no cuenta con una matriz de aspectos e impactos ambientales que permita implementar controles y valorar los impactos de entrada y salida en el proceso del laboratorio.
- El laboratorio desconoce los requisitos legales y normativas aplicables los aspectos ambientales asociados a sus procesos.
- No se cuenta con una clasificación o agrupación de los residuos que permita hacer una segregación práctica y efectiva de los residuos.
- No se cuenta con registro constante de la cantidad de residuos generados y los costos asociados a la disposición final de los mismos.
- El personal no tiene interiorizada la importancia de la segregación de residuos.

6.6 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS RESIDUOS DEL LABORATORIO:

Figura 6.1 Los residuos de sólidos de parafina son recogidos en bolsas de papel parafinado y enviados a disposición de un tercero, este tipo de residuos pueden volver al proceso.



Figura 6.2 Se observa el manejo inapropiado de residuos ya que para su disposición se deben realizar en cabina.



Figura 6.3 Sitio actual para la disposición de residuos sólidos a ser retirados por la empresa aliada.



Figura 6.4 Manejo de los residuos líquidos

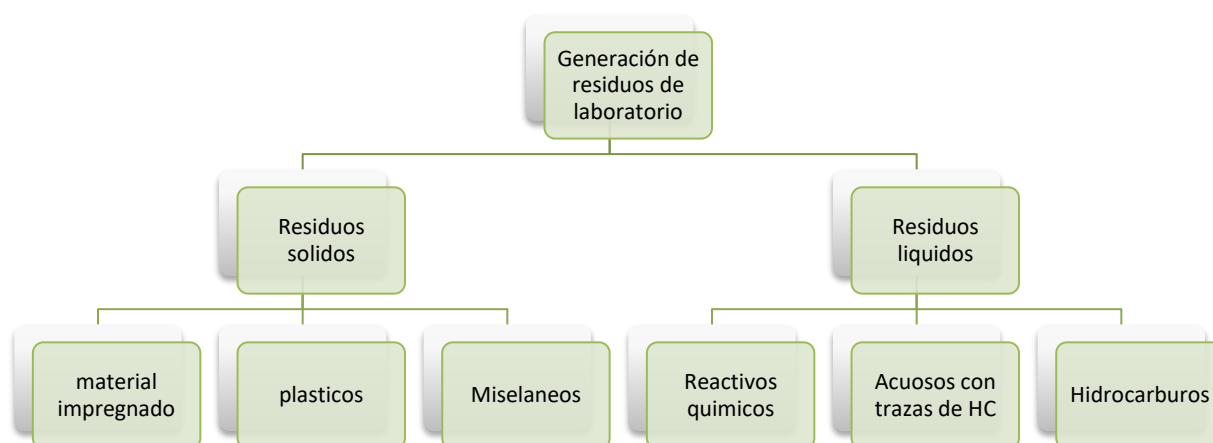


7. CONSOLIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN DE INFORMACIÓN RECOLECTADA EN CAMPO

7.1 AGRUPACION DE LOS RESIDUOS POR FAMILIAS.

Luego de caracterizar los residuos que se generan en el laboratorio se observa que es viable proponer agrupaciones de residuos por similitud en su composición y origen, igualmente es claro que hay dos familias grandes que son, residuos sólidos y residuos líquidos. Cada familia puede subdividirse a fin de originar una segregación efectiva en la fuente, a continuación se plantea el esquema básico de segregación propuesto para el laboratorio

Grafica 7.1 Esquema de agrupación de residuos por familias.



7.2 ASPECTOS AMBIENTALES DEL LABORATORIO PETROQUIMICO.

En la tabla 7.1, se listan los aspectos ambientales comunes encontrados para las áreas de trabajo y se clasificaron en aspectos ambientales de entrada y salida. Igualmente se relaciona la valoración del impacto mediante matriz RAM para cada impacto.

Por otra parte se asignó a cada aspecto ambiental los controles que se pueden implementar, a fin de cumplir de manera eficaz con la legislación aplicable, el desarrollo de la matriz no permite concluir que el plan de gestión de residuos debe contemplar la capacitación y entrenamiento en el conocimiento y aplicación de la legislación aplicable.

El desarrollo de la matriz de aspectos e impactos ambientales ha permitido proponer controles para cada uno de los impactos, a fin de bajar la valoración del riesgo de M a L, que corresponde a una mejora considerable en la gestión ambiental del laboratorio. La implementación de estos controles permitirá que el laboratorio tome la senda del sostenimiento ambiental y reduzca de manera considerable el impacto sobre los recursos.

Tabla 7-1: ASPECTOS AMBIENTALES

MATRIZ DE CALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO													
Area	Tipo de Aspecto	Aspecto Ambiental	Descripción	Impactos Asociados	VALORACION DE IMPACTOS		CONTROLES IMPLEMENTADOS			Legislación Asociada	Nivel de Riesgo Por Matriz RAM despues		
					Impacto Ambiental (+/-)	Nivel de Riesgo Por Matriz RAM antes	En la fuente	En el medio	En el receptor				
Laboratorio de Petroquímica	Entrada	Muestras de Hidrocarburos	Diesel, JET, Nafta, Gasolina, Solventes, Organicos, Crudo, Combustoleo, Asfalto	Agotamiento del recurso hidrico	-	E2 (M)	Fichas de seguridad y procedimiento de manejo de hidrocarburos	Condiciones de manejo y almacenamiento adecuadas para las cantidades y tipos de	Capacitación en manejo de Hidrocarburos y Buenas practica de laboratorio	Guia EURACHEM Norma NFPA 45	E1 (L)		
		Reactivos Quimicos	Acidos, Sodas, Productos Aromaticos, Hidrocarburos, quimicos utilizados para analisis basados en metodos ASTM	Agotamiento de Recursos Naturales No Renovables	-	E2 (M)	Hojas de datos en Dataquim Procedimiento de manejo de sustancias quimicas. Manual de gestión integral de residuos.	Aplicación de la matriz de compatibilidad para almacenamiento de sustancias quimicas.	Capacitación y entrenamiento. Implementación de buenas prácticas para el uso, manejo de sustancias químicas y gestión integral de residuos.	Decreto unico ambiental 1072 de 2015; Ley 55/1993. Decreto 4741/2005. Resolución 1402/2006. Decreto 1609/2002. Ley 1252/2008. Resolución 1362/2007	E1 (L)		
		Material de Vidrio	Vidrieria de laboratorio, Botellas utilizadas para las muestras analizadas	Agotamiento de recursos naturales para producción de energía.	-	E2 (M)	Reducción de tamaños (volumenes) de muestras, implementación de tecnologías que		Capacitación en Buenas practica de laboratorio			E1 (L)	
		Consumibles	Cedias, cartuchos, guantes, jeringas, Papel Filtro, Viales, Sondas, servilletas	Agotamiento de recursos naturales para producción de energía.	-	E2 (M)	Compra de materiales con especificaciones técnicas que permitan el uso		Campañas del adecuado manejo de materiales y aplicación de la guía				E1 (L)
		Consumo de Energía	Eléctrica (Equipos e Iluminación)	Agotamiento de recursos naturales para producción de energía.	-	E2 (M)	Programa de energía y pérdidas. Instalación de sensores de iluminación. Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo		Capacitación y entrenamiento al personal Buenas prácticas en el uso de la energía.	Ley 687/01. Decreto-Ley 2811/74. Decreto 3683/03. Ley 629/00. Ley 99 /93. Decreto 2501/07. Decreto 2331/07.		E1 (L)	
		Consumo de Agua	Potable y de proceso (uso humano, refrigeración de procesos de analisis y Aire Acondicionado)	Agotamiento del recurso hidrico	-	E2 (M)	mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo de equipos Rondas estructuradas. Instalación de medidores o contadores de agua. Implementación de		Entrenamiento que incluye: Procedimientos operativos. Campañas para el uso adecuado del agua (Concientización).	Decreto unico ambiental 1072 de 2015. Ley 373/97. Decreto-Ley 2811/1974. Decreto 1541/78. Decreto 3102/97.		E1 (L)	

Area	Tipo de Aspecto	Aspecto Ambiental	Descripción	Impactos Asociados	VALORACION DE IMPACTOS		CONTROLES IMPLEMENTADOS			Legislación Asociada	Nivel de Riesgo Por Matriz RAM despues
					Impacto Ambiental (+/-)	Nivel de Riesgo Por Matriz RAM	En la fuente	En el medio	En el receptor		
Laboratorio de Petroquímica	Salida	Generación de residuos de Hidrocarburo	Residuos de remanentes de Muestras de Hidrocarburo	Contaminación de Suelo	-	E2 (M)	Procedimiento para el manejo y separación de residuos Líquidos de HC y disposición adecuada a través de reuso, proceso en PTAR.	Sistema de almacenamiento de recipientes identificados e adecuadamente.	Campañas del adecuado manejo de residuo y aplicación de la guía de residuos de ECP.	Decreto 4741/2005.	E1 (L)
		Vertimientos con hidrocarburos	Lavados de material impregnado de Hidrocarburo	Contaminación de aguas subterráneas por infiltración de hidrocarburos, sustancias ácidas y cáusticas	-	E2 (M)	Mantenimiento preventivo - predictivo. Rondas estructuradas Optimización de procesos operativos. Operación del camión de vacío. Plan de contingencia para el manejo de vertimientos.	Sistema de contención en cada equipo. Sistema de conducción hacia aguas aceitosas (s segregación)	Guías de operación. Entrenamiento y capacitación	Decreto unico ambiental 1072 de 2015 Decreto 3930/2010. Decreto 4728/2010. Decreto 1594/1984. Ley 9/1979. Decreto-ley 2811/1974 Decreto 1541/1978 REVOCADA POR LA 631 DEL 2015. Decreto 3440/2004. Decreto 3100/2003. Decreto 2867/2012.	E1 (L)
		Generación de residuos Peligrosos	Guantes, Jerigas, residuos sólidos impregnados	Contaminación del suelo, presión sobre sitios de disposición .	-	E2 (M)	Manual de gestión integral de residuos e instructivos de disposición final de residuos.	Sistemas de almacenamiento adecuado de residuos (segregación) y disposición final adecuada.	Capacitación y entrenamiento al personal Buenas prácticas para el manejo de residuos	Decreto 4741/2005. Resolución 1402/2006. Decreto 1609/2002. Ley 1252/2008. Resolución 1362/2007. Resolución 1511/2010. Resolución 1512/2010. Resolución 1397/2010	E1 (L)
		Generación de Gases de Combustión	Combustión de muestras en máquinas de medición de RON, MON, CETANO.	Contaminación en aire por generación de CO, Pb	-	E2 (M)	Asegurar el mantenimiento correspondiente al sistema de exosto de los equipos				Resolución 068/01. Resolución 619/97. Decreto 948/95. Decreto 2107/95. Resolución 601/06. Resolución 909/2008. Resolución 610/10. Resolución 2153/02. Resolución 2154/10. Resolución 2448/10. Resolución 1351/95. Decreto 979/06. Resolución 760/10. Resolución 1309/10. Decreto 2811/74.

8. CONSOLIDACIÓN Y TRIANGULACIÓN DE INFORMACIÓN RECOLECTADA EN CAMPO

Con base en la agrupación propuesta para los residuos y la información de cantidades de residuos generados para los años 2017 y 2018. Se procedió a tabular y graficar la información recolectada tal como se muestra en las figuras 8.1, 8.2 y 8.3, y en las tablas 8.1 y 8.2.

Figura 8-1: Residuos Generados 2017

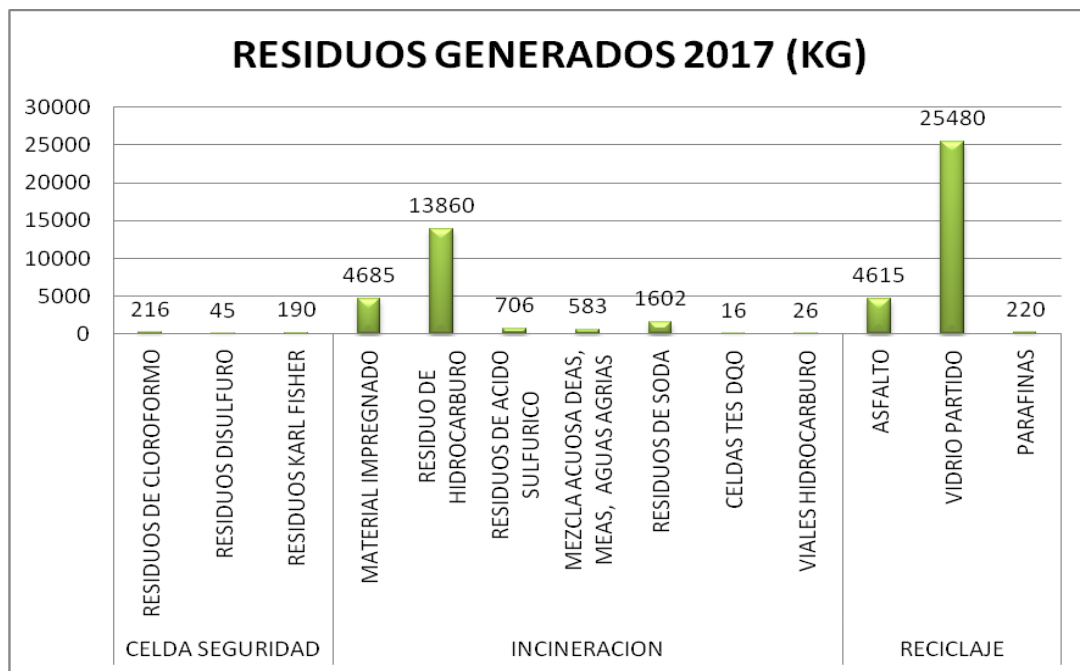


Tabla 8-1: Cantidad Generada en Kg Vs Tipo de Disposición 2017

DISPOSICION	CANTIDAD GENERADA (Kg)
CELDA SEGURIDAD	451
INCINERACION	21478
RECICLAJE	30315
TOTAL GENERADO	52244

Figura 8-2: Cantidad Generada en Kg Vs Tipo de Disposición 2017

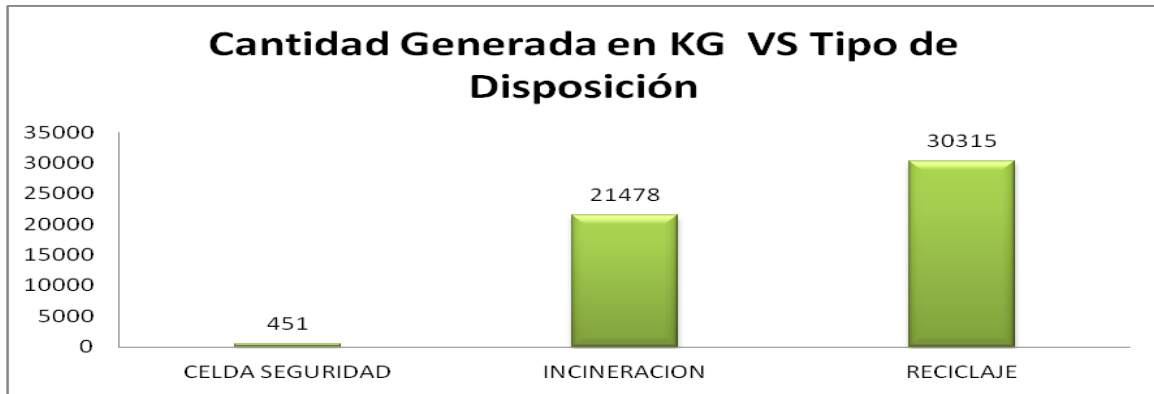


Figura 8-3: Residuos Generados 2018

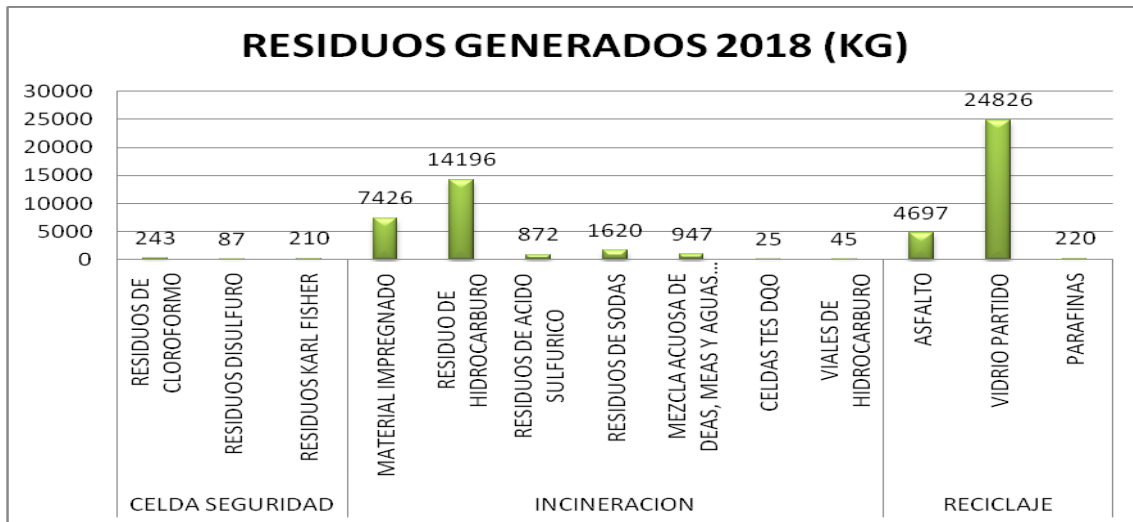
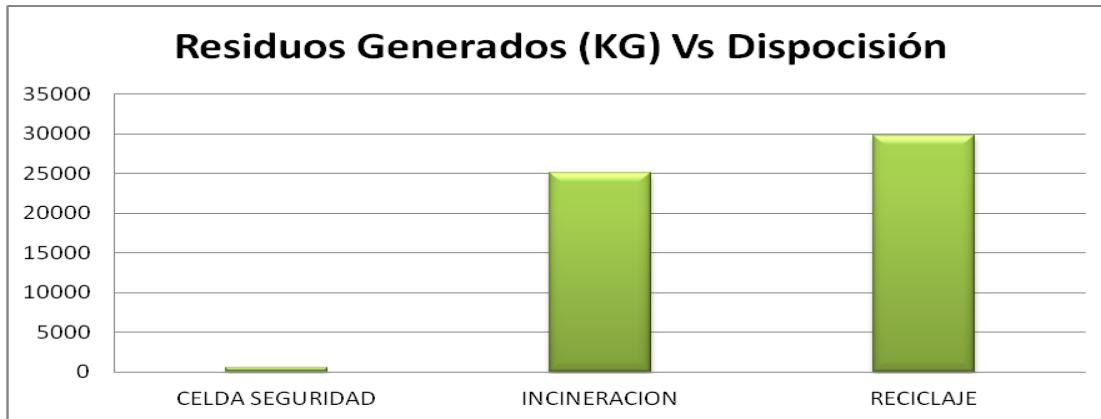


Tabla 8-2: Residuos Generados (Kg) Vs Disposición

DISPOSICIÓN	CANTIDAD GENERADA (Kg)
CELDA SEGURIDAD	540
INCINERACION	25131
RECICLAJE	29743
TOTAL GENERADO	55414

Figura 8-4: Residuos Generados (Kg) Vs Disposición

Las gráficas 8.1 y 8.2 muestran que desde el punto de vista de cantidad de residuos generados para los dos años objeto de estudio, la cantidad de vidrio partido que se genera, seguido por los residuos de hidrocarburo y el material impregnado, son el pareto en la generación de residuos del laboratorio, lo anterior direccionaría el trabajo hacia la reducción en peso de las cantidades de residuos generados de estas tres categorías. Sin embargo al tener en cuenta el medio de disposición final para cada tipo de residuo, encontramos que el vidrio partido dejaría de ser el residuo de mayor interés para el plan de gestión de residuos ya que el reciclaje es una muy buena práctica ambiental y para el proceso de control de calidad de productos del laboratorio no es viable la reutilización de botellas. El foco pasaría a los residuos de hidrocarburo y material impregnado que se están disponiendo por incineración respectivamente.

Desde el punto de vista de peligrosidad e impacto ambiental el principal foco de interés se puede considerar que son los residuos de hidrocarburo y seguidos del material impregnado ya que las posibles emanaciones por incineración, siempre van a ocasionar impacto en el recurso aire.

En las tablas 8-1 y 8-2 se puede ver que de los 3170 kg de residuos adicionales que se generaron en 2018, el mayor aporte está en los residuos enviados a incineración, especialmente por el material impregnado.

Todo lo anterior nos indica que debemos focalizar el desarrollo de alternativas para la construcción del plan de gestión de residuos, en mejoras sostenibles para el manejo y disposición final de los residuos de hidrocarburo y material impregnado.

Tabla 8-3 Costo de disposición de residuos por kg generado.

AÑO	COSTO DIARIO DE CONTRATO	COSTO ANUAL DEL CONTRATO	KG DE RESIDUOS PRODUCIDOS POR AÑO	COSTO POR KG DE RESIDUO
2017	\$ 502.715	\$ 238.538.268	52244	\$ 4.566
2018	\$ 595.250	\$ 347.626.000	55414	\$ 6.273

Teniendo en cuenta el incremento sostenido en la cantidad de análisis que se realizan anualmente en el laboratorio y el aumento en el costo de disposición que se muestra en la tabla 8-3, se observa que por cada kg de residuos que se genera, se tuvo un incremento de \$ 1707 lo cual se traduce en un incremento en los costos de operación del laboratorio de \$109'087.732. lo anterior nos indica que el impacto potencial que puede generar en la economía del laboratorio la implementación de un plan de gestión de residuos optimizado es alto y del orden de magnitud de la diferencia de los dos contratos.

9. ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION DEL PLAN DE GESTION DE RESIDUOS DEL LABORATORIO PETROQUIMICO:

Con base en el análisis realizado a la información recolectada, se plantean tres posibles alternativas para el diseño del plan de gestión de residuos del laboratorio:

✓ ALTERNATIVA 1:

Mantener el proceso actual de recolección de residuos en el cual una empresa aliada recolecta, embala y realiza disposición final en sus instalaciones, encargándose de la documentación del proceso y haciendo seguimiento mediante auditorías a la disposición final realizada por la empresa contratada.

✓ ALTERNATIVA 2:

Asumir la disposición de residuos líquidos por parte del laboratorio, direccionándolos a PTAR mediante cañerías existentes y mantener el manejo de residuos sólidos en manos de una empresa aliada. Esta alternativa implicaría hacer seguimiento mediante auditorías a la disposición final realizada por la empresa contratada.

✓ ALTERNATIVA 3:

Hacer una inversión en infraestructura para segregar en la fuente los residuos líquidos utilizando nuevas redes de recolección internas y realizar tratamiento primario de separación en el laboratorio, enviándolos a un tanque de SLOP como carga a los procesos del complejo petroquímico; realizar la segregación de residuos sólidos en la fuente y ejecutar el manejo y disposición final por parte de empresa aliada.

Igualmente realizar la segregación de los residuos químicos peligrosos que no pueden ser vertidos en cuerpos de agua (CLOROFORMO, DISULTURO DE CARBONO Y

REACTIVO KARL FISCHER) reduciendo o eliminando el impacto ambiental que estos Generan; estos se enviarán a cedas de seguridad.

Los residuos sólidos se seguirían manejando mediante incineración realizada por una empresa contratista especializada quedan abierta la posibilidad de buscar alterativas para este desecho. Sin embargo, se realizara la segregación en la fuente de acuerdo a las familias identificadas en el presente trabajo.

9.1 ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

En la tabla 9.1, se muestra el análisis DOFA, con las diferentes alternativas.

Tabla 9-1 ANALISIS DOFA DE ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA 1	Externo		Interno	
	Amenazas	Oportunidades	Debilidades	Fortalezas
Empresa aliada recolecta, Embala y realiza disposición final en sus instalaciones	Eventual afectación por disposición final no adecuada de los residuos.	Proceso a Cargo del aliado.	No hay autonomía en el manejo de los procesos de gestión de residuos por parte del laboratorio	Reducción de los riesgos operacionales en los laboratorios
	Incremento en costos por transferencia de los riesgos de disposición al Aliado			Liberación de área física para el laboratorio
	Bloqueos del servicio por situaciones laborales y/o cambios de contrato			Menores vectores de contaminación ambiental y ocupacional para el laboratorio.
	Incrementos en costo por aumento eventual en el volumen de residuos y potenciales multas.			
	Responsabilidad contractual compleja por la naturaleza de los residuos entregados			
	Se pueden presentar restricciones para el vertimiento a PTAR cuando se realice mantenimiento mayor.			
	Afectación a los procesos de PTAR por los residuos líquidos del laboratorio			

9.1.1 ANALISIS ALTERNATIVA 1:

Teniendo en cuenta la información recolectada en las visitas de campo, entrevistas y registros históricos de disposición de residuos, es evidente que el modelo actual de gestión de residuos que tiene el laboratorio, impacta de manera considerable los costos de operación del laboratorio y si se mantiene la tendencia de crecimiento en la cantidad de análisis realizados año a año, en poco tiempo el contrato de disposición de residuos se hará insostenible.

Por otra parte el impacto del recurso aire en hornos de incineración de terceros constituye un riesgo contractual para el laboratorio y por ende, lo expone a atender requerimientos ambientales a futuro.

Las condiciones en que actualmente se realiza el proceso de manejo de residuos no son las más adecuadas, tal como lo manifestó el personal indagado en campo, este proceso se lleva a cabo con niveles altos de exposición ocasionados por el manejo de residuos de hidrocarburo en recipientes y el transvase de los mismos par ser enviados a incineración, lo anterior se constituye en una fuente potencial de problemas laborales y de salud ocupacional para todo el personal del laboratorio.

Como se evidencio en el capítulo anterior, los costos adicionales por incremento en el valor del contrato de disposición de residuos son del orden de los \$109'087.732 /año, adicionalmente el riesgo potencial de la responsabilidad contractual por la incineracion de residuos es alto y puede conllevar a prejuicios para la compañía por afectación de imagen.

	Externo		Interno	
ALTERNATIVA 2	Amenazas	Oportunidades	Debilidades	Fortalezas
Asumir la disposición de residuos líquidos por parte del laboratorio, direccionándolos a PTAR mediante cañerías existentes y mantener el manejo de residuos sólidos en manos de empresa aliada.	Eventual afectación por disposición final no adecuada de los residuos.	Se mitigan riesgos asociados a disposición de residuos líquidos	Incremento del volumen de residuos líquidos a tratar en PTAR	No se requieren costos adicionales de implementación.
	Bloqueos del servicio por situaciones laborales y/o cambios de contrato	menor costo por disposición de residuos del laboratorio	No se conoce el diseño y estado de las redes de cañerías existentes	Recuperación de Hidrocarburos aprovechables en el proceso final de PTAR
	Multas por vertimiento de residuos líquidos cancerígenos en concentraciones bajas (partes por billón) hacia PTAR			
	Afectación a los procesos de PTAR por los residuos líquidos del laboratorio			
	Se pueden presentar restricciones para el vertimiento a PTAR cuando se realice mantenimiento mayor.			

9.1.2 ANALISIS ALTERNATIVA 2:

Esta alternativa puede resultar ventajosa para el laboratorio, teniendo en cuenta que disminuye los costos directos de disposición de residuos de hidrocarburo para el laboratorio y reduce el riesgo de la responsabilidad contractual por incineración de grandes volúmenes de residuos, sin embargo traslada el problema a la planta PTAR del complejo petroquímico en el que está ubicado el laboratorio, incrementando la carga contaminante y el volumen de aguas a tratar al mezclarse con volúmenes mayores de agua, lo cual se puede considerar como un retroceso porque después de tener el hidrocarburo separado en el laboratorio lo enviaríamos a mezclarse con grandes volúmenes de agua, incrementando la complejidad del tratamiento.

Igualmente se tendrían limitaciones operacionales cuando la planta PTAR entre en mantenimiento general, impactando la operación del laboratorio. Por otra parte las redes actuales de drenaje del laboratorio tienen una antigüedad de más de 50 años y se desconoce el estado de las mismas y su ubicación, pues no se cuenta con planos ni bases de diseño de las mismas.

	Externo		Interno	
ALTERNATIVA 3	Amenazas	Oportunidades	Debilidades	Fortalezas
<p>Segregar en la fuente los residuos líquidos utilizando nuevas redes de recolección internas y realizar tratamiento primario de separación en el laboratorio; segregación de residuos sólidos en la fuente y manejo y disposición final por parte de empresa aliada.</p>	Costo de inversión en nuevas redes de conducción de los residuos líquidos y sistema de separación primario.	Mitigación de riesgos contractuales asociados a la disposición final de los residuos	Se requiere realizar manejo del cambio para asegurar el cambio cultural requerido para realizar la segregación de los residuos.	Mitigación de riesgos Operacionales en el Laboratorio
		Residuos sólidos separados desde la fuente.		Disminución de los costos asociados al manejo y disposición de los residuos en el laboratorio
		Reducción de volúmenes a incineración y celdas de seguridad		Control real en cuanto a la verdadera disposición de residuo liquido
				Proceso de gestión de residuos más amigable con el medio ambiente
				Eliminación del vertimiento de Hidrocarburos a PTAR
				Condiciones de Salud Ocupacional adecuadas para los trabajadores

9.1.3 ANALISIS ALTERNATIVA 3:

Para la alternativa tres se requiere de una inversión estimada de \$200'000.000 para la implementación de redes nuevas de recolección y conducción de los residuos líquidos hacia tanque de SLOP, sin embargo los ahorros por una menor generación de residuos de hidrocarburo ascienden a \$89'051.508 valor que resulta de multiplicar el volumen de residuos de hidrocarburo generados en 2018, por el costo de disposición. Por otra parte la recuperación de hidrocarburo a carga puede ascender a los \$15'127.636 (73 barriles; con un costo promedio del crudo de USD 60 tasa de cambio de \$3500) por año, para tener unos ahorros estimados de \$104'179.144; todo lo anterior nos indica que durante los dos primeros años se recuperaría el dinero de la inversión y se empezaría a capitalizar de manera sostenible los ahorros estimados, haciendo viable desde el punto de vista financiero la inversión propuesta.

Por otra parte el modelo de segregación de los químicos peligroso permitiría mayor control de los residuos y menor riesgo contractual a futuro.

En cuanto a los residuos sólidos impregnados se puede generar un impacto positivo en las condiciones de seguridad y salud ocupacional al interior del laboratorio ya que la correcta segregación en la fuente facilitara el manejo cerrado de bolsas y por tanto disminución en la generación de vapores contaminantes en los laboratorios.

Para esta alternativa desaparece el riesgo contractual asociado a la disposición de residuos de hidrocarburo.

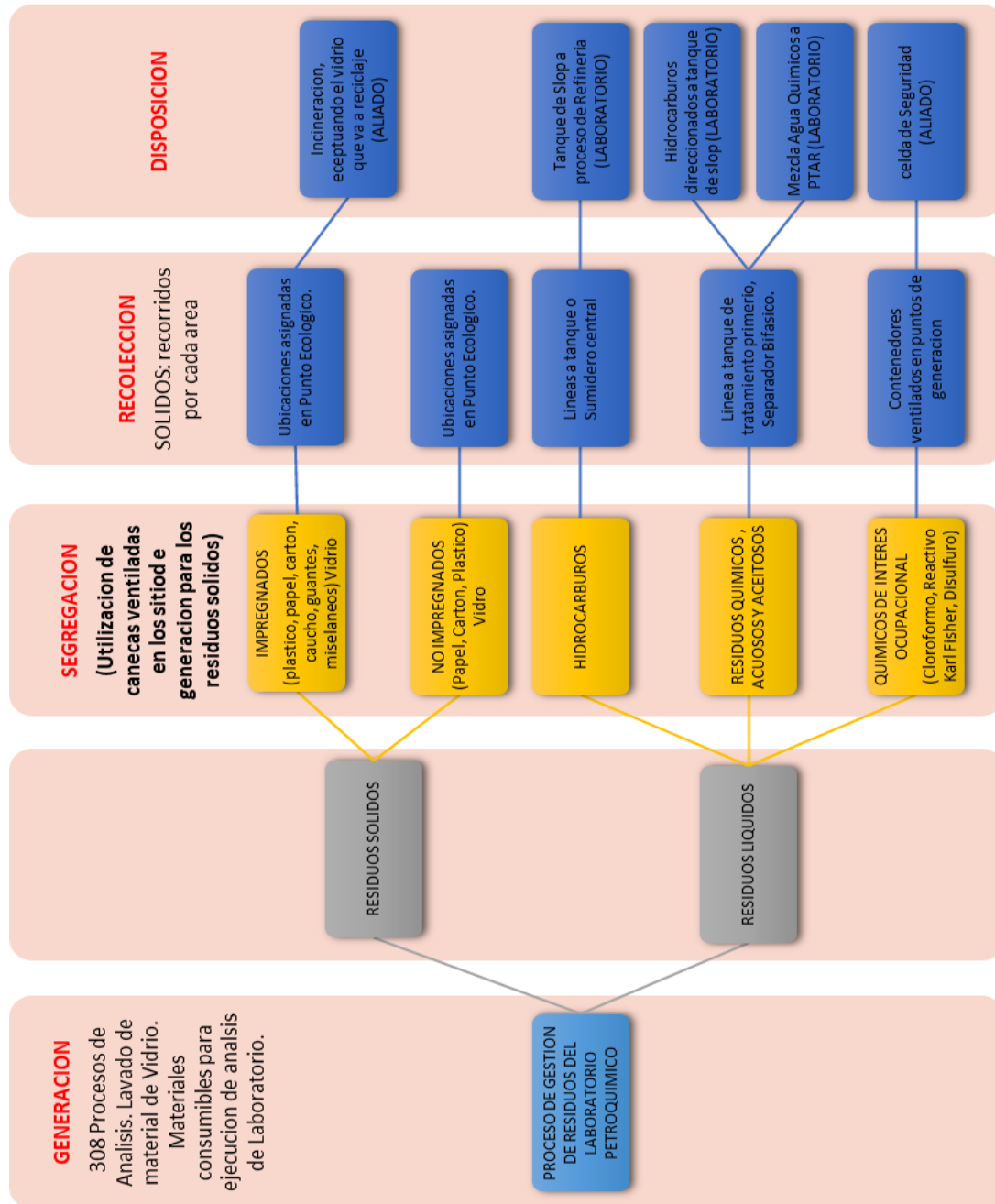
Tabla 9-2, Cuantificación matriz DOFA

MATRIZ DOFA				
	Externo		Interno	
ALTERNATIVA	Amenazas	Oportunidades	Debilidades	Fortalezas
<p>Empresa aliada recolecta, Embala y realiza disposición final en sus instalaciones</p>	7	1	1	3
<p>Asumir la disposición de residuos líquidos por parte del laboratorio, direccionándolos a PTAR mediante cañerías existentes y mantener el manejo de residuos sólidos en manos de empresa aliada.</p>	5	2	2	2
<p>Segregar en la fuente los residuos líquidos utilizando nuevas redes de recolección internas y realizar tratamiento primario de separación en el laboratorio; segregación de residuos sólidos en la fuente y manejo y disposición final por parte de empresa aliada.</p>	1	3	1	6

La tabla 9.2, se realiza la cuantificación de matriz DOFA, definiendo que la alternativa técnico económica más adecuada para el nuevo proceso de gestión de residuos del laboratorio petroquímico es la de “*Segregar en la fuente los residuos líquidos utilizando nuevas redes de recolección internas y realizar tratamiento primario de separación en el laboratorio; segregación de residuos sólidos en la fuente y manejo y disposición final por parte de empresa aliada.*”, **alternativa 3.**

9.2 ESTRUCTURA DEL PLAN DE GESTION DE RESIDUOS

La figura 9.1, muestra el plan de gestión propuesto para el laboratorio



10. PLAN DE GESTION DEL CAMBIO

A continuación se muestra el plan de gestión propuesto.

Tabla 10-1. Plan de gestión propuesto

OBJETIVO	ACTIVIDADES A REALIZAR
Construir visión de futuro en conjunto con todos los miembros del equipo de trabajo, integrando el nuevo proceso de gestión de residuos a la visión del Laboratorio.	Realizar sesiones de trabajo con la participación del 100% del equipo de trabajo.
Identificar Brechas entre el proceso actual de gestión de residuos y el propuesto a implementar.	Realizar sesiones de trabajo con la participación del 100% del equipo de trabajo.
Construir plan de cierre de brechas y definir acciones para cerrarlas.	Consolidación y presentación del plan para asignación de recursos requeridos y aprobación de acciones propuestas.
Identificar todos los involucrados y definir plan de comunicaciones.	Seguir plan de comunicaciones durante el proceso de implementación del nuevo proceso de gestión de residuos.
Identificar riesgos asociados a la implementación y definir acciones para mitigarlos.	Hacer seguimiento a las acciones durante la implementación.

11. OBSERVACIONES FINALES:

11.1 El hoy y el después de la implementación de controles o alternativas:

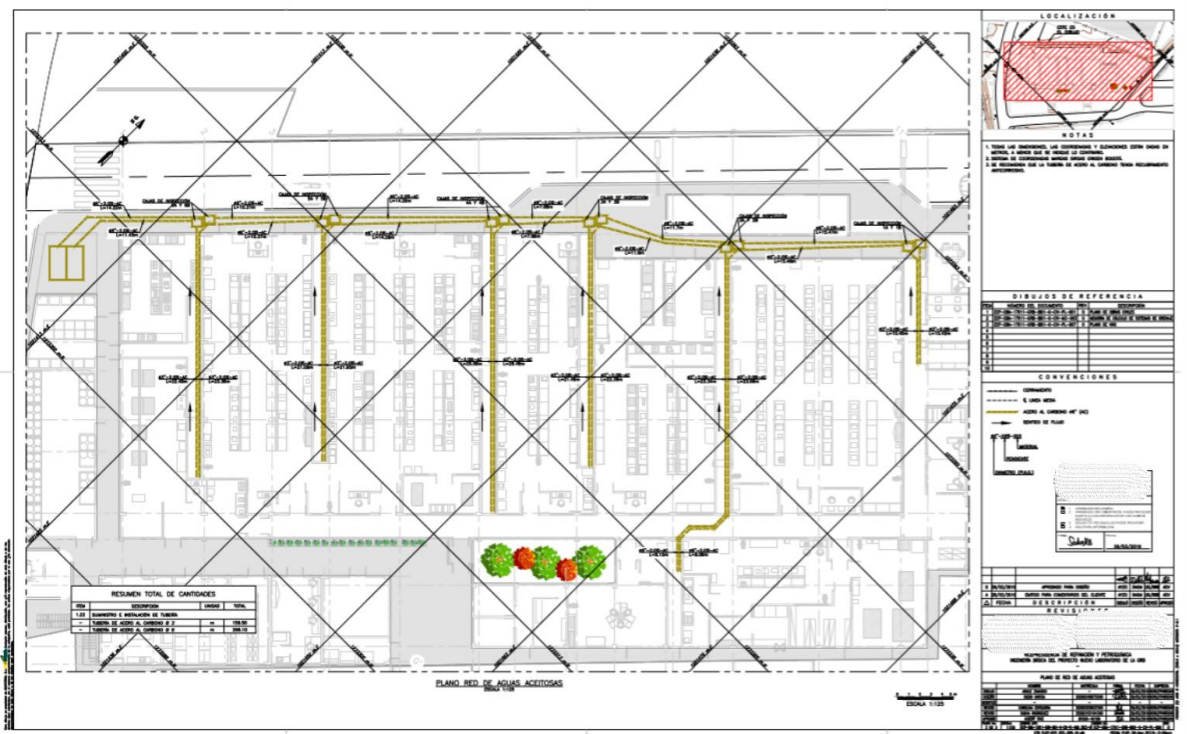
Tabla 11.1

Condiciones actuales	Condiciones futuras
<ul style="list-style-type: none"> Incineración: <p>Material impregnado.</p> <p>Residuos de HC.</p> <p>Residuos de ácido sulfúrico.</p> <p>Mezclas acuosas de DEAS, MEAS y aguas agrias.</p> <p>Residuos de soda.</p> <p>Celdas de DQO.</p> <p>Viales con HC.</p> <p>Químicos</p> <p>Guantes.</p> <p>Jeringas.</p> <p>Aguas aceitosas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Redes de drenaje, Bombeo y reusó como carga a la refinería: <p>Residuos de HC.</p> <ul style="list-style-type: none"> Tratamiento Primario y Vertimiento a PTAR : <p>Aguas aceitosas.</p> <p>Químicos</p> <p>Mezclas acuosas de DEAS, MEAS y aguas agrias.</p> <p>Residuos de soda.</p> <p>Residuos de ácido sulfúrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> Incineración: <p>Material impregnado.</p> <p>Celdas de DQO.</p> <p>Viales con HC.</p> <p>Guantes.</p> <p>Jeringas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Celdas de seguridad: <p>Residuos de cloroformo.</p> <p>Residuos de Disulfuro de Carbono.</p> <p>Residuos de Karl Fischer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Continuara igual la disposición por la empresa aliada.
<ul style="list-style-type: none"> Reciclaje: <p>Residuos de asfalto.</p> <p>Vidrió partido.</p> <p>Residuos de parafina o cera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de residuos internamente y retorno al proceso: <p>Residuos de asfalto.</p> <p>Residuos de parafina o cera.</p> <ul style="list-style-type: none"> Reciclaje: <p>Vidrió partido.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Residuos sólidos: <p>Disposición por la empresa aliada.</p> <p>Papel.</p> <p>Cartón.</p>	<p>Separación en el sitio de los residuos aplicando reusó, o reciclaje del material que cumpla para tal fin y disposición final por la empresa aliada del material que se considera para incineración.</p>

11.2 Avances:

Al comenzar este trabajo se tenía como fin proponer el plan de gestión de residuos para un laboratorio petroquímico y presentarlo a un comité para su posible evaluación, en días pasados, las alternativas contempladas en el trabajo se presentaron al líder técnico y Gerente del proyecto de construcción para el nuevo laboratorio con el fin de integrar la alternativa seleccionada, a la ingeniería para la construcción del nuevo edificio en cuanto al manejo de residuos químicos, en esta sesión de trabajo se aceptó la alternativa tres y se asignaron los recursos requeridos para la implementación. El proceso de implementación se llevara a cabo a partir del 2020 con el proceso de construcción del edificio, tal como está aprobado en el Plan Detallado de Trabajo, la información de actas no estoy autorizada para difundirlas pero a continuación se presenta un plano elaborado de los drenajes ya que la idea es segregar en la fuente los residuos líquidos utilizando nuevas redes de recolección internas y realizar tratamiento primario de separación en el laboratorio como una parte de la propuestas del plan de gestión.

Figura 11.2 Plano Red de aguas aceitosas



Donde se consideran 3 tipos de drenajes de acuerdo con la operación del laboratorio en la ingeniera:

- Aguas aceitosas e hidrocarburos livianos: Para recolección de los residuos de las muestras en todas las áreas del laboratorio. Este sistema cerrado lleva los residuos a un tanque tipo sumidero ubicado en el laboratorio.
- Químicos: Para recolección de los residuos de químicos en todas las áreas del laboratorio. Este sistema cerrado lleva los residuos a un tanque tipo sumidero ubicado en el laboratorio.
- Hidrocarburos pesados: Para recolección de los residuos de hidrocarburos pesados en áreas puntuales del laboratorio. Estos serán ubicados con acceso a los pasillos de servicio para ser llevados en tanques cerrados en los recorridos de recolección de desechos sólidos.

- Mezclas acuosas de DEAS, MEAS y aguas agrias. Este sistema cerrado lleva los residuos a un tanque tipo sumidero ubicado en el laboratorio

12. CONCLUSIONES

- Después de realizar la triangulación de datos de los años 2017 y 2018 se evidencia que año a año la cantidad de residuos va en aumento y se hace indispensable buscar alternativas para la disposición de los residuos líquidos que se generan en este tipo de laboratorios.
- Teniendo en cuenta la información recolectada en las visitas de campo, entrevistas y registros históricos de disposición de residuos, es evidente que el modelo actual de gestión de residuos que tiene el laboratorio, impacta de manera considerable los costos de operación del laboratorio y si se mantiene la tendencia de crecimiento en la cantidad de análisis realizados año a año, en poco tiempo el contrato de disposición de residuos se hará insostenible.
- Al revisar la información se plantean 3 alternativas alternativa donde la finalidad es buscar bajar los costos de disposición final, deduciendo el volumen de residuos líquidos a disposición y aprovechando los sistemas de tratamiento existentes en la refinería sin impactarlos, logrando así reducir el impacto ambiental de la operación del laboratorio. Por otra parte el modelo de segregación de los químicos peligroso permitiría mayor control de los residuos y menor riesgo contractual a futuro. Para esta alternativa desaparece el riesgo contractual asociado a la disposición de residuos de hidrocarburo.

- Con base en la matriz DOFA realizada se definió que la alternativa técnica más adecuada para el nuevo proceso de gestión de residuos del laboratorio petroquímico es la segregar en la fuente los residuos líquidos utilizando nuevas redes de recolección internas y realizar tratamiento primario de separación en el laboratorio; segregación de residuos sólidos en la fuente y manejo y disposición final por parte de empresa aliada.
- Nuestra falta de conciencia por el medio ambiente es evidente donde se debe garantizar en todos los niveles del proceso la perfecta clasificación de residuos para salvaguardar y proteger nuestro entorno y como valor agregado la disminución de costos en disposición de residuos, por ello se debe aplicar los talleres de gestión del cambio, donde el cambio de cultura hace parte de los pilares en la gestión de residuos de un laboratorio petroquímico.

13. BIBLIOGRAFÍA

Decreto 4741 constitución política de Colombia, diciembre 30 de 2005. Bogotá, Colombia

<https://www.nueva-iso-14001.com/2015/06/iso-14001-una-gestion-ambiental-de-calidad>.
2015

Decreto 2090 de 2003 emitido por el Ministerio de protección Social. Bogotá, Colombia

Ecopetrol, 2001. El petróleo y su mundo. Ecopetrol. Enero 2001. Bogotá, Colombia

Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, 1ra ed.
Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, Bogotá D.C.,
2005.

Imanco, 2007. Inventario Nacional de liberaciones de Dioxinas y Furanos. Inamco. – 2007.

Guédez, Galván, Reyes. SEP 2003. Guédez Mozur, Carolina; Armas Hernández, Desirée de;
Reyes Gil, Rosa; Galván Rico, Luis Los sistemas de gestión ambiental en la industria
petrolera internacional Interciencia, vol. 28, núm. 9, septiembre, 2003, pp. 528-533
Asociación Interciencia Caracas, Venezuela

Peláez, Bustamante, Gómez, 2016. Presencia de cadmio y plomo en suelos y su
bioacumulación en tejidos vegetales en especies de brachiaria en el magdalena medio
colombiano Manuel José Peláez-Peláez, John Jairo Bustamante Cano, Eyder Daniel
Gómez López. Universidad de caldas. 2016. Manizales, Colombia

Espinosa. 2003. Tratamiento y disposición final de residuos industriales generados en una
refinería. Jorge Espinosa. 2003. Revista del Instituto de Investigación
© Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias
ISSN versión electrónica 1682 - 3087; Pag .6(11): 20-31,2003

Epa, 1996, United States Office of Solid Waste and EPA 542-F-01-003S Environmental Protection Emergency Response December 2001 Agency (5102G) www.epa.gov/su.
La desorción térmica. EPA. Abril 1996. USA

Grosso, 2004. Tendencia de biorremediación. Jorge Luis Grosso. 2004. Bucaramanga, Colombia

Epa 2003, United States Office of Solid Waste and EPA 542-F-01-003S Environmental Protection Emergency Response December 2001 Agency (5102G) www.epa.gov/su.
Guía para el ciudadano sobre solidificación/estabilización EPA 2003. USA

Cardona, Agudelo, 2011. Gest. Ambient., Volumen 15, Número 3, p. 113-124, 2012. ISSN electrónico 2357-5905. ISSN impreso 0124-177X. Sistemas de tratamiento para residuos líquidos generados en laboratorios de análisis químico. Santiago Cardona, Edison Agudelo 2011. Medellin colombia.

Ecopetrol, 2008. Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM. Ecopetrol.2008. Bogotá Colombia.

Ecopetrol. 2007. Manual para la disposición de residuos líquidos y sólidos en los laboratorios de la coordinación inspección de calidad de la gerencia complejo. Ecopetrol. 2007. Barrancabermeja, Colombia

<http://www.siac.gov.co>

Norma ISO/IEC/NTC 17025. 2017

Anexo 1. Consolidado de Residuos Generados durante 2017.

TIPO DE MATERIAL	Mes	DISPOCISION ACTUAL	CANTIDAD GENERADA
VIDRIO PARTIDO	ENERO	RECICLAJE	1820
VIDRIO PARTIDO	FEBRERO	RECICLAJE	2100
VIDRIO PARTIDO	MARZO	RECICLAJE	2380
VIDRIO PARTIDO	ABRIL	RECICLAJE	1680
VIDRIO PARTIDO	MAYO	RECICLAJE	1820
VIDRIO PARTIDO	JUNIO	RECICLAJE	1820
VIDRIO PARTIDO	JULIO	RECICLAJE	2520
VIDRIO PARTIDO	AGOSTO	RECICLAJE	1540
VIDRIO PARTIDO	AGOSTO	RECICLAJE	840
VIDRIO PARTIDO	SEPTIEMBRE	RECICLAJE	980
VIDRIO PARTIDO	SEPTIEMBRE	RECICLAJE	840
VIDRIO PARTIDO	OCTUBRE	RECICLAJE	980
VIDRIO PARTIDO	OCTUBRE	RECICLAJE	840
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	980
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	840
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	980
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	840
VIDRIO PARTIDO	DICIEMBRE	RECICLAJE	840
VIDRIO PARTIDO	DICIEMBRE	RECICLAJE	840
MATERIAL IMPREGNADO	ENERO	INCINERACION	206
MATERIAL IMPREGNADO	ENERO	INCINERACION	162
MATERIAL IMPREGNADO	FEBRERO	INCINERACION	167
MATERIAL IMPREGNADO	FEBRERO	INCINERACION	144
MATERIAL IMPREGNADO	MARZO	INCINERACION	157
MATERIAL IMPREGNADO	MARZO	INCINERACION	153
MATERIAL IMPREGNADO	ABRIL	INCINERACION	174
MATERIAL IMPREGNADO	ABRIL	INCINERACION	127

MATERIAL IMPREGNADO	MAYO	INCINERACION	164
MATERIAL IMPREGNADO	JUNIO	INCINERACION	139
MATERIAL IMPREGNADO	JUNIO	INCINERACION	772
MATERIAL IMPREGNADO	JUNIO	INCINERACION	200
MATERIAL IMPREGNADO	JULIO	INCINERACION	182
MATERIAL IMPREGNADO	JULIO	INCINERACION	297
MATERIAL IMPREGNADO	AGOSTO	INCINERACION	298
MATERIAL IMPREGNADO	AGOSTO	INCINERACION	215
MATERIAL IMPREGNADO	SEPTIEMBRE	INCINERACION	171
MATERIAL IMPREGNADO	SEPTIEMBRE	INCINERACION	166
MATERIAL IMPREGNADO	OCTUBRE	INCINERACION	147
MATERIAL IMPREGNADO	OCTUBRE	INCINERACION	162
MATERIAL IMPREGNADO	NOVIEMBRE	INCINERACION	157
MATERIAL IMPREGNADO	DICIEMBRE	INCINERACION	164
MATERIAL IMPREGNADO	DICIEMBRE	INCINERACION	161
RESIDUO DE HIDROCARBURO	ENERO	VERTIDO	1680
RESIDUO DE HIDROCARBURO	FEBRERO	VERTIDO	1890
RESIDUO DE HIDROCARBURO	MARZO	VERTIDO	2100
RESIDUO DE HIDROCARBURO	ABRIL	VERTIDO	1260
RESIDUO DE HIDROCARBURO	MAYO	VERTIDO	1470
RESIDUO DE HIDROCARBURO	JUNIO	VERTIDO	1890
RESIDUO DE HIDROCARBURO	JULIO	VERTIDO	2730
RESIDUO DE HIDROCARBURO	AGOSTO	VERTIDO	840
RESIDUOS DE ACIDO SULFÚRICO	ABRIL	VERTIDO	105
RESIDUOS DE ACIDO SULFÚRICO	JULIO	VERTIDO	158
RESIDUOS DE ACIDO SULFÚRICO	AGOSTO	VERTIDO	210
RESIDUOS DE ACIDO SULFÚRICO	AGOSTO	VERTIDO	105
RESIDUOS DE ACIDO SULFÚRICO	AGOSTO	VERTIDO	128
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS,	MAYO	VERTIDO	304

AGUAS AGRIAS			
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS, AGUAS AGRIAS	AGOSTO	VERTIDO	42
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS, AGUAS AGRIAS		VERTIDO	57
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS, AGUAS AGRIAS		VERTIDO	180
RESIDUOS DE SODAS	MAYO	VERTIDO	108
RESIDUOS DE SODAS	AGOSTO	VERTIDO	594
RESIDUOS DE SODAS	AGOSTO	VERTIDO	720
RESIDUOS DE SODAS	DICIEMBRE	VERTIDO	180
PARAFINA	DICIEMBRE	RECICLAJE	220
ASFALTO	ENERO	RECICLAJE	400
ASFALTO	FEBRERO	RECICLAJE	350
ASFALTO	MARZO	RECICLAJE	280
ASFALTO	ABRIL	RECICLAJE	420
ASFALTO	MAYO	RECICLAJE	400
ASFALTO	JUNIO	RECICLAJE	330
ASFALTO	JULIO	RECICLAJE	255
ASFALTO	AGOSTO	RECICLAJE	433
ASFALTO	SEPTIEMBRE	RECICLAJE	370
ASFALTO	OCTUBRE	RECICLAJE	300
ASFALTO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	297
ASFALTO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	420
ASFALTO	DICIEMBRE	RECICLAJE	360
CELDA DE TEST DQO	NOVIEMBRE	INCINERACION	16
VIALES DE HIDROCARBURO	NOVIEMBRE	INCINERACION	26
RESIDUOS DE CLOROFORMO	NOVIEMBRE	CELDA SEGURIDAD	216
RESIDUOS DISULFURO	NOVIEMBRE	CELDA SEGURIDAD	45

RESIDUOS KARL FISHER	NOVIEMBRE	CELDA SEGURIDAD	190
----------------------	-----------	-----------------	-----

- Anexo 3. Consolidado de Residuos Generados durante 2018.

Tipo de Material	Mes	DISPOCISION ACTUAL	Cantidad Generada
VIDRIO PARTIDO	ENERO	RECICLAJE	1280
VIDRIO PARTIDO	FEBRERO	RECICLAJE	1100
VIDRIO PARTIDO	MARZO	RECICLAJE	3380
VIDRIO PARTIDO	ABRIL	RECICLAJE	1530
VIDRIO PARTIDO	MAYO	RECICLAJE	1670
VIDRIO PARTIDO	JUNIO	RECICLAJE	1720
VIDRIO PARTIDO	JULIO	RECICLAJE	2450
VIDRIO PARTIDO	AGOSTO	RECICLAJE	2356
VIDRIO PARTIDO	SEPTIEMBRE	RECICLAJE	1870
VIDRIO PARTIDO	OCTUBRE	RECICLAJE	880
VIDRIO PARTIDO	OCTUBRE	RECICLAJE	1040
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	780
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	940
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	970
VIDRIO PARTIDO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	770
VIDRIO PARTIDO	DICIEMBRE	RECICLAJE	1250
VIDRIO PARTIDO	DICIEMBRE	RECICLAJE	840
MATERIAL IMPREGNADO	ENERO	INCINERACION	560
MATERIAL IMPREGNADO	FEBRERO	INCINERACION	320
MATERIAL IMPREGNADO	MARZO	INCINERACION	350
MATERIAL IMPREGNADO	ABRIL	INCINERACION	345
MATERIAL IMPREGNADO	MAYO	INCINERACION	164
MATERIAL IMPREGNADO	JUNIO	INCINERACION	3450

MATERIAL IMPREGNADO	JULIO	INCINERACION	234
MATERIAL IMPREGNADO	AGOSTO	INCINERACION	288
MATERIAL IMPREGNADO	AGOSTO	INCINERACION	198
MATERIAL IMPREGNADO	SEPTIEMBRE	INCINERACION	200
MATERIAL IMPREGNADO	SEPTIEMBRE	INCINERACION	123
MATERIAL IMPREGNADO	OCTUBRE	INCINERACION	167
MATERIAL IMPREGNADO	OCTUBRE	INCINERACION	230
MATERIAL IMPREGNADO	NOVIEMBRE	INCINERACION	210
MATERIAL IMPREGNADO	DICIEMBRE	INCINERACION	267
MATERIAL IMPREGNADO	DICIEMBRE	INCINERACION	320
RESIDUO DE HIDROCARBURO	ENERO	INCINERACION	3680
RESIDUO DE HIDROCARBURO	FEBRERO	INCINERACION	1243
RESIDUO DE HIDROCARBURO	MARZO	INCINERACION	198
RESIDUO DE HIDROCARBURO	ABRIL	INCINERACION	1567
RESIDUO DE HIDROCARBURO	MAYO	INCINERACION	1450
RESIDUO DE HIDROCARBURO	JUNIO	INCINERACION	1990
RESIDUO DE HIDROCARBURO	JULIO	INCINERACION	3300
RESIDUO DE HIDROCARBURO	AGOSTO	INCINERACION	768
RESIDUOS DE ACIDO SULFURICO	ABRIL	INCINERACION	98
RESIDUOS DE ACIDO SULFURICO	JULIO	INCINERACION	198
RESIDUOS DE ACIDO SULFURICO	AGOSTO	INCINERACION	220
RESIDUOS DE ACIDO SULFURICO	AGOSTO	INCINERACION	206
RESIDUOS DE ACIDO SULFURICO	AGOSTO	INCINERACION	150
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS Y AGUAS AGRIAS	JUNIO	INCINERACION	278
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS Y AGUAS AGRIAS	JULIO	INCINERACION	220
MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS Y AGUAS AGRIAS	SEPTIEMBRE	INCINERACION	129

MEZCLA ACUOSA DE DEAS, MEAS Y AGUAS			
AGRIAS	NOVIEMBRE	INCINERACION	320
RESIDUOS DE SODAS	JULIO	INCINERACION	220
RESIDUOS DE SODAS	AGOSTO	INCINERACION	440
RESIDUOS DE SODAS	SEPTIEMBRE	INCINERACION	590
RESIDUOS DE SODAS	DICIEMBRE	INCINERACION	370
PARAFINAS	DICIEMBRE	RECICLAJE	220
ASFALTO	ENERO	RECICLAJE	300
ASFALTO	FEBRERO	RECICLAJE	320
ASFALTO	MARZO	RECICLAJE	280
ASFALTO	ABRIL	RECICLAJE	340
ASFALTO	MAYO	RECICLAJE	430
ASFALTO	JUNIO	RECICLAJE	350
ASFALTO	JULIO	RECICLAJE	190
ASFALTO	AGOSTO	RECICLAJE	480
ASFALTO	SEPTIEMBRE	RECICLAJE	370
ASFALTO	OCTUBRE	RECICLAJE	320
ASFALTO	NOVIEMBRE	RECICLAJE	297
ASFALTO	DICIEMBRE	RECICLAJE	420
ASFALTO	DICIEMBRE	RECICLAJE	600
CELDAS TES DQO	NOVIEMBRE	INCINERACION	25
VIALES DE HIDROCARBURO	NOVIEMBRE	INCINERACION	45
RESIDUOS DE CLOROFORMO	NOVIEMBRE	CELDA SEGURIDAD	243
RESIDUOS DISULFURO	NOVIEMBRE	CELDA SEGURIDAD	87
RESIDUOS KARL FISHER	NOVIEMBRE	CELDA SEGURIDAD	210