



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

GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN LAS OPERACIONES DEL TALLER CENTRAL DE GENTRAC

David Emilio Sagastume Alvarado

Asesorado por el Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN
LAS OPERACIONES DEL TALLER CENTRAL DE GENTRAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DAVID EMILIO SAGASTUME ALVARADO

ASESORADO POR EL ING. OSWIN ANTONIO MELGAR HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Jurgén Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Ing. Oscar Humberto Galicia Núñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortíz del Cid
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN EL TALLER CENTRAL DE GENTRAC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 25 de enero de 2017.



David Emilio Sagastume Alvarado



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala 6 de junio de 2017

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Gómez:

Por este medio informo a usted que he supervisado y revisado el trabajo de graduación titulado **“GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN LAS OPERACIONES DEL TALLER CENTRAL DE GENTRAC”**, elaborado por el estudiante David Emilio Sagastume Alvarado, quien se identifica con el carné 201122874, el cual he encontrado satisfactorio.

Atentamente,

Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández
Asesor del Trabajo de Graduación
Colegiado Activo No. 9443



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN LAS OPERACIONES DEL TALLER CENTRAL DE GENTRAC**, presentado por el estudiante universitario **David Emilio Sagastume Alvarado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2017.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.175.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN LAS OPERACIONES DEL TALLER CENTRAL DE GENTRAC**, presentado por el estudiante universitario **David Emilio Sagastume Alvarado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.509-2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES EN LAS OPERACIONES DEL TALLER CENTRAL DE GENTRAC**, presentado por el estudiante universitario: **David Emilio Sagastume Alvarado**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi guía, fuerza e inspiración para seguir adelante a pesar de las circunstancias.
- Mis padres** Hernán Sagastume y Manola de Sagastume, por haberme dado la vida, primeramente, y apoyado durante todo mi trayecto estudiantil y ser ejemplo de vida.
- Mis hermanas** Diana y Alejandra Sagastume, por abrir la brecha y demostrarme que ser profesional no es una utopía.
- Mis abuelas** Delia Sagastume y Álida de Velarde (q. e. p. d.), por darme un ejemplo de lucha, valentía, unidad y amor ante cualquier situación de la vida
- Mis amigos** Emilio Franco, Alan Juárez, Rony Hernández, Esvin Oxlaj, Karina López, Jussela Aquino, María Fernanda Urzúa, Giancarlo Pérez, Rafael Álvarez, Joselyn Payés, Ana Lucía Bolaños y Karla Sagastume, Natalia España, Flor Sánchez, por acompañarme durante esta travesía y haberme dado aliento cuando lo necesité.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por haberme abierto sus puertas y alimentarme de conocimientos por todos estos años y permitirme convertirme en un profesional.

Facultad de Ingeniería

Por haber sellado mi vida con una nueva mentalidad y una forma de pensar distinta, alentándome a hacer algo por mi país.

Mis catedráticos

Que han llenado mi vida de conocimientos y formado en varios aspectos de mi vida para ser quien soy hoy, a su manera, para dejar una huella llamada el saber.

Mi asesor de tesis

Por haber aceptado este reto y apoyarme en las distintas incógnitas y obstáculos que se fueron presentando en el camino.

Gentrac

Por haberme dado la oportunidad de realizar mis prácticas finales y mi trabajo de graduación de la mano de Andrés Monzón, quien desde un principio, mostro su ayuda en cada paso del proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia de Gentrac.....	1
1.2. Información de la empresa	2
1.2.1. Misión	2
1.2.2. Visión.....	3
1.2.3. Valores	3
1.2.4. Ubicación	4
1.3. Organización del departamento de servicios.....	5
1.3.1. Gerencia de servicios	5
1.3.2. Jefatura de administración.....	5
1.3.3. Jefatura de talleres	6
1.3.4. Jefatura de convenios de mantenimiento y taller interno.....	6
1.3.5. Jefatura de contabilidad.....	7
1.4. Descripción de las áreas del departamento de servicios.....	9
1.4.1. Taller central.....	9
1.4.2. Taller de componentes (REMOSA)	10
1.4.3. Taller de rodaje y soldadura	12

1.4.4.	Taller de reconstrucción	12
1.4.5.	Taller de pintura	13
1.4.6.	Laboratorio de análisis periódico de aceite	14
1.4.7.	Área de lavado de maquinaria.....	14
1.4.8.	Gasolinera y cuarto de herramientas (<i>tool room</i>)	15
1.5.	Clasificación de productos Caterpillar	16
1.5.1.	Tractores de cadena	17
1.5.2.	Cargadores de cadena y ruedas	18
1.5.3.	Retroexcavadoras	20
1.5.4.	Excavadoras de cadenas y ruedas	21
1.5.5.	Camiones articulados.....	22
1.5.6.	Camiones de bastidor rígido.....	22
1.5.7.	Motoniveladoras	23
1.5.8.	Equipo de pavimentación	24
1.5.9.	Compactadores	25
2.	MARCO TEÓRICO	27
2.1.	Contaminación ambiental.....	27
2.1.1.	Contaminación del suelo	28
2.1.2.	Contaminación del aire.....	30
2.1.3.	Contaminación de los cuerpos de agua	35
2.1.4.	Contaminación auditiva	37
2.1.5.	Contaminación visual	38
2.2.	Fuentes principales de contaminación	40
2.2.1.	Industria.....	40
2.2.2.	Urbanizaciones.....	42
2.2.3.	Comercios	43
2.2.4.	Agricultura	44
2.3.	Estructura de un estudio de impacto ambiental (EIA)	45

2.4.	Manejo de residuos peligrosos	49
2.4.1.	Definición de residuos peligrosos	49
2.4.2.	Regulaciones para los productores de residuos peligrosos	50
2.4.3.	Envasado y etiquetado	51
2.4.4.	Almacenamiento	52
2.4.5.	Normas de seguridad para la manipulación de residuos peligrosos	53
2.5.	Etapas para la implementación de un plan de gestión de residuos	54
2.5.1.	Planificación.....	54
2.5.2.	Implementación y operación	57
2.5.3.	Seguimiento.....	57
2.5.4.	Retroalimentación y mejora continua.....	58
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE DESECHOS	59
3.1.	Áreas de alto riesgo.....	59
3.1.1.	Área de lavado.....	59
3.1.2.	Área de almacenamiento de aceites y filtros usados	66
3.1.3.	Área de almacenamiento de chatarra y reciclaje	68
3.1.4.	Generador eléctrico	71
3.1.5.	Área de rodaje y soldadura.....	72
4.	EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO	77
4.1.	Estimación de la probabilidad.....	78
4.2.	Estimación de la consecuencia	78
4.2.1.	Estimación de la consecuencia en la salud	79

4.2.2.	Estimación de la consecuencia en la calidad el ambiente.....	80
4.2.3.	Estimación resultante de la consecuencia.....	82
4.2.4.	Estimación del nivel de riesgo	82
4.3.	Cálculo de riesgos en Gentrac	83
4.3.1.	Riesgo en el área de lavado.....	83
4.3.2.	Riesgo en el área de almacenamiento de filtros y aceites	86
4.3.3.	Riesgo en el área de chatarra	88
4.3.4.	Riesgo en el generador eléctrico.....	91
4.3.5.	Resumen de riesgos en taller.....	93
4.4.	Matriz de riesgos	95
4.4.1.	Matriz de riesgos área de lavado	97
4.4.2.	Matriz de riesgos área de aceites y filtros	97
4.4.3.	Matriz de riesgos área de chatarra.....	98
4.4.4.	Matriz de riesgos área de generación	98
4.5.	Normas de control de contaminación de taller	99
4.5.1.	Lavado de máquinas y componentes.....	100
4.5.2.	Atributos de taller	100
4.5.3.	Prácticas del taller	101
4.5.4.	Almacenamiento de fluido a granel	101
5.	PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES	103
5.1.	Planteamiento del plan de gestión de desechos y materiales contaminantes	103
5.1.1.	Análisis FODA	103
5.1.2.	Árbol de problemas	105
5.1.3.	Árbol de objetivos.....	106

5.1.4.	Análisis y plan de ejecución.....	109
5.2.	Medidas de control y mitigación de impacto ambiental	114
5.2.1.	Control de contaminantes provenientes del área de lavado	114
5.2.1.1.	Propuesta área de lavado.....	116
5.2.1.2.	Costos de propuesta del área de lavado	118
5.2.2.	Control de contaminantes provenientes de aceites residuales	119
5.2.2.1.	Propuesta área de almacenamiento de aceites residuales	120
5.2.2.2.	Costos de propuesta de área de aceites residuales	122
5.2.3.	Control de contaminantes provenientes del área de chatarra.....	122
5.2.3.1.	Propuesta en área de chatarra	124
5.2.3.2.	Costos de propuesta en área de chatarra	125
5.2.4.	Control de contaminantes provenientes del generador eléctrico	126
5.2.4.1.	Propuesta para el área de generador	127
5.2.4.2.	Costo de propuesta en área de generador	128
5.2.5.	Costo beneficio	129
5.3.	Capacitación de personal	135
5.3.1.	Capacitación en el funcionamiento de la planta de tratamiento.....	135
5.3.2.	Capacitación para el uso de la bomba de extracción de aceites	136

5.3.3.	Capacitación del uso de contenedores de reciclaje	138
6.	SEGUIMIENTO Y RETROALIMENTACIÓN	141
6.1.	Plan de evaluación de contaminación	141
6.1.1.	Responsables del programa.....	141
6.1.2.	Indicadores.....	144
6.1.3.	Informes para el control de contaminación.....	145
6.1.4.	Monitoreo del plan.....	149
6.2.	Guía informativa y de concientización.....	149
6.3.	Ventajas y desventajas del plan de control de contaminación	152
	CONCLUSIONES.....	153
	RECOMENDACIONES	157
	BIBLIOGRAFÍA.....	159
	ANEXOS.....	162

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	4
2.	Organigrama del departamento de servicios.....	8
3.	Taller central	9
4.	Taller REMOSA.....	10
5.	Taller de rodaje y soldadura.....	13
6.	Área de lavado	15
7.	Gasolinera.....	16
8.	Tractor Caterpillar D11	17
9.	Cargador de cadenas.....	18
10.	Cargador frontal de ruedas 992K	19
11.	Retroexcavadora Caterpillar 416E	20
12.	Excavadora Caterpillar 320D	21
13.	Camión articulado Caterpillar 730	22
14.	Camión rígido Caterpillar 797.....	23
15.	Motoniveladora Caterpillar 120H.....	24
16.	Asfaltadora Caterpillar AP1000E.....	25
17.	Vibro compactador Caterpillar CS533E.....	26
18.	Efecto invernadero	32
19.	Lluvia ácida	33
20.	Fuentes de contaminación del agua	36
21.	Contaminación visual	39
22.	Gráfico actual de planta de tratamiento de Gentrac.....	62
23.	Removedor de aceites	63

24.	Sistema dosificador de líquido limpiador.....	64
25.	Contenedores de filtros usados	67
26.	Bandejas de aceite	68
27.	Gráfico área de chatarra	69
28.	Área de chatarra	70
29.	Generador eléctrico	71
30.	Soldadura de arco eléctrico	73
31.	Soldadura MIG.....	74
32.	Gráfica de factores en área de lavado	84
33.	Gráfica de factores en área de filtros y aceites	87
34.	Gráfica de factores en área de chatarra	89
35.	Gráfica de factores en generador eléctrico	92
36.	Gráfica de resumen de datos.....	94
37.	Gráfica de resumen de resultados	95
38.	Matriz base	96
39.	Matriz área de lavado	96
40.	Matriz área de aceites y filtros	97
41.	Matriz área de chatarra.....	98
42.	Matriz área de generador.....	99
43.	Árbol de problemas.....	105
44.	Árbol de objetivos	108
45.	Diagrama de causa – efecto	110
46.	Saturación de conducto de paso.....	115
47.	Estado del tanque removedor de aceites.....	116
48.	Configuración de planta de tratamiento propuesta	117
49.	Estado de área de aceites y filtros usados	119
50.	Sistema actual de distribución de aceite.....	121
51.	Mangueras en el área de chatarra.....	123
52.	Derrames en el área de chatarra	124

53.	Contenedor propuesto.....	125
54.	Ventanas del área de generación	126
55.	Generador encabinado.....	127
56.	Comparación de costos de inversión	130
57.	Guía de utilización contenedores de chatarra.....	139
58.	Informe de inspección de la planta de tratamiento.....	146
59.	Informe de inspección del área de chatarra	147
60.	Informe de inspección del área de aceites residuales.....	148
61.	Guía de concientización I.....	150
62.	Guía de concientización II.....	151

TABLAS

I.	Estructura de estudio de impacto ambiental	45
II.	Estimación de la probabilidad de ocurrencia	78
III.	Definición de variables de consecuencia en la salud.....	79
IV.	Factor de cantidad	79
V.	Factor de peligrosidad	80
VI.	Factor de extensión	80
VII.	Factor población	80
VIII.	Definición de variables de consecuencia en calidad del ambiente	81
IX.	Calidad del medio ambiente	81
X.	Estimación de la consecuencia en la salud	82
XI.	Estimación de la consecuencia en la calidad del ambiente	82
XII.	Determinación del nivel de riesgo.....	83
XIII.	Factores en área de lavado	84
XIV.	Factores en área de almacenamiento de filtros y aceites	86
XV.	Factores en área de chatarra.....	89
XVI.	Factores en generador eléctrico	91
XVII.	Resumen de datos.....	93
XVIII.	Resumen de resultados	94
XIX.	Análisis FODA.....	104
XX.	Resumen de árbol de problemas.....	106
XXI.	Resumen árbol de objetivos	107
XXII.	Resumen diagrama causa - efecto	109
XXIII.	Marco lógico	111
XXIV.	Costos planta de tratamiento	119
XXV.	Costos de manejo de aceite residual	122
XXVI.	Costos área de chatarra	126
XXVII.	Desglose de costos de propuesta del área de generador.....	128

XXVIII.	Costos totales de inversión	129
XXIX.	Comprobación de viabilidad	134
XXX.	Ventajas y desventajas	152

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
C	Cantidad de contaminante
CM	Calidad del medio ambiente
cm	Centímetro
E	Extensión
dB	Decibeles
H₂O	Agua
H₂SO₄	Ácido sulfúrico
Km	Kilómetros
kW	Kilowatt
m	Metro
N	Nitrógeno
O	Oxígeno
P	Peligrosidad
Pobl.	Población
SO₃	Óxido de azufre
SO₂	Dióxido de azufre

GLOSARIO

Almacenamiento de fluido a granel	Acumulación de fluidos en grandes cantidades.
Análisis de aceite	También conocido como análisis SOS, es una prueba realizada a los distintos tipos de aceites que utiliza un equipo para su funcionamiento y conocer el estado del aceite, lo que revela posible fallas en el equipo.
Áreas de alto riesgo	Zona con alta probabilidad de ocurrencia de un siniestro o accidente debido a sus malas condiciones tanto salubres como ocupacionales..
Biodegradable	Substancia que puede descomponerse de forma natural por la acción de agentes biológicos.
Calidad del ambiente	Características cualitativas y/o cuantitativas del ambiente, las cuales son necesarias para satisfacer las necesidades de los ecosistemas.
Clorofluorocarbonos	Compuestos formados por átomos de carbono, flúor y cloro nocivos para la atmósfera terrestre.
COEGSA	Compañía General de Equipos S.A.

CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
Contaminación	Alteración negativa del estado natural del medio.
Contenedor de mopas	Recipiente destinado al desecho de toallas y servilletas absorbentes contaminadas con aceite, diésel, gasolina, grasa o cualquier otro agente contaminante.
Control de contaminación	Restricción y mitigación de emisiones nocivas.
Desecho	Residuo que se prescinde por no tener utilidad.
Desecho nocivo	Residuo producto de actividad cualquiera con características no reciclables o reutilizables.
Desengrasante	Producto de naturaleza alcalina capaz de eliminar aceites y grasas a partir de una reacción química.
Diagnóstico Computarizado	Análisis de un motor a través de una computadora.
DG90	Desengrasante industrial utilizado para remover grasas y aceites.
Ecosistema	Sistema biológico constituido por un conjunto de seres vivos y el medio natural donde habitan.

ERA	Evaluación de riesgo ambiental.
Estándar de calidad	Nivel mínimo de rendimiento aceptable de un bien o servicio como resultado de una serie de acciones o actividades.
Estudio de impacto ambiental	Análisis del nivel de impacto de una actividad.
Ferreyros	Empresa peruana dedicada a la operación de negocios de maquinaria y repuestos.
Fitopatógenos	Microorganismo portador de enfermedades en plantas.
Gentrac	Corporación General de Tractores, S.A.
Gestión	Conjunto de acciones con el fin de administrar recursos y coordinación de actividades.
Hoja topadora	Plancha metálica de alta resistencia utilizada en equipos de movimiento de tierra como herramienta para desplazar el material según conveniencia.
Jefatura	Cargo o puesto laboral con funciones de dirección y gestión de recursos y personal.

Magnaflux	Ensayo no destructivo por partículas magnéticas utilizado para identificar fracturas en piezas metálicas.
Manejo de aguas	Gestión y cuidado de cuerpos de agua para evitar que aguas residuales resulten contaminantes.
Manejo de desechos	Conjunto de operaciones dirigidas a darle el destino adecuado a los residuos provenientes de cualquier operación y evitar la contaminación del medio.
Manejo de residuos peligrosos	Gestión de materiales altamente contaminantes.
Manejo de suelos	Gestión y cuidado de conjunto de tierras evitando su contaminación por agentes extraños.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
Materiales contaminantes	Conjunto de residuos de alto potencial contaminante.
Matriz de riesgo	Herramienta indicadora utilizada para determinar objetivamente las probabilidades de daño a la seguridad y a la salud.
Medio Ambiente	Conjunto de componentes físicos, químicos y biológicos con los que interactúan los seres vivos.

Mitigación de impacto ambiental	Disminución del daño al medio ambiente.
Nivel de impacto	Indicador de repercusiones tanto positivas como negativas de un agente sobre un proceso.
Niveles de contaminación	Índices de cantidad de emisiones al ambiente.
Peligro	Situación en la que existe la posibilidad o amenaza que ocurra un contratiempo.
Plan de contingencia	Conjunto de procedimientos alternativos a la operación normal de una institución.
Planta de tratamiento	Conjunto de estructuras y sistemas utilizados para purificar el agua residual previo a su expulsión al desagüe.
Punto crítico	Situación difícil o comprometedora donde se tienen altas oportunidades de mejora.
Refrigerante	Producto químico diseñado para absorber la mayor cantidad de calor posible, utilizado en sistemas de enfriamiento de equipos mecánicos.
REMOSA	Área de reconstrucción de componentes dentro del taller de Gentrac.

Residuos peligrosos	Sustancia resultante de alguna actividad natural o no natural que es imposible transformar para el medio ambiente.
Residuos sólidos	Materiales en estado sólido desechados luego de su vida útil.
Riesgo	Probabilidad de ocurrencia de daños debido a una situación peligrosa.
Riesgo ambiental	Posibilidad de un daño o catástrofe en el medio ambiente debido a un fenómeno natural o acción humana.
Rodaje	Conjunto de piezas metálicas de gran tamaño unidas por medio de pines, utilizadas en el sistema de movimiento de maquinaria pesada.
Rubro	Conjunto de artículos de consumo de un mismo tipo relacionados con determinada actividad.
Salud ocupacional	Actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores por medio de la prevención y control de enfermedades y accidentes.
Separador de aceite	Sistema de limpieza de aguas residuales que aprovecha la suspensión del aceite para removerlo por medio de succión.

Solución factible	Posibilidades de solución que se presentan como ejecutables o probables ante una situación.
Solución viable	Solución con altas probabilidades de éxito.
<i>Tool Room</i>	Área dentro del taller central de Gentrac, en donde se almacena toda la herramienta requerida en las reparaciones.
Torsión	Fuerza resultante de la aplicación de un momento a un eje longitudinal.
Toxicidad	Capacidad de alguna sustancia química para producir efectos negativos sobre un ser vivo.
Transmisión hidráulica	Conjunto de engranajes impulsados por fuerzas hidráulicas con el fin de transmitir energía rotatoria de un punto a otro.
Versatilidad	Cualidad de un elemento o individuo para adaptar distintas formas y aplicaciones.

RESUMEN

En la mayoría de talleres mecánicos sin importar su enfoque, los riesgos ambientales son inevitables ante el constante manejo de materiales y desechos nocivos para el medio ambiente: aceites, grasas, desengrasantes, repuestos usados, combustibles, entre otros.

La gran mayoría de talleres no le brindan mayor importancia a esta problemática debido a que lo ven como un gasto y no como una inversión; pero a medida que la conciencia ambiental y las regulaciones han ido en aumento según tendencias modernas, existen empresas que han mostrado interés y preocupación por el cuidado y protección del medio ambiente, lo que se ha traducido en controles y planes de mitigación de riesgo ambiental que incluye a los talleres mecánicos.

Al representar a una marca tan prestigiosa como Caterpillar y al regirse bajo sus condiciones, Gentrac se ve en la obligación de contar con un control de contaminación muy estricto para mitigar toda aquella probabilidad de introducir al medio ambiente, cualquiera de los desechos y materiales contaminantes que se manejan. Además, en Guatemala existen leyes ambientales que castigan severamente a las industrias que contaminan el medio ambiente, obligándolas a cumplir medidas de alto cuidado para evitar desde multas hasta la clausura de empresas.

Como parte de estas obligaciones y dado la constante preocupación de los altos riesgos contaminantes dentro de Gentrac, se ha elaborado el siguiente trabajo de graduación, en el cual se analizan los puntos más críticos y de mayor

riesgo de contaminación ambiental por medio de una ponderación cualitativa y cuantitativa para determinar estos puntos mencionados.

Se procede a la proposición de soluciones viables y factibles para la empresa, seguido de un análisis económico para ratificar estas cualidades mencionadas del proyecto. Por último, se realiza un plan de seguimiento y retroalimentación para mantener en pie las propuestas a mediano y largo plazo; además, fomentar su mejora continua y que se pueda adaptar a los cambios que se presenten en el futuro.

Como parte esencial del trabajo de graduación, cabe mencionar la gestión de desechos y materiales contaminantes, la cual se toma con base en los puntos de alto riesgo identificado en el análisis inicial, dentro de los cuales se determinan los procesos de manejo de los desechos peligrosos provenientes de las operaciones del taller, para lograr así mitigar los posibles efectos negativos en el suelo, cuerpos de agua, aire, entre otros.

OBJETIVOS

General

Garantizar la gestión adecuada de desechos y materiales contaminantes provenientes de las operaciones del taller central de Gentrac.

Específicos

1. Detectar los puntos críticos que muestran alto nivel de riesgo de contaminación ambiental dentro del taller a partir de un análisis de riesgos.
2. Establecer las medidas necesarias para el control y la mitigación de los desechos provenientes de las operaciones en los puntos críticos definidos.
3. Determinar la viabilidad y factibilidad de las medidas preventivas y correctivas necesarias para la gestión de desechos dentro del taller.
4. Diseñar un plan de seguimiento continuo y retroalimentación para la gestión y reciclaje de desechos a largo plazo.

INTRODUCCIÓN

En los inicios de la industrialización a mediados del siglo XVIII, la preocupación por la gestión de los desechos provenientes de los ciclos productivos no era de mayor importancia para las grandes industrias que causaban altos niveles de contaminación ambiental. A medida que fueron apareciendo las consecuencias de los daños provocados al medio ambiente por los residuos y desechos de las fábricas como la contaminación de los cuerpos de agua, erosión del suelo o emisión de monóxido y dióxido de carbono y gases no condensables a la atmósfera, las autoridades pertinentes se vieron en la obligación de regular la manera de operar de la industria; pero no fue sino hasta 1890 que se fundó el primer Instituto de Higiene en Alemania, el cual fue la primera piedra para crear la organización que hoy se conoce como legislación de la gestión industrial y sus desechos.

Con el paso de los años se introdujeron varias regulaciones ambientales a nivel nacional e internacional; fueron los pioneros de esto en su mayoría los países europeos. Como parte de esta preocupación ambiental se crearon importantes tratados internacionales como el Protocolo de Kioto en 1997, el cual fue renovado con el Acuerdo de París en 2015 firmado por más de 170 países unidos para combatir el inminente cambio climático.

Gentrac, una empresa dedicada a la distribución y servicio de maquinaria pesada, no queda fuera del riesgo de contaminar y ser sancionada por las autoridades; además de contar con altas exigencias por parte de los requerimientos solicitados desde la central de Caterpillar® en EEUU en cuanto a la gestión de desechos provenientes del taller, las cuales han crecido en

importancia en los últimos años. Con el afán de lograr cubrir dichas exigencias y cumplir las leyes de control de contaminación en Guatemala, se propuso este trabajo de graduación, que pretende definir claramente los estatutos mínimos requeridos para una mejor gestión de los desechos y materiales contaminantes producidos en las operaciones del taller central de Gentrac; así mismo, brindar un apoyo no solamente a la empresa, también al medio ambiente, que ha sido contaminado a altos niveles por el sector industrial desde que inició la revolución industrial.

La gestión de desechos se enfocará a los puntos más vulnerables y de alto riesgo de contaminación dentro de la empresa; se analiza cada uno, para determinar y establecer el nivel de impacto causado en cuando a la contaminación ambiental, independientemente de si se trata de contaminación del suelo, del agua o del aire; se determinará un plan de acción para cada riesgo detectado, se analizará y sistematizará económicamente para determinar la factibilidad y viabilidad de la solución propuesta.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Durante el siguiente capítulo se describirá el panorama general de la empresa Gentrac, que ha permitido que se realice este trabajo de graduación dentro de sus instalaciones como parte de su colaboración hacia sus empleados en su carrera profesional.

Gentrac, actualmente, es un distribuidor exclusivo de la marca Caterpillar en Guatemala; esta compañía se define a sí misma como una empresa altamente calificada para la satisfacción de las necesidades de sus clientes y como un apoyo en el éxito de su negocio; se dedica principalmente a la venta, arrendamiento y reparación de maquinaria pesada y liviana.

1.1. Historia de Gentrac

Gentrac no siempre ha sido como hoy se le conoce, tanto como institución como razón social; su historia comenzó el 15 de agosto de 1964 como una empresa llamada Mayatrac, que tomó la representación de la marca Caterpillar en Guatemala, la cual se mantiene por aproximadamente 33 años; ya que el 28 de febrero de 1998, Mayatrac pasa a manos salvadoreñas cuando Compañía General de Equipos, S.A. (COEGSA), empresa con más de 70 años de experiencia en la representación y distribución de la marca Caterpillar, compró la operación completa que ejercía Mayatrac, cuando cambia su nombre a Gentrac, tanto en Belice como en Guatemala. A partir del 1 de marzo de 1998, Gentrac comienza a operar en la ciudad de Guatemala.

Pero el dominio salvadoreño llegaría a su fin, cuando el 1 de enero del 2010 entra en el negocio la respetada empresa peruana Ferreyros, conocida por ser líder en su país natal en importaciones de bienes de capital, con más de 87 años de experiencia y excelente reputación empresarial por su alta calidad, integridad y compromiso con sus clientes. Gentrac Guatemala, Gentrac Belice y COEGSA se convierten parte de la familia de empresas de Ferreyros, lo cual se consideró un salto a la superación empresarial, ya que la firma peruana cuenta con ingresos superiores a los mil millones de dólares anuales.

1.2. Información de la empresa

Como parte importante del trabajo de graduación es necesario conocer a fondo las operaciones de la empresa con quien conjuntamente se trabajará, para lograr analizar más a fondo el problema planteado, por lo tanto, su solución propuesta.

1.2.1. Misión

La misión puede definirse como la razón de ser de una organización o el motivo por el cual la misma existe. No solamente eso, también, se puede conocer a través de la misión, las operaciones y funciones básicas de la empresa para alcanzar su objetivo conjunto.

Para Gentrac, la misión se define como “ser la mejor solución en equipos de movimiento de tierras y generación, respaldo al producto y opciones financieras, trabajando conjuntamente con nuestros clientes”.¹

¹ Misión, visión y valores. <http://www.gentrac.com.gt/nosotros/mision-vision-y-valores>. Consulta: 25 de septiembre de 2016.

1.2.2. Visión

La visión se puede definir como un objetivo a largo plazo de la institución, es decir, lo que se quiere lograr o la imagen futura de la empresa. Esta debe de ser redactada por la persona a cargo de la dirección de la firma, quien debe de tener claras cuáles son las aspiraciones de la empresa, determinando objetivos alcanzables a mediano y/o largo plazo, además de los colaboradores que componen la organización. Una vez establecida la visión, se debe concentrar todas las actividades de la empresa a su cumplimiento.

Gentrac define su visión como “ser los mejores en proporcionar soluciones a nuestros clientes y satisfacción a nuestros empleados, con solidez financiera”.²

1.2.3. Valores

Los valores de una institución forman parte integral de sus operaciones, al definirse con exactitud la metodología de operación. Esto incluye a los colaboradores y a los directivos, quienes deben establecer un punto de referencia para los demás de la manera de trabajo ideal para mantenerse lo más apegados posible a la misión y visión.

Los valores de Gentrac se definen como:

- El cliente es primero
- Integridad y honradez
- Respeto por otros y por el ambiente

² Misión, visión y valores. <http://www.gentrac.com.gt/nosotros/mision-vision-y-valores>. Consulta: 25 de septiembre de 2016.

- Profesionalismo
- Trabajo en equipo

1.2.4. Ubicación

Gentrac está ubicado en la calzada Aguilar Batres 54-41 zona 12, Guatemala, dentro del perímetro del municipio de Villa Nueva.

Figura 1. **Ubicación de la empresa**



Fuente: *Ubicación Gentrac*. <https://www.google.com/maps/place/Gentrac/@14.5682195,-90.5756598,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8589a0cd884ff1b5:0xd8167eac7ce24389!8m2!3d14.5682195!4d-90.5734711>. Consulta: 23 de julio de 2017.

Gentrac cuenta con varias sucursales ubicadas en:

- Sucursal ciudad de Guatemala: Terminal, 2 calle 3-16, zona 9, local 2
- Sucursal Quetzaltenango: 9 calle, 0-67, zona 7
- Sucursal Teculután, Zacapa: barrio El Paraíso, km 121, ruta al Atlántico
- Sucursal Morales, Izabal: km 244,3, aldea La Ruidosa

1.3. Organización del departamento de servicios

El departamento de servicios se muestra como uno de los más importantes y grandes con los que cuenta actualmente Gentrac, ya que proporciona el soporte al equipo que vende con mantenimientos preventivos, correctivo, selectivo y predictivo a equipos Caterpillar. Actualmente, el departamento de servicios cuenta con 155 colaboradores, de los cuales 104 son técnicos de servicios, es decir, la mano de obra efectiva de la empresa.

1.3.1. Gerencia de servicios

El gerente de servicio se encarga de la gestión y las decisiones determinantes de las operaciones del departamento que representa, económicas y operacionales. Establece un orden y determina procedimientos establecidos en cada área del departamento; además, gestiona las reuniones con los altos mandos de la empresa y con su personal a cargo para la aclaración de temas a analizar y la toma de decisiones.

1.3.2. Jefatura de administración

La jefatura administrativa se basa en la gestión y las decisiones en cuestiones administrativas del departamento de servicios, por ejemplo, la

adquisición de herramienta, abastecimiento de combustible, control de trabajos en proceso, entre otros.

El jefe administrativo además se encuentra a cargo del área de presupuestos, tarifas, gasolinera y el *tool room* (cuarto de herramientas); por lo tanto, debe tomar decisiones en cuanto a las cotizaciones para los clientes externos, abastecimiento de herramienta Caterpillar, control de misceláneos utilizados dentro del taller, entre otras.

1.3.3. Jefatura de talleres

Este puesto requiere mucha interacción con el taller y con el personal administrativo, es quien está a cargo de los supervisores de cada taller del departamento de servicio (supervisión de trabajos de campo, reconstrucciones, electricidad y buses, taller de componentes y rodaje y soldadura), encargado de la gestión de sus recursos, reparaciones en curso, préstamo de técnicos, supervisión de la gestión de personal de taller, etc. Además, se encuentra a cargo de los asesores de servicio y el inspector de calidad de las reparaciones. El puesto demanda altos conocimientos técnicos y administrativos ya que sostiene constantes reuniones con el personal de taller y administrativo para establecer procedimientos que requieran especial atención.

1.3.4. Jefatura de convenios de mantenimiento y taller interno

El puesto descrito en este inciso posee responsabilidad y compromiso con los clientes externos e internos. Gentrac ofrece convenios de mantenimiento para los equipos de los clientes externos, en los cuales se lleva un control específico de las horas trabajadas por la máquina para la ejecución de su servicio correspondiente o bien se tienen contratos de mantenimiento con

visitas programadas periódicamente (mensual, trimestral o bimestralmente), lo cual es utilizado más que todo para equipos electrógenos. Este debe contar con las competencias de liderazgo, negociación, planeación, administración, eficiencia y trabajo en equipo para asegurar la gestión correcta de su cargo y las personas bajo su responsabilidad.

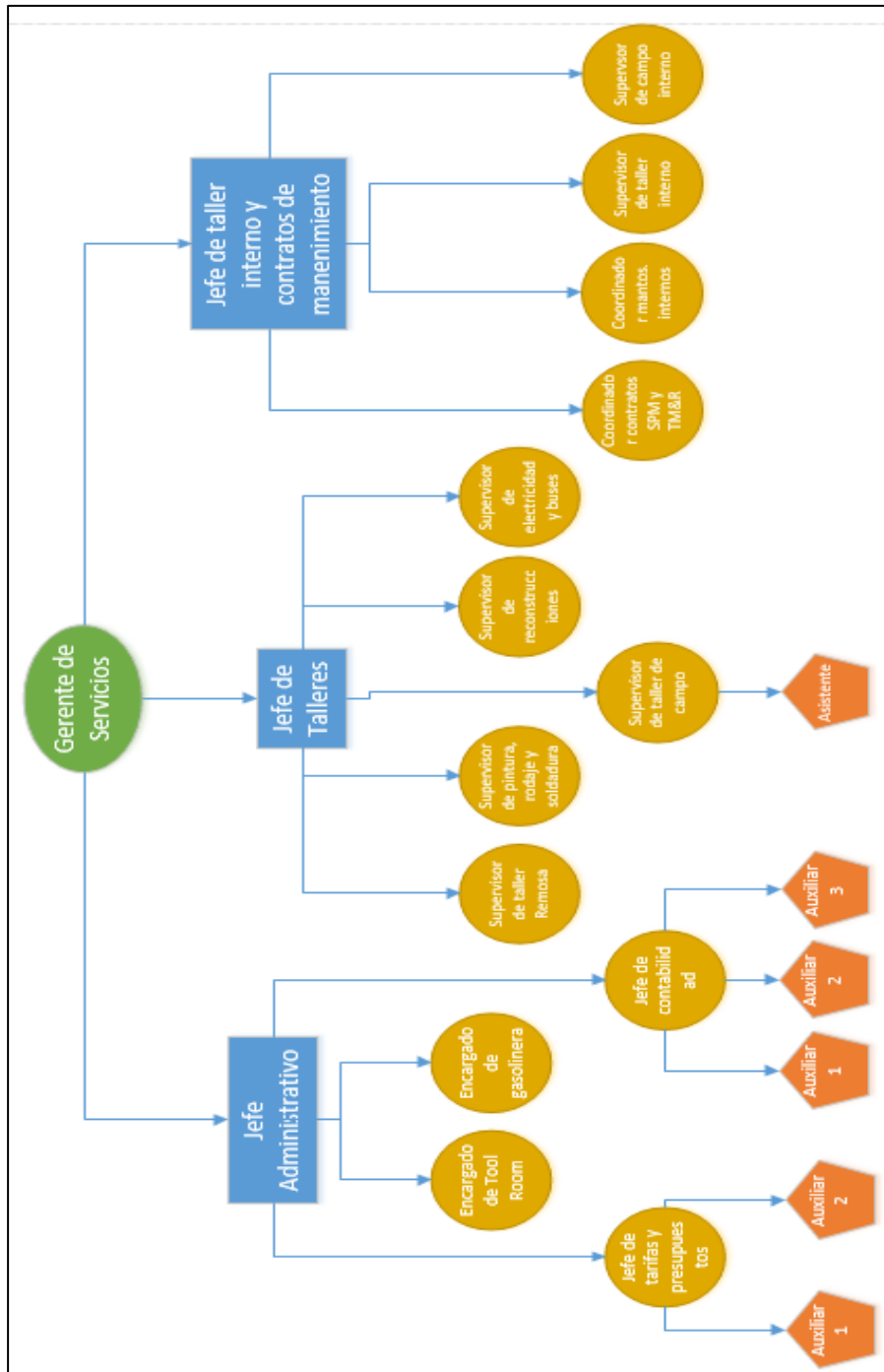
Además, el departamento de servicios realiza las reparaciones y los mantenimientos requeridos a la flotilla de arrendamiento de más de 400 equipos alrededor de todo el país, para lo cual se tiene un supervisor y un encargado de los mantenimientos preventivos. El jefe de convenios de mantenimiento y taller interno supervisa los trabajos realizados por ambas ramas del departamento de servicios mencionadas anteriormente, que determina los procedimientos con la aprobación del gerente de servicios.

1.3.5. Jefatura de contabilidad

Claramente, ante el alto flujo de trabajo y las actividades del taller, se requiere un área de contabilidad para el control de cargos y facturación de órdenes de trabajo para el cliente externo e interno. Para la supervisión y control de las órdenes de trabajo se encuentra el puesto de jefe de contabilidad, quien, tiene tres asistentes, dos encargados de la facturación de órdenes y uno a cargo de los cargos de mano de obra de las órdenes de trabajo.

El departamento de servicios se divide en tres jefaturas: administrativa, de talleres y de taller interno y convenios de mantenimiento. Para una mejor comprensión de las operaciones del departamento se muestra el organigrama en la figura 2.

Figura 2. Organigrama del departamento de servicios



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio 2013.

1.4. Descripción de las áreas del departamento de servicios

Se describirá cada área del taller del departamento de servicios, considerado de gran importancia para la posterior determinación de las áreas de riesgo dentro del taller.

1.4.1. Taller central

El taller central es el más grande de todas las sucursales de Gentrac alrededor del país; es un área fuertemente equipada con una capacidad de albergar hasta 40 máquinas, dentro de la cual se realizan las reparaciones y mantenimientos de equipos. Principalmente, se basa en cuestiones de remoción e instalación de componentes para su reparación.

Figura 3. **Taller central**



Fuente: elaboración propia.

Este taller es el área de trabajo de los técnicos especializados en distintos tipos de maquinaria pesada, los cuales se reparten en taller interno y externo. El aspecto del taller central se puede apreciar en la figura 3.

1.4.2. Taller de componentes (REMOSA)

Es uno de los talleres mejor equipados de Gentrac; es un área especializada en la reparación y reconstrucción de componentes internos de las máquinas Caterpillar, donde se reparan los componentes provenientes del taller central.

Estos componentes pueden ser: bombas hidráulicas, bombas de inyección de combustible, motores de combustión interna, cilindros hidráulicos, transmisiones hidráulicas, motores hidráulicos, turbocompresores, entre otros. El aspecto del taller de componentes se puede apreciar en la figura 4.

Figura 4. **Taller REMOSA**



Fuente: elaboración propia.

El taller cuenta con cinco áreas principales que se describen a continuación:

- **Reconstrucción de motores:** está equipada con bancos y equipos especializados en el desarmado, reparación y rearmado de motores utilizados en la industria de maquinaria pesada y liviana; además cuenta con un dinamómetro con sistema de monitoreo electrónico, el cual es utilizado para la prueba de motores luego de su reparación, para garantizar que estos cuenten con un rendimiento satisfactorio de trabajo, aplicándoseles carga durante su funcionamiento para simular las condiciones de trabajo a las que se verá sometido. Además, cuenta con un equipo de detección de fallas en piezas metálicas de los motores y de los cilindros llamado Magnaflux, el cual a partir de magnetismo y líquidos reveladores deja a la vista fallas superficiales en las piezas para determinar si aún pueden ser utilizadas.
- **Transmisiones hidráulicas:** es una de las áreas más modernas del taller de componentes; se basa en un banco de pruebas capaz de simular un ambiente controlado de trabajo en condiciones de operación a las transmisiones reparadas en el taller de componentes; a través de dichas pruebas, se logra monitorear el funcionamiento de cada uno de sus componentes internos para asegurar su funcionamiento óptimo o para localizar fallas.
- **Área de cilindros hidráulicos:** la mayor parte de maquinaria pesada utiliza sistemas hidráulicos para el funcionamiento de los equipos, dentro del cual se encuentra el uso de cilindros hidráulicos para transmitir la fuerza de un fluido (normalmente aceite) para el movimiento del equipo; dentro del taller de componentes se cuenta con un banco especializado para tomar mediciones de dureza y torsión con alta precisión; además, un banco para el desarmado y armado de cilindros para su reparación.

- Área de bombas de inyección: además del equipo mencionado anteriormente, se cuenta con tres bancos de pruebas de bombas de inyección, un banco de pruebas para gobernadores y un banco para pruebas de inyectores unitarios.
- Área de lavado: por regulaciones de Caterpillar, antes iniciar cualquier reparación de maquinaria o de componentes, es requerido lavarlos con agua a alta presión, para un análisis y reparación más eficiente.

1.4.3. Taller de rodaje y soldadura

Dentro de las operaciones de Gentrac se tiene un área específica para la reparación del sistema de rodaje y sus componentes utilizados por los tractores y excavadoras Caterpillar: cadenas, bastidores de rodos, ruedas guías, rodillos y zapatas; además, un área específica para soldadura de cucharones, hojas topadoras, bases para extintores de maquinaria, entre otros. La apariencia de esta área se puede apreciar en la figura 5.

En dicho taller también se cuenta con un área de torno y herramientas, en donde se reconstruyen o fabrica piezas metálicas de los equipos Caterpillar.

1.4.4. Taller de reconstrucción

Como parte de las operaciones del departamento de servicios, se encuentra el área de reconstrucciones certificadas por Caterpillar, en donde se llevan a cabo procesos de hasta 3 meses para la restauración de maquinaria, en donde literalmente se tiene un equipo nuevo.

Figura 5. **Taller de rodaje y soldadura**



Fuente: elaboración propia.

Dentro de dicho taller se desinstala componente por componente del equipo a reconstruir para llevarlo hacia el taller de reconstrucción de componentes (REMOSA) o rodaje y soldadura o lavado. El proceso de reconstrucción certificada es un trabajo exhaustivo en el cual se repara el equipo en al menos un 80 %; se reemplaza la mayoría de sus piezas: piezas de motor, convertidor de torque, transmisión, rodaje (si fuese un tractor o excavadora), piezas de la cabina, etc., con piezas originales Caterpillar, lo cual le da una segunda vida al equipo.

1.4.5. Taller de pintura

Luego de una reparación, preparación de equipo nuevo o reconstrucción, los equipos pasan por un proceso de pintura y retoque, con lo que obtienen una apariencia más atractiva y presentable; se utiliza un color amarillo patentado por

Caterpillar combinado con un color negro. La pintura aplica para las guardas del equipo, motores, ejes, rodaje, entre otros.

1.4.6. Laboratorio de análisis periódico de aceite

Cada fluido que utilice la máquina puede determinar, de manera fácil y eficiente, algún problema mecánico que esté presentando, para lo cual se utiliza el laboratorio de análisis periódico de aceite. Es una herramienta de mantenimiento predictivo que permite reducir el tiempo de paro y el costo de operación de los equipos.

Es un programa que se utiliza para determinar el estado y funcionamiento de los componentes de las máquinas, por ejemplo, motor, transmisión, mandos finales, sistema hidráulico, sistema de enfriamiento, etc., el cual se basa en la tendencia al desgaste de los distintos materiales de construcción de los componentes analizados. El resultado del análisis depende de la cantidad de contaminantes encontrados en el aceite o refrigerante a analizar, el cual el cliente puede monitorear a partir de una página web donde se almacenan los resultados y el historial de cada equipo.

1.4.7. Área de lavado de maquinaria

Como un requerimiento presentado directamente por Caterpillar, se encuentra el lavado de maquinaria antes y después de su ingreso al taller; todo esto se basa en un exhaustivo control de la contaminación, además de obtener un área limpia para trabajar y realizar diagnósticos más exactos de la falla.

Para dicha tarea se cuenta con un área de aproximadamente 1 500 metros cuadrados destinada al lavado de maquinaria y componentes, dentro de

la cual se cuenta con lavadoras a presión, componentes para el lavado como jabones y desengrasantes especiales para la tarea; además, una fosa de decantación que permite la separación del agua de los sedimentos resultantes del lavado para su posterior evacuación; esta área se muestra en la figura 6.

Figura 6. **Área de lavado**



Fuente: elaboración propia.

1.4.8. Gasolinera y cuarto de herramientas (*tool room*)

Para el abastecimiento de combustibles a los equipos de uso interno del taller y a las máquinas de clientes externos e internos, se tiene una gasolinera con una capacidad de 500 galones de diésel y 500 de gasolina. A un costado de la gasolinera, se tiene un área de desecho y almacenamiento de aceites y filtros usados, así como una bodega de aceites y grasas para uso del taller como se aprecia en la figura 7.

Figura 7. **Gasolinera**



Fuente: elaboración propia.

Además de lo mencionado anteriormente, como parte básica de las operaciones del taller, se cuenta con un cuarto de herramientas, en el cual se cuenta con un amplio *stock* de herramientas de uso frecuente para las reparaciones de los equipos que ingresen al taller, desde llaves hasta equipos de diagnóstico computarizado que asegura la ejecución de los mantenimientos y reparaciones con los estándares de calidad más altos con el uso de herramienta certificada.

1.5. Clasificación de productos Caterpillar

Caterpillar cuenta con una amplia gama de maquinaria pesada y liviana, con múltiples aplicaciones para satisfacer la demanda de la industria, los cuales se describirán a continuación.

1.5.1. Tractores de cadena

Estos equipos son los precursores de la maquinaria pesada ya que fueron los primeros modelos en ser producidos en masa a inicios del siglo XX. Actualmente, son los equipos más utilizados para múltiples aplicaciones en la industria, ya que son ideales para la operar en lugares de difícil acceso, debido a la utilización de las cadenas y la hoja topadora; por lo que se utiliza para tumbar árboles, construcción de caminos de acarreo, esparcir material, entre otros.

Figura 8. **Tractor Caterpillar D11**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 5.

Para la selección del tractor de cadenas como herramienta de trabajo, se deben tomar múltiples factores en consideración: peso, la potencia, tamaño de hoja topadora, configuración del tren de rodaje, entre otros.

La línea de tractores de cadena Caterpillar se identifica con la letra D, sucedido por un número desde el 3 (el tractor más pequeño) hasta el 11. Se

puede asegurar que no existe sustituto al tractor de cadena dentro de la industria, ya que pocas o casi ninguna máquina puede igualar la capacidad su para rellenar zanjas, trabajar en pendientes muy altas, realizar nivelaciones, entre otros. Una representación del tractor de cadenas se puede apreciar en la figura 8.

1.5.2. Cargadores de cadena y ruedas

El cargador de cadenas es poco conocido en el mercado guatemalteco ya que normalmente se acostumbra la utilización los equipos de ruedas en este modelo, a pesar de la mayor versatilidad de los cargadores de cadena. Los cargadores de cadena cuentan con controles automáticos para el cucharón que permiten que se levante a determinadas alturas de descarga y carga a partir de ángulos de excavación preajustados para una operación más rápida.

Figura 9. **Cargador de cadenas**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 7.

Cuentan con una alta capacidad de excavar, empujar con la hoja, levantar y acarrear; además, cuenta con la ventaja de utilizar cadenas, lo que le permite trabajar en terrenos de difícil acceso y en áreas más pequeñas; por lo tanto, tiende a ser utilizado en la industria de la manipulación de desperdicios.

Por el otro lado, los cargadores de ruedas son utilizados en su mayoría cuando las distancias de acarreo son mayores ya que son más eficientes que los de cadenas en distancias de 400 pies o más.

Figura 10. **Cargador frontal de ruedas 992K**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 14.

Estos cargadores no están limitados a ninguna aplicación especial y son colocadas en tareas múltiples dentro de la industria. La línea de cargadores Caterpillar se identifica con el número 9, seguido de dos números que identifican su tamaño, desde el 03, hasta el 94, de menor a mayor,

respectivamente. En la figura 9 se muestra uno de los cargadores más grandes con los que cuenta Caterpillar: el 992K.

1.5.3. Retroexcavadoras

Las retroexcavadoras son altamente cotizadas en el mercado debido a su alta versatilidad; le permiten a los clientes el movimiento de material en una variedad de maneras y por su tamaño pueden transportarse en un remolque pequeño, además, de su bajo costo de compra y operación.

Figura 11. **Retroexcavadora Caterpillar 416E**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 10.

Es una herramienta de trabajo altamente efectiva, le permiten a los operadores excavar zanjas, cargar camiones, extenderse sobre obstrucciones, entre otros; además, cuentan con una alta precisión, suavidad y rapidez de trabajo que permiten terminar los trabajos en menor tiempo.

Todas las retroexcavadoras Caterpillar tienen la posibilidad de equiparse con un acoplador rápido trasero, lo que les permite a los usuarios la remoción e instalación rápida de cucharones de distintos tamaños y distintas operaciones.

La línea de retroexcavadoras Caterpillar se identifica con el número 4, desde las más pequeñas identificadas con un 16 luego del cuatro, hasta las más grandes, representadas por un 32. Este equipo se puede observar en la figura 11 según descripción.

1.5.4. Excavadoras de cadenas y ruedas

En la actualidad, las excavadoras hidráulicas son de las máquinas más cotizadas en el mercado, debido a su flexibilidad de su configuración de varillaje delantero que permite el uso de múltiples aditamentos más allá del cucharón convencional.

Figura 12. **Excavadora Caterpillar 320D**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 21.

En su gran mayoría se utilizan excavadoras de cadenas por su uso en espacios pequeños y terrenos en mal estado, pero cuando se requiere viajar distancias de acarreo mayores a los 400 pies, se utilizan las excavadoras de ruedas. Los modelos existen desde las excavadoras 300.9, con un peso operativo de 7 toneladas, hasta 390 con 85 toneladas de peso operativo.

1.5.5. Camiones articulados

El camión articulado Caterpillar se considera una de las máquinas más seguras de la marca; cuenta con un enganche central articulado oscilante que permite que el tractor y el remolque articulen usando dirección hidráulica simplificada que reduce los esfuerzos sobre el bastidor; debido a su articulación pueden trabajar donde los camiones de bastidor rígido no podían; además, protege al operador en caso de vuelco ya que la cabina puede girar libre e independientemente de la carga. Un ejemplo de cargador articulado se muestra en la figura 13. En Guatemala, son altamente utilizados en minas, constructoras, canteras de materiales, entre otros.

Figura 13. **Camión articulado Caterpillar 730**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 26.

1.5.6. Camiones de bastidor rígido

Los camiones de bastidor rígido Caterpillar, como el mostrado en la figura 14, tienen una adaptación de pasadas con cargadores de ruedas para permitir a los clientes obtener un ciclo de trabajo más rápido para máxima productividad.

Se diseñan específicamente para trabajar en canteras, viajando en caminos más lisos, descargar en trituradoras y tolvas, transportándose en trechos más largos y pendientes más fuertes. Estos camiones se pueden dividir en línea minera y línea de cantera.

Figura 14. **Camión rígido Caterpillar 797**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 27.

1.5.7. Motoniveladoras

Las motoniveladoras han sido frecuentemente utilizadas para múltiples tareas de nivelación, debido a su eficiencia y versatilidad, desde el año de su lanzamiento al mercado en 1972, como la mostrada en la figura 15.

Sus aplicaciones son varias, por ejemplo, la nivelación de acabo, pasadas largas, limpieza de zanjas, trabajos en laderas, preparación de tierra para nuevos caminos, despejar nieve y hielo, entre otros.

Figura 15. **Motoniveladora Caterpillar 120H**



Fuente: Genprac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 30.

Fueron construidas para resistir aplicaciones duras, ofreciendo el control preciso de la hoja topadora y maniobrabilidad excepcional para resultados precisos. Son utilizadas principalmente en la industria constructora y agricultora.

1.5.8. Equipo de pavimentación

Caterpillar cuenta con un amplio repertorio de equipo para la pavimentación de asfalto: pavimentadoras de neumáticos de caucho, de cadenas de acero, de bandas de caucho, elevadores de camellones y ensanchadores de camino. Las pavimentadoras de neumáticos de caucho ofrecen un movimiento rápido y desplazamiento suave, mientras que las de cadenas presentan la ventaja de esfuerzo de tracción y flotación.

Figura 16. **Asfaltadora Caterpillar AP1000E**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 34.

Durante la década de los ochentas, Caterpillar diseñó un sistema llamado Mobil-Trac, el cual se enfocó en aplicaciones agrícolas, pero con el paso del tiempo se aplicó a los equipos de pavimentación que combinan alto esfuerzo de tracción con movilidad rápida.

Los equipos de perfilación de pavimento en frío Caterpillar son utilizados para remover pavimento desgastado o deteriorado, eliminar baches y otras imperfecciones presentes, dejar una superficie con textura sobre la cual se puede aplicar una capa nueva de asfalto; cuenta con dos anchos de corte distintos para adaptarse al tipo de pavimentación requerida.

1.5.9. Compactadores

Los compactadores son máquinas ampliamente utilizadas en la industria de la construcción de edificios y carreteras. Básicamente, es un equipo que cuenta ya sea con uno o dos cilindros de gran peso para compactar el suelo

como en las mezclas asfálticas, capaces de alisar superficies y compactar materiales como arcilla, como el que se muestra en la figura 17.

Algunos compactadores cuentan con un elemento vibratorio dentro del cilindro, lo que incrementa la eficiencia del equipo y la capacidad para compactar o reducir el peso necesario.

Figura 17. **Vibro compactador Caterpillar CS533E**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 38.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Contaminación ambiental

La contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra, el agua o cualquier ecosistema que puede afectar nocivamente la vida de especies; los procesos industriales y las condiciones de vida del ser humano pueden malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables hasta el punto de cambiar su configuración.

Los elementos de contaminación son los residuos de las actividades realizadas por el ser humano organizado en sociedad. La contaminación aumenta, no solo por el aumento exponencial de la población y con esta la densidad poblacional, también, porque las demandas por persona crecen continuamente, de modo que aumenta con cada año lo que cada una desecha. A medida que la población se va concentrando en pueblos y ciudades cada vez más densamente pobladas, los recursos se consumen y agotan que deja con pocas opciones de renovación a la naturaleza.

Para una mejor comprensión es importante determinar los dos tipos básicos de contaminantes:

- **Contaminante no degradable:** se trata de materiales como recipientes de aluminio, mercurio, sustancias químicas fenólicas de cadena larga, entre otros que no se degradan o lo hacen muy lentamente en el medio natural; también, se pueden definir como sustancias para las cuales aún no se ha desarrollado un proceso de tratamiento susceptible para compensar la

intensidad de su suministro hacia algún ecosistema. Estos contaminantes no solamente se acumulan, además, a medida que pasa el tiempo suelen concentrarse en un lugar en vez de dispersarse.

- Contaminante biodegradable: las sustancias para las cuales existen mecanismos naturales de tratamiento de desechos; aguas negras domésticas, calor o contaminación térmica, desechos orgánicos como restos de alimentos, entre otros. Normalmente, no se consideran un peligro, pero cuando la aportación de sustancias biodegradables al medio excede su capacidad de descomposición o dispersión natural, suelen tener efectos negativos en el ambiente.

Para clasificar la contaminación puede resultar complicado, pero los métodos más empleados son según el medio (aire, agua, suelo, entre otros) y según el tipo de contaminante (plomo, bióxido de carbono, desechos sólidos, etc.). En este caso, se utilizará la primera clasificación mencionada, presentada a continuación.

2.1.1. Contaminación del suelo

El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre, el cual está íntimamente involucrado con la vida y las actividades del hombre ya que constituye el intermedio imprescindible entre la atmósfera y la hidrósfera. Dentro del mismo intervienen varios elementos geológicos del subsuelo, el aporte de los vientos, aguas y residuos de la vida orgánica.

El suelo está compuesto por diversas capas de arena, arcilla y materia orgánica, cuya combinación define su nivel de porosidad que permite que penetren en el aire, gases y agua.

Esta capa se puede degradar al acumularse en estas sustancias en niveles que repercutan negativamente en su comportamiento, las cuales se vuelven tóxicas para los organismos del suelo que producen una degradación química que provoca la pérdida total o parcial de su productividad. Dicha contaminación puede ser:

- Natural: proceso de concentración y toxicidad que muestran determinados elementos metálicos presentes en los minerales originales de algunas rocas a medida que el suelo evoluciona.
- Antrópica: proviene de la contaminación no natural: aceites lubricantes, jabones, desechos sanitarios, entre otros.

El grado de vulnerabilidad del suelo frente a la contaminación depende de la intensidad de la afectación, el tiempo que debe transcurrir para que los efectos indeseables se manifiesten en las propiedades físicas y químicas de un suelo y de la velocidad en la que se producen los cambios secuenciales en las propiedades de los suelos en respuesta al impacto contaminante.

Las principales causas de la contaminación del suelo pueden deberse a las aguas superficiales que forman terrenos anegadizos propicios para la creación de focos de propagación de insectos transmisores de enfermedades, además, la proliferación de ratas y moscas. El enterrar desechos orgánicos, residuos industriales de tipo no degradables, las infiltraciones de los derivados del petróleo y el uso incontrolado de pesticidas e insecticidas en las actividades agropecuarias, pueden considerarse como las fuentes principales de contaminación del suelo.

Esta contaminación afecta en su mayoría a las zonas rurales con intensa actividad agrícola y ganadera o donde se presente la agroindustria. La lluvia ácida aparece también como un contaminante que participa en la degradación de los suelos, debido a los compuestos de nitrógeno y azufre, que pueden formar ácido nítrico o sulfúrico, reduciendo sus nutrientes, movilizándolo elementos tóxicos y metales pesados, entre otros.

2.1.2. Contaminación del aire

La atmósfera es la capa de gases de composición definida que, junto con la radiación solar, permite el desarrollo de la vida sobre la Tierra. La atmósfera está compuesta por un 78 % de nitrógeno (gas que no interviene en la respiración), 21 % de oxígeno y 1 % de otros gases.

En la atmósfera se regula la temperatura de la superficie terrestre con una mayor o menor transparencia a la radiación solar que incide sobre esta según el nivel de nubosidad, lo que hace variar la cantidad de radiación solar que alcanza la superficie de la tierra y que escapa de esta.

La industria y sus múltiples ramas se ha convertido en una fábrica masiva que actualmente produce siete veces más bienes de consumo que hace treinta años, lo que origina una cantidad inmensurable de desechos de los cuales una cantidad considerable pasa a la atmósfera, lo que produce una importante alteración de la composición del aire atmosférico. Una vez se superen los niveles de tolerancia, se ponen en peligro los ecosistemas y sus habitantes, incluso al ser humano.

En las grandes ciudades, la contaminación del aire proviene de los gases de escape de los motores de combustión interna, de los aparatos domésticos

de la calefacción, de las industrias en general. Dicha contaminación es liberada a la atmósfera en forma de gases, vapores o partículas sólidas capaces de mantenerse en suspensión que supera los límites de tolerancia del sistema y perjudica la vida y la salud de los seres vivos que se encuentren dentro del entorno afectado.

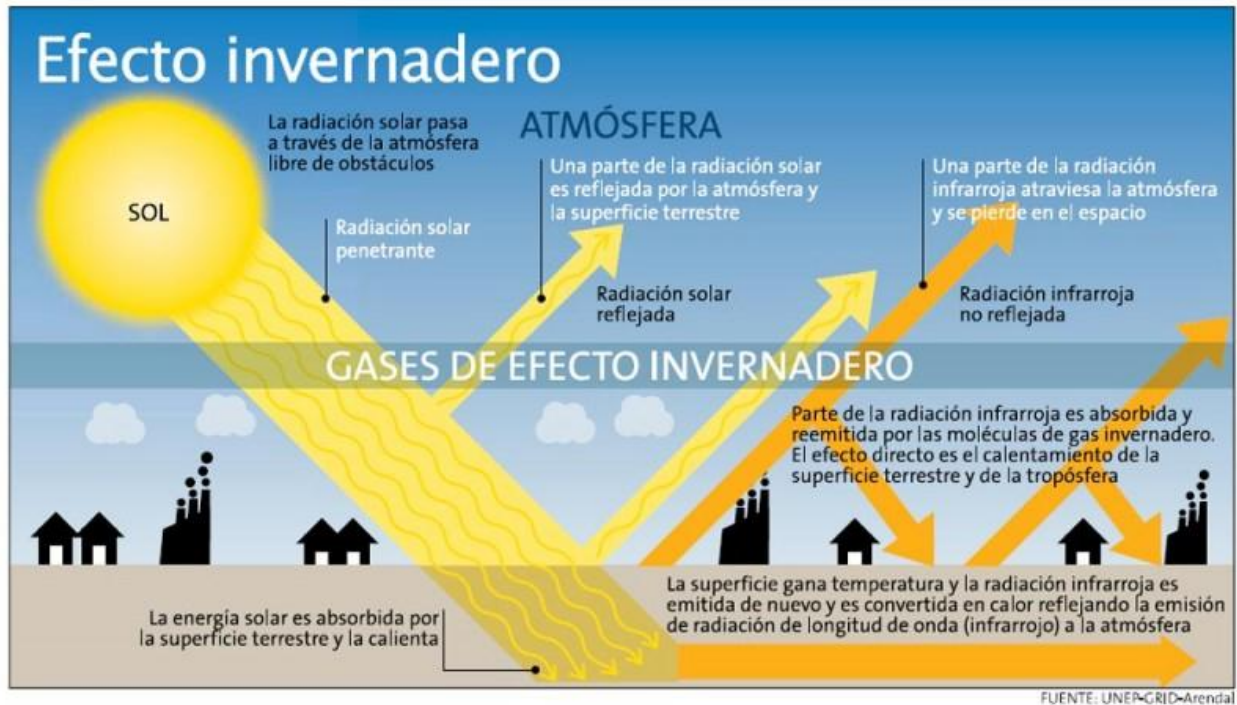
En realidad, solamente puede hablarse de contaminación atmosférica cuando se involucran factores climáticos y topográficos locales que no permiten la recirculación o la eliminación de los contaminantes en el aire por parte de los fenómenos naturales como las lluvias y los vientos, lo cual se traduce en los siguientes efectos principales de dicha contaminación:

- Efecto invernadero

Naturalmente, la radiación solar calienta el suelo y la superficie de los mares, espejos y cursos de agua; luego, estos pierden calor en forma de radiación infrarroja cuando el vapor de agua y el dióxido de carbono de la atmósfera causan que parte de esta radiación se refleje hacia la tierra que evita así que se pierda en el espacio. Esto es lo que se conoce como efecto invernadero o efecto de conservación de calor, por considerarse una analogía a lo que sucede con los cristales de un invernadero.

Los gases en la atmósfera dejan pasar la radiación solar infrarroja incidente y a su vez, no permiten que las radiaciones de mayor longitud de onda reflejadas por la superficie de la tierra escapen de la atmósfera, por lo que se les conoce como gases de efecto invernadero, dentro de los cuales se pueden mencionar el dióxido de carbono, metano, vapor de agua, óxidos de nitrógeno y clorofluorocarbonos, como se muestra en la figura 18.

Figura 18. **Efecto invernadero**



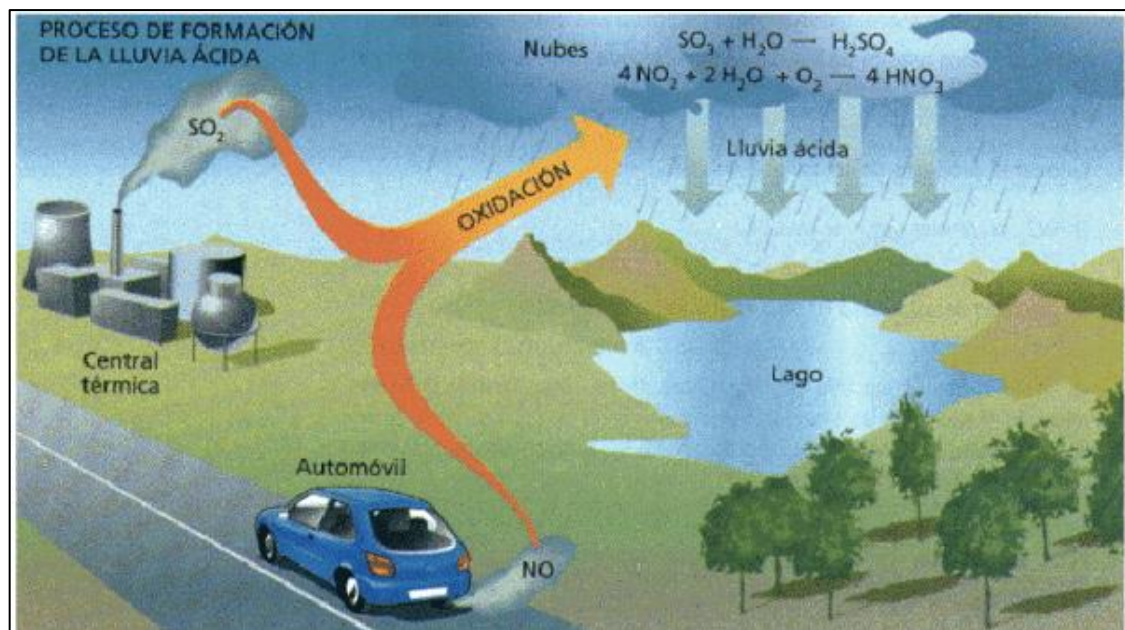
Fuente: *Efecto invernadero: importancia de la atmósfera para los seres vivos*, <http://elblogverde.com/efecto-invernadero-y-calentamiento-global>. Consulta: 02 de noviembre de 2016.

En realidad, el efecto invernadero no es dañino si sucede dentro de los parámetros normales, ya que permite mantener la temperatura de la tierra en sus niveles adecuados, pero cuando la concentración de los gases de efecto invernadero aumenta, causa que la atmósfera retenga una mayor cantidad de calor emitido por la tierra produciéndose un calentamiento global, el cual si alcanza los niveles suficientes, podría derretir los casquetes polares, lo que elevaría el nivel de los mares y causaría la inundación de algunas zonas costeras del planeta. El problema es que se estima que la concentración de dichos gases aumenta 5 % cada año, que fortalece el efecto invernadero y aumenta la temperatura de la tierra.

- Lluvia ácida

El término de lluvia ácida fue utilizado por primera vez en 1853 por el químico británico Robert Angus Smith para calificar a las lluvias que caían sobre la ciudad de Manchester, caracterizadas por su acción corrosiva sobre los metales, decoloración de ropa tendida y muerte de múltiples vegetales. Años después se comprobó que la concentración anormal de óxidos de azufre y nitrógeno provenientes de las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno en las zonas industriales en forma de vapor de agua (nubes), eran los principales causantes de dicho efecto.

Figura 19. **Lluvia ácida**



Fuente: ¿Qué es la lluvia ácida?. <http://elblogverde.com/que-es-la-lluvia-acida/>. Consulta: 02 de noviembre de 2016

Los efectos de dicho fenómeno pueden ser de gravedad, como la contaminación de cuerpos de agua, muerte de fauna y flora, debilitamiento forestal por la acidificación del suelo, entre otros.

Las intensidades de las lluvias ácidas actuales se relacionan directamente con las emisiones de las centrales térmicas y la combustión de hidrocarburos que contienen azufre, nitrógeno, cloro, entre otros. Su proceso de formación se muestra en la figura 19.

- Agujeros en la capa de ozono

El ozono es un compuesto inestable de tres átomos de oxígeno, el cual actúa como un filtro solar que permite el paso de una pequeña parte de la radiación ultravioleta (UV). Dicho compuesto forma un frágil escudo, pero muy eficiente, el cual está tan esparcido por la estratosfera que si se le comprimiera, formaría una capa del grosor de un zapato. La función principal de la capa de ozono es filtrar los rayos ultravioleta provenientes del sol y proteger la vida sobre la tierra.

Pero el uso de los SAO (sustancias agotadoras del ozono), en su mayoría provenientes de clorofluorocarbonos utilizados en la refrigeración doméstica e industrial, aires acondicionados, extinguidores, aerosoles, solventes industriales, entre otros, han causado un grave daño a la misma; permiten el paso de rayos ultravioleta, lo que puede causar cáncer en la piel y cataratas en los ojos de los humanos. Para evitar dichos efectos, en los últimos años se ha intentado disminuir dichos productos para contrarrestar a la destrucción de dicho filtro tan importante para la vida dentro del planeta.

2.1.3. Contaminación de los cuerpos de agua

La contaminación del agua pone en peligro la salud pública, encarece el abastecimiento de agua potable a las poblaciones y a la industria, perjudica la actividad pesquera y, por supuesto, la agricultura.

Aún las plantas de tratamiento más avanzadas técnicamente, son incapaces de remover, transformar o destruir los compuestos orgánicos sintéticos que son el resultado de los procesos industriales. Lo mismo sucede con ciertos detergentes y desperdicios sólidos de origen plástico que forman parte de los desechos domiciliarios que complica la purificación en las plantas de tratamiento de agua; el caso de la industria es el más grave.

Las causas más comunes de contaminación del agua provienen de los desagües urbanos (cloacas y pluviales), desagües industriales, desagües provenientes de la explotación de petróleo, explotación agropecuaria y, por último, descarga de sólidos según se muestra en la figura 20; el problema de contaminación proveniente de sistemas de drenajes se agudiza en el caso de hospitales y sanatorios, pero el que mayor impacto causa es la industria:

- Desagües con impurezas minerales: proveniente de las industrias metalúrgicas, electroquímicas, electrónicas, entre otras, contribuyen de forma química, ya que contienen elementos tóxicos: el plomo, zinc, cadmio, níquel, cromo y mercurio.
- Desagües con impurezas orgánicas: perteneces a las industrias lecheras, azucareras, textiles, carne, etc., contribuyen en forma de contaminación biológica.

- Desagües con impurezas minerales y orgánicas: pertenecen a las industrias de lavaderos, papeleras, litográficas, entre otras; combinan los efectos de los últimos dos incisos.

Figura 20. Fuentes de contaminación del agua



Fuente: *70% de enfermedades en América Latina son causadas por contaminación del agua.*
<http://www.latinosenorlando.com/70-de-enfermedades-en-america-latina-son-causadas-por-contaminacion-del-agua/>. Consulta: 02 de noviembre de 2016.

Dentro de la contaminación del agua proveniente de la industria, cabe mencionar los desagües provenientes de la explotación del petróleo debido al poco cuidado con el que se lavan las bodegas en alta mar que libera restos de petróleo, sin olvidar por supuesto los accidentes que terminan en derrames colosales al océano.

El problema de descargas industriales calientes y de agua de refrigeración proveniente de las empresas generadoras de electricidad vertidas en los cuerpos receptores sin previo enfriamiento, se ha intensificado con el crecimiento de dicha actividad humana; esto termina en una disminución de la solubilidad del oxígeno en el agua, lo que causa muerte en la flora y fauna de los cuerpos de agua y por consiguiente putrefacción de la materia orgánica.

2.1.4. Contaminación auditiva

Se entiende por contaminación acústica o auditiva, la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones que impliquen molestia, riesgo, o daño a las personas o el ambiente.

Los niveles de ruido se miden generalmente según su intensidad y nivel de potencia; se utiliza como medida el decibelio (dB). Con estas medidas se pretende representar la sensibilidad del oído humano ante las variaciones de la intensidad sonora. Por ello el valor de 0 dB equivale al umbral de audición del ser humano, aunque puede variar entre personas, se considera el valor mínimo de audición. El nivel que comienza a causar molestia en el oído humano se encuentra entre 75 y 100 dB, llega hasta los 140 dB como el nivel máximo que el oído humano puede soportar.

Las principales fuentes de ruido pueden ser varias y se les relaciona directamente con las siguientes áreas:

- Tráfico rodado o circulación de vehículos (aproximadamente el 80 % del ruido producido en una ciudad)
- Obras, construcciones industriales (10 % del ruido)

- Ferrocarriles (6 % del ruido)
- Locales, bares, otro tipo de actividades (4 % restante del ruido).

Los efectos del ruido sobre la salud humana pueden ser sorprendentes, según estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), incluye consecuencias fisiológicas y psicológicas.

La exposición prolongada al ruido puede causar conductas agresivas, síntomas psiquiátricos, cefaleas, perturbación del sueño, estrés, fatiga, depresión, nerviosismo, gastritis, disfunción sexual y, por supuesto, pérdida auditiva.

Para evitar esto se han determinado medidas y leyes que establecen objetivos de calidad acústica, más que todo en la industria. En las mismas se definen medidas de protección para el personal y aislamiento de equipos que emiten demasiado ruido.

2.1.5. Contaminación visual

Dentro de los diversos tipos de contaminación que actualmente se pueden percibir, uno de los más claros es la contaminación visual, la cual consiste en el abuso de los elementos de imagen que alteran la estética del paisaje de forma que resultan agresivos e invasivos para el sentido de la vista. Esta puede ser causada por anuncios publicitarios, cables, antenas, postes, estructuras deterioradas, entre otros; básicamente se trata de todo aquello no natural que resulte poco agradable y molesto a la vista.

En las últimas décadas este patrón se ha visto intensificado debido a la sociedad de consumo, estimulada por colores, formas, letras llamativas, para obtener algún producto o servicio, se necesite o no.

Figura 21. Contaminación visual



Fuente: *Contaminación visual Guate,*

<https://www.emaze.com/@ALWIZWFF/CONTAMINACI%C3%93N-VISUAL-GUATE>. Consulta:
23 de julio de 2017.

Este tipo de contaminación influye de forma negativa en la salud humana, ya que el estímulo que recibe el cerebro crea una percepción de caos y confusión que causa ansiedad momentánea. A través de los años se han encontrado diversos problemas relacionados con este tipo de contaminación, como estrés y dolor de cabeza, además, representa una forma de distracción, lo que puede ocasionar accidentes.

Con respecto a la naturaleza, la contaminación visual también afecta a los ecosistemas; crea un desbalance en la ecología del área afectada, lo que conlleva a la pérdida de especies por muerte o migración por la destrucción de sus hábitats.

2.2. Fuentes principales de contaminación

Como se pudo notar en el inciso anterior, la contaminación puede presentarse en múltiples formas en cada uno de los ecosistemas presentes en el planeta, pero existen cuatro fuentes principales de dicha contaminación, las mayores responsables de la propagación de desechos y materiales tóxicos en el suelo, agua y aire. Estas fuentes se describen a continuación:

2.2.1. Industria

Se entiende por contaminación industrial, a la emisión de materiales y sustancias nocivas, peligrosas o tóxicas, relacionadas directa o indirectamente con las instalaciones o procesos industriales. Estas pueden ser:

- Emisiones a la atmósfera
- Vertidos a las redes públicas sanitarias
- Vertidos directamente al suelo o cauces de aguas superficiales
- Almacenamiento de residuos industriales
- Ruido al entorno

Las emisiones que se incluyen en el listado anterior, son las que se derivan de productos o subproductos que las industrias lanzan al mercado. Lamentablemente las políticas actuales contra la contaminación industrial, han sido en su mayoría de carácter correctiva que preventiva, ya que significa altas pérdidas económicas, la determinación de prohibiciones de tipo preventivas para evitar las emisiones tóxicas por parte de las industrias. Dentro de las industrias más contaminantes se pueden mencionar:

- Industria química: sin duda si no es la más contaminante, es al menos la que ocupa los primeros lugares, ya que utiliza una amplia gama de recursos como combustibles (sólidos, gaseosos y líquidos), cales, sales, piritas, productos vegetales y animales, entre otros. Esta industria emana más de cien mil sustancias químicas contaminantes, las cuales son tóxicas para los seres vivos. Además de los productos químicos, se necesitan condiciones de transporte y almacenamiento especializadas, las cuales si no se obedecen, ponen en alto riesgo el entorno. Los productos más en esta industria son los fertilizantes, explosivos, plásticos, gomas, caucho, detergentes, aislantes, productos farmacéuticos, fibras artificiales, entre otros.
- Industria pesada: este rubro es toda aquella actividad económica que involucre la extracción y transformación de materias primas, por ejemplo, el petróleo, que utiliza como materia prima cantidades de productos brutos que deben ser descompuestos con elementos químicos para utilizarse en otros sectores industriales que contaminan al ambiente. Estas industrias se encuentran normalmente cercanas a grandes fuentes de recursos naturales, de donde obtienen la materia prima. Dentro de dicha industria se incluyen las petroleras, mineras, metalurgia, entre otros.

- **Industria generadora de energía:** esta industria es una de las más grandes de todas, ya que no existe población humana que no requiera de la misma; se basa en la obtención de energía eléctrica a través de la explotación de recursos naturales como combustibles, ríos, lagos, mares, aire, elementos nucleares, entre otros. La obtención de energía eléctrica puede ser hasta cierto punto amigable con el ambiente, pero en muchos países se continúan utilizando los combustibles fósiles para su obtención, lo que perjudica aún más el entorno.

2.2.2. Urbanizaciones

La contaminación proveniente de las grandes ciudades afecta directamente el aire, el suelo y el agua a todos sus niveles, y más aún si no se cuenta con controles determinados para evitar dicha contaminación. Los usos urbanos incluyen zonas residenciales (de baja, media y alta densidad), zonas comerciales, zonas urbanizadas, medios de transporte, entre otros. Cada uno significa una carga contaminante específica, de manera que se pueden clasificar según este criterio de la siguiente manera:

- **Baja carga contaminante:** esto incluye zonas residenciales con menos de 125 habitantes por hectárea.
- **Mediana carga contaminante:** incluye zonas residenciales de alta densidad (con más de 125 habitantes por hectárea) y zonas comerciales.
- **Alta carga contaminante:** se toman en cuenta las grandes ciudades y poblados cercanos.

Las principales fuentes de contaminación de las áreas urbanas se pueden definir como gases provenientes de los motores de combustión interna de los medios de transporte, aguas residuales sanitarias, desechos domésticos, productos jabonosos, entre otros. En los últimos años, se han intensificado los controles de dichos desechos, como la separación y reciclaje de desechos domésticos, plantas de tratamiento para las aguas residuales sanitarias, utilización de vehículos eléctricos, mejora en la eficiencia de los automotores y uso de catalizadores para disminuir las emisiones de gases de escape, entre otros; lo que ha ayudado grandemente, pero en ciudades de tercer mundo aún no se han tomado dichas medidas del todo, lo que causa grandes cargas contaminantes a los ecosistema que rodean los poblados.

2.2.3. Comercios

Esta fuente de contaminación se puede tomar en cuenta dentro del rubro urbano, pero se decidió analizar por separado debido a su descontrolado crecimiento en las últimas décadas.

Cada vez es más común la apertura de un nuevo complejo comercial dentro de la ciudad o en sus proximidades, lo que significa una urbanización y riesgo de contaminación latente, desde el inicio de la obra hasta su operación. Al equipar un negocio, la mayoría de veces no se toma en cuenta que se convive a diario con materiales que pueden ser sumamente contaminantes al ambiente y más aún si se trata de grandes cantidades como las emitidas por las edificaciones comerciales.

Los comercios suelen utilizar cantidades exageradas de energía eléctrica, además de enormes cantidades de papel debido a los baños, desechos sólidos provenientes de los mismos, plásticos y cartones de las áreas de comida, entre

otros. Por lo que se deben considerar todos estos factores a la hora de la apertura de un complejo comercial, para evitar la contaminación ambiental y el poco cuidado al planeta.

2.2.4. Agricultura

La agricultura se puede definir como aquella actividad económica que ejerce el hombre haciendo uso de la tierra para extraer productos del suelo, con ayuda de la energía solar.

A diferencia de la industria, la agricultura, al ser una actividad de producción de alimentos que trabaja con insumos naturales como el agua y la tierra, se ha visto libre de ser considerada como una fuente de contaminación. Hoy en día el concepto de agricultura ha cambiado, al quedar demostrado que dicha actividad tiene el potencial de causar graves daños al entorno, incluso superior a los sectores industriales, siempre y cuando no se empleen prácticas correctas durante el uso de abonos, gestión de residuos, riego, entre otros. Algunos de sus efectos negativos son:

- Sobreexplotación del agua al no respetar los ciclos naturales que mantienen su disponibilidad.
- Aparición de resistencias a los pesticidas en las plagas.
- Riesgos a la salud humana con la aparición de residuos tóxicos en los alimentos.
- Acumulación de contaminantes como sedimentos, fertilizantes, pesticidas, etc.

- Disminución de la productividad del suelo debido a la erosión o contaminación.
- Pérdida de materia orgánica, retención hídrica, actividad biológica y salinización.

En la actualidad, se ha optado por la utilización masiva de fertilizantes y pesticidas que han afectado el ciclo natural de siembra que causa la aniquilación de plantas e insectos beneficiosos, resistencias en las plagas a los químicos empleados, contaminación de suelos y ríos, desaparición de fauna y flora debido a los herbicidas residuales, polución química y salinización del suelo. Mientras se continúe con estas prácticas, la agricultura podría representar un alto riesgo de pérdida de ecosistemas completos.

2.3. Estructura de un estudio de impacto ambiental (EIA)

En Guatemala el ente encargado de la protección del medio ambiente es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN); este ente gubernamental tiene la responsabilidad de la realización de estudios de impacto ambiental, los cuales son indispensables para la ejecución y operación de cualquier tipo de proyecto civil, industrial, comercial, etc. El MARN establece, según documento DGA-GA-R-014 publicado en su portal web, la estructura de un EIA, el cual se detalla a continuación en la tabla I.

Tabla I. Estructura de estudio de impacto ambiental

No.	Tema	Detalles
1	Índice	Se presenta el contenido del documento; indica el capítulo correspondiente, figuras, anexos, entre otros, señala los números de página en los que se encuentran.

Continuación la de tabla I.

2	Resumen ejecutivo	Resumen del documento a presentar; incluye localización, objetivos, propietario de empresa, descripción, acciones correctivas, plan de gestión ambiental, entre otros.
3	Introducción	Se le da a conocer al lector el tema a tratar en el documento; incluye descripción del proyecto, alcances, objetivos, metodología, localización, entre otros puntos.
4	Información general	Se presentan los requisitos para el proyecto.
4.1	Documentación legal	Un EIA requiere una carta de presentación, copias de constancia del NIT de la empresa o RTU de persona individual, del nombramiento de representante legal, de su DPI, patente de comercio, licencia de registro autorizada por el MARN, certificación del registro de la propiedad, entre otros documentos.
4.2	Información de los profesionales elaboradores del EIA	Se trata de un listado de participantes en la elaboración del EIA que indica la profesión de cada uno, número de colegiado activo y declaración jurada del tema desarrollado.
5	Descripción del proyecto	Es una descripción a detalle del proyecto que se desea desarrollar.
5.1	Síntesis del proyecto	Requiere una descripción breve del proyecto a realizar.
5.2	Ubicación geográfica y área de influencia	En este inciso se debe incluir un plano de localización doble oficio donde se llevará a cabo el proyecto que incluye colindancias y accesos.
5.3	Ubicación político-administrativa	Indicación de la ciudad, departamento, municipio, aldea o caserío; incluye las vías de acceso más adecuadas para llegar al proyecto.
5.4	Justificación técnica	Se describen las razones por las cuales se eligió el proyecto a realizar, planteándolo como la solución a una necesidad; indica el problema a tratar, sus causas y soluciones.
5.5	Área	Debe indicarse el área física del proyecto en m2 o km2.

Continuación de la tabla I.

5.6	Actividades y tiempo de ejecución	Según plan de ejecución, es requerido enlistar las principales actividades del proyecto y su tiempo estimado de cada una; incluye infraestructura a desarrollar, equipo y maquinaria utilizada, transporte y movilización, entre otros.
5.7	Servicios básicos	Requiere la especificación de los servicios a instalar en el proyecto como abastecimiento de agua, drenaje de aguas servidas y pluviales, energía eléctrica, vías de acceso, transporte público, mano de obra, entre otros.
5.8	Materia prima y materiales	Se deben especificar los materiales y materia prima a utilizar en la fase de construcción y de operación.
5.9	Manejo y disposición de desechos	Este es un inciso muy importante, ya que se debe detallar un estimado de desechos sólidos, líquidos y gaseosos que se dispondrán en el proyecto y su forma de manejo en caso de ser peligrosos.
6	Descripción del marco legal	Dentro de este requerimiento se debe nombrar la normativa legal (regional, nacional y municipal) considerada en el proyecto.
7	Monto total de inversión	A partir de los requerimientos y actividades planificadas, se debe estimar el total de dinero a invertir en el proyecto.
8	Descripción del ambiente físico	Se trata de especificar el área considerada para el proyecto.
8.1	Geología	Se describen aspectos geológicos regionales y locales, además de un análisis estructural, geotecnia y mapa del área.
8.2	Geomorfología	Es una descripción del terreno del proyecto, del relieve, dinámica, erosión, sedimentación, entre otros.
8.3	Suelos	Se especifican las características del suelo con el objetivo de conocer la posibilidad de recuperación.
8.4	Clima	Descripción de la región en cuanto a viento, temperatura, humedad, nubosidad, entre otros.
8.5	Hidrología	A este tema se le suele brindar especial atención, ya que se presenta un estudio hidrológico de la región; incluye aguas superficiales y subterráneas, su calidad, caudal, cotas de inundación, corrientes, mareas y oleajes para conocer la vulnerabilidad de contaminación de este recurso.

Continuación de la tabla I.

8.6	Calidad del aire	Inciso con el fin de conocer las características generales del aire, lo que incluye ruido, vibraciones, olores y fuentes de radiación.
8.7	Amenazas naturales	Se describen las posibles amenazas en el terreno seleccionado, se detallan amenazas sísmicas, volcánicas, movimientos en masa, erosión e inundaciones.
9	Descripción del ambiente biótico	Es un estudio de la flora y fauna del lugar, determinando las especies que viene en el lugar, las posibles amenazas; se restringen las áreas protegidas y ecosistemas frágiles.
10	Descripción del ambiente socioeconómico y cultural	Es de alta importancia conocer a la población del área seleccionada, por lo que se deben estudiar sus características, seguridad vial, servicios de emergencia, servicios básicos, percepción local del proyecto, infraestructura comunal, paisaje y áreas socialmente sensibles y vulnerables.
11	Selección de alternativas	Resumen de las alternativas consideradas en la elaboración del proyecto y se incluye una descripción técnica de las alternativas seleccionadas.
12	Identificación de impactos ambientales y su mitigación	Se comienza con una identificación de impactos ambientales según especificaciones anteriores, un análisis de impactos y su evaluación ambiental y social. Se concluye con una síntesis de la evaluación realizada
13	Plan de gestión ambiental	Se exponen las prácticas planificadas para evitar o disminuir los impactos ambientales negativos que pueda causar el proyecto.
13.1	Organización del proyecto	Descripción de la organización que llevará a cabo el proyecto desde la construcción hasta la operación; señala los responsables de las medidas de mitigación en el proceso.
13..2	Seguimiento	Como parte importante del plan de gestión ambiental, se deben establecer objetivos específicos y métodos de análisis para su control, se determina su frecuencia, localización y responsable.
13.3	Plan de recuperación ambiental	Este plan es específico para la etapa de cierre o abandono del área, una vez haya concluido el tiempo operativo del proyecto, determinan las medidas a tomar para recuperar los recursos del terreno.

Continuación de la tabla I.

14	Análisis de riesgo	Se debe elaborar un análisis de probabilidad de exceder las consecuencias económicas, sociales o ambientales de un sitio de trabajo; además presentar planes de contingencia en caso de emergencia derivadas del proyecto.
15	Escenario ambiental post proyecto	Inciso utilizado para pronosticar la calidad ambiental del área luego del proyecto, medidas de mitigación y contingencia y política ambiental.
16.	Referencias bibliográficas	Se presentan las fuentes de información utilizadas para la realización del EIA.

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

2.4. Manejo de residuos peligrosos

El manejo de residuos es básico para cualquier actividad humana, desde una escuela hasta una industria petrolera, porque cada una de dichas actividades cuenta con ciertos desechos que pueden resultar peligrosos. Pero, ¿qué es un residuo peligroso?

2.4.1. Definición de residuos peligrosos

Se conoce como residuo a cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien para actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, entre otros, que es imposible para el medio transformar. Se pueden dividir en:

- Residuos no peligrosos: son aquellos producidos por cualquier actividad humana que no presentan riesgos para la salud ni para el medio ambiente, como productos reciclables, biodegradable, orgánicos, entre otros.

- Residuos peligrosos: son residuos que se consideren infecciosos, inflamables, corrosivos, tóxicos, radiactivos o reactivos que pueden causar daño a la salud humana y al medio ambiente, como los desechos biosanitarios, químicos, reactivos, radiactivos, entre otros.

Durante las últimas décadas, ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos, principalmente, los denominados peligrosos. Esta preocupación nació en los países denominados desarrollados, que obligó a los gobernantes a encarar problemas de contaminación del medio ambiente proveniente de los residuos difícilmente reutilizables o altamente contaminantes. Algunas de las medidas se lograron plasmar de forma efectiva, las cuales se muestran a continuación.

2.4.2. Regulaciones para los productores de residuos peligrosos

Como productores de residuos peligrosos, se deben tomar en cuenta medidas imperativas que no solamente serán de gran utilidad para disminuir el impacto ambiental de dichos residuos, también, para la protección de su personal a cargo. Dentro de dichas medidas se pueden mencionar:

- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y su destino.
- Separar adecuadamente dichos residuos y evitar su mezcla, particularmente, aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión.

- Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos, la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación.
- Brindar al personal en contacto cercano con dichos residuos de equipo de protección personal y capacitación para el manejo de los materiales riesgosos.

Los residuos químicos en particular requieren el cumplimiento, de medidas especiales de prevención por representar riesgos altos tanto para salud como para el medio ambiente; por lo tanto, se debe tener una atención especial a la hora de manipularlos, identificarlos y envasarlos una vez sean empleados para su posterior eliminación o reutilización, ya que si dicha identificación es incorrecta, puede significar un riesgo adicional a los ya propios de la sustancia.

2.4.3. Envasado y etiquetado

Como parte de un mejor control y orden de los residuos peligrosos, se deben determinar estándares de envasado y etiquetado. El etiquetado tiene como principal objetivo identificar el residuo peligroso y reconocer la naturaleza del peligro que representa; alertar a las personas involucradas en el transporte o manejo sobre las medidas de precaución y prohibiciones.

Los envases destinados a contener los residuos, deben estar fabricados principalmente de materiales termoplásticos; los materiales más utilizados son el polietileno, cloruro de polivinilo (PVC) y el propileno, en forma de polímeros puros o copolímeros con otras resinas. A estos productos se les agrega plastificantes, estabilizantes, antioxidantes, clorantes o reforzadores para mejorar sus características físicoquímicas.

Para el etiquetado se debe considerar indicadores fácilmente identificables, ya sea con colores o letras claras y legibles que faciliten la gestión y almacenamiento de dichos residuos. Un ejemplo de etiquetado se puede observar en el anexo 1.

2.4.4. Almacenamiento

El almacenamiento de residuos consiste en su contención temporaria en un depósito especialmente acondicionado, a la espera del reciclaje, tratamiento o disposición final. Este depósito puede estar dentro o fuera del área donde se generan los residuos y el diseño y operación serán similares, condicionados por el tipo de residuo que se maneje.

Para el almacenado de los residuos peligrosos luego de su identificación, se deben tomar medidas puntuales para evitar accidentes. Mientras estos logren ser almacenados en el almacén temporal, deben permanecer de preferencia en el suelo, en un área techada y protegida del sol y la lluvia a temperatura ambiente, en casos determinados sobre recipientes apropiados como cubetas o bandejas en caso de posibles derrames. Además, deben colocarse en lugares que no sean áreas de paso para evitar tropiezos y alejados de cualquier fuente de calor.

En los depósitos, los residuos pueden ser almacenados a granel, o previamente acondicionados en distintos tipos de contenedores debidamente estibados. Para el caso de líquidos a granel, se pueden utilizar tanques aéreos o enterrados, mientras que para los sólidos se utilizarán silos o plataformas debidamente acondicionadas.

El área se seleccionará con base en un estudio que garantice que los riesgos para la salud y el ambiente sean mínimos, colocándose lejos de zonas densamente pobladas, fuentes de agua potable y edificios públicos, además que cuenten con un fácil acceso y contar con servicios de agua, electricidad y comunicación.

2.4.5. Normas de seguridad para la manipulación de residuos peligrosos

Antes de añadir cualquier tipo de residuo a un envase, se debe asegurar que el envase es el correcto y está debidamente etiquetado.

Los envases deberán permanecer siempre cerrados y solo se abrirán el tiempo imprescindible para introducir algún residuo. Si se duda en la clasificación de algún residuo, así como de posibles reacciones, se debe situar en un envase por separado. No mezclar.

El vertido de los residuos en los envases correspondientes se ha de efectuar de una forma lenta y controlada. Esta operación será interrumpida si se observa cualquier fenómeno anormal como la producción de gases o un incremento excesivo de la temperatura. Una vez acabada la operación, se cerrará el envase hasta la próxima utilización. De esta forma se reducirá la exposición a los residuos generados, así como el riesgo de posibles derrames.

Siempre debe evitarse el contacto directo con los residuos, con el uso los equipos de protección individual adecuados a sus características de peligrosidad.

Los residuos de los cuales se desconozcan sus propiedades deberán considerarse como peligrosos, tomando las máximas precauciones. En caso de los laboratorios deberán tener las fichas de datos de seguridad de los compuestos químicos utilizados para ser consultadas. Se recomienda no manipular residuos en solitario.

Los envases no se deben llenar más del 80 % aproximadamente de su capacidad, con la finalidad de evitar salpicaduras, derrames o sobrepresiones. Una vez llenados hasta el 80 %, deben cerrarse y trasladarse al almacén temporal para su recogida.

No es aconsejable mezclar residuos líquidos inmiscibles. La existencia de varias fases dificulta su tratamiento posterior. Los residuos sólidos nunca se compactarán. El transporte de envases de 30 litros o más se debe realizar en carretillas para evitar riesgos de rotura y derrame, así como lesiones físicas causadas por sobreesfuerzos.

2.5. Etapas para la implementación de un plan de gestión de residuos

Para la elaboración eficaz de un plan de gestión de residuos, es necesario realizar un debido proceso de análisis, planificación, ejecución y seguimiento, para lograr alcanzar los objetivos planteados y disminuir los posibles impactos que puedan tener los residuos provenientes de la operación de cualquier actividad humana. A continuación, se describen las etapas mencionadas.

2.5.1. Planificación

Para planificar una gestión de residuos contaminantes, primero se debe realizar un diagnóstico, es decir, determinar los puntos principales a tomar en

cuenta y analizar, donde se cuenten con altos riesgos de contaminación y alto flujo de residuos.

Para esto se pueden utilizar herramientas como el análisis de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o de espina de pescado, el cual consiste en una representación gráfica de varios elementos de un sistema (causa) que pueden contribuir a un problema (efecto); es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones para desarrollar un plan de recolección de datos. Un ejemplo del diagrama de Ishikawa, puede apreciarse en el anexo 2.

Este diagrama es de gran utilidad para identificar las posibles causas de un problema específico; permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar las posibles causas.

Al determinar las principales causas en los puntos críticos determinados, se puede llevar a cabo la planificación con el planteamiento de soluciones tangibles y alcanzables. Para eso es importante saber la cantidad y frecuencia de la generación de residuos, caracterización, clasificación, lugar, causas de la generación, almacenamiento actual, costos de manejo, técnicas actuales de aprovechamiento, tratamiento actual y legislación aplicable.

A partir de dicho análisis, se pueden determinar las áreas con mayor problema o con urgencia máxima para ser atacadas de primero, planteando soluciones de minimización o control de dichos residuos. Esta planificación debe incluir un cronograma, que determine las tareas para lograr alcanzar los objetivos, para lo cual se puede hacer uso de un marco lógico.

El marco lógico es una herramienta esencial para la ejecución de proyectos y se puede adecuar a una planificación de gestión de residuos contaminantes fácilmente. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas. Ha sido desarrollado a partir de experiencias sobre qué produce éxito o fracaso de un proyecto. Este cuenta con nueve pasos diferentes:

- Análisis del contexto del proyecto
- Análisis de las partes interesadas
- Análisis del problema/situación
- Análisis de objetivos
- Plan de actividades
- Planificación de recursos
- Indicadores/mediciones de los objetivos
- Análisis y manejo de riesgos
- Análisis de supuestos

Su estructura es una matriz de cuatro columnas por cuatro filas, en donde cada renglón representa un nivel diferente de los objetivos del proyecto; el nivel superior representa los objetivos más amplios o importantes y el nivel superior,

las actividades e insumos, lo cual suele llamarse jerarquía de los componentes del proyecto. Cada columna representa los indicadores, medios de verificación, factores externos, entre otros. La estructura del marco lógico se puede apreciar en el anexo 3.

Luego de tener el marco lógico completo, se puede llevar a cabo la ejecución del plan de control de residuos.

2.5.2. Implementación y operación

A partir de las actividades planificadas en el marco lógico, se llevan una a una de manera cronológica y ordenada, procurando apearse lo más posible a lo planteado desde un inicio.

La implementación y operación incluye la colaboración de todos los involucrados definidos desde un inicio, para avanzar según lo planeado.

2.5.3. Seguimiento

Para llevar a cabo el seguimiento es imprescindible el uso de los indicadores definidos en la planificación. Estos indicadores son útiles para determinar si el avance del proyecto va acorde a lo planificado, dentro de los cuales pueden mencionarse el tiempo, los recursos económicos, los resultados obtenidos, entre otros.

En el caso de un plan de gestión de desechos contaminantes, se podrían mencionar indicadores como cantidad de residuos iniciales contra cantidad de residuos al final, tiempo tomado para notar cambios, apego al presupuesto planteado, entre otros.

2.5.4. Retroalimentación y mejora continua

La retroalimentación puede ser dirigida hacia dos áreas: el personal o el proyecto en sí. En cuanto al personal, la retroalimentación puede referirse a reuniones periódicas, evaluaciones de cumplimiento con el plan, capacitaciones constantes, entre otros.

En cuanto a la retroalimentación dirigida al proyecto directamente, se puede referir a los indicadores mencionados en el inciso anterior, para los cuales se pueden llevar a cabo correcciones como disminución de presupuesto invertido, planes de contingencia, alternativas a las soluciones propuestas, entre otros.

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DE DESECHOS

En este capítulo, se analizará cada área de la empresa para determinar su situación actual, con el fin de obtener un punto de partida en cuanto a los planes de acción se refiere.

3.1. Áreas de alto riesgo

Como parte de la operación de los talleres de reparación de maquinaria, los riesgos de contaminación son altos, ya que se utilizan diversos tipos de aceites, combustibles, repuestos, agua, grasas, soldadura, entre otros, que al ser desechados o derramados podrían causar gran impacto en el ambiente. Para determinar los riesgos específicos de cada área se realizará un análisis de cada uno de los posibles riesgos que puedan presentarse.

Básicamente, la definición de riesgo se considera como la probabilidad que suceda un evento, impacto o consecuencia adversa. Para determinar las fuentes potenciales de materiales contaminantes dentro del taller de Gentrac, se debe evaluar la situación en la que se encuentran las áreas actualmente y establecer los distintos riesgos que puedan surgir de las mismas, por lo que se debe observar a fondo y clasificar cada riesgo de la siguiente manera.

3.1.1. Área de lavado

Dentro de todo el taller, el área de lavado se considera como la fuente principal o de mayor incidencia al ambiente, debido a las altas cantidades de materiales contaminantes que se manejan y se desechan por su tipo de

operación. Para una mejor comprensión se explicará la forma de funcionamiento del sistema de reutilización de agua.

Una planta de tratamiento de aguas residuales convencional, la cual es utilizada en Gentrac, cuenta con varias fases de trabajo:

- Pretratamiento

Este tratamiento es solamente físico, tiene la finalidad de remover los desechos sólidos presentes en el agua que puedan dificultar su purificación y cuenta con los siguientes procesos:

- Canal de rejas

El canal se emplea para reducir los sólidos en suspensión de distintos diámetros que puedan encontrarse en el agua a tratar. La distancia entre rejillas dependerá del sólido que se quiera eliminar, clasificándose en materiales finos y materiales gruesos. Para eliminar materiales finos se utilizan aberturas de 5 mm o menos, para lo cual son ideales mallas metálicas de acero o placas de acero perforadas; pueden eliminar hasta un 25 % de los sólidos en suspensión. En el caso de los materiales gruesos se utilizan aberturas de 1 cm hasta 8 cm que evita el paso de sólidos como hojas de árbol, bolsas plásticas, ramas, entre otros.

- Desarenador

Este sistema de limpieza se utiliza para retirar sólidos más finos en el flujo del agua como ceniza, arenas o grava; está conformado por una caja o canal, donde los sólidos o partículas se desprenden del líquido por gravedad. A

este proceso se le debe prestar atención en el tema de mantenimiento, ya que pueden causar problemas de operación si no se limpia constantemente el sistema debido a obstrucción de las tuberías de entrada por acumulación.

- Separador de aceite

Es un sistema de succión utilizado en plantas de tratamiento que aprovecha la suspensión de las partículas de aceite y grasas sobre la superficie del cuerpo de agua para succionarlas y almacenarlas en un contenedor aislado para su posterior desecho.

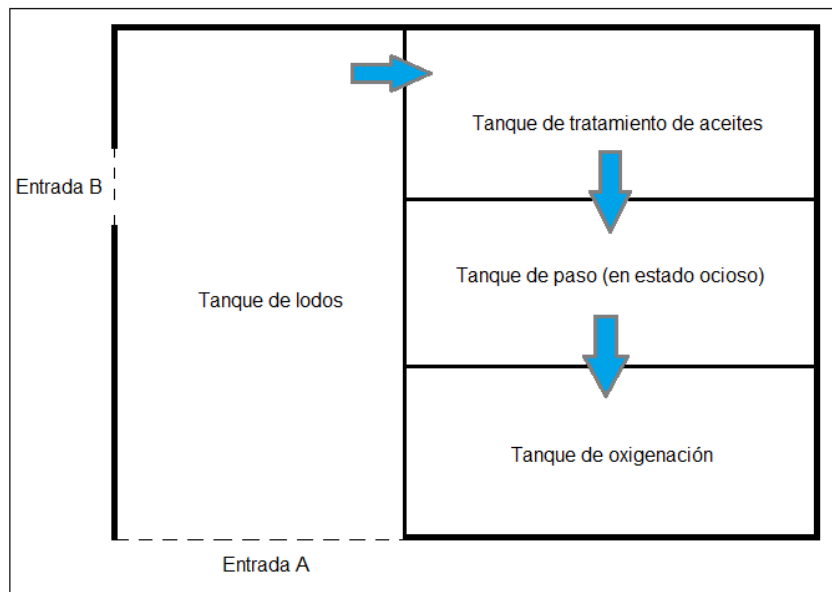
- Tratamiento primario

Este paso del proceso es en su mayoría físico, dentro del cual se encuentra la remoción de sólidos inertes y orgánicos fácilmente sedimentables a través de cámaras de sedimentación y tamices de malla fina, los cuales se utilizan como auxiliares a lo largo de todo el proceso. Las cámaras de sedimentación se diseñan para remover aceite y sólidos flotantes con el uso de deflectores y removedores de aceite; incluso, se pueden utilizar rastrillos mecánicos para la remoción de sólidos y lodos que se precipitan hacia el fondo de la cámara.

Luego de dicho procedimiento sigue el tratamiento secundario y terciario, los cuales no se abarcarán en este trabajo de graduación ya que no se aplican a la planta de tratamiento con la cual se trabaja; estos son procesos puramente biológicos y químicos para la limpieza del agua, en su mayoría para el consumo humano. Al no ser este el caso, se obviarán dichos tratamientos.

En Gentrac se utiliza una planta de tratamiento bastante sencilla y antigua, lo que ha causado varios inconvenientes a la hora de su funcionamiento.

Figura 22. **Gráfico actual de planta de tratamiento de Gentrac**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Los objetivos de la planta de tratamiento son los siguientes:

- Reutilizar el agua proveniente de los trabajos de lavado luego de su tratamiento para evitar el desperdicio de agua reciclándola.
- Disminuir el valor de la factura del servicio de agua mensual.

- Reducir la contaminación de los cuerpos de agua del país, dejando de dirigir el agua utilizada en el agua de lavado (la cual contiene materiales muy contaminantes) hacia los desagües.
- Cumplir con la normativa de Caterpillar® en cuanto a control de la contaminación se refiere y con ello destacar dentro de los distribuidores de la marca a nivel mundial.

Como se logra observar en la figura 22, el proceso inicia en el tanque de lodos, el cual cuenta con dos ingresos (A y B); este tanque tiene forma de rampa y el agua proveniente del área de lavado recae directamente sobre el mismo.

Figura 23. **Removedor de aceites**



Fuente: elaboración propia.

Siguiendo las flechas de la figura 22, se sigue hacia el tanque de tratamiento de aceites, donde se tiene un removedor de aceite mostrado en la figura 23, el cual funciona con un motor eléctrico que es accionado cada 15 minutos y aprovecha la suspensión de los materiales grasos y jabonosos para succionarlos y ser removidos y almacenados en un tanque, el cual es vaciado en cada mantenimiento que se le realiza a la planta.

Figura 24. **Sistema dosificador de líquido limpiador**



Fuente: elaboración propia.

Luego se procede hacia un tanque el cual está ocioso ya que no tiene aplicación alguna más que servir de paso hacia el último tanque donde se cuentan con dos motores encargados de oxigenar el agua que llega sin aceite ni contaminantes que trabajan durante 15 minutos y se desactivan durante 10

minutos; además, se le aplica un aditivo, cuyo sistema dosificador se muestra en la figura 24, que elimina las partículas contaminantes que hayan prevalecido luego de los procesos anteriores, para luego dirigir el agua limpia hacia los grifos que se conectan con las bombas de lavado.

Tanto los riesgos de contaminación como los costos de mantenimiento de la planta son extremadamente altos ya que el manejo de materiales altamente contaminantes y el constante mantenimiento requerido por su mal funcionamiento. En realidad, los problemas que presenta dicha área son varias.

Primero, la demanda actual y el alto flujo de máquinas que pasan por el área de lavado, sobrepasan por mucho la capacidad de la planta de tratamiento, lo que causa que se deje de utilizar el agua proveniente del último tanque, demanda el uso de agua limpia proveniente del pozo municipal, y aumenta los costos del servicio de agua y el desperdicio de agua.

Además, se debe recalcar que según la teoría, se debería tener un sistema preliminar de filtrado para evitar el paso de sólidos hacia los siguientes tanques; esto debería suceder en el primer tanque (tanque de lodos), pero no se tiene ningún tipo de rejilla en ninguna de las dos entradas del mismo, que ocasiona la obstrucción del paso hacia el tanque de remoción de aceites; además, el paso indeseado de lodos que no se logran filtrar hacia el tanque de eliminación de aceite que complican aún más el trabajo del removedor de aceite.

En el tanque de remoción de aceites, el equipo encargado debe ser limpiado, en teoría en cada mantenimiento, (2 veces al año), pero lamentablemente este se atasca de desechos mucho antes de lo estipulado, requiriendo una limpieza mensual; esto se debe al alto contenido de lodos que

no se logran filtrar desde un inicio. Además, la alta demanda, causa que el removedor de aceites no se dé a basto y se atasque antes de tiempo.

Las consecuencias de todo esto son varias y de alto impacto tanto para el medio ambiente como para la empresa, como posible contaminación de los cuerpos de agua, desperdicio de agua, incumplimiento de las normativas de Caterpillar ® respecto al control de la contaminación, entre otros.

3.1.2. Área de almacenamiento de aceites y filtros usados

Como parte inherente a la operación de los talleres dentro de Gentrac, se desechan filtros de aire, de combustible y de aceite a diario, además, aceite hidráulico, de motor, de transmisión, entre otros, en grandes cantidades, lo cual requiere de un manejo especial de cada residuo debido a sus altos índices de contaminación.

Actualmente, en la empresa se han hecho diversos esfuerzos para controlar la contaminación proveniente de dicha área colocando contenedores determinados para cada tipo de desecho; presenta un contenedor para filtros de aire, otro para filtros de combustible y aceite, contenedor de mopas usadas (normalmente saturadas de aceite y grasa) y un último contenedor para almacenar aceites usados.

Para el transporte de los aceites usados se utilizan bandejas, las cuales son colocadas debajo del componente a desarmar para dejar caer el aceite, para luego transportarla y verterla en el contenedor de aceites, mostrado en la figura 25. Cada cierto tiempo, una empresa dedicada al reciclaje y reutilización de material peligroso se encarga de vaciar los contenedores para evitar que se

desechen directamente al servicio de basura municipal y se contaminen gravemente los cuerpos de agua y el suelo.

Los fines principales de dichos controles son:

- Evitar la contaminación de desagües, drenajes y basureros municipales con materiales altamente tóxicos, como aceites, combustibles, grasas y derivados del petróleo.
- Cumplir con las exigencias internacionales de Caterpillar® en cuanto al control de la contaminación.

Figura 25. **Contenedores de filtros usados**



Fuente: elaboración propia.

En un principio, esta forma de operar no presentó problemas, hasta que se notó que muchas veces se mezclan filtros de aceite con los de aire; además, se ha encontrado basura dentro de dichos contenedores, la cual no corresponde al lugar. Por otro lado, se he notado que el contenedor de aceites muchas veces no es suficiente para almacenar las altas cantidades de material que se desechan lo que causa el congestionamiento de bandejas llenas de aceite en sus cercanías como se observa en la figura 26. Por otro lado, a la hora de verter los aceites en el contenedor, se causan derrames en el suelo, lo cual es de alto riesgo contaminante.

Figura 26. **Bandejas de aceite**



Fuente: elaboración propia.

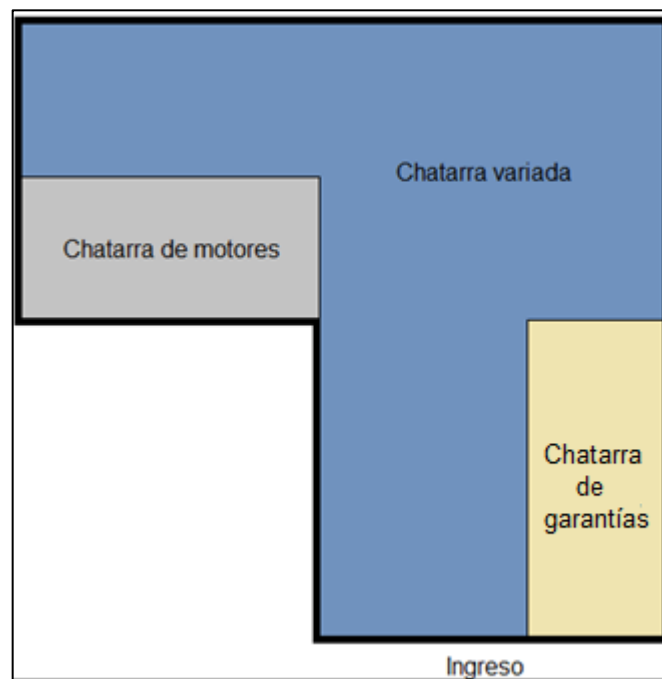
3.1.3. Área de almacenamiento de chatarra y reciclaje

Comúnmente en un taller, luego de una reparación, existen partes usadas restantes, las cuales la mayoría del tiempo se le entregan al cliente a la hora de que retira la máquina de las instalaciones de Gentrac; sin embargo, en algunas

ocasiones en las que el cliente no desea conservar estos repuestos, lo que obliga a la empresa a almacenarlos en el área de chatarra o reciclaje. Su croquis se logra apreciar en la figura 27.

Por otro lado, existe un área determinada para los repuestos pertenecientes al área de garantías Caterpillar. Las garantías Caterpillar ® en su mayoría funcionan como el resto, cubriendo las reparaciones y/o fallas que se presenten en los equipos durante cierta cantidad de horas de trabajo o de meses desde la adquisición de la cobertura. La diferencia de las garantías ofrecidas con Caterpillar ® con respecto al resto, es que el componente y/o repuesto reemplazado no es devuelto al cliente, sino que se almacena en caso de que se requiera un análisis más a fondo de la falla cuando ésta lo amerite.

Figura 27. **Gráfico área de chatarra**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Por esto mismo, con el fin de contar con los repuestos a la mano que pueda solicitar Caterpillar ® y lograr reclamar la garantía de la reparación, se cuenta con una bodega para almacenar todos estos repuestos. El problema se presenta cuando estos repuestos son demasiado grandes y no es posible almacenarlos en dicha bodega; entonces, es cuando se hace uso del área de la chatarra, donde se cuenta con un área específica para colocar los repuestos grandes pendientes de reclamo de garantía.

Figura 28. **Área de chatarra**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

En la actualidad, el área de chatarra no cuenta con recipientes adecuados para el almacenamiento de la chatarra, por lo cual está al aire libre; muchas veces, los repuestos almacenados contienen restos de grasa y/o aceite, lo que puede ocasionar derrames sobre el suelo que aumenta las probabilidades de contaminación. Además, esta área se encuentra a la orilla de un barranco y la malla se encuentra en mal estado que aumenta el riesgo de la caída de repuestos usados.

3.1.4. Generador eléctrico

En las instalaciones de Gentrac como una medida de ahorro de la factura de consumo de energía eléctrica, se cuenta con un generador eléctrico de uso continuo marca Caterpillar ® modelo C18 de motor diésel, el cual genera aproximadamente 250kW que abastece al departamento de servicios completo desde el inicio de labores hasta el final del día (8 am a 5 pm). Se encuentra entre al área de lavado y el taller de reconstrucciones y funciona solamente de lunes a viernes. En la figura 29 se muestra el área designada para el generador.

Figura 29. **Generador eléctrico**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

El ahorro se ve reflejado en la factura mensual de consumo de energía eléctrica, ya que, debido al alto consumo de diésel dentro de la empresa, se obtiene a un menor valor que en el mercado. El problema en este caso no es económico, sino puramente ambiental, debido a que el motor no se encuentra asilado y emite altos niveles de ruido y por supuesto de gases de escape producto de su combustión.

El fuerte ruido emitido por el generador, ya ha sido causa de molestias en los trabajadores, en su mayoría los pertenecientes al área de lavado y del taller de reconstrucciones por su cercanía con los mismos, por lo que es imperativo determinar soluciones viables para la solución de dicho inconveniente laboral (causando riesgos a la salud del trabajador) y ambiental.

3.1.5. Área de rodaje y soldadura

Como se había mencionado anteriormente, el área de rodaje y soldadura es la encargada de realizar las reparaciones de los sistemas de transporte de las máquinas de movimiento de tierra como tractores y excavadoras, que cuentan con una serie de cadenas y zapatas sobre rodos superiores e inferiores que giran debido a la fuerza ejercida por una rueda impulsada por fuerzas hidráulicas. Estos equipos están diseñados para los terrenos más difíciles de transitar y transportarse en áreas de difícil acceso, debido a la facilidad que les da las cadenas para ello. La soldadura forma parte inherente de cualquier taller mecánico, ya que las reparaciones de componentes metálicos son tan frecuentes como de componentes de motor, por lo que juega un papel importante en el taller. Las soldaduras que se utilizan en el taller son:

- Soldadura de arco eléctrico

Tipo de soldadura basada en la creación de calor a partir de altos niveles de corriente eléctrica, lo que produce el calor que derrite un electrodo revestido o material de aportación. Este electrodo está compuesto por un núcleo metálico y un revestimiento, el cual cumple con la función de proteger la soldadura generando gases desoxidantes y elementos de aleación. Este proceso se logra apreciar en la figura 30. El revestimiento puede ser celulósico, rutilico, bajo en hidrógeno, entre otros.

Figura 30. Soldadura de arco eléctrico



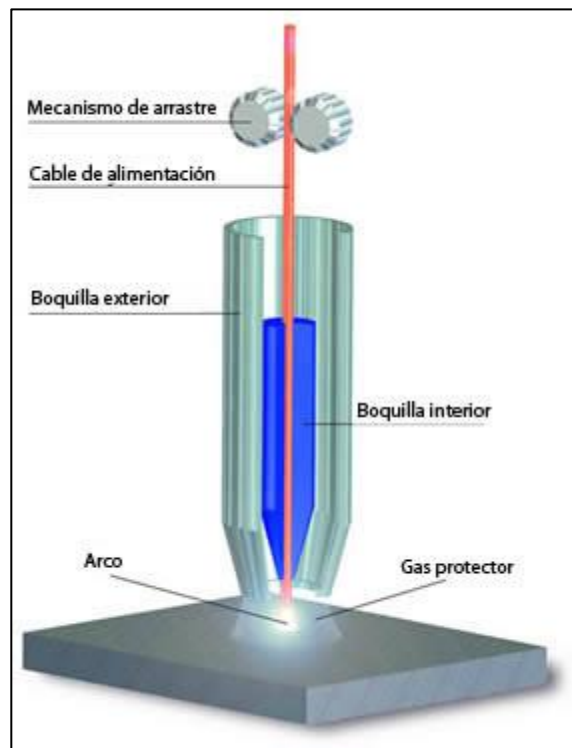
Fuente: *El electrodo revestido para soldadura*. <http://talleres-royo.com/el-electrodo-revestido-para-soldadura/>. Consulta: 18 de agosto de 2017.

- Soldadura MIG

Soldadura por gas inerte (*metal inert gas*), la cual utiliza el mismo principio que la de arco eléctrico, con la diferencia que esta sustituye el recubrimiento del electrodo por un gas inerte (normalmente argón), el cual se encarga de proteger la soldadura. Además, utiliza un electrodo continuo que se asemeja a un hilo

metálico, por lo que no es necesario reemplazarlo frecuentemente como el caso del electrodo recubierto.

Figura 31. Soldadura MIG



Fuente: *Introducción a la soldadura MIG.*

<http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-mig>. Consulta: 18 de agosto de 2017.

Como parte inherente a la soldadura sin importar el tipo, se liberan sustancias tóxicas sólidas y gaseosas: bario, berilio, calcio, cromo, cobre, flúor, hierro, manganeso, entre otros. Estos componentes en forma gaseosa al ser inhalados por el ser humano pueden causar irritación en la nariz, náuseas, vómitos, diarrea, fatiga muscular, fiebre, etc.

El proceso de generación de humos es el siguiente:

- Se alcanza temperatura de superficies de metal fundidas.
- Presión de vapor se ejerce sobre elementos de aleación.
- Una reacción química sucede entre el metal fundido y el gas protector.
- Los vapores se transportan desde la superficie del metal hasta la atmósfera del arco.
- Se vaporiza el fundente.
- Descomposición del vapor del fundente del arco.
- Retirada de vapores a la atmósfera.

En el caso de la soldadura de arco eléctrico por electrodo revestido, los niveles de generación de humo oscilan entre 0,5 y 1 g/min mientras que en la MIG oscila entre 0,1 y 0,5 g/min.

La escoria resultante de los procesos de soldadura, es recogida inmediatamente luego del trabajo realizado y se introduce en recipientes establecidos para ello, para luego desecharlas en el área de chatarra.

Los contaminantes al medio ambiente provenientes del área de soldadura, resultan literalmente despreciables debido a sus bajas cantidades, por lo que no se tomará en cuenta en la evaluación de riesgo

4. EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO

Ya se han mencionado los riesgos más importantes que se han podido identificar dentro del taller, pero entre las cuatro áreas recalçadas, existen distintas ponderaciones para cada una en cuanto al posible impacto que pueda tener cada una para el ambiente. Para lograr determinar dicha ponderación, se debe evaluar cada uno de los riesgos recalcados por separado.

Primero, se debe definir a que se refiere con la palabra riesgo. En términos generales, el riesgo es la probabilidad que ocurra algo con consecuencias negativas. El riesgo es algo inevitable y rodea cada una de las actividades diarias, ya que todas estas actividades pueden tener consecuencias negativas, pero cada una con diferente grado de severidad.

En cuanto al ambiente, el riesgo se define como la probabilidad que un individuo o una población, presenten mayor incidencia en los efectos adversos hacia algún ecosistema como consecuencia de la exposición a un peligro. Para la medición del mismo existe la evaluación del riesgo ambiental (ERA), que es la determinación de la naturaleza y probabilidad de que las actividades humanas provoquen efectos indeseables en los animales, plantas y el ambiente; la ERA ayuda a identificar los valores ambientales de interés y los riesgos más importantes para algún ecosistema. Este se estima a partir de la relación entre la exposición y los efectos de cada riesgo, tomando en cuenta cierto grado de incertidumbre.

Según la norma UNE 150008-2008, *Análisis y evaluación de riesgos ambientales* publicada por la Asociación Española de Normalización y

Certificación (AENOR), el cálculo del riesgo ambiental se realiza utilizando la siguiente ecuación (1):

$$(1) \quad \text{Riesgo} = \text{probabilidad} * \text{consecuencia}$$

Para obtener los valores de probabilidad y consecuencia, se deben realizar ciertos análisis con ayuda de las tablas que se mostrarán en los siguientes incisos.

4.1. Estimación de la probabilidad

Para la determinación de los valores de la probabilidad y la consecuencia que pueda presentar el riesgo, se utilizan las siguientes tablas:

Tabla II. **Estimación de la probabilidad de ocurrencia**

Probabilidad de la ocurrencia	Valor
Se estima que ocurra de manera diaria o continua	5
Se estima que pueda suceder dentro de una semana	4
Se estima que pueda suceder dentro de un mes	3
Se estima que puede suceder dentro de un año	2
Se estima que puede suceder dentro de un período mayor a un año	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.2. Estimación de la consecuencia

Para el cálculo de la consecuencia en la salud, se toman en cuenta dos áreas de impacto posibles a causa de la contaminación: impacto del pasivo ambiental en la salud y la calidad el ambiente.

4.2.1. Estimación de la consecuencia en la salud

Para este cálculo, se utiliza la siguiente ecuación (2):

$$(2) \quad Salud = C + 2 (P) + E + Pobl.$$

Donde:

Tabla III. **Definición de variables de consecuencia en la salud**

Variable	Definición
C	Cantidad (de contaminante)
P	Peligrosidad
E	Extensión
Pobl.	Población potencialmente afectada

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Para la obtención de cada una de las variables mencionadas en la ecuación (2), se utilizan las tablas IV, V, VI y VII:

Tabla IV. **Factor de cantidad**

Cantidad	Valor
Mayor a 500 toneladas	4
Entre 50 y 500 toneladas	3
Entre 5 y 49 toneladas	2
Menor a 5 toneladas	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Tabla V. **Factor de peligrosidad**

Peligrosidad (según caracterización)	Valor
Muy inflamable, tóxica y/o causa efectos irreversibles inmediatos	4
Explosivo, inflamable y/o corrosivo	3
Combustible	2
Daños leves y reversibles	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Tabla VI. **Factor de extensión**

Peligrosidad (según caracterización)	Valor
Presencia de población adyacente, localizada en el mismo lugar	4
Presencia de población en un radio menor a 0,5 km	3
Presencia de población en un radio de 0,5 a 1 km	2
Presencia de población en un radio mayor a 1 km	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Tabla VII. **Factor población**

Peligrosidad (según caracterización)	Valor
Más de 100 personas	4
Entre 50 y 100 personas	3
Entre 5 y 50 personas	2
Menos de 5 personas	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.2.2. Estimación de la consecuencia en la calidad el ambiente

Este análisis se basa en el impacto al medio ambiente que pueda tener el contaminante, para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$(1) \text{ Calidad del ambiente} = C + 2 (P) + E + CM$$

Las variables involucradas se definen en la tabla VIII.

Tabla VIII. **Definición de variables de consecuencia en calidad del ambiente**

Variable	Definición
C	Cantidad (de contaminante)
P	Peligrosidad
E	Extensión
CM	Calidad del medio ambiente

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Para obtener un valor de la calidad el medio ambiente, se utiliza la siguiente tabla IX:

Tabla IX. **Calidad del medio ambiente**

Calidad del medio ambiente	Valor
Pasivo ambiental que afecte dos o más componentes ambientales debido a dos o más contaminantes	4
Pasivo ambiental que afecte dos componentes ambientales debido a al menos un contaminante	3
Pasivo ambiental que afecte un componente ambiental debido a al menos un contaminante	2
Pasivo ambiental que no afecte ningún componente ambiental	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.2.3. Estimación resultante de la consecuencia

Para estimar la consecuencia resultante de cada amenaza contaminante, se deben tomar los valores de la ecuación 2 y 3, para compararlos con las tablas X y XI.

Tabla X. **Estimación de la consecuencia en la salud**

Puntuación	Condición de la consecuencia	Valor
18-20	Crítica	5
15-17	Grave	4
11-14	Moderada	3
8-10	Leve	2
5-7	No relevante	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Estimación de la consecuencia en la calidad del ambiente**

Puntuación	Condición de la consecuencia	Valor
18-20	Crítica	5
15-17	Grave	4
11-14	Moderada	3
8-10	Leve	2
5-7	No relevante	1

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Estimación del nivel de riesgo

Luego de sustituir valores en la ecuación (1) y calcular el valor del riesgo, este debe ser evaluado para determinar si se trata de un riesgo bajo, medio o

alto tanto para el riesgo a la salud como para el ambiente; esto se logra a partir de la tabla XII.

Tabla XII. **Determinación del nivel de riesgo**

Nivel de riesgo	Rango del riesgo
Riesgo alto	16-25
Riesgo medio	6-15
Riesgo bajo	1-5

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.3. Cálculo de riesgos en Gentrac

Partiendo de los cálculos de la teoría, se puede proceder al cálculo del riesgo de cada una de las 4 áreas analizadas anteriormente.

4.3.1. Riesgo en el área de lavado

Dentro del área de lavado, se tiene actividad todos los días de lunes a sábado, se trabaja con aceites, combustible, tierra, concreto, desengrasantes, entre otros, los cuales no sobrepasan las 5 toneladas; existe una población mayor a 100 personas adyacente a menos de 0,5 km (colonia Castañas, Villa Nueva) y se pueden afectar dos componentes ambientales (agua y tierra) a partir de varios contaminantes; por lo que se podrían considerar los factores con la siguiente valoración mostrada en la tabla XIII.

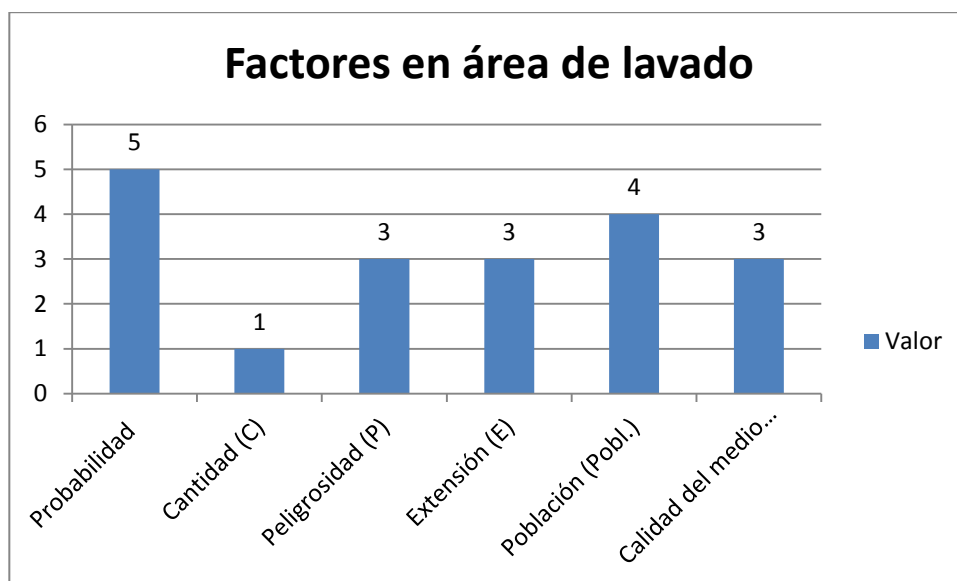
Estos datos pueden apreciarse mejor en la figura 32. Se puede notar claramente que los factores más influyentes son la probabilidad de incidencia y la población cercana a la empresa, mientras el menos importante es la cantidad desechada.

Tabla XIII. Factores en área de lavado

Factor	Justificación	Valor
Probabilidad	Se trabaja de lunes a sábado	5
Cantidad (C)	No se desechan más de 5 toneladas	1
Peligrosidad (P)	Lo desechos son inflamables y corrosivos	3
Extensión (E)	Colonia Castañas a menos de 0,5 km	3
Población (Pobl.)	Población de Colonia Castañas es mayor a 100 personas	4
Calidad del medio ambiente (CM)	Se puede afectar tanto el suelo como cuerpos de agua con más de dos contaminantes	3

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Figura 32. Gráfica de factores en área de lavado



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

A partir de estos valores se pueden sustituir los valores en las ecuaciones 2 y 3:

$$Salud = C + 2 (P) + E + Pobl.$$

$$Salud = 1 + 2 (3) + 3 + 4 = 14$$

Según la tabla X, este valor se encuentra en el nivel moderado (entre 11 y 14), por lo que se asignará un valor de consecuencia de 3.

$$Calidad\ del\ ambiente = C + 2 (P) + E + CM$$

$$Calidad\ del\ ambiente = 1 + 2 (3) + 3 + 3 = 13$$

Según la tabla XI, este valor también se encuentra en el nivel moderado (entre 11 y 14) por lo que se asignará un valor de consecuencia de 3.

Por último, se prosigue con el cálculo del riesgo, sustituyendo en la ecuación 1 de la siguiente manera:

$$Riesgo_{salud} = probabilidad * consecuencia_{salud}$$

$$Riesgo_{salud} = 5 * 3 = 15$$

$$Riesgo_{ambiente} = probabilidad * consecuencia_{ambiente}$$

$$Riesgo_{ambiente} = 5 * 3 = 15$$

Según la tabla XII, ambos valores de riesgo se encuentran dentro del rango medio, pero justo en el límite, ya que a partir del valor 16, estos se encontrarían dentro del riesgo alto.

4.3.2. Riesgo en el área de almacenamiento de filtros y aceites

En el área de filtros y aceites, se almacenan estos componentes todos los días de lunes a viernes; se trabaja con aceites de varios tipos cuya cantidad no sobrepasan las 5 toneladas; existe una población mayor a 100 personas adyacente a menos de 0,5 km (colonia Castañas, Villa Nueva) y se pueden afectar dos componentes ambientales (agua y tierra) a partir de varios contaminantes; por lo tanto, podrían considerar los factores con la siguiente valoración mostrada en la tabla XIV:

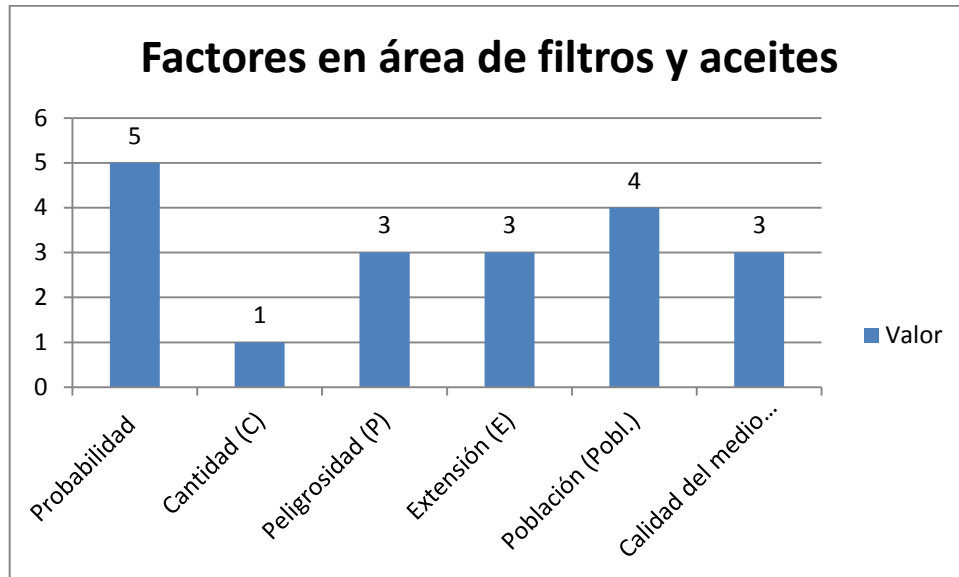
Tabla XIV. Factores en área de almacenamiento de filtros y aceites

Factor	Justificación	Valor
Probabilidad	Se trabaja de lunes a viernes	5
Cantidad (C)	No se desechan más de 5 toneladas	1
Peligrosidad (P)	Lo desechos son inflamables y corrosivos	3
Extensión (E)	Colonia Castañas a menos de 0,5 km	3
Población (Pobl.)	Población de colonia Castañas es mayor a 100 personas	4
Calidad del medio ambiente (CM)	Se puede afectar tanto el suelo como cuerpos de agua con un contaminante	3

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Los datos de la tabla anterior pueden apreciarse de mejor manera en la figura 33 mostrando un comportamiento parecido al de la figura 32.

Figura 33. Gráfica de factores en área de filtros y aceites



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

A partir de estos valores se pueden sustituir los valores en las ecuaciones 2 y 3:

$$\begin{aligned} \text{Salud} &= C + 2 (P) + E + Pobl. \\ \text{Salud} &= 1 + 2 (3) + 3 + 4 = 14 \end{aligned}$$

Según la tabla X, este valor se encuentra en el nivel moderado (entre 11 y 14), por lo que se asignará un valor de consecuencia de 3.

$$\begin{aligned} \text{Calidad del ambiente} &= C + 2 (P) + E + CM \\ \text{Calidad del ambiente} &= 1 + 2 (3) + 3 + 3 = 13 \end{aligned}$$

Según la tabla XI, este valor también se encuentra en el nivel moderado (entre 11 y 14) por lo que se asignará un valor de consecuencia de 3.

Por último, se prosigue con el cálculo del riesgo, sustituyendo en la ecuación 1 de la siguiente manera:

$$Riesgo_{salud} = probabilidad * consecuencia_{salud}$$

$$Riesgo_{salud} = 5 * 3 = 15$$

$$Riesgo_{ambiente} = probabilidad * consecuencia_{ambiente}$$

$$Riesgo_{ambiente} = 5 * 3 = 15$$

Según la tabla XII, ambos valores de riesgo se encuentran dentro del rango medio, pero al igual que el área de lavado, justo en el límite.

4.3.3. Riesgo en el área de chatarra

En el área de chatarra, se almacenan muchos componentes de todo tipo, pero sucede esporádicamente (más o menos 1 vez por semana); los materiales contaminantes pueden ser aceites, combustibles, refrigerantes, entre otros, cuya cantidad no sobrepasan las 5 toneladas; existe una población mayor a 100 personas adyacente a menos de 0,5 km (colonia Castañas, Villa Nueva) y se pueden afectar dos componentes ambientales (agua y tierra) a partir de varios contaminantes; por lo tanto, se podrían considerar los factores con la siguiente valoración mostrada en la tabla XV.

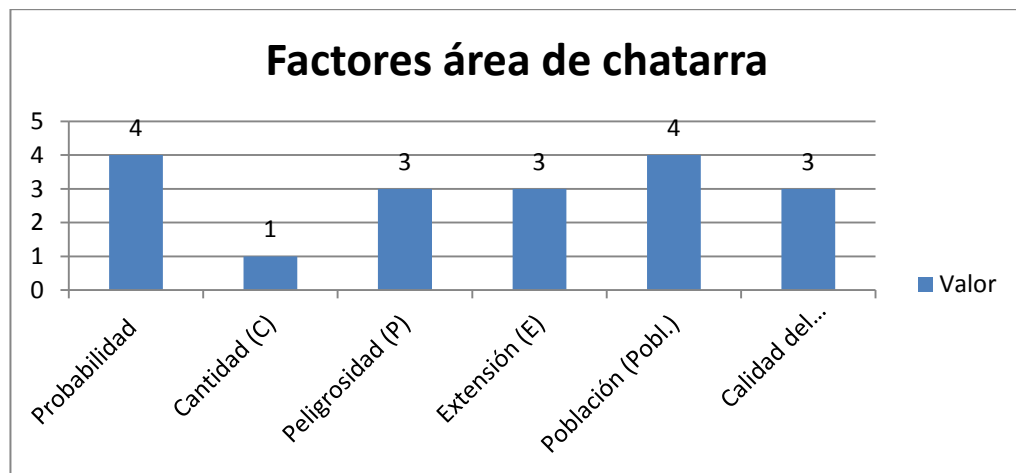
Tabla XV. Factores en área de chatarra

Factor	Justificación	Valor
Probabilidad	1 vez por semana	4
Cantidad (C)	No se desechan más de 5 toneladas	1
Peligrosidad (P)	Lo desechos son inflamables y corrosivos	3
Extensión (E)	Colonia Castañas a menos de 0,5 km	3
Población (Pobl.)	Población de colonia Castañas es mayor a 100 personas	4
Calidad del medio ambiente (CM)	Se puede afectar tanto el suelo como cuerpos de agua con varios contaminantes	3

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Los datos de la tabla anterior se pueden apreciar de mejor manera en la figura 34. Al igual que en los casos anteriores, los factores más importantes son la probabilidad y la población cercana a la empresa, mientras el menos influyente es la cantidad de contaminantes desechados.

Figura 34. Gráfica de factores en área de chatarra



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

A partir de estos valores se pueden sustituir los valores en las ecuaciones 2 y 3:

$$\text{Salud} = C + 2 (P) + E + \text{Pobl.}$$

$$\text{Salud} = 1 + 2 (3) + 3 + 4 = 14$$

Según la tabla X, este valor se encuentra en el nivel moderado (entre 11 y 14), por lo que se asignará un valor de consecuencia de 3.

$$\text{Calidad del ambiente} = C + 2 (P) + E + CM$$

$$\text{Calidad del ambiente} = 1 + 2 (3) + 3 + 3$$

Según la tabla XI, este valor también se encuentra en el nivel moderado (entre 11 y 14) por lo que se asignará un valor de consecuencia de 3.

Por último, se prosigue con el cálculo del riesgo, sustituyendo en la ecuación 1 de la siguiente manera:

$$\text{Riesgo}_{\text{salud}} = \text{probabilidad} * \text{consecuencia}_{\text{salud}}$$

$$\text{Riesgo}_{\text{salud}} = 4 * 3 = 12$$

$$\text{Riesgo}_{\text{ambiente}} = \text{probabilidad} * \text{consecuencia}_{\text{ambiente}}$$

$$\text{Riesgo}_{\text{ambiente}} = 4 * 3 = 12$$

Según la tabla XII, ambos valores de riesgo se encuentran dentro del rango medio (entre 6 y 15).

4.3.4. Riesgo en el generador eléctrico

El generador eléctrico se utiliza todos los días de lunes a viernes, las emisiones dañinas de subproductos de la combustión incompleta pueden ser monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de carbono, entre otros, además del exceso de ruido. Según las especificaciones de Caterpillar®, este motor se encuentra dentro del grupo llamado Tier 4, los cuales son considerados de alta eficiencia con bajos niveles de emisiones; es decir, no sobrepasan las 5 toneladas. El ruido no llega a afectar a ninguna población, solamente los técnicos de servicios los cuales están entre 5 y 50 personas y solamente se afecta el aire, por lo que se podrían considerar los factores con la siguiente valoración mostrada en la tabla XVI.

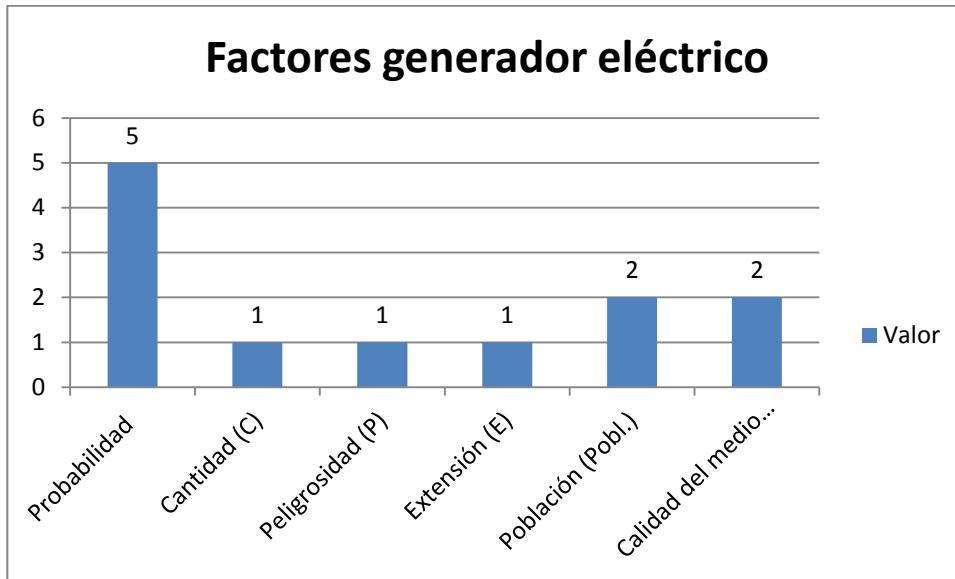
Tabla XVI. Factores en generador eléctrico

Factor	Justificación	Valor
Probabilidad	Lunes a viernes	5
Cantidad (C)	No se desechan más de 5 toneladas	1
Peligrosidad (P)	Daños leves y reversibles	1
Extensión (E)	Ninguna población	1
Población (Pobl.)	De 5 a 50 técnicos de Gentrac	2
Calidad del medio ambiente (CM)	Se puede afectar el aire con varios contaminantes	2

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Los datos de esta tabla se pueden visualizar mejor en la figura 35. En este caso solamente la probabilidad juega un papel importante en el cálculo del riesgo, mientras los demás factores muestran niveles bajos de incidencia.

Figura 35. Gráfica de factores en generador eléctrico



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

A partir de estos valores se pueden sustituir los valores en las ecuaciones 2 y 3.

$$Salud = C + 2 (P) + E + Pobl.$$

$$Salud = 1 + 2 (1) + 1 + 2 = 6$$

Según la tabla VII, este valor se encuentra en el nivel no relevante (entre 5 y 7), por lo que se asignará un valor de consecuencia de 1.

$$Calidad del ambiente = C + 2 (P) + E + CM$$

$$Calidad del ambiente = 1 + 2 (1) + 1 + 2 = 6$$

Según la tabla VIII, este valor se encuentra en el nivel no relevante (entre 5 y 7), por lo que se asignará un valor de consecuencia de 1.

Por último, se prosigue con el cálculo del riesgo, sustituyendo en la ecuación 1 de la siguiente manera:

$$Riesgo_{salud} = probabilidad * consecuencia_{salud}$$

$$Riesgo_{salud} = 5 * 1 = 5$$

$$Riesgo_{ambiente} = Probabilidad * Consecuencia_{ambiente}$$

$$Riesgo_{ambiente} = 5 * 1 = 5$$

Según la tabla IX, ambos valores de riesgo se encuentran dentro del rango bajo (entre 1 y 5), justamente en el límite de ser riesgo medio.

4.3.5. Resumen de riesgos en taller

Luego de los resultados se pueden resumir en la tabla XVII:

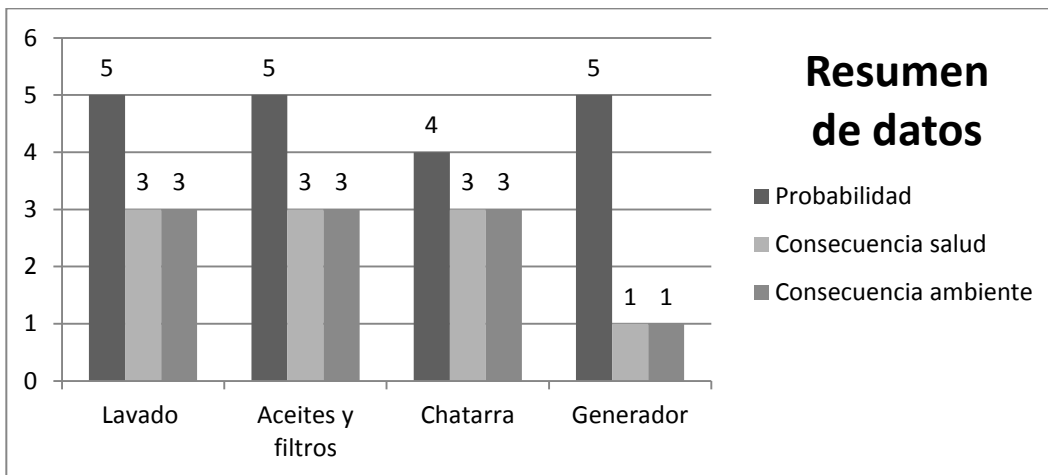
Tabla XVII. **Resumen de datos**

Área	Probabilidad	Consecuencia salud	Consecuencia ambiente
Lavado	5	3	3
Aceites y filtros	5	3	3
Chatarra	4	3	3
Generador	5	1	1

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Los datos resumidos se pueden analizar de mejor manera en la figura 36, en donde el comportamiento es parecido en las 4 áreas, excepto el generador.

Figura 36. **Gráfica de resumen de datos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

El resumen de resultados se presenta en la tabla XVIII.

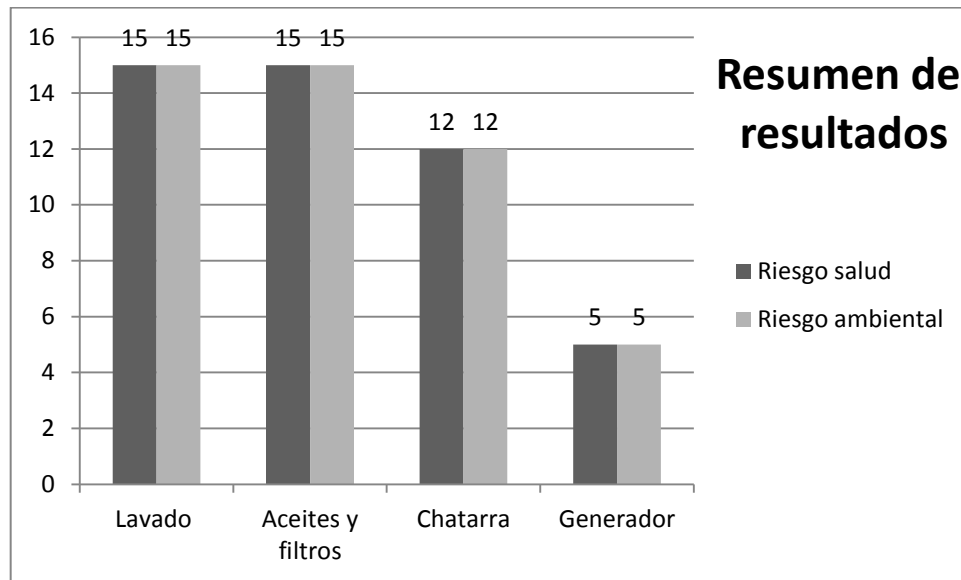
Tabla XVIII. **Resumen de resultados**

Área	Riesgo salud	Nivel riesgo salud	Riesgo ambiental	Nivel riesgo ambiental
Lavado	15	Medio	15	Medio
Aceites y filtros	15	Medio	15	Medio
Chatarra	12	Medio	12	Medio
Generador	5	Bajo	5	Bajo

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Los datos anteriores se aprecian mejor en la siguiente gráfica, en la cual cabe destacar los altos riesgos encontrados en las tres primeras áreas analizadas.

Figura 37. **Gráfica de resumen de resultados**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

4.4. **Matriz de riesgos**

Según los cálculos realizados en el inciso anterior, los datos obtenidos se pueden definir también gráficamente, lo cual se muestra a continuación:

Según la norma UNE150008-2008, los valores según niveles de riesgo se pueden clasificar en tablas, como se logra apreciar en las tablas VIII a X. Estos datos también se pueden mostrar en matrices, en las cuales en la vertical se muestra las probabilidades y la horizontal, las consecuencias; mostrándose la matriz base como se muestra en la figura 38.

Figura 38. **Matriz base**

Matriz base		Consecuencia				
		Irrelevante	Leve	Moderada	Grave	Crítica
Probabilidad	Casi seguro	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
	Muy probable	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
	Probable	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio
	Improbable	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Raro	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Como se puede observar, según el resultado de la multiplicación de la probabilidad por la consecuencia, se obtienen valores los cuales pueden significar un riesgo alto, medio o bajo según sea el caso. Ya con la matriz base definida, se puede proceder a colocar cada uno de los riesgos en la celda respectiva según su calificación.

Figura 39. **Matriz área de lavado**

Matriz lavado		Consecuencia				
		Irrelevante	Leve	Moderada	Grave	Crítica
Probabilidad	Casi seguro			Salud = 15 Amb. = 15		
	Muy probable					
	Probable					
	Improbable					
	Raro					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.4.1. Matriz de riesgos área de lavado

Según las calificaciones del área de lavado, se obtuvo para ambos casos (consecuencia a la salud y consecuencia al ambiente), una probabilidad de 5; es decir, casi seguro y una consecuencia de 3; es decir, moderada, por lo cual esta área se ubica según se muestra en la figura 39. Como se logra observar, el área de lavado se encuentra en el límite, a punto de ser parte del área roja (grave), según las calificaciones obtenidas anteriormente.

Figura 40. **Matriz área de aceites y filtros**

Matriz aceites y filtros		Consecuencia				
		Irrelevante	Leve	Moderada	Grave	Crítica
Probabilidad	Casi seguro			Salud = 15 Amb. = 15		
	Muy probable					
	Probable					
	Improbable					
	Raro					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.4.2. Matriz de riesgos área de aceites y filtros

En el caso del área de aceites y filtros, se obtuvo al igual que en el área de lavado, para ambos casos (salud y ambiente), una probabilidad de 5, es decir casi seguro y una consecuencia de 3, es decir moderada, por lo cual esta área se ubica en la misma celda que el área de lavado, según se muestra en la figura 40.

4.4.3. Matriz de riesgos área de chatarra

Las calificaciones obtenidas para el área de chatarra son distintas, ya que la probabilidad cuenta con un valor de 4 (muy probable) y una consecuencia para los casos de salud y ambiente de 3 (moderada), ubicándose en la matriz de riesgos según se muestra en la figura 41.

Figura 41. Matriz área de chatarra

Matriz chatarra		Consecuencia				
		Irrelevante	Leve	Moderada	Grave	Crítica
Probabilidad	Casi seguro					
	Muy probable			Salud = 12 Amb. = 12		
	Probable					
	Improbable					
	Raro					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.4.4. Matriz de riesgos área de generación

Por último, el área de generación de energía, el valor de probabilidad es 5 (casi seguro), de consecuencia a la salud y consecuencia al ambiente de 1 (irrelevante), mostrándose según la figura 42. A pesar que el riesgo en el generador eléctrico se muestra en el rubro de consecuencia como irrelevante, en el rubro de probabilidad es casi seguro; debido a esta alta probabilidad de incidencia, se continuará tomando en cuenta en el resto del trabajo de graduación.

Figura 42. **Matriz área de generador**

Matriz generador		Consecuencia				
		Irrelevante	Leve	Moderada	Grave	Crítica
Probabilidad	Casi seguro	Salud = 5 Amb. = 5				
	Muy probable					
	Probable					
	Improbable					
	Raro					

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

4.5. **Normas de control de contaminación de taller**

Dentro del taller existen normas establecidas por Caterpillar® para mitigar la contaminación de varios tipos dentro de sus talleres certificados por CAT, las cuales Gentrac está obligado a cumplir para obtener puntuaciones positivas y certificaciones; además, sobresalir dentro de los distribuidores de productos Caterpillar® dentro de Latinoamérica; por otro lado, el cumplir con estas normas, promueve el orden y limpieza, además de la seguridad ocupacional e higiene industrial que facilita los trabajos dentro del taller. Estas normas de control de contaminación están enfocadas en las reparaciones y no en el ambiente, pero algunas se pueden aplicar al cuidado del medio ambiente.

Dentro de las normas de control de contaminación de taller, se enlistarán solamente las más relevantes y aquellas de interés para este trabajo de graduación:

4.5.1. Lavado de máquinas y componentes

- Todas las máquinas y componentes que ingresen y egresen a taller, deben pasar por un lavado específico, el cual debe ser controlado y equipado con equipo de volumen alto (alta presión).
- Se debe utilizar agua caliente y desengrasante inyectado automáticamente, el cual es depositado dentro de un compartimento diseñado para ello en la lavadora y es expulsado junto con el agua.
- Debe existir un sistema de separación de agua con el aceite, lodos y otras sustancias, con un sistema de reciclado de agua y aceite para evitar la contaminación del ambiente.

4.5.2. Atributos de taller

- Construir una plataforma de concreto en la entrada de taller para evitar el ingreso de lodos y suciedad, además de puertas para reducir los niveles de polvo.
- El piso debe ser sellado para evitar la filtración de aceites hacia el subsuelo y la contaminación de los cuerpos de agua.
- Se deben señalar los pasillos y áreas de seguridad, además de estar libres de obstáculos en caso de cualquier siniestro.
- Debe haber un recipiente para lavado de repuestos, en el cual se deben utilizar filtros de 15 o 25 micrones previo su desemboque en el drenaje para evitar la contaminación de cuerpos de agua.

4.5.3. Prácticas del taller

- Es obligatoria la presencia de una reserva disponible de tapas, tapones y envoltura plástica, todos identificados, almacenados y protegidos del entorno, para utilizarse en las reparaciones.
- Estas tapas, tapones y envolturas deben utilizarse para tapar los extremos de las mangueras, tubos y orificios para evitar la contaminación de los sistemas de las máquinas y el derrame de aceites y combustibles.
- Para la reutilización de aceite, se debe instalar un tanque con capacidad de filtración y reciclaje fuera de línea para filtrar el aceite previo su suministro.
- Los derrames de lubricante y refrigerante deben de limpiarse inmediatamente ya sea de forma mecánica o manual con cepillos para piso con agua, jabón y aspiradora.
- Los recipientes para desperdicios de papel, madera, metal, entre otros, deben estar etiquetados y en buen estado.

4.5.4. Almacenamiento de fluido a granel

- Los fluidos a granel deben almacenarse en tanques resistentes al calor y lluvias, pasando por filtros de alta capacidad para evitar la contaminación del tanque.
- Es imperativo la instalación de un filtro de respiradero apropiado de 4 micrones con capacidad de remoción de humedad en los tanques.

- Los barriles de lubricante se almacenan con cubiertas protectoras de barril o se almacenan en un lugar techado.

Dentro de la guía de control de contaminación existen otros puntos más a considerar como las características del banco de pruebas de transmisión, del área de reconstrucción de cilindros hidráulicos, dinamómetro de motor, taller de reconstrucción del tren de rodaje, entre otros, los cuales no son de interés para este trabajo de graduación.

5. PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN DE DESECHOS Y MATERIALES CONTAMINANTES

5.1. Planteamiento del plan de gestión de desechos y materiales contaminantes

El conocer las áreas críticas en el taller es básico para establecer puntos de partida para el plan de gestión ambiental, el cual se mostrará en los siguientes incisos.

5.1.1. Análisis FODA

Con el fin de comprender el panorama interno y externo del tema de contaminación ambiental en Gentrac, se propone el siguiente análisis FODA presentado en la tabla XIX.

Según se puede notar en el FODA, la empresa cuenta con herramientas muy importantes para el cuidado y protección del medio ambiente, como estándares establecidos por Caterpillar aunados con legislaciones del país, por lo que se tienen puntos de partida para evitar la descontrolada contaminación actual; además, se cuenta con la posibilidad de asesorías de calidad y empresas con experiencia en el tema, lo cual es apoyado por una tecnología en aumento que facilita el control de contaminación.

Por otro lado, es importante recordar que, al tratarse de una empresa grande, sus procesos de aprobación de presupuestos son lentos debido al papeleo y sus constantes revisiones; además, de difícil control de cada área

propensa a contaminar el ambiente debido a su gran extensión territorial. Al tratarse de un taller, se manejan diversos componentes altamente contaminantes: gasolina, diésel, grasas, aceites, entre otros, lo que eleva las probabilidades de riesgo de contaminación, sin olvidar a las constantes auditorías por parte del MARN y la vulnerabilidad de los poblados cercanos a la posible contaminación de suelos y ríos.

Tabla XIX. **Análisis FODA**

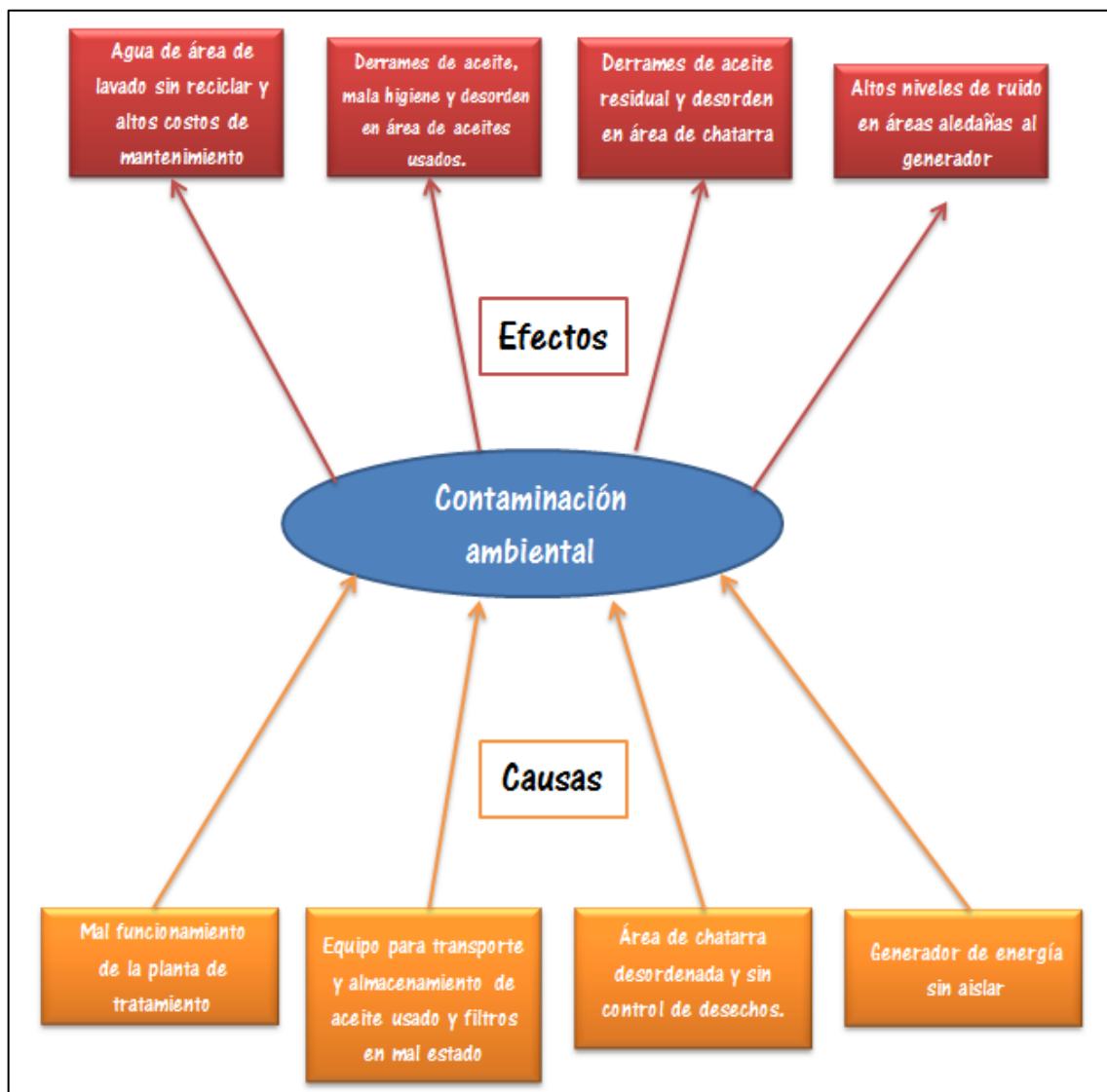
	Fortalezas	Debilidades	Oportunidades	Amenazas
1	Se cuenta con una guía específica de requerimientos de control de contaminación.	Estándares establecidos requieren alto control debido al gran tamaño de la empresa.	Creciente interés en la industrial por el cuidado del medio ambiente, lo que facilita la existencia de asesoramiento.	Creciente interés por entidades gubernamentales en el cuidado ambiental.
2	Posibilidad económica para la inversión necesaria.	Procesos largos para la aprobación de presupuesto.	Leyes gubernamentales se encuentran a la mano para su utilización en el plan de gestión ambiental.	Constantes inspecciones por parte del MARN.
3	Empresa sólida y de prestigio, lo que facilita la obtención de proveedores adecuados.	Altas probabilidades de existencia de riesgo de contaminación ambiental debido al tipo de operación.	Creciente tecnología para el aseguramiento del cuidado ambiental y salud ocupacional.	Poblados y ríos muy cercanos, los cuales pueden verse afectados por posible contaminación proveniente de operaciones de la empresa.

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

5.1.2. Árbol de problemas

Según análisis realizado anteriormente, se puede realizar el siguiente árbol de problemas.

Figura 43. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Según el árbol de problemas, se trata de cuatro áreas críticas dentro del taller, para lo cual se requieren acciones guiadas por objetivos, los cuales se plantean en el siguiente inciso.

El árbol de problemas descrito anteriormente se puede resumir según se muestra en la tabla XX.

Tabla XX. **Resumen de árbol de problemas**

	Causa	Efecto	
1	Funcionamiento no adecuado de la planta de tratamiento.	Flujo de agua proveniente del área de lavado no se recicla, altos costos de mantenimiento.	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
2	Mal estado de equipo para transporte y almacenamiento de aceite usado y filtros usados.	Derrames de aceite, desorden en área de almacenamiento.	
3	Chatarra sin clasificar, falta de orden y control de desechos.	Desorden, suciedad y derrames en área de chatarra	
4	Generador eléctrico sin aislar.	Altos niveles de ruido en áreas cercanas al generador.	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

5.1.3. Árbol de objetivos

Todo proyecto debe contar con objetivos específicos a cumplir durante su ejecución y final, para lo cual se utilizará la herramienta de árbol de objetivos mostrado en la figura 44.

Los objetivos fueron dirigidos hacia cada una de las cuatro áreas críticas identificadas en el capítulo anterior, las cuales requieren mayor atención dentro del taller. A partir de estos objetivos se realizará el resto del análisis del plan de control de contaminación planteado.

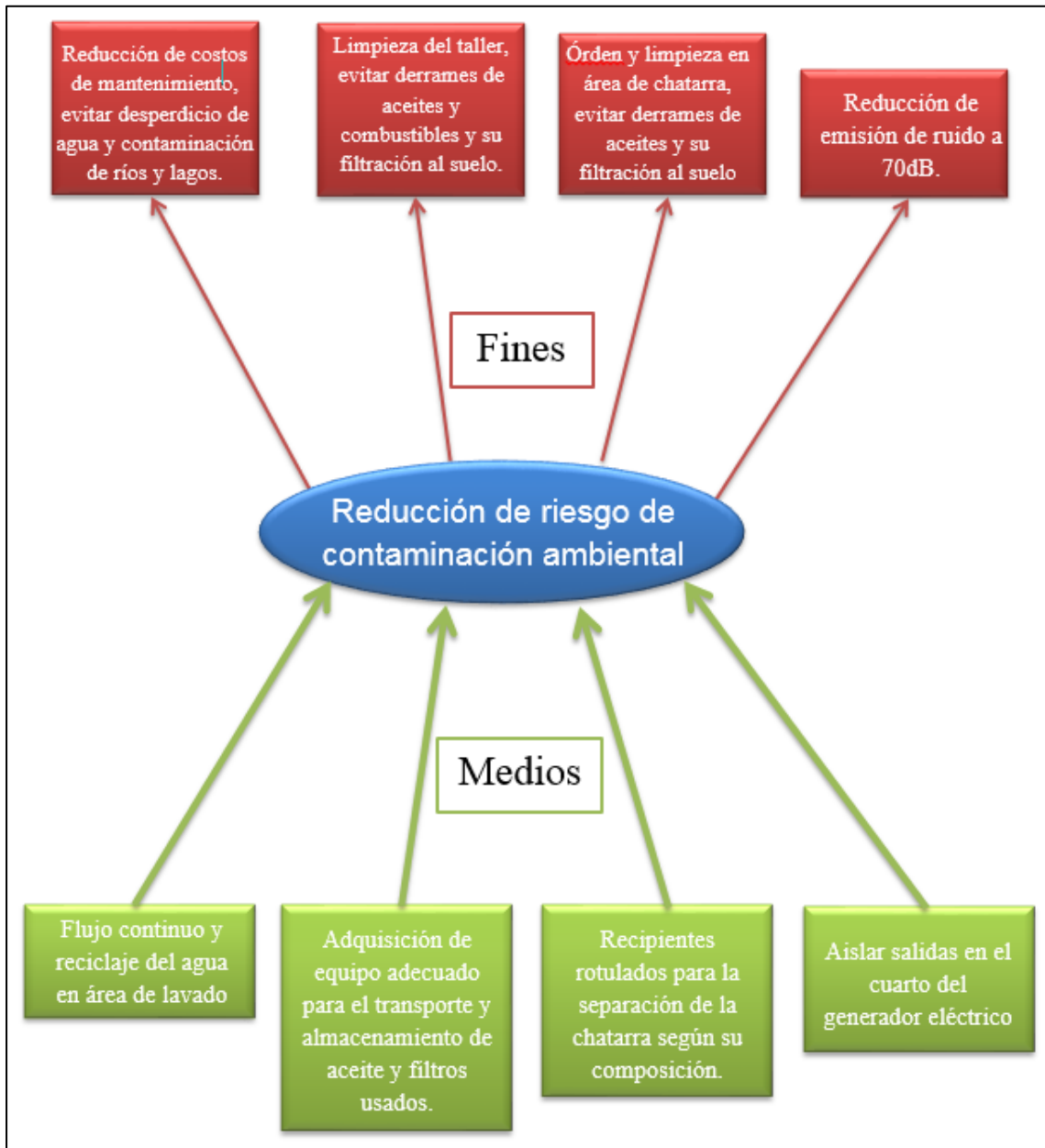
Tabla XXI. **Resumen árbol de objetivos**

	Medios	Fines	
1	Asegurar un flujo continuo del agua y su reciclaje en la planta de tratamiento.	Evitar el desperdicio de agua y la contaminación de ríos y lagos; además, reducir costos de mantenimiento.	REDUCCIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
2	Renovación de equipo para el transporte y almacenamiento de aceite usado y filtros usados.	Asegurar la limpieza del taller, evitando derrames de aceite y su filtración en el suelo.	
3	Utilizar recipientes adecuados y rotulados para la separación de chatarra.	Orden y limpieza del área de chatarra, evitando derrames.	
4	Aislar el generador a través de un proveedor certificado.	Reducir las emisiones de ruido a al menos 70 dB.	

Fuente: elaboración, utilizando Microsoft Word

Un resumen del árbol de objetivos se muestra en la tabla XXI. Como se mencionó anteriormente, las cuatro áreas mencionadas en el árbol de objetivos, serán las cuales se tomarán como base para definir el plan de gestión de desechos y materiales contaminantes dentro del taller.

Figura 44. **Árbol de objetivos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

5.1.4. Análisis y plan de ejecución

Como parte de la búsqueda de soluciones a la problemática ambiental, es necesario saber las causas de cada uno de los riesgos mencionados en el capítulo anterior. Para ello se propone el diagrama causa – efecto mostrado en la figura 45. Este diagrama causa-efecto se puede resumir en la tabla XXII.

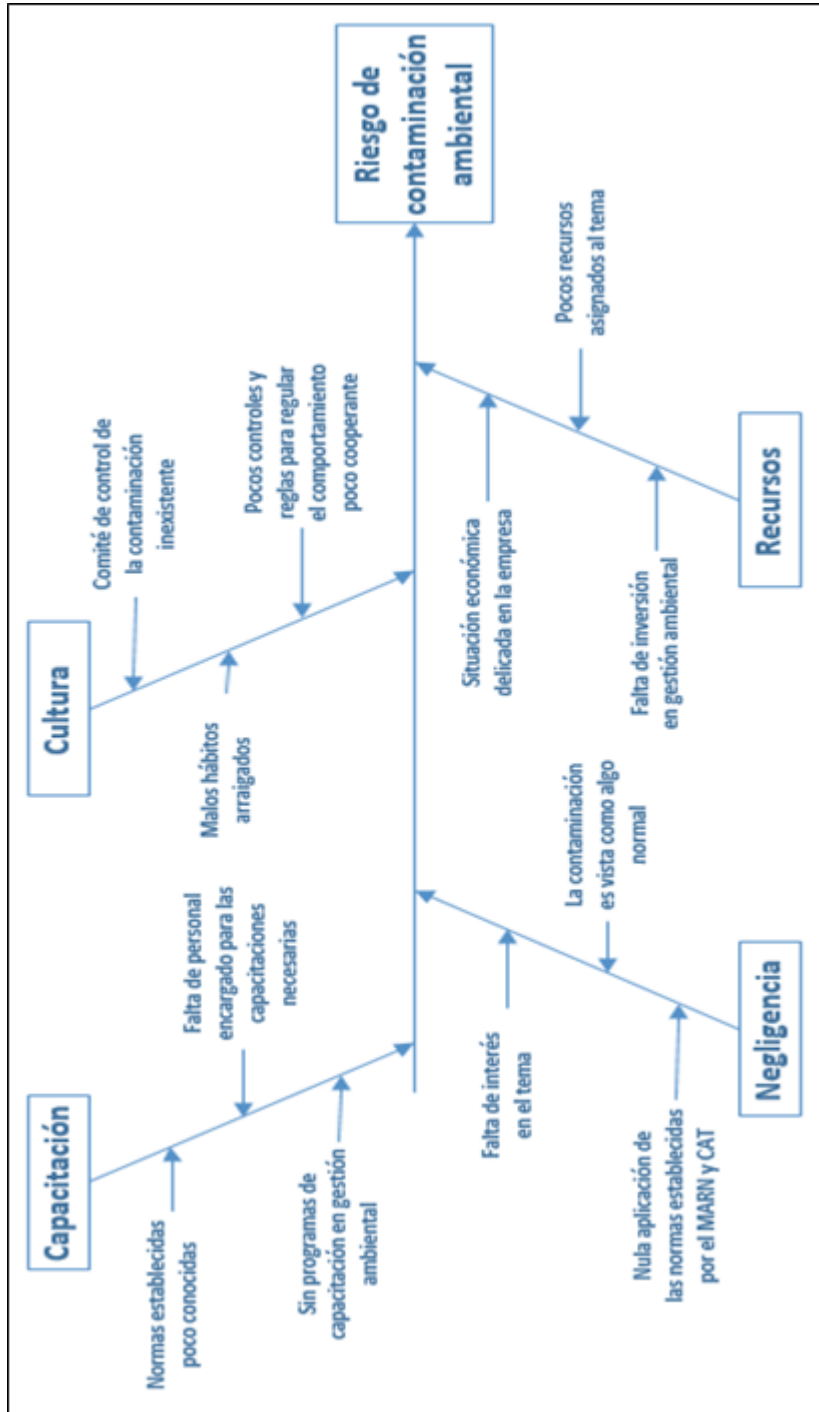
Tabla XXII. **Resumen diagrama causa - efecto**

	Capacitación	Cultura	Negligencia	Recursos	
1	Falta de programas de capacitación en gestión ambiental	Malos hábitos fuertemente arraigados	Falta de conocimiento e interés en el tema ambiental	Situación económica de la empresa vulnerable	RIESGO DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
2	Sin personal a cargo de capacitaciones en control de contaminación	Falta de comité de control de contaminación	Contaminación se considera normal como parte de la operación	Falta de inversión en el tema ambiental	
3	Normas establecidas no han sido dadas a conocer	Pocos controles para regular la aplicación de las normas	Nula aplicación de las normas ya establecidas por el MARN y Caterpillar	Manejo de recursos dirigido hacia otros temas	

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Como se observa en el diagrama causa-efecto, se plantean las causas de la situación contaminante actual: falta de capacitación, negligencia, falta de recursos y cultura arraigada en general dentro de la empresa. Como consecuencia se tienen las amenazas ambientales que afectan no solo al ecosistema, también, a la empresa debido a las constantes auditorías por parte del personal de Caterpillar®.

Figura 45. Diagrama de causa – efecto



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Visio.

Como parte del plan de control de contaminación se propone un plan de acción, según el siguiente marco lógico de la tabla XXIII.

Tabla XXIII. Marco lógico

Objetivo	Indicadores	Medio de verificación	Supuestos
<p>FIN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitigar los riesgos de contaminación provenientes del área de lavado, almacenamiento de aceites y filtros, chatarra y generador eléctrico. • Mejorar la puntuación en control de contaminación obtenida en las auditorías de Caterpillar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados positivos en futuros estudios de impacto ambiental. • Puntuaciones positivas de las auditorías realizadas por el representante de Caterpillar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Auditorías del MARN. • Auditorías del representante de Caterpillar. • Higiene. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento correcto de planta de tratamiento. • Extracción y almacenamiento o de aceites moderno y adecuado. • Orden y limpieza en área de chatarra. • Generación de energía eléctrica de manera amigable con el medio ambiente.
<p>PROPÓSITO</p> <p>Unificar los intereses de la industria con el cuidado y protección del medio ambiente.</p>	<p>Taller libre de derrames de aceite, emisiones de ruido excesivo y tratamiento de agua adecuado y mejora,</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auditorías internas constantes utilizando formatos de inspección 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de presupuesto del plan de mejora de control de contaminación.

Continuación de tabla XXIII.

	<p>aunado con disminución de costos de mantenimiento y riesgos de incidentes y accidentes.</p>	<p>semanal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de costos luego de la implementación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento adecuado de mejoras de control de contaminación. • Demanda de servicios constante.
<p>RESULTADOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de rediseño de planta de tratamiento. • Compra de bombas extractoras de aceite y recipientes adecuado para su almacenamiento. • Separación de chatarra según origen en recipientes diseñados para almacenamiento de componentes mecánicos. • Aislamiento de generador eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización de agua proveniente del área de lavado de forma continua. • Eliminar derrames de aceite en el suelo, limpieza en taller. • Higiene en área de chatarra, presencia de recipientes de distintos colores para su separación. • Disminución del ruido emitido por el generador hasta 70 dB. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados positivos provenientes de auditorías mensuales internas y auditorías del representante de Caterpillar. • Cumplimiento de metas en tiempo estimado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptación de propuesta de la gerencia. • Selección adecuada de proveedores y contratistas para los trabajos de mejora. • Uso adecuado del equipo nuevo instalado en taller. • Mantenimiento adecuado al equipo nuevo.

Continuación de tabla XXIII.

ACTIVIDADES			
<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de bomba extractora de aceite adicional en planta de tratamiento, además de rejillas en los dos ingresos de agua. • Extracción de aceites residuales proveniente de las reparaciones y su transporte en un tonel adecuado hacia el área de almacenamiento, en un recipiente diseñado para ello. • Clasificación de chatarra según su composición en distintos recipientes, además de su vaciado periódico para reciclaje. • Instalación de material aislante en puertas y ventanas del cuarto de generación. 	<p>Costos estimados de cada área:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lavado: Q5 025. • Transporte y almacenamiento de aceite: Q. 9 400. • Almacenamiento de chatarra: Q. 3 100. • Aislamiento del generador: Q. 68 000. 	<p>Análisis de costos postinversión, comparando los gastos presupuestados en cada área de mejora y el pago real incurrido.</p>	<p>Inversión sugerida en las cuatro áreas de análisis en el taller. Funcionamiento esperado de las mejoras instaladas que gastos adicionales.</p>

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

Con estos pasos establecidos, se lleva a cabo la propuesta de mejora del plan de control de contaminación.

5.2. Medidas de control y mitigación de impacto ambiental

Conocidas las principales causas de riesgo ambiental en el taller, se pueden proponer soluciones; pero para su formulación, se dividirán las áreas en lavado, aceites residuales, generador y chatarra.

5.2.1. Control de contaminantes provenientes del área de lavado

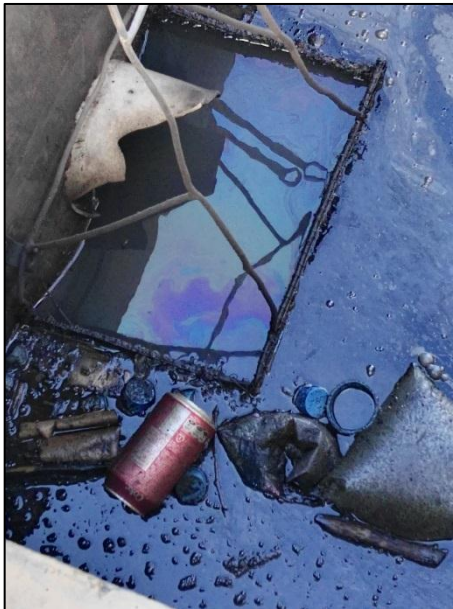
Como se mencionó en el inciso 3.1.1 donde se explica el funcionamiento básico de la planta de tratamiento en el área de lavado, este equipo no funciona adecuadamente debido a varios factores, los cuales se mencionan a continuación según la figura 22:

- Saturación del conducto de paso de la rampa de lodos hacia el primer tanque de remoción de aceite.
- Bajo nivel de agua en el sistema.
- Saturación del filtro removedor de aceite.
- Tanque ocioso.

Como se ve en la figura 46, la saturación del área de paso es inminente, lo que causa el bajo nivel del agua en el sistema completo a excepción del tanque de lodos donde se acumulan sólidos y desechos que en ocasiones no pertenecen al área de trabajo.

Ante la saturación de sólidos, el primer tanque removedor de aceite no cumple con su función, debido a que la cantidad de desechos es tan alta, que sobrepasa su capacidad. Este estancamiento causa mal olor y evaporación del agua que mantiene aún más bajo el nivel del agua con respecto al nivel de diseño de la planta, como se puede apreciar en la figura 47.

Figura 46. **Saturación de conducto de paso**



Fuente: elaboración propia.

A raíz de esta saturación, es necesario limpiar mensualmente el tanque de lodos con un tercero, lo que tiene un costo de Q. 8 000 por visita, cuando según el diseño esta limpieza debe hacerse cada 6 meses. Además, se requiere de la limpieza del tanque removedor de aceite, el cual con el funcionamiento actual cada 15 días se satura; según diseño debería limpiarse cada 2 meses. Cada vez que se limpian ambos tanques, el agua debe ser desechada por el sistema de alcantarillado que causa alta contaminación en ríos y lagos cercanos.

Figura 47. **Estado del tanque removedor de aceites**



Fuente: elaboración propia.

5.2.1.1. Propuesta área de lavado

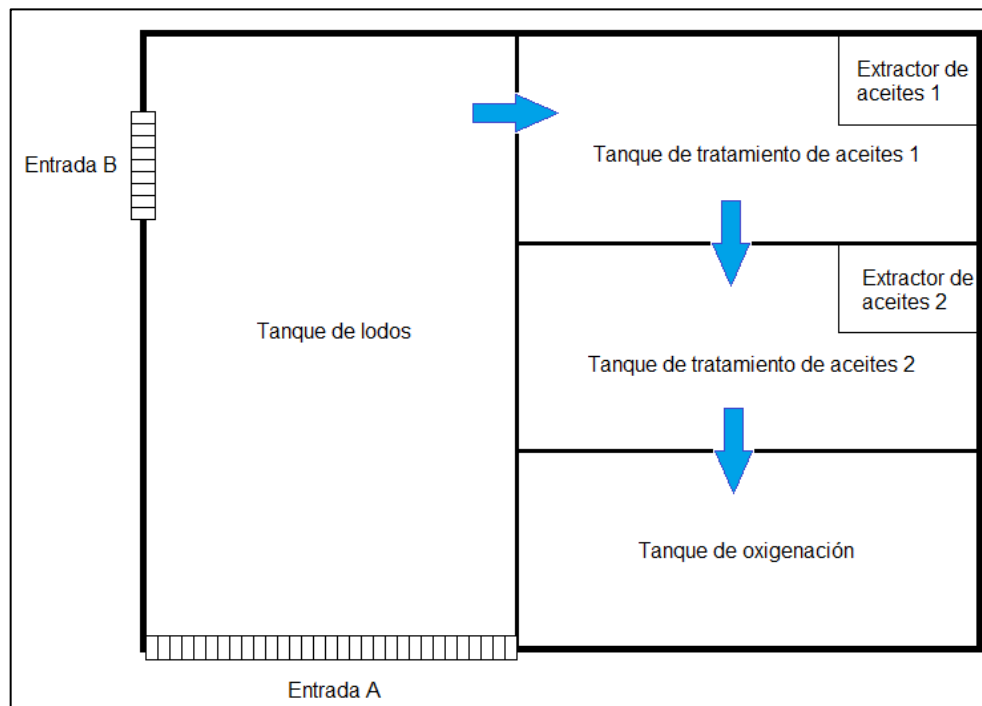
Las soluciones que se plantean para mitigar los altos riesgos contaminantes y posibles sanciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se muestran a continuación; el diseño final propuesto de la planta de tratamiento se logra observar en la figura 48.

- Colocación de rejilla en tanque de lodos

Al colocar una rejilla en el tanque de lodos, se previene su saturación y el estancamiento del sistema, para lo cual se propone una rejilla pluvial con separación de 2 cm entre rejas en cada ingreso del tanque, para lo cual se

requiere una ligera readecuación del área, con la construcción de bases para su colocación.

Figura 48. **Configuración de planta de tratamiento propuesta**



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

- Compra de extractor de aceites adicional

Como se mencionó en el análisis anterior, el tanque contiguo al de remoción de aceites está ocioso y el extractor de aceites actual no cumple con su función debido a la saturación de sólidos por la falta de la rejilla y por la alta demanda actual. Para ello se propondrá la compra de un tanque de extracción de aceites de mayor capacidad para instalarlo en el tanque de remoción de aceites y utilizar el actual de baja capacidad en el tanque que se encuentra

ocioso para lograr así una doble limpieza del agua tratada. Para ello se utilizaría el mismo motor eléctrico, añadiendo nada más el tanque de almacenamiento de aceites y tuberías adicionales.

- Programación de mantenimiento

Los costos actuales de mantenimiento son muy elevados debido a su frecuencia la cual está fuera de los períodos normales. Al utilizar rejillas y un extractor adicional, se disminuirían notablemente los costos de mantenimiento, pero se requeriría un planteamiento. Con los dos tanques almacenadores de aceite, estos deberían ser depurados cada 2 meses en lugar de cada 15 días y el tanque de lodos cada 6 meses en lugar de cada mes.

5.2.1.2. Costos de propuesta del área de lavado

Para mejorar el funcionamiento de la planta de tratamiento, es necesaria la instalación de dos rejillas filtradoras, una en cada ingreso del área de lavado, para lo cual es necesario una modificación de cada entrada con el uso de concreto. Además, se debe obtener un succionador de aceites adicional junto con su depósito, el cual debe ser de mayor tamaño que el actual para que no se sature como sucede frecuentemente. Según estas observaciones, los costos serían los mostrados en la tabla XXIV.

Con esto se limpiaría cada 6 meses el tanque en lugar de cada mes; por lo tanto con una inversión de Q. 5 025, se requerirían solamente Q. 16 000 al año en cuestión de mantenimiento de la planta de tratamiento, en lugar de Q. 96 000, es decir, 6 veces menos.

Tabla XXIV. **Costos planta de tratamiento**

Producto/servicio	Cantidad	Costo unitario	Total
Metro cuadrado concreto	5	Q. 350	Q. 1 750
Rejilla pluvial espaciada por 5 cm	3,5 m	Q. 100	Q. 350
Bomba de extracción	1	Q. 1 225	Q. 1 225
Contenedor industrial (20 gal)	1	Q. 550	Q. 550
Instalación PVC y eléctrica	1	Q. 150	Q. 150
Instalación (mano de obra)	1	Q. 1000	Q. 1 000
Total			Q. 5 025

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

5.2.2. Control de contaminantes provenientes de aceites residuales

En el análisis del capítulo anterior, se determinó que el área de aceites y filtros residuales estaba a muy poco de convertirse en un riesgo alto, por lo que requiere atención constante.

Figura 49. **Estado de área de aceites y filtros usados**



Fuente: elaboración propia.

A pesar que en la empresa se procura evitar la contaminación del medio ambiente a causa de los aceites y filtros residuales con el uso del servicio de empresas que reciclan estos desechos peligrosos, su forma de almacenamiento y transporte son de alto riesgo contaminante, ya que se da la alta probabilidad de derrames e infiltración de aceites al suelo como se aprecia en la figura 49. Actualmente, se utilizan bandejas para el transporte de los aceites y filtros usados desde el área de trabajo hacia su área de desecho, lo que causa su derrame por las imperfecciones del suelo.

Además, la configuración del tanque utilizado para almacenar el aceite no es el más adecuado porque no cuenta con impermeabilidad en toda su superficie interna que causa ciertos derrames a sus lados, sumándole los derrames a la hora de vaciar cada una de las bandejas.

5.2.2.1. Propuesta área de almacenamiento de aceites residuales

Para ello se proponen las siguientes medidas correctivas:

- Utilización de bombas neumáticas

Actualmente en el taller, se utilizan bombas acopladas a un tonel de aceite, las cuales son accionadas neumáticamente y utilizadas para dispensar el aceite nuevo para evitar su transporte. Para evitar los derrames en el transporte y desecho de aceite usado, se propone utilizar el mismo concepto, solamente que en vez de contar con una bomba de presión positiva, utilizar una de presión negativa (de succión), aprovechar el hecho que dentro del taller se cuentan con tomas neumáticas lo suficientemente bien distribuidas para utilizarlas en cualquier reparación en todo el área.

Esta medida requeriría la compra de la carretilla y la bomba neumática, las cuales serán cotizadas con el proveedor inicial de las bombas de distribución de aceite.

- Compra de tanque industrial adecuado

Ante las constantes fugas de aceite en el tanque de almacenamiento, se propone el reemplazo del tanque actual por uno plástico de uso industrial, resistente a la corrosión y a los rayos del sol. Este tipo de tanque es mucho más económico que la reparación del actual, además de no sufrir daños por óxido o fugas.

Figura 50. **Sistema actual de distribución de aceite**



Fuente: elaboración propia.

5.2.2.2. Costos de propuesta de área de aceites residuales

Como se había mencionado anteriormente, el tanque de almacenamiento de aceites residuales se encuentra en muy mal estado, además de ser metálico lo que lo expone a la corrosión y por consiguiente, a fugas. Por tal razón, se propuso su reemplazo, además, la utilización de una bomba de succión de aceites residuales de cada reparación para evitar su transporte en bandeja, que facilita su transporte y evita los constantes derrames dentro del taller.

Para ello se incurrirían en los costos presentados en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Costos de manejo de aceite residual**

Producto/servicio	Cantidad	Costo unitario	Total
Contenedor plástico industrial (100 gal)	1	Q. 1 050	Q. 1 050
Rotulación	1	Q. 50	Q. 50
Bomba de succión	1	Q. 4 500	Q. 4 500
Carretilla	1	Q. 3 800	Q. 3 800
Total			Q. 9 400

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

Como se observa, los costos en este caso son más elevados debido a la bomba de succión y la carretilla, pero con ello se evitarían más derrames de aceite en el taller.

5.2.3. Control de contaminantes provenientes del área de chatarra

Anteriormente se realizó un análisis del área de chatarra donde la probabilidad de contaminación del suelo por aceites, refrigerantes, grasas y

combustibles residuales puede no ser tan alta como en el caso del área de lavado y aceites, pero es importante que se tomen acciones correctivas.

Figura 51. **Mangueras en el área de chatarra**



Fuente: elaboración propia.

Como se ve en las figuras 51 y 52, el estado actual del área de chatarra es preocupante: no se tiene un orden específico de desechos ni un control de posibles derrames de materiales contaminantes. A esto se le suma el hecho de que esta área está ubicada justo a la orilla de un barranco en cuyo fondo fluye un río que agudiza las consecuencias de la falta de control de contaminación.

Actualmente una vez al mes, una empresa se encarga de retirar los repuestos usados que se consideran chatarra para su reutilización, pero el desorden entorpece las operaciones que causa que permanezcan hasta 3 horas en la empresa para retirar todo el material.

Figura 52. **Derrames en el área de chatarra**



Fuente: elaboración propia.

5.2.3.1. Propuesta en área de chatarra

Para solucionar este problema, se utilizará una de las reglamentaciones impuestas por Caterpillar®, obliga al distribuidor a clasificar sus desechos y hacerlo utilizando contenedores identificados para lo mismo. Por esto, se propone la utilización de dos contenedores metálicos recubiertos en su interior con un material plástico desechable para retener los posibles derrames provenientes de los repuestos desechados. Este plástico debe ser retirado cada vez que se vacíe el contenedor e incluirlo dentro de los desechos peligrosos para su reutilización. El contenedor propuesto se observa en la figura 53.

Se utilizaría uno de los contenedores para almacenar repuestos de hule: llantas, mangueras, sellos, empaques, entre otros. El otro contenedor se

utilizará para almacenar repuestos metálicos: restos de motores, cadenas, zapatas, entre otros, los cuales deben estar identificados debidamente.

Figura 53. **Contenedor propuesto**



Fuente: *Cubo o contenedor de basura de plástico grandes.*

<https://www.suministroscarmelo.com/basuras/174-cubo-o-contenedor-de-basura-de-plastico-grandes.html>. Consulta: 7 de mayo de 2017.

5.2.3.2. Costos de propuesta en área de chatarra

Anteriormente se mencionó la necesidad de colocar la chatarra en contenedores, debido a que se han notado múltiples derrames de aceite residual en los repuestos: mangueras, piezas de motores, piezas de transmisiones, entre otros. Para su colocación se tendrían los costos mostrados en la tabla XXVI

Según los datos de la tabla, la inversión no es mayor y los problemas legales y con Caterpillar que se evitarían serían múltiples.

Tabla XXVI. **Costos área de chatarra**

Producto/servicio	Cantidad	Costo unitario	Total
Contenedor plástico industrial (200 gal)	2	Q. 1 500	Q. 3 000
Rotulación	2	Q. 50	Q. 100
Total			Q. 3 100

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

5.2.4. Control de contaminantes provenientes del generador eléctrico

En el análisis de riesgos, el generador eléctrico es el que menos contaminación ambiental ocasiona, pero eso no significa que no presente molestias a los trabajadores aledaños al área.

Figura 54. **Ventanas del área de generación**



Fuente: elaboración propia.

Según medidas recientes, el generador trabaja a 114 decibeles durante las 8 horas de trabajo, lo cual supera por mucho el límite establecido por la ley (90 decibeles), lo que muestra la alta necesidad de aislar dicho generador. Como se puede observar en la figura 45, la emisión del ruido excesivo se agudiza al contar con ventanas con malla, es decir, sin ningún tipo de aislamiento ni medida para controlar las fuertes emisiones de ruido provenientes de dicha máquina. Lamentablemente, aislar el cuarto por completo sería un costo excesivamente elevado, ya que se requerirían grandes cantidades de materiales aislantes, además, modificaciones en la puerta de ingreso, rediseño del escape, entre otras cosas, lo que significa la anulación de esta posibilidad.

5.2.4.1. Propuesta para el área de generador

Para evitar el aumento desmedido de los costos del aislamiento del generador, se propone la compra de una cabina aisladora únicamente para el motor, ya que es el equipo que causa un 90 % del ruido emitido.

Figura 55. **Generador encabinado**



Fuente: Gentrac. *Manual de línea de productos Caterpillar*. p. 42.

Las modificaciones necesarias no serían tan drásticas y según el proveedor se podría reducir el ruido hasta a 70 decibeles a 7 metros de distancia, lo cual se encuentra por debajo de lo establecido por la ley.

5.2.4.2. Costo de propuesta en área de generador

Debido al excesivo ruido que el generador de energía eléctrica emite todos los días en horario laboral, se ha propuesto su aislamiento a través de una empresa certificada, la cual se dedica a la fabricación de equipos industriales. Este trabajo incluye los materiales, servicios y costos reflejados en la tabla XXVII. El valor total del aislamiento sería de Q 68 000, con lo que, según el proveedor, se lograría disminuir el ruido hasta a 70 decibeles.

Tabla XXVII. Desglose de costos de propuesta del área de generador

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
4	Puertas metálicas abatibles horizontales forradas y ductos de aire forzado hacia afuera	Q. 1 200	Q. 4 800
2	Puertas atornilladas para revisiones y conexiones eléctricas	Q. 2 200	Q. 4 400
1	Ventana acrílica transparente del lado del panel con llave	Q. 700	Q. 700
4	Forro interior con poliestireno Negro y cubiertas metálicas	Q. 800	Q. 3 200
1	Ducto antisonoro de salida para aire caliente de 6"	Q. 6 500	Q. 6 500
1	Filtro de ruido en la salida de aire tipo <i>waffle</i>	Q. 1 800	Q. 1 800
6	Ventanas tipo celosilla para enfriamiento y ventilación artificial	Q. 2 250	Q. 13 500
2	Tapaderas de registro	Q. 500	Q. 1 000
1	Empaque en el contorno de las puertas para asegurar un sellado total	Q. 3 900	Q. 3 900

Continuación de la tabla XXVII.

3	Galones de pintura amarilla CAT	Q. 50	Q. 150
2	Metros de tubería de 6"	Q. 250	Q. 750
5	Metros de aislante térmico	Q. 210	Q. 1 050
1	Cédula con uniones soldadas	Q. 5 500	Q. 5 500
1	Silenciador instalado en el techo superior exterior con gabinete insulado	Q. 14 000	Q. 14 000
50	Horas de mano de obra	Q. 180	Q. 9 000
		Total	Q68 000

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word

5.2.5. Costo beneficio

Para conocer que tan viable y factible es la inversión propuesta en los incisos anteriores, se deben revisar los dos costos posibles: la inversión requerida para controlar la contaminación y las posibles consecuencias de no actuar al respecto. Ya con este criterio establecido se puede proceder a la suma de los costos. Según los datos del inciso anterior, los costos de aplicar las mejoras mencionadas serían los mostrados en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Costos totales de inversión**

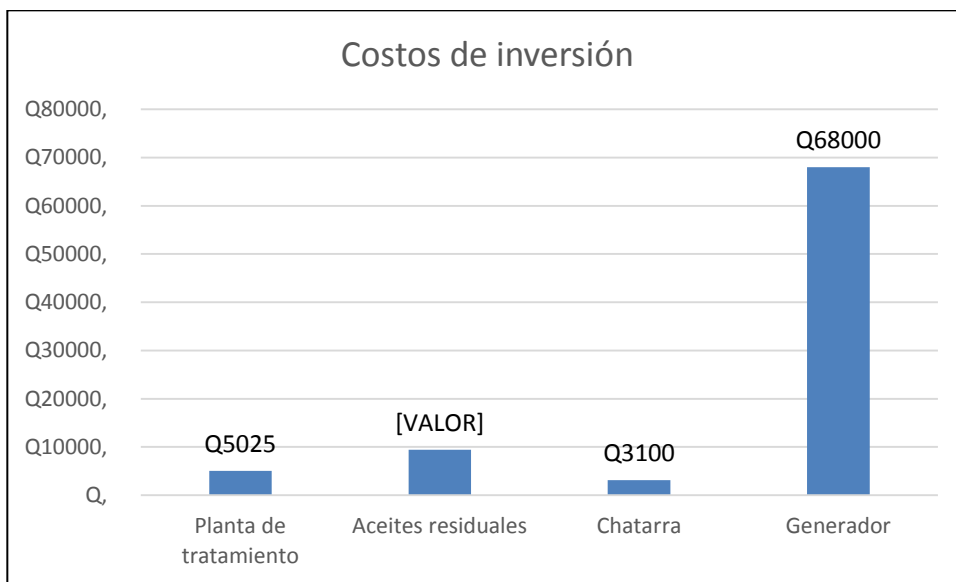
Área	Costo
Planta de tratamiento	Q. 5 025
Aceites residuales	Q. 9 400
Chatarra	Q. 3 100
Generador	Q. 68 000
Total	Q. 85 525

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

Según este análisis se necesitarían Q. 85 525 para aplicar las mejoras propuestas y optar por una buena puntuación en el rubro de control de contaminación por parte de Caterpillar, además de evitar posibles sanciones legales y/o económicas.

La comparación de costos de inversión entre áreas se puede apreciar de mejor manera en la figura 56.

Figura 56. **Comparación de costos de inversión**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Ahora bien, si se analizan los costos de no llevar a cabo las mejores, estos pueden ser mucho mayores a la suma mencionada. Existen leyes en Guatemala que describen los procedimientos del incumplimiento del cuidado al ambiente, específicamente el Decreto 68-86, *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*, la cual tiene por objetivo el “velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de

vida de los habitantes del país”³. Ante esta afirmación, cabe a resaltar las disposiciones realizadas en los artículos 7, 8 y 9:

“Artículo 7.- Se prohíbe la introducción al país, por cualquiera de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales tratados, así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales que contengan sustancias que puedan infectar, contaminar y/o degradar al medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes, incluyendo entre él las mezclas o combinaciones químicas, restos de metales pesados, residuos de materiales radiactivos, ácidos y álcalis no determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas. y hongos zoo y fitopatógenos.

Artículo 8.- (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93) Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje ya los culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente del incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q. 5 000 a Q. 100 000. En caso de cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

³ Congreso de la república de Guatemala. *Decreto 68-86: ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.* p.1.

Artículo 9.- La Comisión Nacional de Protección del Medio Ambiente está facultada para requerir de las personas individuales o jurídicas, toda información que conduzca a la verificación del cumplimiento de las normas prescritas por esta ley y sus reglamentos.”⁴

Luego de estas afirmaciones, en el artículo 29 menciona las infracciones y sanciones, en lo cual asegura que el omitir dicha ley, se considerará como infracción y se sancionará como un delito según el *Código Penal* y en caso ser encontrado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) como tal, se denunciará a los tribunales correspondientes del Ministerio Público, quien se encargará de la aplicación de las sanciones, las cuales dependerán del tipo y dimensión del delito, lo que puede llevar hasta la clausura del negocio.

Es decir, el orden de las consecuencias serían las siguientes:

- Estudio de impacto ambiental financiado por la empresa (si se ignora se impone una multa de Q. 5 000 a Q. 100 000 y si aun así no se llevara a cabo, se clausura el negocio).
- Evaluación de daños.
- Si la evaluación de daños determina que los efectos no son reversibles, se considera un delito, el cual es apelado por el Ministerio Público.
- El Ministerio Publico determina la sanción, la cual puede ser desde el pago de una multa hasta la clausura del negocio.

⁴ Congreso de la república de Guatemala. *Decreto 68-86: ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. p.2.

Como se observa, la inversión de los Q. 85 525 evitaría investigaciones, multas, gastos legales, clausura de la empresa, entre otros, además, acercar aún más a Gentrac a lograr una mejor puntuación frente al representante de Caterpillar y subir de categoría frente a los distribuidores de la marca.

A partir de este análisis se puede determinar la viabilidad y la factibilidad de la inversión, tomando en cuenta cada uno de los puntos mencionados y los datos obtenidos de la evaluación.

- Factibilidad

Un proyecto se considera factible cuando sus propuestas son materializables para darle solución a un problema o a un conjunto de problemas.

En el caso del control de contaminación en el taller de Gentrac, se puede asegurar que es factible, ya que luego de un análisis de causas, establecimiento de objetivos y soluciones propuestas, se puede asegurar que las mejoras son ejecutables.

En el caso de la planta de tratamiento, las modificaciones que requiere no son imposibles; la instalación de rejillas y adición de un extractor de aceites es algo factible ya que no encuentra mayores contratiempos para su realización.

Con respecto a las otras áreas de riesgo, la compra de equipo adecuado para el transporte y almacenamiento de aceites usados y chatarra y su aplicación adecuada a las operaciones del taller son acciones no solo requeridas sino también realizables.

La posibilidad del aislamiento del generador eléctrico es una solución aplicable, que incluso cuenta con el análisis completo de un proveedor experto en el tema, por lo que no se puede descartar.

- Viabilidad

Un proyecto viable es todo aquel que además de ser factible, es rentable económicamente hablando. Para comprobar que la propuesta realizada en los incisos anteriores es efectivamente viable, se propone el siguiente análisis de costos anuales mostrado en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Comprobación de viabilidad**

Costos sin propuesta		Costos con propuesta	
Mantenimiento de planta de tratamiento	Q. 96 000	Mantenimiento de planta de tratamiento	Q. 16 000
Estudio de impacto ambiental	Q. 15 000	Mejora planta de tratamiento	Q. 5 025
Multa al no realizar estudio de impacto ambiental	Hasta Q. 100 000	Mejora de transporte y almacenamiento de aceites usados	Q. 9 400
		Mejora en área de chatarra	Q. 3 100
		Mejora en generador eléctrico	Q. 68 000
Total	Q. 211 000	Total	Q. 101 525

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Como se observa en la tabla anterior, los costos sin propuesta son más del doble que los costos aplicando la propuesta, además de exponer la empresa a demandas y procesos legales, lo que incurriría en más costos de

abogados, pagos de multas e incluso clausura de la empresa. Luego de este análisis, se puede asegurar la viabilidad de las propuestas realizadas.

5.3. Capacitación de personal

Como parte de la implementación del plan de control de contaminación, se encuentra uno sus los pilares, el cual es la capacitación y adiestramiento de personal, cuyos detalles se explicarán en los siguientes incisos.

5.3.1. Capacitación en el funcionamiento de la planta de tratamiento

Uno de los mayores problemas actualmente en el área de lavado, más allá del mal funcionamiento de la planta de tratamiento, es la falta de conocimiento por parte del personal de lavado en cuanto a su funcionamiento, por lo que se incurre a la contaminación de la planta, uso inadecuado de los desagües, riesgo de salud ocupacional y transmisión de enfermedades ante los malos olores, entre otros. Para resolver dicha problemática, es necesario el diseño de una capacitación del personal técnico y de lavado. Los temas a abordar deberían ser los siguientes:

- ¿Por qué es necesaria una planta de tratamiento?
 - Normativa Caterpillar de control de contaminación
 - Impacto ambiental de desecho de aceites y materiales jabonosos
 - Ahorro significativo de agua al reciclarla
 - Evitar contraer sanciones legales

- Funcionamiento normal de la planta de tratamiento
 - Tipo de planta de tratamiento
 - Flujo natural del agua por gravedad
 - Función de cada tanque
 - Beneficios de la extracción de aceites y oxigenación del agua
 - Mantenimiento mensual y semestral

- Malas prácticas en el uso de la planta de tratamiento
 - Contaminación con agentes extraños
 - Consecuencias de no utilizar las rejillas
 - Saturación de los tanques removedores de aceite

- Evaluación final

La capacitación puede tener una duración de 4 horas como máximo, con grupos de 20 personas para tener una sesión más cómoda y didáctica. El capacitador debe ser el jefe de mantenimiento de la empresa ya que este tiene un panorama más claro del funcionamiento de la planta. Dentro de Gentrac se tienen dos salones de capacitación ubicados en el edificio de recursos humanos, los cuales cuentan con cañonera, computadora, mesas, sillas, etc., por lo tanto, la inversión en la capacitación no sería mayor a papel y lapiceros.

5.3.2. Capacitación para el uso de la bomba de extracción de aceites

Actualmente, uno de los proveedores de la empresa distribuye la carretilla junto con la bomba para la distribución de aceite; esta empresa no logró brindar

una capacitación adecuada para el uso del equipo, pero existe la posibilidad de que sea la encargada de la explicación de uso del mismo equipo con la ligera diferencia de que en vez de contar con una bomba de distribución, se tendría una bomba de extracción para eliminar el aceite residual de las reparaciones de una forma adecuada.

Como apoyo, se podría contar con el jefe administrativo del departamento de servicios, quien está a cargo de la obtención de equipo nuevo al taller, por lo que podría explicar las razones de la inversión. El contenido para la capacitación podría ser la siguiente:

- ¿Por qué se utiliza una bomba de succión de aceite residual?
 - Normativa Caterpillar de control de contaminación
 - Contaminación al suelo, subsuelo y cuerpos de agua
 - Limpieza e higiene en el taller

- Funcionamiento del equipo
 - Carretilla de transporte
 - Bomba neumática de succión
 - Capacidad y limpieza del tanque

- Reglas de uso del equipo
 - Solicitud de equipo en cuarto de herramientas
 - Limpieza de bandejas de recolección y equipo de succión de aceite
 - Cuidado del equipo y mantenimiento

- Seguir los estándares de uso de equipo
- Evaluación

Al igual que la capacitación de la planta de tratamiento, esta podría realizarse en los salones de recursos humanos, para ahorrar costos, con la diferencia de que su duración sería más corta (2 horas). La cantidad de personas sería la misma (20) y se contaría con el apoyo del personal del proveedor y el jefe administrativo del departamento de servicios. Se llevaría a cabo un examen de opción múltiple al finalizar la capacitación para asegurar su comprensión.

5.3.3. Capacitación del uso de contenedores de reciclaje

En el caso de los contenedores de reciclaje no es necesaria una capacitación tan detallada como en el caso de las dos nuevas implementaciones anteriores. Sería suficiente una charla del jefe de mantenimiento de la empresa para hacerle saber a los supervisores, personal técnico y de limpieza la nueva división de contenedores para la colocación de la chatarra; además, las prohibiciones y sanciones por el incumplimiento de las normas de control de contaminación.

Además de los contenedores, se propone el diseño de panfleto o poster mostrado en la figura 57 para colocar en áreas concurridas del taller y educar a los técnicos y personal de limpieza para separar adecuadamente la chatarra. Para la cabina del generador eléctrico no es necesaria ninguna capacitación, ya que funcionaría de la misma manera, solamente que de manera aislada. El plan de mantenimiento actual que se tiene para el generador eléctrico, no debe verse afectado con su aislamiento.

Figura 57. Guía de utilización contenedores de chatarra



una empresa Ferreycorp



GUÍA DE UTILIZACIÓN CONTENEDORES DE RECICLAJE | ÁREA DE CHATARRA

OBJETIVO

Dar a conocer el uso adecuado de los contenedores de reciclaje en el área de chatarra, destinados a la separación de desechos de reparaciones realizadas en el taller.



¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL RECICLAJE?

El planeta tierra se ve cada día más saturado de todo tipo de basura como botellas plásticas, neumáticos viejos, papel, cartón, vidrio, etc. Lamentablemente la actividad industrial es una de las mayores responsables de la contaminación masiva de nuestros recursos naturales, lo cual va en contra de nuestros principios y valores como empresa.

El cambio comienza en cada uno de nosotros y que mejor forma de hacerlo que dando el ejemplo como una empresa líder en la industria y transmitir esa conciencia ambiental con nuestros colaboradores.

¿DE QUE FORMA SE CLASIFICA LA CHATARRA?

CONTENEDOR ROJO

Este recipiente está destinado para el desecho de desechos metálicos provenientes de cualquier actividad del taller como engranajes, pines, tornillería, guardas, entre otros.



¿A DÓNDE VA LA CHATARRA?

La chatarra almacenada es recogida por empresas dedicadas al reciclaje de los componentes desechados por el taller.



CONTENEDOR AZUL

El recipiente color azul tiene como finalidad el almacenar todos aquellos desechos de hule o caucho como llantas, bujes, mangueras, entre otros, provenientes de las actividades del taller.

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

139

6. SEGUIMIENTO Y RETROALIMENTACIÓN

6.1. Plan de evaluación de contaminación

Como parte del proyecto de control de contaminación propuesto, es imperativo un control, retroalimentación y seguimiento de lo propuesto, para establecer límites indicadores de eficiencia y eficacia del proyecto para lograr no solamente un logro a corto plazo, también a mediano y largo plazo para la empresa.

Para dichos controles son necesarios ciertos lineamientos y normas; además, establecer los responsables, controles, indicadores, entre otros para que funcione el plan, los cuales se describirán a continuación.

6.1.1. Responsables del programa

Un seguimiento adecuado es posible si existe una asignación de responsabilidades dentro del plan, quienes serán los encargados del monitoreo periódico y la realización de los informes para el control de la contaminación. Para esto se proponen a los siguientes designados:

- Gerente de servicios

Debido a su inminente responsabilidad en el tema de control de contaminación y el buen estado del taller, el gerente de servicios será el encargado de la coordinación y gestión del recurso humano y económico. Dentro de sus atribuciones se pueden mencionar:

- Conocimientos del plan de control de contaminación, su control y monitoreo.
 - Evaluación de costos de inversión.
 - Coordinación de tareas.
 - Revisión de resultados proveídos por el jefe de talleres.
 - Atención al representante de Caterpillar y del MARN en cada auditoría.
 - Rendición de cuentas al gerente general.
- Jefe de talleres

Este puesto deberá estar pendiente de cada reparación y servicio realizado a los equipos involucrados con el control de contaminación, los cuales serán coordinados por cada supervisor a cargo de cada área. Dentro de sus atribuciones están:

- Coordinación de reparaciones mayores.
- Revisión de trabajos realizados a través de los informes proveídos por los supervisores.
- Evaluación de casos especiales.

- Supervisores

En el caso de los supervisores, se tendrán dos específicamente con tareas determinadas, divididas en las siguientes:

- Supervisor del área de lavado
 - Vaciado periódico del tanque recolector de aceite del área de lavado (cada 2 meses).
 - Atención al proveedor encargado de la limpieza periódica de la rampa (cada 6 meses).
 - Limpieza y revisión del estado del área de almacenamiento de aceites y filtros usados.
 - Atención al proveedor encargado de la recolección de aceites y filtros usados.
 - Revisión de informes mensuales realizados por su personal a cargo en ambas áreas asignadas.
- Supervisor de taller eléctrico
 - Revisión mensual del generador eléctrico y su cabina de aislamiento.
 - Mantenimientos preventivos del generador eléctrico.

- Limpieza y orden del área de chatarra.
- Revisión de informes mensuales realizados por su personal a cargo en ambas áreas asignadas.

- Jefe administrativo

Este puesto cuenta con un papel determinante para la ejecución del plan del control de contaminación, es quien determinará los costos y proveedores de cada reparación y servicio de los equipos. Dentro de sus atribuciones estarían:

- Evaluación de proveedores actuales y nuevos.
- Determinar costos de reparaciones y mantenimiento
- Realizar análisis de costos para presentarlos al gerente de servicios.

6.1.2. Indicadores

Según lo mencionado en el marco lógico del capítulo anterior, existen varios indicadores que muestran los resultados del programa y la eficiencia del mismo. Dentro de los mismos se pueden mencionar dos tipos:

- Indicadores cuantitativos:

Un indicador cuantitativo es todo aquel que se toma en cuenta tanto el tiempo como la cantidad; pueden utilizar para medir niveles de productividad, eficiencia, entre otros. En este caso, los indicadores cuantitativos serían:

- Puntuación obtenida por el representante de Caterpillar
 - Resultados de la evaluación realizada por el MARN.
- Indicadores cualitativos

Los indicadores cualitativos son todos aquellos relacionados con la calidad, es decir no se toma en cuenta la cantidad, pero si la eficiencia del proyecto. Dentro de estos indicadores para el proyecto, se pueden mencionar:



- Resultados de las revisiones mensuales
- Inversiones en mantenimiento preventivo

6.1.3. Informes para el control de contaminación

Para mantener vigente el plan de control de contaminación y fomentar la mejora continua, es imperativo realizar inspecciones mensuales, entregando un informe por cada inspección. Las inspecciones estarán a cargo del personal técnico que labore en las cercanías del área a analizar que debe ser supervisada por su jefe inmediato, es decir, el supervisor. Para cada área, los formatos deben ser distintos; estos se muestran en las figuras 58 a 60.

Estos informes básicamente son una lista de puntos críticos a inspeccionar en área; el inspector debe reportar cualquier anomalía encontrada y este debe ser firmado por el encargado del área. Para la inspección del generador, se utilizará el formato de inspección y de informe proveídos por Caterpillar para este tipo de máquinas en específico.

Figura 58. Informe de inspección de la planta de tratamiento

		INFORME DE INSPECCIÓN CONTROL DE CONTAMINACIÓN		
una empresa 				
ORDEN DE TRABAJO	FECHA DÍA MES AÑO	EQUIPO A INSPECCIONAR PLANTA DE TRATAMIENTO		
NOMBRE DE INSPECTOR	CÓDIGO DE INSPECTOR	SUPERVISOR		


	A INSPECCIONAR	COMENTARIO		
	LIMPIEZA DE LA RAMPA			
	LIMPIEZA DE REJILLA 1			
	LIMPIEZA DE REJILLA 2			
	LIMPIEZA DE CEDAZO DE TANQUE 1			
	FUNCIONAMIENTO DE ABSORBEDOR DE ACEITE DE TANQUE 1			
	FUNCIONAMIENTO DE ABSORBEDOR DE ACEITE DE TANQUE 2			
	FUNCIONAMIENTO DE OXIGENADORES			
	FUNCIONAMIENTO DE DOSIFICADOR			
	FLUJO CONTÍNUO DE AGUA			
	NIVEL DE LIQUIDO DOSIFICADOR	BAJO	MEDIO	ALTO
	NIVEL DE ACEITE EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1	BAJO	MEDIO	ALTO
	NIVEL DE ACEITE EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2	BAJO	MEDIO	ALTO
	ESTADO DEL AGUA EN TANQUE 3	TURBIA	CLARA	

COMENTARIOS ADICIONALES

_____	_____
FIRMA INSPECTOR	FIRMA SUPERVISOR


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Figura 59. Informe de inspección del área de chatarra

		INFORME DE INSPECCIÓN CONTROL DE CONTAMINACIÓN																																									
una empresa Ferreycorp																																											
ORDEN DE TRABAJO	FECHA DÍA MES AÑO	EQUIPO A INSPECCIONAR ÁREA DE CHATARRA																																									
NOMBRE DE INSPECTOR	CÓDIGO DE INSPECTOR	SUPERVISOR TALLER ELECT.																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No.</th> <th style="width: 45%;">A INSPECCIONAR</th> <th colspan="3" style="width: 45%;">COMENTARIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">ESTADO DE CONTENEDOR 1</td> <td style="text-align: center;">VACÍO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">LLENO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">ESTADO DE CONTENEDOR 2</td> <td style="text-align: center;">VACÍO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">LLENO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">DERRAMES DE ACEITE CONTENEDOR 1</td> <td style="text-align: center;">SÍ</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">DERRAMES DE ACEITE EN CONTENEDOR 2</td> <td style="text-align: center;">SÍ</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR 1</td> <td style="text-align: center;">BUENO</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">MALO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR 2</td> <td style="text-align: center;">BUENO</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">MALO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">ULTIMA VISITA PROVEEDOR</td> <td style="text-align: center;">DIA</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">MES</td> </tr> </tbody> </table>				No.	A INSPECCIONAR	COMENTARIO			1	ESTADO DE CONTENEDOR 1	VACÍO	MEDIO	LLENO	2	ESTADO DE CONTENEDOR 2	VACÍO	MEDIO	LLENO	3	DERRAMES DE ACEITE CONTENEDOR 1	SÍ	NO		4	DERRAMES DE ACEITE EN CONTENEDOR 2	SÍ	NO		5	ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR 1	BUENO	MALO		6	ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR 2	BUENO	MALO		7	ULTIMA VISITA PROVEEDOR	DIA	MES	
No.	A INSPECCIONAR	COMENTARIO																																									
1	ESTADO DE CONTENEDOR 1	VACÍO	MEDIO	LLENO																																							
2	ESTADO DE CONTENEDOR 2	VACÍO	MEDIO	LLENO																																							
3	DERRAMES DE ACEITE CONTENEDOR 1	SÍ	NO																																								
4	DERRAMES DE ACEITE EN CONTENEDOR 2	SÍ	NO																																								
5	ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR 1	BUENO	MALO																																								
6	ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR 2	BUENO	MALO																																								
7	ULTIMA VISITA PROVEEDOR	DIA	MES																																								
COMENTARIOS ADICIONALES <hr/> <hr/> <hr/>																																											
<hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> FIRMA INSPECTOR		<hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/> FIRMA SUPERVISOR TALLER ELÉCTRICO																																									

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Word.

Figura 60. Informe de inspección del área de aceites residuales

		INFORME DE INSPECCIÓN CONTROL DE CONTAMINACIÓN		
una empresa Ferreycorp				
ORDEN DE TRABAJO	FECHA	EQUIPO A INSPECCIONAR		
	DÍA MES AÑO	ÁREA DE ACEITES RESIDUALES		
NOMBRE DE INSPECTOR	CÓDIGO DE INSPECTOR	SUPERVISOR DE LAVADO		
No.	A INSPECCIONAR	COMENTARIO		
1	ESTADO DE TONEL DE ABSORCIÓN	VACÍO	MEDIO	LLENO
2	ESTADO DE CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE	VACÍO	MEDIO	LLENO
3	ESTADO DE CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO DE FILTROS	VACÍO	MEDIO	LLENO
4	FUGAS EN CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE	SÍ	NO	
5	FUGAS EN CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO DE FILTROS	SÍ	NO	
6	ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE	BUENO	MALO	
7	ESTADO DE ROTULACIÓN CONTENEDOR DE ALMACENAMIENTO DE FILTROS	BUENO	MALO	
8	FUNCIONAMIENTO DE BOMBA DE ABSORCIÓN	BUENO	MALO	
9	ESTADO DE CARRETA DE TRANSPORTE DE TONEL DE ABSORCIÓN	BUENO	MALO	
10	LIMPIEZA GENERAL DEL ÁREA	BUENO	MALO	
11	ULTIMA VISITA PROVEEDOR	DIA	MES	AÑO
COMENTARIOS ADICIONALES _____ _____ _____				
_____ FIRMA INSPECTOR		_____ FIRMA SUPERVISOR DE LAVADO		

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

6.1.4. Monitoreo del plan

Para monitorear el plan, es imperativa la realización de los informes descritos anteriormente, además de su revisión; esto no es solamente responsabilidad del supervisor a cargo del área, también del jefe de talleres quien debe darle seguimiento a cada observación realizada en cada informe. En caso de que surja alguna emergencia, su atención debe ser coordinada por el jefe de talleres y el jefe administrativo para contactar al proveedor de cada área.

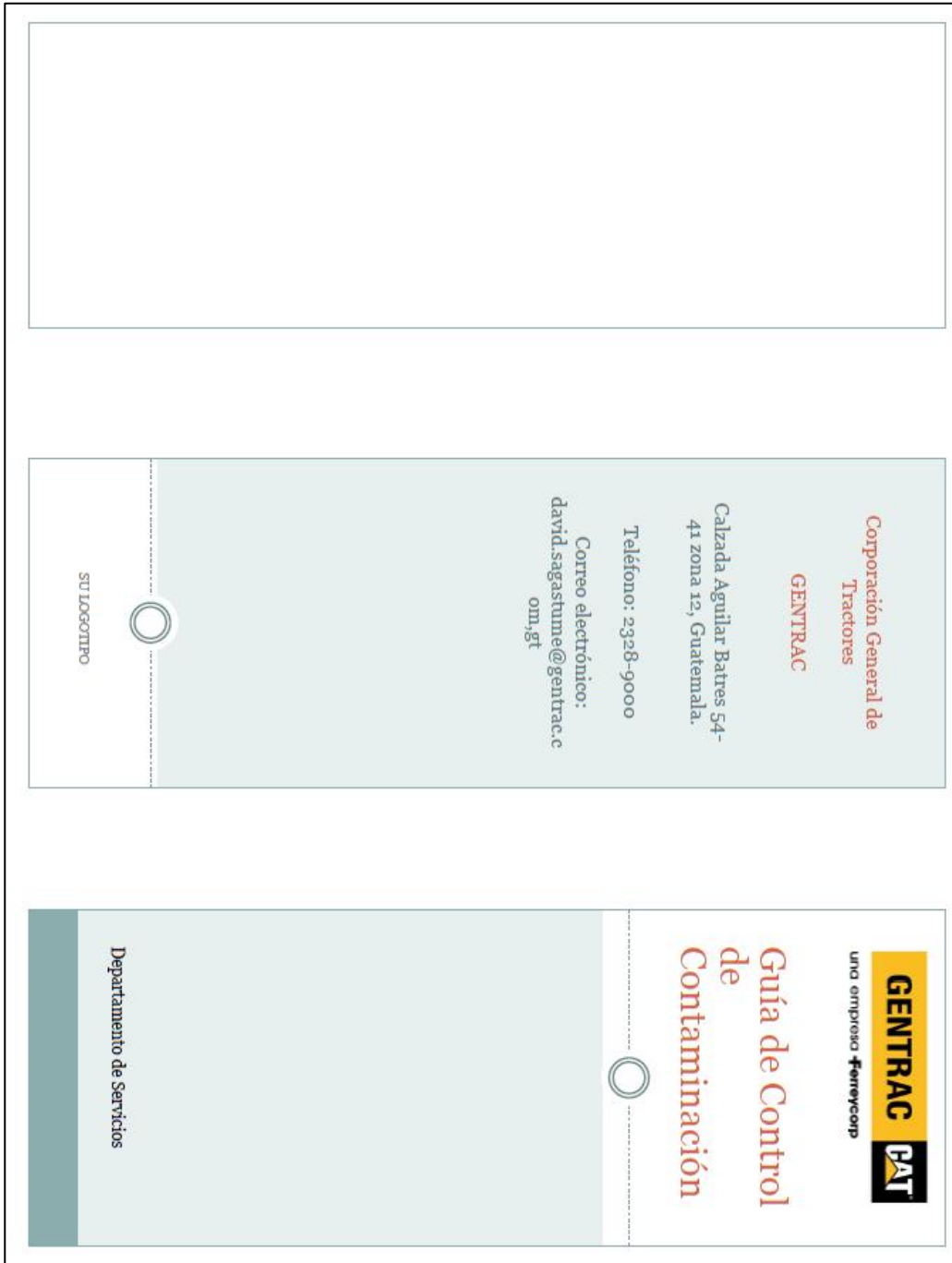
6.2. Guía informativa y de concientización

Una guía informativa sería de alta utilidad para utilizarla no solamente en las capacitaciones del personal, también, para los visitantes que puedan tener contacto con las áreas de alto riesgo contaminante.

La guía propuesta se muestra en las figuras 61 y 62. Esta describe las bases del programa de control de contaminación de Caterpillar; en la primera imagen se muestra la parte frontal y trasera del trifoliar, con el título del documento, datos de la empresa, información de contacto, entre otros. En la segunda imagen se define el control de la contaminación según Caterpillar®, su alcance y las razones de la necesidad de dicho programa.

A pesar de que esta información se tiene en digital, las personas que tienen acceso a la misma se reduce a los jefes y supervisores, por lo tanto, esta guía se dirige al personal técnico, visitantes, practicantes, entre otros, para que puedan conocer el programa y la forma en la que este se aplica dentro de los talleres de Gentrac.

Figura 61. Guía de concientización I



Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Publisher.

Figura 62. Guía de concientización II



¿Qué es Control de Contaminación (CC)?

Dentro de los requerimientos por parte de Caterpillar para cada uno de sus distribuidores, se encuentra el CC, el cual básicamente se enfoca en prácticas de limpieza y cuidado del medio ambiente, de tal manera que se puedan llevar a cabo las operaciones en conjunto con la protección de los ecosistemas que se encuentren en contacto con las mismas.

Este programa es evaluado periódicamente por medio de auditorías realizadas por el representante designado en cada distribuidor y su puntación forma parte del programa de Service Excellence.

¿QUÉ ABARCA EL CC?

El control de contaminación intenta cubrir cada una de las áreas de un taller de distribución de Caterpillar, dividiéndose en los siguientes puntos:

- Capacitación
- Instalación de lavado de equipos
- Atributos del taller
- Prácticas del taller
- Área de desarmado en taller especializado
- Cuarto de banco de pneúmas de inyección de combustible
- Área de reconstrucción de cilindros hidráulicos
- Cuarto de banco de pruebas de transmisiones
- Cuarto de dinamómetro de motor
- Taller de reconstrucciones de tren de rodaje
- Almacenamiento de piezas
- Almacenamiento de fluidos
- Servicio de campo

¿PORQUÉ ES NECESARIO UN CC?

Nuestro planeta se encuentra en un momento muy delicado, un punto de inflexión el cual podría definir si los efectos negativos causados por el humano pueden ser reversibles o no.

Como distribuidor de la marca de distribución de maquinaria pesada más grande del mundo, es de alta importancia el unirse al cuidado de los ecosistemas con los cuales se interactúa durante cada servicio y reparación de los equipos Caterpillar, fomentando así la conciencia ambiental y el cuidado del planeta tierra.

Con un CC se contribuye con un granito de arena para un futuro mejor para nosotros y las futuras generaciones.



El cuidado del planeta está en nuestras manos

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Publisher.

6.3. Ventajas y desventajas del plan de control de contaminación

Si se analiza a profundidad, la presencia, aplicación y mejora continua de un plan de control de contaminación en Gentrac, presenta muchos beneficios, de tal forma que parece indispensable dentro de las operaciones y funcionamiento del taller. Pero no solo se tienen ventajas, también se presentan desventajas como parte de dicho plan. Entre estos se pueden mencionar los puntos de la tabla XXX.

Tabla XXX. **Ventajas y desventajas**

Ventajas	Desventajas
Evitar problemas ambientales y legales.	Desembolso económico considerable.
Disminuir los costos de mantenimiento de los equipos.	Resistencia al cambio por parte de algunos colaboradores.
Disminuir los riesgos de contaminación.	Asignación adicional de tareas a supervisores, personal técnico y de lavado.
Ayudar al cuidado del planeta.	Proceso largo para aprobación de presupuesto para mejoras.
Mejorar el orden y limpieza en el taller, por lo tanto el ambiente laboral.	
Mejorar puntuación de control de contaminación de Caterpillar.	

Fuente: elaboración propia utilizando Microsoft Word.

CONCLUSIONES

1. Es importante que la gestión de desechos y materiales contaminantes dentro del taller de Gentrac esté enfocada en las áreas con mayor vulnerabilidad, es decir, aquellas donde se manejen sustancias derivadas del petróleo como aceites, combustibles y grasas, además de materiales jabonosos como desengrasantes y detergentes, los cuales son utilizados diariamente en el taller como parte de sus operaciones. La gestión debe ser objetiva y específica, enfocándose en cada una de las causas de la posible contaminación y la misma requiere contar con un plan de seguimiento y retroalimentación para darle continuidad a mediano y largo plazo.
2. Los resultados del análisis de las áreas de alto riesgo identificadas previamente dentro del taller utilizando como herramienta la norma UNE150008-2008, se obtuvieron con una puntuación de riesgo tanto de salud como ambiental de 15, el área de lavado y aceites y filtros, es un nivel medio a un punto de convertirse en crítico; asimismo, el área de chatarra mostró una ponderación de 12, entra dentro de la clasificación de riesgo medio; por último, el área del generador dio como resultado una ponderación de 5, considera como un nivel de riesgo bajo.
3. La solución para las áreas determinadas como ambientalmente peligrosas, se propone la mejora de la planta de tratamiento en el uso de rejillas de filtrado en ambas entradas además de la implementación de un removedor de aceites adicional para lograr así un flujo de agua continuo que permite su limpieza total previo a su ingreso al tanque de

oxigenación y posterior almacenamiento. En el caso del área de chatarra y almacenamiento de aceites y filtros usados, se propone la utilización de contenedores plásticos rotulados resistentes a la lluvia y el sol. Para el almacenamiento de aceites y repuestos en espera de su reciclaje, con la diferencia de la utilización de una bomba succionadora de aceites para evitar derrames en el área de almacenamiento de aceites y filtros. Por último, para el caso del generador, se propone la construcción de una cabina para disminuir su ruido emitido de 118 dB a 70 dB para cumplir así con las recomendaciones de salud industrial para los trabajadores.

4. Cada propuesta realizada para las cuatro áreas de análisis dentro del taller es viables y factibles, ya que su inversión no es considerada como alta a comparación con las posibles consecuencias legales y ambientales que pueda sufrir la empresa. Una inversión de aproximadamente Q 85 mil, podría evitar el pago de un estudio de impacto ambiental, multas por no realizarlo, problemas legales incluso con el Ministerio Público por contaminación irreversible de suelos y cuerpos de agua, multas a consecuencia de demandas del Ministerio de Ambiente, mala calificación por parte del representante de Caterpillar en la próxima auditoría, entre otros. Como se observa, la inversión mencionada parece no ser mayor ante las posibles consecuencias que se puedan sufrir como empresa por la negligencia ambiental y legal.
5. Al presentar el plan de gestión ambiental en el taller como un proyecto de alta atención y seguimiento, es necesario el diseño de una planificación de inspección y retroalimentación, para lo cual se propone una estructura organizacional, en la cual el gerente de servicios debe dirigir el plan, con apoyo del jefe administrativo encargado de los proveedores y el jefe de talleres quien tendrá a cargo a los supervisores de las áreas de lavado y

electricidad, quienes tendrán la responsabilidad de dirigir y coordinar las inspecciones mensuales a cada una de las áreas bajo análisis, llenando un informe ya diseñado con el fin de mitigar los riesgos ambientales en cada una. Además, se debe llevar a cabo una capacitación para los técnicos y administrativos encargados de las áreas analizadas para una mejor comprensión y colaboración en las tareas asignadas.

RECOMENDACIONES

1. La estructura de un plan de gestión ambiental como el propuesto en este trabajo de graduación, debería ser utilizada para el análisis de cualquier área de oportunidad dentro de la empresa; debe incluir identificación de mejora, análisis, propuesta y retroalimentación, con la aplicación de las herramientas de marco lógico y diagrama Ishikawa para facilitar la resolución de problemas y mejoras requeridas en la organización.
2. En el caso del análisis de riesgo ambiental, la norma UNE 150008-2008 fue muy útil y aplicable para la determinación de áreas de oportunidad en la empresa, por lo cual sería recomendable la utilización de otras normas que puedan ser aplicadas a gestiones de taller, como las normas ISO140001 (medio ambiente), ISO 180001 (seguridad y salud de los trabajadores) o ISO TS 16949 (gestión de calidad con mejora continua y reducción de desechos). La aplicación de dichas normas mejoraría las operaciones del taller, reduciría los desperdicios, gastos de operación y mantenimiento y convergiendo con el cuidado del medio ambiente.
3. Las propuestas realizadas en el plan de gestión de desechos y materiales contaminantes, pueden no solo evitar problemas legales y ambientales, también pueden mejorar las operaciones del taller, disminuir costos y desperdicios de materiales, por lo que se recomienda su aplicación como desarrollo positivo en el taller.

4. La viabilidad y factibilidad de las propuestas realizadas, muestran la facilidad con lo que las correcciones pueden aplicarse al taller; además, una inversión de aproximadamente Q. 85 mil puede verse como poco importante, si se compara con las altas multas impuestas tanto por el Ministerio de Ambiente como el Ministerio Público, problemas legales y daño ambiental irreversible; además, los altos costos de mantenimiento actuales, malos puntajes de Caterpillar y altos niveles de desperdicios. Por ello se recomienda a la empresa, tomar en consideración las observaciones realizadas y las propuestas de mejora desarrolladas en este trabajo de graduación.

5. Un plan de gestión ambiental sin retroalimentación y mejora continua, está destinado a mostrar su impacto solamente a corto plazo, ya que sin un seguimiento, los procedimientos establecidos se descuidan y se ignoran luego de cierto tiempo. Además, la capacitación no solo mejora las operaciones del taller, también, es un factor altamente motivador para los colaboradores de la empresa. Por ello mismo, se le recomienda al gerente de servicio, que en caso el plan de gestión de desechos y materiales contaminantes llegase a aplicarse, se le brinde su debido seguimiento el cual es planteado en el capítulo 5. Además, cabe recomendar al departamento de recursos humanos de la empresa, continuar con las capacitaciones para mejorar la calidad del trabajo obtenido por los empleados e influir en su motivación.

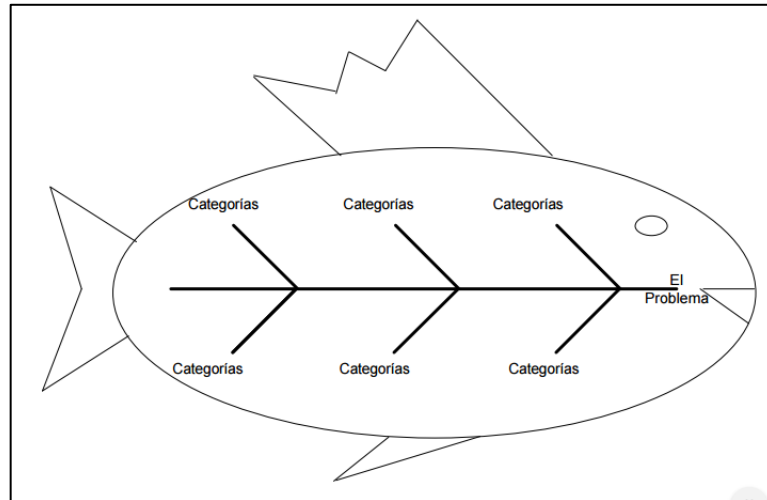
BIBLIOGRAFÍA

1. ALLEN, Laura. *Manual de diseño para manejo de aguas grises*. Estados Unidos: Service and Philanthropic Organizations, 2015. 135 p.
2. ANA MARÍA GONZÁLEZ DEL VALLE. *Guía de evaluación de riesgos ambientales*. Perú: Ser. Gen. Q&F Hnos. S.A.C., 2010. 117 p.
3. CASTILLO GAITÁN, Francisco Rolando. *Diseño de un plan de producción más limpia y plan de contingencia para la municipalidad de Fraijanes*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 195 p.
4. CRUZ SANTISTEBAN, Marleni Gabriela. *Propuesta para un plan de reducción y control de desechos en el área de impresión, en una empresa dedicada a la imprenta y litografía*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 111 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos*. México: McGraw-Hill, 1998. 157.
6. GIL BERCERO, J. R; GÓMEZ ANTÓN, María Rosa. *Educación medioambiental: reciclaje y recuperación de residuos domésticos*. Madrid: UNED, 1995. 112 p.

7. GOMEZ ESPAÑA, Carlos Humberto. *Tratamiento de residuos de tintas de impresión y desechos sólidos del proceso de producción litográfica*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 156 p.
8. Grupo de Control de Contaminación de Caterpillar. *Guía de cumplimiento de control de contaminación para el distribuidor de Cat®*. EEUU; Caterpillar, 2010. 209 p.
9. MEINSLICH, H.; et al. *Química orgánica*. 2a ed. España: McGraw-Hill Interamericana, 1993. 165 p.
10. MENÉNDEZ AFRE, Lesly Fabiola. *Programa para la mejora de los procesos administrativos de supervisión de servicios en la empresa General de Tractores, S.A. -GENTRAC-*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 138 p.
11. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, Decreto No. 68-86*. Guatemala: Congreso de la república de Guatemala, 1986. 14 p.
12. MONZÓN GUEVARA, Andrés Rodolfo. *Planificación y ejecución de la reconstrucción del motor de combustión interna de un camión Caterpillar 777D para minería con capacidad de 100 toneladas en los talleres de Gentrac*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 232 p.

13. RIVAS CASTELLANOS, Olga; GUZMÁN SHAUL, José. *Apuntes de legislación ambiental e instrumentos técnicos ambientales*. Guatemala: Mayté, 2005. 112 p.

Anexo 2. Ejemplo diagrama Ishikawa



Fuente: *Conceptos de calidad*. <http://lemi.uc3m.es/est/forinf@/index.php/Forinfa/article/view/27>.

Consulta: 03 de noviembre de 2016.

Anexo 3. Estructura del marco lógico

ENUNCIADO DEL OBJETIVO	DEL	INDICADORES		MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
		Enunciado (Dimensión/Ámbito de Control) ¹	Fórmula de Cálculo		
FIN:					
PROPÓSITO:					
COMPONENTES:					
ACTIVIDADES:					

Fuente: *Evaluación de programas*. <http://www.dipres.gob.cl/572/articles-139849>, Consulta: 03 de noviembre de 2016.

Anexo 4. Cuadro de estimación de la probabilidad de ocurrencia

Probabilidad de la ocurrencia	Valor
Se estima que ocurra de manera continua o diaria.	5
Se estima que pueda suceder dentro de una semana.	4
Se estima que pueda suceder dentro de un mes.	3
Se estima que pueda suceder dentro de un año.	2
Se estima que pueda suceder dentro de un periodo mayor a un año.	1

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Norma UNE 150008-2008 - Análisis y evaluación de riesgos ambientales.

Fuente: *Norma UNE 150008-2008.*

https://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=78245&fileShortcutId=175173. Consulta:
15 de marzo de 2017.

Anexo 5. Cuadro de nivel de peligrosidad

Peligrosidad (según caracterización)	Valor
- Muy inflamable - Muy tóxica - Causa efectos irreversibles inmediatos	4
- Explosiva - Inflamable - Corrosiva	3
Combustible	2
Daños leves y reversible	1

Fuente: Cuadro N° 12A, Valoración de Consecuencias (Entorno Humano), de la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental, publicada por el Ministerio del Ambiente en el año 2010, la misma que se toma como referencia en la Norma UNE 150008-2008 - Análisis y evaluación de riesgos ambientales.

Fuente: *Norma UNE 150008-2008.*

https://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=78245&fileShortcutId=175173. Consulta:
15 de marzo de 2017.

Anexo 6. Cuadro de estimación según extensión

Extensión	Puntos
Presencia de población adyacente, localizada en el mismo lugar del pasivo	4
Presencia de población en un radio menor a 0,5 km	3
Presencia de población en un radio de 0,5 a 1 km	2
Presencia de población en un radio mayor a 1 km	1

Fuente: Estimación hecha sobre la base de la Norma UNE 150008-2008 - Análisis y evaluación de riesgos ambientales.

Fuente: Norma UNE 150008-2008.

https://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=78245&fileShortcutId=175173. Consulta:
15 de marzo de 2017.

Anexo 7. Cuadro de población afectada

Población potencialmente afectada	Puntos
Más de 100 personas	4
Entre 50 y 100 personas	3
Entre 5 y 50 personas	2
Menos de 5 personas	1

Fuente: Cuadro N° 12A, Valoración de Consecuencias (Entorno Humano), de la Guía de Evaluación de Riesgo Ambiental, publicada por el Ministerio del Ambiente en el año 2010, la misma que se toma como referencia en la Norma UNE 150008-2008 - Análisis y evaluación de riesgos ambientales.

Fuente: Norma UNE 150008-2008.

https://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=78245&fileShortcutId=175173. Consulta:
15 de marzo de 2017.