



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES
MÉDICOS S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE
DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES**

Edgar Alejandro Méndez Noriega

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León

Guatemala, junio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES
MÉDICOS S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE
DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ALEJANDRO MÉNDEZ NORIEGA
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES
MÉDICOS S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE
DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2011.



Edgar Alejandro Méndez Noriega



Guatemala, 12 de abril de 2012. "
REF.EPS.DOC.576.04.12.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

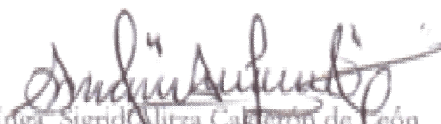
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Edgar Alejandro Méndez Noriega**, Carné No. 200011286 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES MÉDICOS, S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES"**.

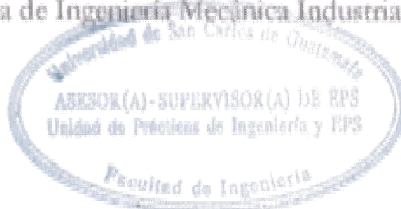
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Lizta Caberón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 12 de abril de 2012.
REF.EPS.D.395.04.12

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

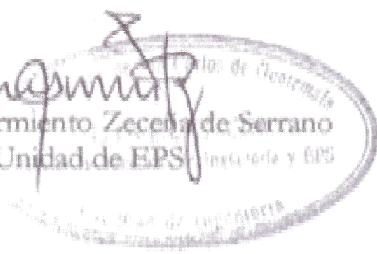
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES MÉDICOS, S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Edgar Alejandro Méndez Noriega** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora y Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



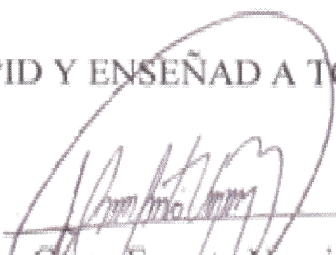
NISZ/ra



REF.REV.EMI.071.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES MÉDICOS S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Alejandro Méndez Noriega**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático/Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



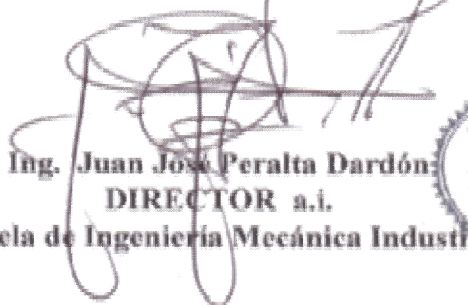
Guatemala, abril de 2012.

/mgp



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 **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES MÉDICOS S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Alejandro Méndez Noriega**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



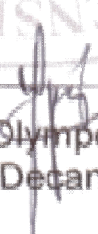
Guatemala, junio de 2012.

/mgp



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: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ALCANCES MÉDICOS, S.A. PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS BIOINFECCIOSOS E INDUSTRIALES**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Alejandro Méndez Noriega**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, junio de 2012

ACTO QUE DEDICO A:

- Jehová Dios** Por darme de nuevo la vida y la oportunidad de culminar mi carrera.
- Mis padres** Gloria y Vitalino, por haberme dado la vida, todo su amor y apoyo en los buenos y en los momentos más difíciles. A ustedes principalmente dedico este logro.
- Mis hermanos** Sergio, Estuardo, Gustavo, Gabriela, Julio, por formar parte de mi vida, ya que sin ustedes la vida no sería la misma.
- Mis abuelos** Romelia (q. e. p. d.), porque aunque ya no esté físicamente su espíritu y recuerdos quedarán en mi corazón siempre. Abuelos Julio, Candelaria y Feliciano.
- Mis tíos y tías** En especial a tía Elizabeth, por ser como otra madre para mí. A tía Ana María, tía Oralia, tía Rosa, tía María Isabel, tío Manuel, tío Rodrigo, tío Carlos y tío Osmundo por ser seres importantes para la familia.
- Mis primos** En especial Renata, porque más que una prima te considero como mi hermana pequeña. A Irma, Antonio, Eligio, Isaías, Floricelda, Marilú, Norma, Lester, por estar con la familia en momentos difíciles.

**Toda la familia
en general**

Familia Méndez, familia Noriega, familia Figueroa, familia Mancilla, familia Alvarado y demás familia.

Mis amigos

De la infancia, del colegio, de la Universidad, del trabajo y amigos en general, por compartir conmigo buenos momentos en distintas etapas de mi vida. En especial a Saúl Hernández, por conocerte de toda una vida y ser siempre el mismo, ¡Dios te bendiga!. A Rubén Arana, Norma Martínez, Carlos Arana, Antonio Ávila, Mario Arévalo, Mynor García, Manuel García, Israel Guerra, Rony Morales, Hermes Escobar, Saúl Tablas, David Ruano (por esa luz que se apagó, llena de sueños e ilusiones, este triunfo va dedicado a vos con mucho cariño). A Hamilton Vásquez, Augusto Morales, Gilberto Melgar, Antonio Pirir, Carlos Salazar, Joel Arriaza, Elder Castellanos, Max Morales, Marco Márquez, Omar Ramos, Mario García, Edy Córdón, Josué Estrada, Patricia Pérez, Deyby García, Marlon García, Darwin De León, Jorge Torres, Héctor Carrillo, Ismael Recinos, Víctor Morales, Andrea Aguilar, Inga. Karla Martínez, Lic. Shirley Gutiérrez, Elizabeth Hernández, María José Velásquez, Claudia Hernández, Deglyn Gálvez, Lucrecia Ruiz, Mélida Velásquez, Lourdes Quiñonez, Gabriela López y a todos aquellos que se han cruzado por mi camino por alguna u otra razón.

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi abuela Romelia Figueroa Morales, quien me dió un gran ejemplo acerca del valor de la vida y la lucha por las cosas hasta el último instante de la existencia.

AGRADECIMIENTOS A:

Jehová Dios

Por la oportunidad de vivir y hacer realidad este sueño. Por ser el amigo que nunca me abandona, que me ha acompañado durante toda la vida y me ha dado las fuerzas necesarias para alcanzar una meta más.

Mis padres

Porque todas estas hojas no alcanzarían para agradecerles todo lo que han hecho por mí y mis hermanos. A mi mamá, por todas esas levantadas temprano para llevar algo en el estómago, por corregirme, por ese “¿y cómo le fue?”. Agradezco a mi viejo, no solo por ser mi padre, sino por ser mi mejor amigo, por ese ejemplo de trabajo y lucha que supo sacar a una familia numerosa. Agradezco a los dos por estar siempre con nosotros, por ser los formadores de mi carácter, quién hasta la fecha sigo queriendo ser, por ser quienes día a día me enseñan a ser siempre vertical y transparente, rechazar la mediocridad, buscar la excelencia, por hacerme ver un rayo de sol en los momentos en los que el cielo estaba cubierto, en pocas palabras por enseñarme cómo un verdadero padre debería ser. Por ese carisma, ustedes dos son lo más importante para mí, ¡los amo!.

Mi abuela	Romelia Figueroa, porque la palabra “abuela” tiene un significado para mí, mis hermanos y mi prima, y es gracias a ella. Aunque la extrañamos, ¡ella es alguien para siempre!. Gracias por todo abuela.
Mi patria Guatemala	Este pedacito de tierra hermosa llena de maravillas en la cual nací.
Mi asesora	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León, por sus atenciones, profesionalismo, colaboración, valiosos comentarios y sugerencias para mejorar este trabajo.
Mis compañeros de estudio	Porque con su ayuda llegar al final de esta meta fue mucho más fácil, a todos gracias por su amistad y por brindar esos momentos gratos.
La Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería y Escuela de Ingeniería Mecánica industrial	Por permitirme ser parte de sus aulas y ayudar a mi formación académica y brindarme la oportunidad de una educación integral y profesional.
Principalmente	Todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo, muchas gracias a todos, una parte de esta tesis es también de ustedes.

“Algunos hombres ven las cosas tal como son, y se preguntan ¿Por qué?. Yo, sueño cosas que nunca existieron y me pregunto ¿Por qué no?”

Robert F. Kennedy

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN	1
1.1. Antecedentes de la institución.....	1
1.2. Misión de la empresa	1
1.3. Visión de la empresa	2
1.4. Política ambiental de la empresa.....	2
1.5. Estructura organizacional de la empresa	3
1.5.1. Descripción de puestos.....	4
1.6. Actividades realizadas por la empresa	8
1.6.1. Clasificación de los DSH.....	8
1.6.1.1. Desechos comunes.....	9
1.6.1.2. Desechos peligrosos.....	9
1.6.1.2.1. Desechos bioinfecciosos	10
1.6.1.2.2. Desechos químicos.....	12
1.6.1.2.3. Desechos radiactivos....	14
1.6.1.3. Desechos especiales	14
1.6.2. ¿Quién genera los DSH?.....	15
1.6.3. Manejo interno de los DSH.....	15

1.6.4.	Sistema de identificación: colores y símbolos	17
1.6.4.1.	Los colores	17
1.6.4.2.	Los símbolos.....	18
1.6.5.	Diferentes envases para segregar los DSH.....	19
1.6.5.1.	Bolsas.....	19
1.6.5.2.	Envases rígidos	20
1.6.5.2.1.	Para punzocortantes.....	20
1.6.5.2.2.	Para sólidos que drenan abundantes líquidos.....	21
1.6.5.2.3.	Para vidrio	21
1.7.	Descripción de mercado	22
1.7.1.	Hospitales gubernamentales (IGSS)	22
1.7.2.	Hospitales nacionales.....	23
1.7.2.1.	Hospital general departamental.....	23
1.7.2.2.	Hospital regional.....	24
1.7.3.	Hospitales privados	25
1.7.3.1.	Lucrativo	25
1.7.3.2.	No lucrativo.....	25
1.7.4.	Empresas industriales	26
1.8.	Ubicación de la empresa.....	26
1.9.	Distribución de la planta.....	29
1.10.	Capacidad instalada.....	30
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	35
2.1.	Descripción del proceso en el manejo de DSH.....	35
2.1.1.	Recolección de DSH a los entes generadores	35
2.1.2.	Descarga de DSH en la empresa	39
2.1.3.	Transporte interno	41

2.1.4.	Tratamiento de DSH	42
2.1.4.1.	Problemática	47
2.1.4.2.	¿Qué incluye el servicio?	47
2.1.5.	Tratamiento de desechos industriales	49
2.1.5.1.	Problemática	50
2.1.5.2.	¿Qué incluye el servicio?	50
2.1.6.	Disposición final de los desechos	52
2.2.	Descripción del equipo principal	53
2.3.	Descripción del equipo auxiliar	58
2.4.	Diagnóstico situacional actual a partir de técnicas de análisis.....	59
2.4.1.	Lluvia de ideas.....	60
2.4.2.	Diagrama causa-efecto o de Ishikawa	62
2.4.3.	Multivotación.....	64
2.4.4.	Conclusión a partir de las técnicas de análisis utilizadas.....	65
2.5.	Eficiencia actual en el tratamiento de desechos.....	68
2.6.	Implementación del programa de mantenimiento para los equipos	75
2.6.1.	Diferentes tipos de mantenimiento.....	75
2.6.1.1.	Generalidades del mantenimiento preventivo	75
2.6.1.2.	Generalidades del mantenimiento correctivo	76
2.6.2.	Importancia del uso adecuado del mantenimiento... ..	76
2.6.3.	Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos en planta	77
2.6.3.1.	Caldera	80

	2.6.3.1.1.	Actividades para el servicio menor.....	80
	2.6.3.1.2.	Actividades para el servicio mayor.....	81
2.6.3.2.	Autoclave.....		84
	2.6.3.2.1.	Actividades para el servicio menor.....	84
	2.6.3.2.2.	Actividades para el servicio mayor.....	85
2.6.3.3.	Incinerador.....		88
	2.6.3.3.1.	Actividades para el servicio menor.....	88
	2.6.3.3.2.	Actividades para el servicio mayor.....	89
2.6.3.4.	Trituradora.....		92
	2.6.3.4.1.	Lineamiento mantenimiento preventivo de la trituradora.....	92
	2.6.3.4.2.	Servicio completo a los motores de la trituradora.....	93
2.7.	Propuesta de un sistema de control de inventarios de repuestos e insumos en la empresa Alcances Médicos S.A.		98
2.7.1.	Codificación.....		98
2.7.2.	Implementación y análisis del método ABC para el control de inventarios.....		100
2.7.3.	Análisis de los resultados.....		105
2.7.4.	Diseño del control de inventarios.....		106

2.7.4.1.	Uso del modelo EOQ básico (<i>Harris-Wilson</i>) para reabastecer insumos de la categoría A	107
2.7.4.2.	Programa de pedidos insumos categoría A	115
2.7.4.3.	Sistema de revisión de inventarios.....	117
2.7.4.4.	Almacén de insumos y repuestos	118
2.8.	Eficiencia en el tratamiento de desechos llevando a cabo la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios.....	120
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	135
3.1.	Descripción del problema	135
3.1.1.	Contexto general de los riesgos en Guatemala	136
3.2.	Métodos de evaluación de riesgos naturales	140
3.3.	Medios preventivos de mitigación de riesgos naturales	141
3.3.1.	Actividades previas al desastre.....	142
3.3.1.1.	Prevención de desastres.....	142
3.3.1.2.	Mitigación de desastres	143
3.3.1.3.	Preparación ante el desastre	144
3.3.1.4.	Alerta ante el desastre	145
3.4.	Medios correctivos de mitigación de riesgos naturales	146
3.4.1.	Actividades inmediatas al ocurrir el desastre.....	146
3.4.2.	Actividades posteriores al desastre	146
3.4.2.1.	Rehabilitación	147
3.4.2.2.	Reconstrucción	147
3.5.	Plan de contingencias ante desastres naturales	147
3.5.1.	Análisis de riesgos	152
3.5.1.1.	Elaboración del análisis de riesgos....	153

3.5.2.	Evaluación de riesgos	153
3.5.2.1.	El entorno	154
3.5.2.2.	Descripción de la institución	154
3.5.2.3.	Determinación de riesgos potenciales	156
3.5.2.4.	Valoración del riesgo	157
3.5.3.	Medios de protección y catálogo de medios disponibles.....	157
3.5.3.1.	Recursos materiales	158
3.5.3.2.	Recursos humanos.....	165
3.5.3.3.	Directorio de medios externos	165
3.5.4.	Procedimientos de aplicación: estructura, organización y funciones	167
3.5.4.1.	Brigada de seguridad.....	167
3.5.4.2.	Organización de los comités.....	167
3.5.4.3.	Funciones de los comités	168
	3.5.4.3.1. Jefe de comité	169
	3.5.4.3.2. Subjefe de comité.....	169
3.5.4.4.	Comité contra incendio	169
3.5.4.5.	Comité de primeros auxilios	170
3.5.4.6.	Comité de evacuación	171
3.5.5.	Pautas para los comités	172
3.5.6.	Pautas para el personal que se encuentra en la zona de emergencia.....	173
3.5.7.	Listado de elementos básicos para el botiquín de primeros auxilios.....	174
3.5.8.	Sistema de comunicación de emergencia	175
3.5.9.	Acciones de respuesta frente a incendios	175
3.5.9.1.	Durante el incendio.....	175

3.5.9.2.	Después del incendio.....	177
3.5.10.	Acciones de respuesta frente a tormentas e inundaciones (filtración de lluvias en techos).....	178
3.5.10.1.	Antes de una tormenta o inundación..	178
3.5.10.2.	Durante una tormenta o inundación...	180
3.5.10.3.	Después de una tormenta o inundación	181
3.5.11.	Acciones de respuesta frente a sismos	181
3.5.11.1.	Antes de un sismo.....	182
3.5.11.2.	Durante un sismo	183
3.5.11.3.	Después de un sismo.....	184
3.5.11.3.1.	¿Qué debe haber al alcance?	186
3.5.12.	Acciones de respuesta frente a erupciones volcánicas	187
3.5.12.1.	Antes de una erupción volcánica	187
3.5.12.2.	Durante una erupción volcánica.....	188
3.5.12.3.	Después de una erupción volcánica ..	189
3.5.13.	Diseño de la evacuación.....	189
3.5.14.	Diseño de las vías de evacuación.....	191
3.5.15.	Implementación del plan de contingencias	192
3.5.16.	Actualización y mejora del plan de contingencias..	196
3.5.16.1.	Instrucciones para realizar un simulacro de evacuación	204
3.5.17.	Señalización	206
3.5.17.1.	Tipos de carteles de seguridad	207
3.5.17.2.	Señalización de transporte de sustancias peligrosas.....	208
3.5.17.3.	Señalización industrial	211

3.5.17.4.	Señalización de extintores (carteles para matafuegos)	213
3.5.17.5.	Señales de evacuación.....	214
4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	219
4.1.	Capacitación al personal.....	219
4.1.1.	Propósito	220
4.1.2.	Elaboración.....	222
4.1.2.1.	Fase 1: detección de las necesidades de capacitación	224
4.1.2.2.	Fase 2: diseño del programa de capacitación	226
4.1.2.2.1.	Características de los instructores.....	227
4.1.2.3.	Fase 3: implementar el programa de capacitación	227
4.1.2.4.	Fase 4: evaluación del programa de capacitación	228
4.1.3.	Implementación del programa anual de capacitaciones en la empresa Alcances Médicos S.A.....	229
4.1.3.1.	Contenido de las capacitaciones	232
4.1.3.1.1.	Lavado y desinfección de contenedores y camiones (teoría y práctica)	232
4.1.3.1.2.	Gestión y manejo de DSH (teoría).....	234

4.1.3.1.3.	Simulacros de evacuación (teoría y práctica).....	236
4.1.3.1.4.	Manejo de extintores (teoría y práctica).....	238
4.1.3.1.5.	Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas (teoría y demostración).....	241
4.1.3.1.6.	Primeros auxilios (teoría y práctica).....	243
4.1.3.1.7.	Seguridad industrial (teoría y práctica).....	246
4.1.3.1.8.	Equipo de protección (teoría y demostración).....	247
4.1.3.1.9.	Rescate (teoría y práctica).....	248
4.1.3.2.	Seguimiento de las capacitaciones dentro de la empresa Alcances Médicos S.A.....	250
CONCLUSIONES		253
RECOMENDACIONES		255
BIBLIOGRAFÍA.....		257

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa con la estructura funcional.....	4
2.	Etiquetado de desechos peligrosos	16
3.	El uso de colores en la segregación	18
4.	Envases rígidos para punzocortantes.....	21
5.	Plano 1 de ubicación de la empresa	27
6.	Plano 2 de ubicación de la empresa	28
7.	Área de procesos y administrativa Alcances Médicos S.A.....	29
8.	Áreas de procesamiento seguras para el tratamiento de DSH.	31
9.	Exteriores de la planta	32
10.	Área administrativa	32
11.	Área de vestidores y duchas.....	33
12.	Área de lavandería.....	33
13.	Área de comedor.....	34
14.	Camiones utilizados para la recolección de DSH	36
15.	Características de los medios de transporte externo	36
16.	Carros recolectores rojos	37
17.	Equipo de protección personal.....	38
18.	<i>Kit</i> de derrames (planta y camiones).....	39
19.	Descarga de DSH en la empresa.....	39
20.	Carros receptores o de metal.....	40
21.	Feromonas para moscas y lámparas de luz para voladores.....	42
22.	Diagrama de flujo de proceso tratamiento DSH inorgánico	43
23.	Diagrama recorrido de proceso tratamiento DSH inorgánico.....	44
24.	Diagrama de flujo de proceso tratamiento DSH orgánico	45
25.	Diagrama recorrido de proceso tratamiento DSH orgánico.....	46
26.	Trituradora industrial	53

27.	Caldera industrial.....	54
28.	Autoclave industrial.....	55
29.	Incinerador industrial	55
30.	Evaporador industrial.....	56
31.	Cuarto frío.....	56
32.	Elevador	57
33.	Planta de tratamiento.....	57
34.	Diagrama causa-efecto diagnóstico situacional actual	63
35.	Microprocesador que controla los motores de la trituradora.....	94
36.	Clasificación de inventarios por el método ABC	105
37.	Evolución de inventario.....	108
38.	Costo asociado a la cantidad económica de pedido.....	110
39.	Cantidad económica de pedido aceite Shell Omala Oil 220.....	114
40.	Estantería metálica tipo <i>rack</i> autoapilable	119
41.	Mejora de la eficiencia en el tratamiento de DSH inorgánico	133
42.	Mejora de la eficiencia en el tratamiento de DSH orgánico	133
43.	Clasificación e identificación de un extintor	159
44.	Directorio de medios externos	166
45.	Estructura de brigada de seguridad aplicada a la empresa.....	168
46.	Propuesta plano de ubicación de extintores en la empresa	194
47.	Propuesta plano de evacuación en la empresa.....	195
48.	Identificación de riesgo de sustancias peligrosas.....	209
49.	Señalización de sustancias peligrosas	210
50.	Señalización para el manejo de sustancias peligrosas.....	211
51.	Tipos de señales industriales.....	212
52.	Señales para extintores	214
53.	Señales salida de emergencia.....	215
54.	Señales escaleras de emergencia.....	216
55.	Señales flechas indicadoras	217
56.	Señal punto de reunión.....	217
57.	Capacitación lavado y desinfección en planta y camiones 2011	234
58.	Capacitación gestión y manejo de DSH 2011.....	235
59.	Capacitación manejo de sustancias peligrosas 2011	243

TABLAS

I.	Tipos de objetos cortopunzantes	12
II.	Desechos hospitalarios inorgánicos.....	48
III.	Desechos hospitalarios orgánicos	49
IV.	Procesos que se realizan para desechos industriales	51
V.	Multivotación efectuada para detectar causa raíz del problema....	65
VI.	Eficiencia enero en el tratamiento de DSH inorgánico.....	71
VII.	Eficiencia febrero en el tratamiento de DSH inorgánico	72
VIII.	Eficiencia enero en el tratamiento de DSH orgánico.....	73
IX.	Eficiencia febrero en el tratamiento de DSH orgánico.....	74
X.	Programa de mantenimiento a equipos (primera parte)	78
XI.	Programa de mantenimiento a equipos (segunda parte)	79
XII.	Lista general de actividades del servicio menor para caldera	81
XIII.	Lista general de actividades del servicio mayor para caldera	82
XIV.	Formato orden de trabajo para caldera	83
XV.	Lista general actividades del servicio menor para autoclave	85
XVI.	Lista general actividades del servicio mayor para autoclave.....	85
XVII.	Formato orden de trabajo para autoclave	87
XXVIII.	Lista general de actividades del servicio menor incinerador	89
XIX.	Lista general de actividades del servicio mayor incinerador.....	89
XX.	Formato orden de trabajo para incinerador.....	91
XXI.	Lineamientos mantenimiento preventivo de la trituradora	93
XXII.	Formato orden de trabajo preventivo para trituradora.....	95
XXIII.	Formato orden de trabajo correctivo para trituradora	96
XXIV.	Formato rutinas de mantenimiento de equipos en general	97
XXV.	Formato para el registro de inventarios.....	99
XXVI.	Uso anual de inventarios en términos del costo total.....	102
XXVII.	Análisis del método ABC para clasificación de inventarios	104
XXVIII.	Porcentaje de artículos y de costo del inventario ABC	106
XXIX.	Control de inventarios para insumos de la categoría A.....	106
XXX.	Datos históricos insumos categoría A	112
XXXI.	Cantidad económica de pedido insumos categoría A.....	115

XXXII.	Fechas de pedidos año 2011 para insumos categoría A.....	116
XXXIII.	Eficiencia marzo en el tratamiento de DSH inorgánico.....	121
XXXIV.	Eficiencia abril en el tratamiento de DSH inorgánico	122
XXXV.	Eficiencia mayo en el tratamiento de DSH inorgánico	123
XXXVI.	Eficiencia junio en el tratamiento de DSH inorgánico.....	124
XXXVII.	Eficiencia julio en el tratamiento de DSH inorgánico.....	125
XXXVIII.	Eficiencia agosto en el tratamiento de DSH inorgánico	126
XXXIX.	Eficiencia marzo en el tratamiento de DSH orgánico	127
XL.	Eficiencia abril en el tratamiento de DSH orgánico	128
XLI.	Eficiencia mayo en el tratamiento de DSH orgánico.....	129
XLII.	Eficiencia junio en el tratamiento de DSH orgánico.....	130
XLIII.	Eficiencia julio en el tratamiento de DSH orgánico	131
XLIV.	Eficiencia agosto en el tratamiento de DSH orgánico	132
XLV.	Potencial de extinción mínimo fuegos clase A.....	161
XLVI.	Tamaño y localización de extintores fuegos clase B.....	162
XLVII.	Cantidad de extintores adecuado para la empresa	163
XLVIII.	Formato análisis de riesgos e impactos en la empresa.....	197
XLIX.	Formato brigada de seguridad y comités de la empresa.....	198
L.	Formato evaluación de riesgos dentro de la empresa	199
LI.	Formato recursos propios de la empresa	200
LII.	Formato para el plan de autoprotección en la empresa	201
LIII.	Formato para medios de protección contra incendios.....	202
LIV.	Formato de evaluación de simulacros en la empresa	203
LV.	Programa de capacitaciones Biotrash 2011	231

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
hp	Caballo de potencia
Q*	Cantidad económica de pedido
CA	Costo asociado
C_c	Costo de conservación
C_o	Costo de pedido
CT	Costo total
CO₂	Dióxido de carbono
D	Demanda
gl	Galón
°C	Grado centígrado
h	Hora

h-máq	Hora máquina
lb	Libra
m	Metro
m²	Metro cuadrado
r	Nivel de reorden de pedido
N	Norte
N°	Número
N	Número de pedidos al año
W	Oeste
L	Período de entrega
%	Porcentaje
”	Pulgada
Q	Quetzal
T_c	Tiempo entre pedidos
V	Voltio

GLOSARIO

Absorción	Es la retención por una sustancia de las moléculas de otra en estado líquido o gaseoso.
Anegación	Se refiere a la inundación o cuando se cubre con agua o cualquier otro líquido cierta superficie dentro de una instalación.
Asintomático	Se refiere a aquella persona que puede ser portadora de cualquier enfermedad sin tener signos o síntomas de la misma.
Aspersión	Actividad que se realiza para la desinfección de carros recolectores, camiones y planta por medio de riego de sanitizante u otro líquido por medio de una bomba.
Autoclaveado	Proceso realizado en el tratamiento de esterilización también llamado desinfección térmica, en la cual se eliminan los gérmenes por medio de vapor.
Baliza	Señal fija o móvil que se coloca para marcar la ubicación de un extintor o para advertir clases de fuegos o clasificación de extintores.

Blíster	Es una forma de presentación de tabletas o píldoras, utilizado para cantidades no muy grandes de las mismas.
Cánula	Tubo corto que se emplea en aparatos de laboratorio y de medicina. Se llama así también a la porción terminal de las jeringas.
Carro receptor	Es un contenedor de metal con llantas utilizado para transportar los desechos del tipo inorgánico hacia la autoclave para su respectivo proceso de esterilización.
Carro recolector	Es un contenedor rojo con llantas utilizado para transportar o almacenar temporalmente los desechos sólidos hospitalarios.
Centro de acopio	Es un espacio diseñado para el almacenamiento de desechos peligrosos, en espera de su recolección y transporte.
Desecho inorgánico	Se refiere a cualquier desecho sólido hospitalario cuyo tratamiento consiste en esterilización y trituración respectivamente.
Desecho orgánico	Es todo desecho sólido hospitalario cuyo tratamiento consiste únicamente en incineración.

Deyección	Conjunto de materias arrojadas por un volcán que pueden llegar a acumularse en ciertos suelos.
Dioxinas / furanos	Grupo de compuestos químicos organoclorados que poseen estructuras químicas similares.
Emplazamiento	Colocación o situación de cualquier cosa en un determinado lugar para dar una idea de su ubicación.
Estilete de catéter	Pequeña sonda metálica delgada y flexible, terminada en una bolita, para reconocer ciertas heridas.
Excreción	Es una función que consiste en eliminar los elementos inútiles o perjudiciales del organismo por medio del sudor, orina o heces.
Exudado	Cuando la sangre sale de sus vasos en el proceso inflamatorio depositándose en las partes pequeñas de los tejidos o cavidades del organismo.
Feromona	Sustancia química de composición variable que al ser segregada por una mosca o mosquito influye en el comportamiento de otros de la misma especie.
Férula	Tablilla flexible y resistente que se emplea en el tratamiento de las fracturas.

Gragea	Se refiere a una de las formas de presentación de un medicamento de administración por vía oral. Es una píldora medicinal redondeada, recubierta de una sustancia azucarada.
Inocular	Es introducir en el organismo, con fines terapéuticos experimentales, agentes patógenos o sus toxinas.
Jurisdicción	Término empleado para referirse a una provincia o lugar que se ubica dentro de un poblado más grande.
Lanceta	Se refiere a un instrumento quirúrgico utilizado para efectuar pequeñas incisiones. Puede ser un bisturí o una cuchilla.
Lixiviado	Agua que contiene sustancias sólidas, la cual genera un proceso de arrastre de las materias solubles de los horizontes superiores de un suelo a horizontes más profundos.
Misceláneo	Se refiere a cualquier sustancia mixta o compuesta de otras diversas.
Nosocomial	Se refiere a la infección o enfermedad contraída durante la estancia en un medio hospitalario.
Nucleído	Es un núcleo atómico caracterizado por su número de protones y por su número de neutrones.

Patógeno	Es todo virus que produce y desarrolla cualquier enfermedad.
Pirotubular	Sistema de tuberías de caldera en la cual el fuego pasa dentro de la misma para realizar el proceso de combustión.
Polietileno	Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en la fabricación de envases, tuberías, recubrimientos de cables, etc.
Prescripción	Es todo tratamiento o receta ordenada por un médico a cualquier individuo.
<i>Rack</i> desarmable	Son estructuras de las cuales se compone una estantería metálica, las cuales son de fácil montaje ideales para el almacenamiento de productos fraccionados o en cajas pequeñas.
Rodenticida	Veneno utilizado para el control de plagas, en este caso para eliminar las ratas y ratones.
Sanitización	Proceso que se realiza para desinfectar cierto lugar, reduciendo el número de microorganismos a un nivel seguro para la salud.

Stock de inventario	Es el conjunto de insumos, repuestos y herramientas disponibles en el almacén de bodega propiedad de la empresa, y que se poseen y se guardan como reserva.
Subducción	Es el proceso por el cual una placa tectónica se mete por debajo de otra con un determinado ángulo, profundizándose hasta alcanzar su punto de fusión generando movimientos sísmicos y actividades volcánicas.
Súbito	Es cualquier acción que se produce de pronto o sin preparación o aviso, repentina e inesperadamente.
Suntuoso	Se refiere a cualquier cosa de valor o riqueza ostentosa, y que por sus características tiene un valor significativo.
Tanatopraxia	Técnica utilizada para demorar la descomposición final del cuerpo por el período necesario.
Trocares	Instrumento de cirugía que consiste en un punzón con punta de tres aristas cortantes, revestido de una cánula.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, realizado a través del EPS, se llevó a cabo en una industria de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos hospitalarios e industriales, situada en el municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala, en el cual se obtuvo la participación del personal de cada sección de la empresa: operaciones, comercialización, recolección, producción y mantenimiento, quienes proporcionaron la información necesaria para realizarlo.

El propósito del mismo consistió en realizar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria en planta, llevando a cabo procedimientos y controles de inventarios de repuestos e insumos que sirvan para mejorar la eficiencia en los procesos del tratamiento de desechos bioinfecciosos e industriales.

La eficiencia en el tratamiento de los desechos peligrosos bioinfecciosos e industriales está dada como el número de unidades producidas por unidad de recurso utilizado, con respecto al número esperado de unidades producidas por unidad de recurso. Las unidades producidas en este caso fueron libras de desecho procesadas según el tratamiento: esterilización, trituración e incineración. Las unidades de recurso utilizadas fueron galones de diesel en el tratamiento de esterilización e incineración. Para trituración se tomaron las horas máquina utilizadas en su respectivo proceso.

Para el control de inventarios se realizó el análisis del método ABC, a partir de la ley de Pareto o regla del 80-20 la cual establece que el 20 por ciento de los artículos corresponden al 80 por ciento de la inversión, el 30 por ciento al 15 por ciento y el 50 por ciento restante corresponde al 5 por ciento. Según estos porcentajes, al diferenciar el inventario en los grupos A, B y C se identifican y diferencian los materiales más importantes para su manejo y control de la manera más eficiente.

La eficiencia en el tratamiento de los desechos se comparó antes y durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios, con el fin de establecer los cambios que hubo para cada uno de los meses.

Así también se realizó un plan de contingencia por amenazas naturales tales como tormentas o inundaciones, sismos y erupciones volcánicas que puedan afectar la zona en la cual se encuentra la planta, haciendo previamente un análisis de riesgos y formulando después las recomendaciones correspondientes, tales como implementar una brigada de seguridad en la empresa con sus respectivos comités que puedan actuar en caso de darse cualquier emergencia, así como mejorar la señalización que actualmente presenta la empresa.

Finalmente, como parte del trabajo de graduación se coordinaron capacitaciones al personal administrativo y operativo de la empresa, asegurando el seguimiento de las mismas en los procedimientos operacionales y calidad del servicio en el tratamiento de los desechos. Para ello se realizó un programa anual de capacitaciones dentro de la empresa, debiendo darle un seguimiento al mismo y que pueda servir como base para nuevas capacitaciones tomando en cuenta el futuro cambiante.

OBJETIVOS

General

Mejorar la eficiencia en el tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios e industriales al implementar un programa de mantenimiento preventivo para los equipos en planta, llevando un control de inventarios de repuestos e insumos requeridos para el mismo.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico situacional actual y presentar las mejoras respectivas que permitan cumplir con el objetivo general de este trabajo.
2. Planificar y diseñar un programa de mantenimiento preventivo para los principales equipos en planta.
3. Diseñar un control de inventarios de repuestos e insumos, mediante una clasificación adecuada.
4. Calcular la eficiencia en el tratamiento de los desechos antes y durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios.
5. Crear registros tanto de los mantenimientos a los equipos en planta como del control de inventarios de los repuestos e insumos utilizados.

6. Desarrollar un plan de contingencias por amenazas naturales que puedan darse en la empresa, estableciendo medidas de seguridad para el personal que labora en la misma.

7. Diseñar un programa anual de capacitaciones dirigido al personal administrativo y operativo de la empresa enfocado a los procedimientos operacionales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación surge de la necesidad de mejorar la eficiencia en el tratamiento de los desechos en la empresa Alcances Médicos S.A, que lleva por nombre comercial Biotrash, la cual fue fundada el 27 abril de 1999 y se dedica principalmente a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos hospitalarios e industriales.

El primer capítulo contiene antecedentes y generalidades de la institución, actividades realizadas, principalmente el manejo de los desechos de acuerdo a su clasificación.

El segundo capítulo contiene la fase de servicio técnico profesional, en la cual se presentan las propuestas para la mejora de la eficiencia de los procesos a través de la implementación de un programa de mantenimiento preventivo de los equipos en planta y el diseño de un control de inventarios de los repuestos e insumos utilizados en la empresa.

El tercer capítulo consta de la fase de investigación, la cual consiste en el desarrollo de un plan de contingencia, o bien, un plan de emergencia ante desastres naturales, aplicable dentro de la planta de procesos con el objeto de realizar una evaluación de riesgos y proponer medidas preventivas y correctivas ante diversas situaciones inesperadas.

En el cuarto y último capítulo se contempla la planificación de capacitaciones para el personal operativo y administrativo, con el fin de implementar las bases del proyecto y darle seguimiento de manera correcta, como parte de la fase de enseñanza-aprendizaje.

Al realizar el diagnóstico situacional actual se encontró que la empresa no contaba con un programa que sirviera como guía para el desarrollo de mantenimientos preventivos para los equipos en planta, así como un adecuado control de inventarios de acuerdo a los insumos y repuestos más utilizados.

Para llevar a cabo un programa de mantenimiento efectivo, tanto para los equipos principales como para las instalaciones de la planta en general, fue necesario llevar a cabo revisiones diarias, semanales o mensuales, además de llevar un control y revisión de inventarios implementando un sistema de manejo, control y seguimiento de los mismos de acuerdo a la implementación y análisis del método ABC, con el cual se consigue mejorar el uso de los recursos.

El resultado del proyecto será más viable, si se siguen los lineamientos establecidos con el fin de ver detenidamente las áreas en las que hay que trabajar para corregir las fallas en lo posible, que a la vez ayude a mejorar la eficiencia en los procesos.

1. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

1.1. Antecedentes de la institución

A finales del siglo XIX la generación de desechos sólidos peligrosos fue tema de gran trascendencia, no solo por los riesgos de infección sino porque la cantidad de los mismos aumentó considerablemente y en forma proporcional los riesgos, viéndose afectada la salud humana y además el deterioro del medio ambiente. El mal manejo de los desechos sólidos propició diferentes patologías en esa época, tales como enfermedades transmisibles que afectaban a las familias y comunidades.

Alcances Médicos S.A., cuyo nombre comercial es Biotrash surge de la necesidad de mejorar el manejo de los desechos sólidos hospitalarios e industriales en Guatemala, fundándose el 27 de abril de 1999, dando servicios de tratamiento para desecho anatomopatológico, bioinfeccioso inorgánico y residuos industriales en general.

1.2. Misión de la empresa

“Somos la mejor empresa dedicada a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos hospitalarios e industriales, con procedimientos adecuados según el tipo de desecho para el cuidado del medio ambiente.”¹

¹ Alcances Médicos. *Manual del Sistema de Gestión Ambiental*. 2a ed. Guatemala: Biotrash, 2011. 339 p.

1.3. Visión de la empresa

“Ser líder en el tratamiento de desechos y residuos industriales con tecnología innovadora e inofensiva al medio ambiente.”²

1.4. Política ambiental de la empresa

“Nuestra empresa está comprometida a velar por el cuidado del medio ambiente a través de la Recolección, Transporte, Tratamiento y Disposición final de desechos y residuos hospitalarios e industriales. Es por ello que asumimos la responsabilidad de apegarnos a tres principios fundamentales:

- Cumplimiento de requisitos legales ambientales dentro del giro de nuestra actividad.
- Esforzarnos por la mejora continua de nuestros procesos, productos y servicios para prevenir, controlar y reducir factores de riesgo de contaminación ambiental.
- Promover y comunicar información ambiental a nuestros colaboradores, proveedores y clientes, fomentando su integración al compromiso ambiental.

Estos principios constituyen el marco de referencia a partir de la cual, se establecen los objetivos y metas de nuestro sistema de gestión ambiental.”³

² Alcances Médicos. *Manual del Sistema de Gestión Ambiental*. 2a ed. Guatemala: Biotrash, 2011. 339 p.

³ Ibid.

1.5. Estructura organizacional de la empresa

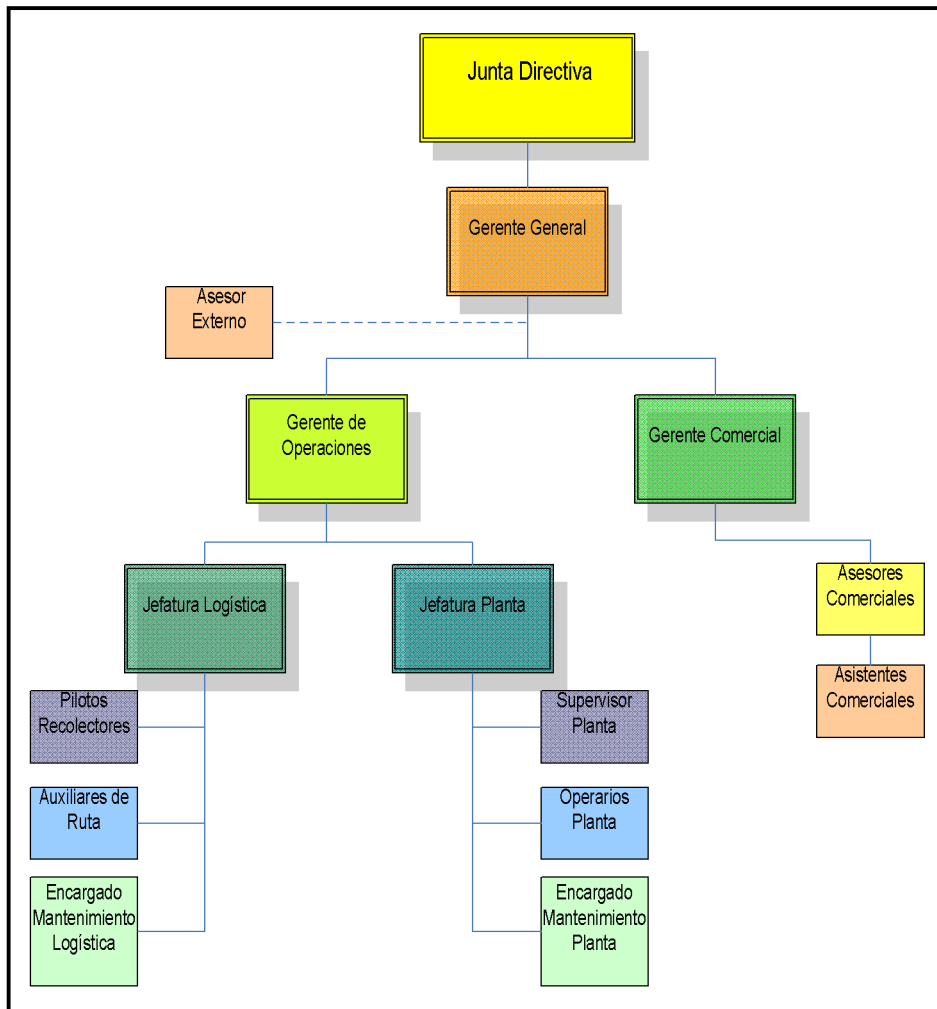
Alcances Médicos S.A. de forma organizativa se divide principalmente por el área administrativa: operaciones y comercialización, y el área operativa: recolección y planta. La empresa posee alrededor de 44 empleados, de los cuales 33 pertenecen al área operativa.

En la estructura organizacional de la empresa existen 5 divisiones principales cuya departamentalización es funcional, a partir de los niveles jerárquicos de cada área dentro de la empresa. Estas divisiones son:

- Junta directiva
- Gerencia general
- Gerencia de operaciones y gerencia comercial
- Jefaturas de logística, planta y ventas y
- Operarios de recolección y planta

El organigrama que muestra la estructura general de la empresa se caracteriza por tener forma piramidal, con varios niveles jerárquicos, puesto que la distancia entre los puestos más altos y las posiciones inferiores comprende varios niveles. La separación entre los niveles se encuentra definida, las jefaturas se encuentran centralizadas para que la comunicación fluya rápidamente, haciendo que la solución a los problemas sea rápida y eficaz, evitando conflictos de autoridad y haciendo posible un proceso de decisión más ordenado. En la figura 1 se presenta la estructura organizacional de la empresa a través de un organigrama, donde pueden verse claramente los niveles organizacionales incluyendo a la junta directiva y al gerente general.

Figura 1. Organigrama de la empresa con la estructura funcional



Fuente: elaboración propia.

1.5.1. Descripción de puestos

Para complementar el organigrama con la estructura funcional de la empresa y con el fin de tener una panorámica general y sencilla de cómo se encuentra organizada la empresa, a continuación se describen cada uno de los puestos.

- Gerente general: sus funciones consisten en la representación de la empresa, ejecución de las políticas de la empresa. Sus actividades son designar todas las posiciones gerenciales, realizar evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los diferentes departamentos. Además debe planear y desarrollar metas a corto y largo plazo junto con objetivos anuales y entregar proyecciones de dichas metas para la aprobación de los gerentes corporativos.
- Gerente de operaciones: sus funciones son velar por el buen funcionamiento en las actividades de comercialización, recolección y planta. Sus actividades son planificar, coordinar, ejecutar y supervisar las funciones referidas a la administración y operación de la empresa, manteniendo informado al gerente general sobre el cumplimiento de las acciones programadas.
- Gerente comercial: sus funciones consisten en velar porque se cumpla correctamente todo el proceso comercial, desde que se contacta por primera vez al cliente hasta que éste firma la ficha de inscripción. Sus actividades son principalmente dar capacitación y asesoría técnica a los clientes, en este caso entes generadores de desechos. Debe apoyar en la negociación y evaluación de estudios de mercado, así como coordinar y supervisar los programas de promoción y difusión de la empresa.
- Jefe de logística: sus funciones son dirigir, coordinar y apoyar los planes y programas para la implementación de los servicios de apoyo logístico. Sus actividades más importantes son programar debidamente las rutas de recolección de los desechos, llevar un control del gasto y rendimiento del combustible de los camiones usados en cada ruta, así como entregar la papelería correspondiente a cada piloto.

- Jefe de planta: sus funciones son velar porque el proceso de los desechos sea eficiente. Sus actividades son controlar que el programa de producción se cumpla, controlar el consumo de material de trabajo, ya sean insumos o repuestos necesarios para la operación en planta, teniendo autoridad final y última decisión sobre: caldera, autoclave, incinerador, trituradora, cuarto frío, tratamiento de desecho y disposición final.
- Asesor comercial: sus funciones consisten en alcanzar las metas propuestas en la negociación con los clientes, antes durante y después de la misma. Sus actividades son capacitar y asesorar técnicamente a los clientes, organizando el tiempo y realizando para ello prospecciones, visitar, ofertar y darle seguimiento al cumplimiento de objetivos.
- Asistente comercial: sus funciones son apoyar el proceso de comercialización y la organización de la documentación de cada uno de los clientes. Sus actividades específicas más importantes son concertar citas con clientes según previa coordinación, tener en orden toda la papelería concerniente a los clientes y además llevar control de facturas y cobros posteriores.
- Piloto recolector: sus funciones son recolectar y transportar los diferentes tipos de desecho desde las fuentes generadoras hasta la empresa para su respectivo tratamiento. Sus actividades consisten en llenar la documentación respectiva del tipo de desecho recolectado, libras, kilometraje, nombre del cliente, número de contenedores utilizados, horarios, etc. Así también son parte de sus actividades informar al jefe de logística cualquier desperfecto en los vehículos de transporte.

- Auxiliar de ruta: sus funciones son apoyar al piloto recolector en las tareas de recolección y transporte de los desechos. Sus actividades son específicamente las tareas de carga, descarga, lavado y desinfección de contenedores y otras que le sean asignadas concernientes a la recolección y transporte de desechos.
- Encargado de mantenimiento logística: sus funciones consisten en el mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos dispuestos para el transporte de los desechos. Sus actividades son principalmente realizar los servicios de mantenimiento a cada camión previo un programa de mantenimientos establecido con el fin de asistir a las reparaciones de un costo más bajo y eficiente.
- Supervisor de planta: sus funciones son velar por el buen funcionamiento de las operaciones en planta. Sus actividades específicas son impartir órdenes de trabajo y asegurar el desempeño eficiente del personal bajo su mando. Debe verificar diariamente el adecuado funcionamiento de los equipos y la eficiencia en cada operación. Además de ello debe informar al jefe de planta cualquier inconveniente que se dé en cualquier equipo o proceso.
- Operario de planta: sus funciones son todas aquellas referidas al tratamiento según el tipo de desecho. Sus actividades son básicamente la correcta manipulación de los desechos para su respectivo proceso, monitoreando y registrando mediciones en la maquinaria utilizada para la transformación de los mismos. En caso de cualquier problema dentro de la planta debe avisar inmediatamente al supervisor.

- Encargado de mantenimiento planta: sus funciones son mantener en buen estado la maquinaria y equipo de la planta. Sus actividades son principalmente hacer reparaciones a los equipos en planta con ayuda de los operarios, implementando los trabajos necesarios para la mejora de los procesos llevados a cabo en planta, así como también en equipo de transporte. Debe reportar los trabajos realizados al jefe de planta.

1.6. Actividades realizadas por la empresa

Las actividades más importantes realizadas por la empresa son la recolección, el transporte, tratamiento y disposición final de desechos sólidos hospitalarios e industriales, tomando en cuenta la logística que esto conlleva, desde la comercialización y negociación con los clientes, tipo de tratamiento según el tipo de desecho y constancias que certifican que el desecho fue destruido o procesado según lo pactado por la empresa, hasta llegar a su disposición final en el relleno sanitario.

1.6.1. Clasificación de los DSH

La clasificación de los desechos sólidos hospitalarios (DSH) está basado en los criterios adoptados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estos criterios establecen que la sangre y los líquidos corporales de todos los pacientes deben ser considerados potencialmente infectantes.

La mayoría de los desechos peligrosos generados son bioinfecciosos; sin embargo no se manejan con las mismas prevenciones y precauciones que se aplican ante los químicos y los radioactivos, a pesar de que estadísticamente se ha comprobado que son la principal fuente de accidentes y enfermedades nosocomiales.

Varias clasificaciones en uso diferencian los residuos de tipo bioinfeccioso según grados de peligrosidad, tomando en cuenta los numerosos casos de portadores asintomáticos en la difusión de las epidemias de sida, hepatitis B y C.

Además, aplicar un criterio único para este tipo de desechos, permite simplificar el manejo de los DSH y evita un gran número de subdivisiones que implicarían una organización más compleja y, por consiguiente, gastos mayores.

1.6.1.1. Desechos comunes

Son los residuos generados principalmente por las actividades administrativas, auxiliares y generales. Son similares a los desechos de producción doméstica e implican la misma práctica de higiene en su manejo y transporte. Se incluyen en esta categoría entre otros: los papeles, cartones, cajas, plástico, los restos de la preparación de alimento y materiales, limpieza de patios y jardines.

1.6.1.2. Desechos peligrosos

Se consideran desechos sólidos peligrosos, todos aquellos residuos que cada institución de salud pública o privada produce al descartar material contaminado con agentes infecciosos que pueden afectar la salud humana, animal y el medio ambiente.

Los desechos sólidos peligrosos se dividen en desechos bioinfecciosos, químicos y radiactivos.

1.6.1.2.1. Desechos bioinfecciosos

Los desechos bioinfecciosos son producidos durante todo el proceso de la atención que se le brinda al usuario de salud, de acuerdo a su grado de exposición ante los agentes infecciosos los podemos dividir en infecciosos, patológicos y punzocortantes o cortopunzantes.

- Infecciosos
 - Materiales provenientes de salas de aislamiento: todo material biológico, excreciones, exudados o materiales de desechos provenientes de áreas donde han sido atendidos pacientes con enfermedades altamente transmisibles, así como también cualquier tipo de material que haya estado en contacto con estos pacientes.
 - Materiales biológicos: son todos aquellos instrumentos usados para manipular, mezclar o inocular microorganismos en el área de laboratorio, frascos de vacunas vacías o con biológico vencido.
 - Sangre humana y productos derivados: sangre de pacientes con enfermedades infectocontagiosas, muestras de sangre, suero, plasma para estudios, incluye materiales que se contaminan con sangre aunque se hayan secado así como también recipientes, bolsas que tienen sangre, catéteres intravenosos.

- Patológicos
 - Residuos anatómicos, patológicos y quirúrgicos: “se refiere a la remoción de órganos humanos durante autopsias, cirugías u otros procedimientos, los cuales son de alta peligrosidad si no se aplican medidas adecuadas.”⁴
 - Residuos de animales: los laboratorios que realizan análisis a cadáveres de perro u otros animales en busca de rabia y clínicas veterinarias implican alto riesgo de infección.
- Punzocortantes: “el punzocortante o cortopunzante es todo objeto con capacidad de penetrar y de cortar tejido humano, facilitando el desarrollo de infección. Entre estos se tienen: agujas, hojas de bisturí, navajas, cristalería, material rígido y otros utilizados en el servicio de laboratorio, odontología, etc. (ver tabla I).

Los objetos cortantes sin riesgo de exposición química o infecciosa también deben ser incluidos en esta clasificación pues pueden causar heridas en la manipulación. Estos pueden clasificarse dependiendo si es instrumental médico, quirúrgico, metálico, plástico y de cristal, así como algunos artículos utilizados en laboratorios los cuales se describen en la tabla I.”⁵

⁴ MSPAS. Manual para el personal médico y de enfermería. P.19.

⁵ Ibid.

Tabla I. Tipos de objetos cortopunzantes

Instrumental médico, quirúrgico, metálico, plástico y de cristal.	Artículos de laboratorio
Agujas Alambres y tornillos Hojas de bisturí Jeringas Cánulas Vidrio, plástico rígido Ampollas, frascos Equipos de infusiones Navajas Arcos de fijación (odontología) Metálicos con filo y punta.	Pipetas placas de petri Porta y cubre objeto Asas de microbiología Lancetas Tubos de enyesados

Fuente: MSPAS. Manual para el personal médico y de enfermería. P. 20.

1.6.1.2.2. Desechos químicos

“Incluyen fármacos vencidos y desechos que generan peligro para la salud por características propias de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad y explosividad.”⁶

- Desecho inflamable: los desechos inflamables son todos aquellos líquidos que por sus características químicas son capaces de ocasionar un incendio o todo gas comprimido inflamable.

⁶ MSPAS. Manual para el personal médico y de enfermería. P. 20.

- Desecho corrosivo: “es un desecho que produce contaminación debida a los agentes químicos presentes. Las soluciones acuosas que tienen un ph menor o igual a 2, o mayor o igual a 12,5, son consideradas desechos corrosivos.”⁷
- Desecho reactivo: por desecho reactivo⁸ se entiende comúnmente un material normalmente inestable, que presenta un cambio químico violento sin detonar, susceptible de reaccionar violentamente con el agua para formar mezclas potencialmente explosivas, o capaz de generar gases peligrosos o potencialmente mortales.
- Desecho tóxico: los desechos tóxicos son desechos que pueden causar daños de variada intensidad a la salud humana, si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel.
- Desecho citotóxico: cuando se habla de desechos citotóxicos se refiere a materiales tóxicos para las células, con características cancerígenas, mutagénicas o capaces de alterar material genético.
- Desecho explosivo: los desechos explosivos son todos aquellos materiales que pueden ocasionar una reacción química violenta, que se desarrolla en un brevísimo tiempo y produce un estallido.

⁷ MSPAS. Manual para el personal médico y de enfermería. P. 20.

⁸ El término reactivo define la capacidad de producir una reacción química.

1.6.1.2.3. Desechos radiactivos

Desecho radiactivo es cualquier tipo de residuo contaminado con radio nucleídos. Son generados en laboratorios de investigación química y biológica, en laboratorios de análisis clínicos, en los servicios de radiología y de medicina nuclear.

Se puede mencionar que pueden ser sólidos o líquidos e incluyen materiales o sustancias comúnmente utilizadas en los procedimientos clínicos o de laboratorio: jeringas, frascos, orina, heces, papel absorbente, etc.

Éstos no pueden ser tratados con métodos químicos o físicos, además es necesario aislarlos por el tiempo necesario para alcanzar el decaimiento de su radiactividad por lo tanto son diferentes a otros desechos peligrosos.

1.6.1.3. Desechos especiales

Los desechos especiales son los que no están incluidos en las categorías anteriores y por alguna característica en particular necesitan un manejo diferente que se debe definir para cada caso.

Se consideran desechos especiales, entre otros:

- Desechos de gran tamaño y/o de difícil manejo
- Contenedores presurizados
- Desechos provenientes de la construcción de obras civiles
- Fármacos vencidos que no clasifican como peligrosos
- Maquinaria obsoleta

1.6.2. ¿Quién genera los DSH?

Los diferentes servicios del hospital, o instalaciones de salud son fuentes generadoras de distintos tipos de desechos cada día. Dependerá de su tamaño y complejidad, ya que unos centros de salud generarán más desechos peligrosos que otros.

Saber qué tipo de desechos se generan y dónde es vital para tres cosas:

- Planificar y organizar un sistema de manejo eficiente.
- Definir cuales áreas del centro de salud deben implementar un sistema de segregación y cuáles no, dependiendo de si producen desechos peligrosos o no.
- Identificar las áreas de mayor riesgo para dirigir allí los mayores esfuerzos.

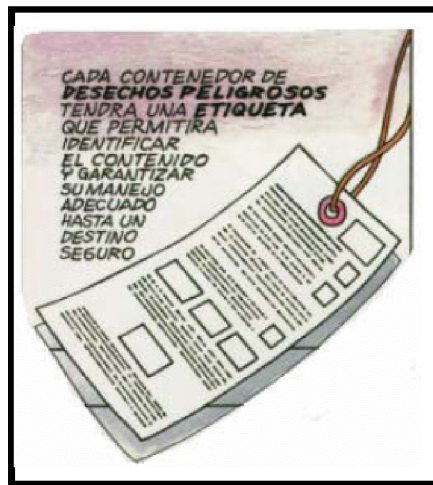
1.6.3. Manejo interno de los DSH

Es el conjunto de operaciones que se realizan en el interior del centro de salud y en las que se puede participar directa e indirectamente. Las cinco fases del manejo interno de los desechos sólidos son:

- Segregación: es el paso inicial y el más importante del flujo de operaciones, porque requieren de la participación activa de toda la comunidad, principalmente de los médicos, enfermeras y técnicos auxiliares.

- Etiquetado: consiste en llenar y colocar la etiqueta en cada recipiente que contenga desechos peligrosos, una vez que este haya sido señalado (ver figura 2). La etiqueta debe indicar el tipo de producto, la fuente de generación, el nombre del responsable del área de generación y la fecha.⁹

Figura 2. **Etiquetado de desechos peligrosos**



Fuente: MSPAS. Guía Técnica Manejo DSH. p. 8.

- Acumulación: es colocar los contenedores sellados en un lugar apropiado en espera de su recolección. El lugar de acumulación debe estar apartado y tener buena ventilación. No se debe acumular residuos ni en las habitaciones destinadas a la hospitalización ni en los pasillos.
- Recolección y transporte interno: consiste en el traslado de bolsas y contenedores de los desechos desde los lugares de acumulación a la zona de almacenamiento temporal.

⁹ Esto sirve para mantener un control del proceso y realizar un seguimiento estadístico de la cantidad, calidad y origen de los desechos generados por los establecimientos del sector salud.

- Almacenamiento temporal: deben acondicionarse dos locales especialmente para este fin: un almacén para desechos comunes y otro para los desechos peligrosos. Los locales pueden estar en puntos separados del hospital o en una misma zona, siempre y cuando la división entre ambos esté perfectamente delimitada, con muros de por medio, para evitar mezclas o focos de contaminación, como sucede en instalaciones inadecuadas.

1.6.4. Sistema de identificación: colores y símbolos

“Se hace con el propósito de que el operador identifique rápidamente el contenedor adecuado al cual está destinado un determinado tipo de desecho, se han establecido sistemas de identificación.

La instalación de salud debe valorar las distintas alternativas de acuerdo con sus necesidades y presupuesto. El elemento fundamental es unificar los métodos para evitar errores y dudas por parte de los operadores. Los elementos más utilizados para la unificación son los colores y los símbolos.”¹⁰

1.6.4.1. Los colores

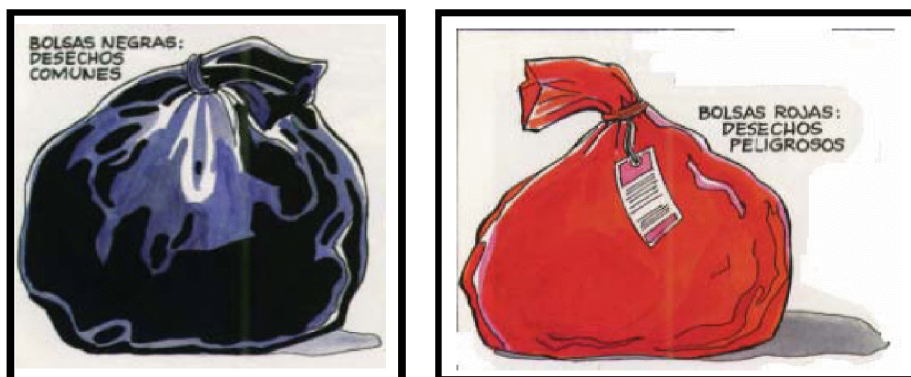
El primer criterio de la segregación es sumamente simple, económica y directa en el uso de dos colores (ver figura 3):

Negro: Desechos comunes

Rojo: Desechos peligrosos

¹⁰ MSPAS. Manual para el personal médico y de enfermería. P. 24.

Figura 3. El uso de colores en la segregación



Fuente: MSPAS. Guía Técnica Manejo DSH. p. 4.

Se segrega para:

- Disminuir los riesgos por la salud
- Disminuir su costo ya que solo se dará tratamiento especial a una pequeña parte y no a todos los residuos generados.
- Permitir que algunos productos de los desechos comunes se reciclen.

1.6.4.2. Los símbolos

Con cada tipo de desecho peligroso se tiene un símbolo específico aceptado internacionalmente que ayuda a una manipulación más cuidadosa. “Así también los desechos bioinfecciosos se identifican con símbolos, los radiactivos con otros y los desechos químicos utilizan diferentes símbolos dependiendo si son inflamables, tóxicos, citotóxicos, corrosivos, reactivos o explosivos.”¹¹

¹¹ MSPAS. Manual para el personal médico y de enfermería. P. 25.

1.6.5. Diferentes envases para segregar los DSH

Existen dos tipos básicos de envases para los DSH:

- Bolsas
- Envases rígidos

Los tipos de envases pueden distinguirse de diferentes características, los cuales deberán cumplir con las especificaciones requeridas de resistencia, aislamiento, capacidad, permeabilidad, rigidez, composición e identificación.

1.6.5.1. Bolsas

Las bolsas plásticas son los envases apropiados para los residuos sólidos sin líquidos libres. Deben cumplir con ciertas características técnicas, tales como resistencia e impermeabilidad, de manera que los residuos sean contenidos sin pérdidas ni derrames.

Estas bolsas son fabricadas con polietileno de baja densidad, suficientemente opaco, con un espesor pelicular entre 0,08 y 0,10 milímetros. Es importante señalar que las bolsas de plástico podrían presentar, por su limitada resistencia, algunos inconvenientes de manejo. También es difícil optimizar el espacio disponible en el momento de acumularlas en la zona de almacenamiento temporal¹² o final y al transportarlas en el cajón de un vehículo de carga.

¹² También llamado centro de acopio, que no es más que un espacio diseñado para el almacenamiento de desechos peligrosos, en espera de su recolección y transporte.

1.6.5.2. Envases rígidos

Los envases rígidos se dividen en tres tipos principales, según el uso al que son destinados: para punzocortantes, para sólidos que puedan drenar abundantes líquidos y para vidrio.

1.6.5.2.1. Para punzocortantes

Las agujas, como todos los materiales punzocortantes, necesitan contenedores que respondan a las características siguientes:

- Hechos de material plástico rígido y resistente a la perforación, golpes o caídas (polietileno).
- Ser impermeables para evitar fugas de líquidos.
- Provistos de un sistema que impida extraer los objetos desechados.
- Preferiblemente, tendrían que ser de color rojo o, como alternativa, deben ser fácilmente identificados y llevar una etiqueta bien visible con la palabra “punzocortantes” y el símbolo universal de biopeligrosidad.

Estos contenedores tienen que estar disponibles, en tamaño y cantidad adecuada, en todos los lugares donde se generan los desechos punzocortantes (ver figura 4).

Figura 4. **Envases rígidos para punzocortantes**



Fuente: MSPAS. Guía Técnica Manejo DSH. p. 6.

1.6.5.2.2. Para sólidos que drenan abundantes líquidos

Cuando los desechos segregan abundantes líquidos se utilizan recipientes rígidos impermeables con cierres seguros y herméticos para evitar derrames de líquidos de drenaje.

1.6.5.2.3. Para vidrio

Los desechos de vidrio deben ser recogidos únicamente en un contenedor para vidrio. "Estos recipientes son generalmente de plástico o metal, de forma cilíndrica o cúbica, con un volumen de 5 galones. Todos los recipientes son marcados con la inscripción: solamente desechos de vidrio."¹³

¹³ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Propuesta de Norma para el Manejo de los Desechos Sólidos Hospitalarios*. Guatemala: MSPAS, 2000. 23 p.

1.7. Descripción de mercado

El principal mercado para la empresa Alcances Médicos S.A. sin duda alguna es el que brinda todo el sector de hospitales gubernamentales (IGSS) del país, así como también los hospitales nacionales y regionales en todo el interior de la república, por las cantidades de desecho que se generan. Son parte importante de la cartera de clientes también los hospitales privados, clínicas, laboratorios médicos y demás centros médicos aunque con cantidades de desecho menores.

1.7.1. Hospitales gubernamentales (IGSS)

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), en general brinda dos tipos de prestaciones:

- Prestaciones en servicio
- Prestaciones en dinero

Dentro de las prestaciones en servicio, están los servicios médicos que se brindan en los programas de Enfermedad, Maternidad y Accidentes, programas que en conjunto son conocidos como EMA.

La asistencia médica que el instituto otorga a sus afiliados, pensionados, jubilados del estado y beneficiarios con derecho, se define como el conjunto de exámenes, investigaciones, tratamientos, prescripciones, intervenciones médico quirúrgicas y otras actividades que correspondan a los programas de prestaciones del instituto.

Estos deben poner a la disposición del individuo y en consecuencia de la colectividad, los recursos de las ciencias médicas y otras ciencias afines que sean necesarios para promover, conservar, mejorar o restaurar el estado de salud, prevenir específicamente las enfermedades, mantener y restablecer la capacidad de trabajo de la población. Dentro del área metropolitana se encuentran diversos centros médicos especializados que sirven de referencia para otras unidades, tales como la Policlínica, Hospital General de Enfermedades, Hospital General Dr. Juan José Arévalo Bermejo, Hospital de Gineco-Obstetricia, Hospital de Rehabilitación, Hospital de Infectología, Unidad Periférica zona 11 y Hospital General de Accidentes.

1.7.2. Hospitales nacionales

Forman parte de este grupo todos aquellos hospitales ubicados en cualquier departamento del país ya sea en su cabecera o en municipios del mismo. Su clasificación se limita a hospitales departamentales y hospitales regionales.

1.7.2.1. Hospital general departamental

“Establecimiento de salud de atención permanente cuya función principal es la recuperación y rehabilitación de la salud, ubicados en la cabecera departamental. Cuenta con especialidades médicas básicas: Medicina Interna, Pediatría, Cirugía, Gineco-obstetricia, Anestesia, además de Traumatología y Ortopedia, Patología y Radiología. Presta los servicios de consulta externa, emergencia y hospitalización.”¹⁴

¹⁴ <http://portal.mspas.gob.gt>. Consulta: marzo de 2012.

“Además realiza las acciones intramuros de promoción y prevención de la salud, brinda asesoría técnica a los establecimientos de menor categoría ubicados en su área de influencia.”¹⁵ Los recursos humanos básicos son los médicos generales y médicos especializados en Medicina Interna, Obstetricia y Ginecología, Pediatría General, Cirugía General, Traumatología y Ortopedia; Anestesiología; otros profesionales de salud como químico biólogo, químico farmacéutico y radiólogo; trabajadores sociales; enfermeras profesionales; auxiliares de enfermería y personal administrativo y operativo de apoyo.

1.7.2.2. Hospital regional

“Es todo establecimiento de salud ubicado en la cabecera departamental que sirve de referencia para la atención médica especializada y subespecializada en su área de influencia, para lo cual cuenta con especialidades médicas básicas de Medicina Interna, Pediatría, Cirugía, Gineco-obstetricia, Anestesia, Traumatología y Ortopedia, Patología y Radiología, además subespecialidades de: Gastroenterología, Cardiología, Neumología, Reumatología, Hematología entre otras.”¹⁶

Presta los servicios de consulta externa, emergencia, hospitalización y cuidados intensivos. Desarrolla además acciones de formación de recurso humano, promoción y prevención. Los recursos humanos básicos son médicos generales y médicos especializados y subespecializados en diferentes ramas de la medicina, y otros profesionales como químico biólogo, químico farmacéutico, nutricionista; trabajadores sociales; enfermeras; auxiliares de enfermería y personal administrativo y operativo de apoyo.

¹⁵ <http://portal.mspas.gob.gt>. Consulta: marzo de 2012.

¹⁶ Ibid.

1.7.3. Hospitales privados

El sector institucional privado está constituido por personas e instituciones que ofrecen servicios para la salud con o sin fines de lucro, y de acuerdo a ello se clasifican en lucrativos y no lucrativos.

1.7.3.1. Lucrativo

Este está integrado principalmente por empresas médicas, centros diagnósticos, seguros privados, empresas farmacéuticas, clínicas privadas de medicina alternativa y empresas hospitalarias.

En lo que corresponde a la empresa médica privada y la profesión médica liberal atiende a cierto sector de la población que tiene capacidad de pago o en algunos casos, a quienes no tienen dicha capacidad pero sacrifican su gasto de bolsillo. Los seguros privados aún poseen una baja cobertura y un peso mínimo del gasto en salud, pero existe una tendencia a su aumento. Mientras que las farmacias juegan un rol muy importante, especialmente en los segmentos de población de las clases media y baja, que ante las dificultades de acceso a servicios acuden directamente a ellas para la automedicación.

1.7.3.2. No lucrativo

El subsistema privado no lucrativo, conformado por una gran cantidad de ONG, pastorales de salud e instituciones diversas, también atiende a una parte de la población pobre sin establecer convenio con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y con recursos escasos y dificultades para su propia articulación y coordinación.

“En Guatemala se encuentran registradas aproximadamente 1 100 ONG de las cuales el 82 por ciento son nacionales y de éstas el 18 por ciento desarrollan acciones en salud, siendo el departamento de Guatemala el que cuenta con mayor presencia de ONG en salud. Le siguen los departamentos de Sololá, Alta Verapaz, Quiché, Totonicapán, San Marcos y Chimaltenango, todos ellos con alta concentración de población indígena y rural.”¹⁷

1.7.4. Empresas industriales

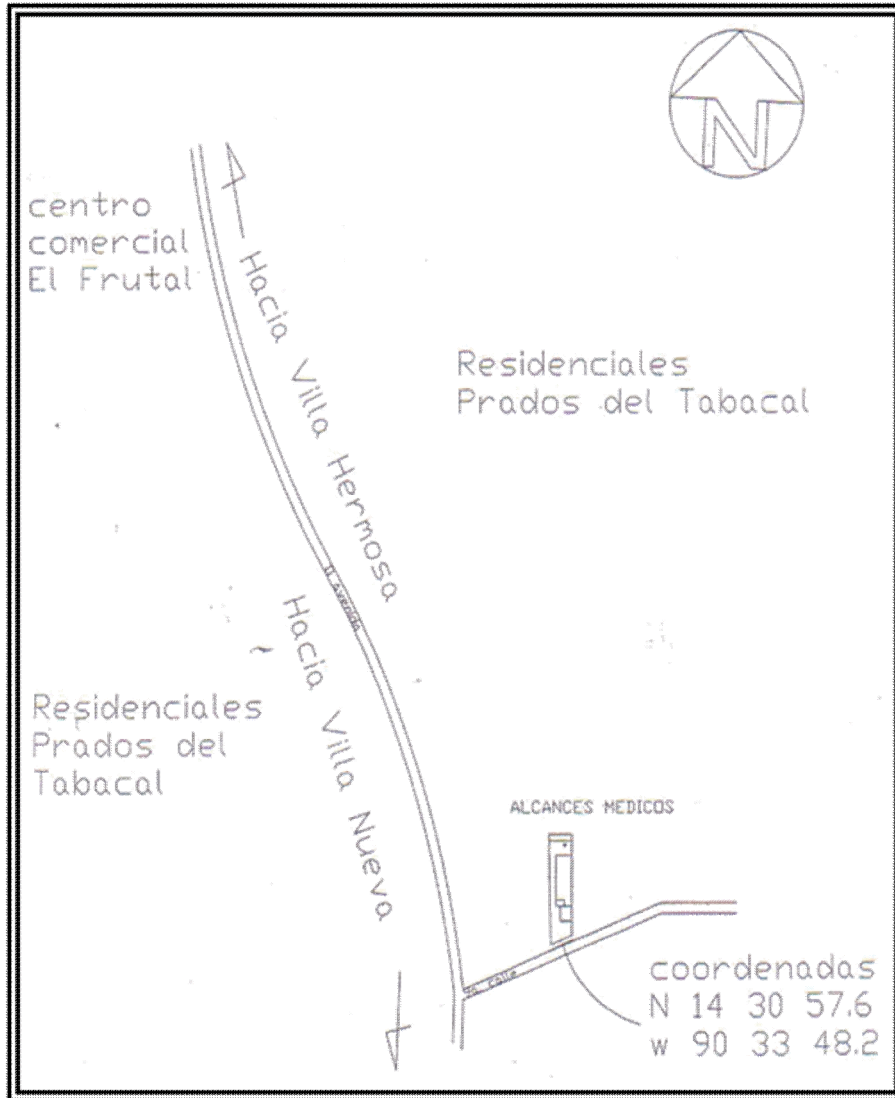
Los desechos industriales casi siempre son generados por empresas de producción masiva, las cuales no tienen muchas veces las herramientas o los procesos adecuados para darles el tratamiento que corresponde. Alcances Médicos S.A. de esta forma brinda cinco tratamientos para este tipo de desechos: trituración, incineración, encapsulamiento, dilución y evaporación. Estos tratamientos se explicarán más a detalle en el capítulo 2.

1.8. Ubicación de la empresa

Alcances Médicos S.A. es una planta de recolección, tratamiento y disposición final de desechos peligrosos bioinfecciosos autorizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), así como por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), está ubicada en la 9ª. Calle 11-39 zona 5 Paraíso del Frutal Villa Nueva, Guatemala (ver figura 5). Fue fundada el 27 de abril de 1999, y dentro de los servicios prestados está el tratamiento integral amigable con el medio ambiente de incineración para material anatomopatológico, esterilización y trituración para el material bioinfeccioso inorgánico.

¹⁷ Según datos del censo (INE, 2002).

Figura 5. **Plano 1 de ubicación de la empresa**

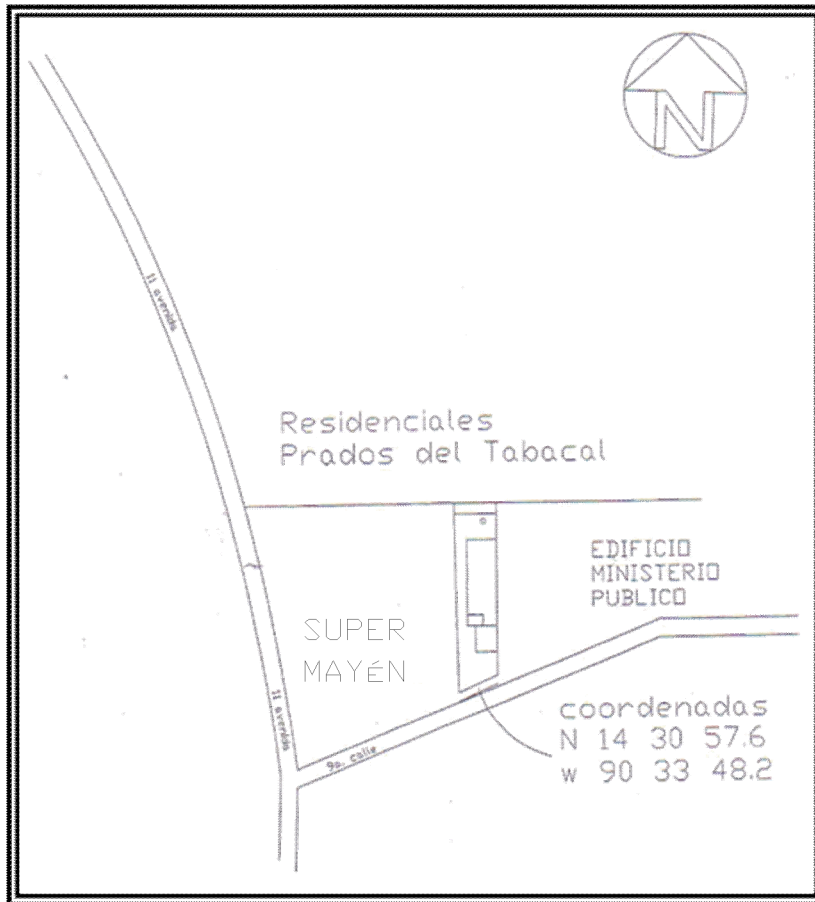


PLANO DE UBICACIÓN	
Ubicación: 9a. Calle 11-39 zona 5, Paraíso del frutal, Villa Nueva, Guatemala	
Nombre: Alcances Médicos S.A.	
Área: 1 613,21 metros cuadrados	
Fecha: Marzo de 2011	

Fuente: Comité SGA. Anexos Plan de Manejo Alcances Médicos S.A.

La Empresa actualmente se encuentra ubicada entre el Ministerio Público y Super Mayén, (ver figura 6).

Figura 6. **Plano 2 de ubicación de la empresa**



PLANO DE UBICACIÓN	
Ubicación: 9a. Calle 11-39 zona 5, Paraíso del frutal, Villa Nueva, Guatemala	
Nombre: Alcances Médicos S.A.	
Área: 1 613,21 metros cuadrados	
Fecha: Marzo de 2011	

Fuente: Comité SGA. Anexos Plan de Manejo Alcances Médicos S.A.

1.9. Distribución de la planta

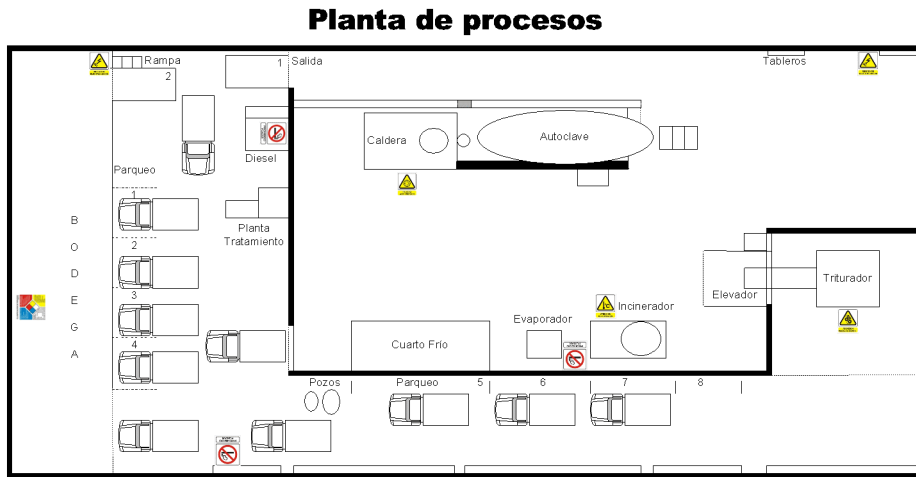
La planta está organizada de la siguiente forma:

- Dos niveles que corresponden al área administrativa, totalmente separada del área de procesos.
- Un área aproximada de 500 metros cuadrados para procesos.
- Un área de bodegaje y almacenamiento para desecho industrial.
- Área de descarga.
- Área de ingreso y jardinerización (ver figura 7).

Figura 7. Área de procesos y administrativa Alcances Médicos S.A.



Continuación de la figura 7.



Fuente: elaboración propia.

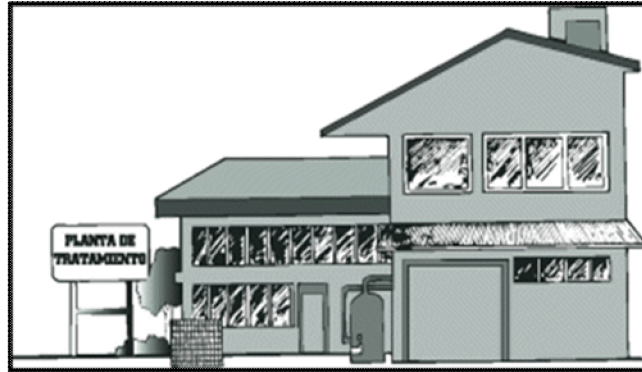
“La planta cuenta con un total de 44 empleados de los cuales 33 personas pertenecen al área operativa.”¹⁸ La planta para el proceso de recolección cuenta con 9 camiones en ruta y dos camiones de volteo de desechos triturados que son los responsables de depositarlos en el vertedero sanitario.

1.10. Capacidad instalada

Las áreas de procesamiento son seguras y cumplen con los requerimientos técnicos y legales para su operación (ver figura 8), cuidando así al personal involucrado en cada una de las etapas de manejo, implementando anualmente la salud laboral a través de exámenes físicos y pruebas de laboratorio, para el buen desempeño y mejoramiento del clima empresarial interno.

¹⁸ Rango de empleados aproximado, cambiantes en el transcurso del tiempo.

Figura 8. **Áreas de procesamiento seguras para el tratamiento de DSH**



Fuente: MSPAS. Guía Técnica Manejo DSH. p. 11.

“La empresa ha establecido técnicas de operación que permiten conservar la salud y el ambiente con los siguientes equipos industriales:

- Autoclave industrial que tiene una capacidad de 368 000 libras por mes.
- Triturador para minimizar el volumen de los desechos, con el objetivo de destrucción total y fácil disposición final, con una capacidad de 990 000 libras por mes.
- Incinerador con una capacidad de 26 500 libras de desecho por mes. Actualmente se procesan unas 130 000 libras por mes de desecho bioinfeccioso lo que al año hacen 1 560 000 libras o 709 toneladas.”¹⁹

En las figuras 9 a 13 se muestran las principales áreas de la empresa, recalando que las mismas son seguras y cumplen con los requerimientos técnicos y legales para su operación.

¹⁹ Alcances Médicos. *Manual del Sistema de Gestión Ambiental*. 2a ed. Guatemala: *Biotrash*, 2011. 339 p.

Figura 9. **Exteriores de la planta**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Figura 10. **Área administrativa**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Figura 11. **Área de vestidores y duchas**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Figura 12. **Área de lavandería**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Figura 13. **Área de comedor**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proceso en el manejo de DSH

El proceso con cualquier tipo de desecho en Alcances Médicos S.A. inicia con la recolección a los entes generadores, el cual es transportado a la empresa por camiones propios de la misma y descargados en cuarto frío o bodega en espera de su proceso respectivo, dependiendo del tipo de desecho. Finalmente el desecho procesado es transportado al relleno sanitario. Como se explicará más adelante el tratamiento a seguir varía dependiendo de si es desecho inorgánico, orgánico o industrial.

2.1.1. Recolección de DSH a los entes generadores

“La recolección se lleva a cabo en horarios de las 5:00 h a las 17:00 h.”²⁰
El personal responsable de cada ente generador hace entrega de los desechos desde sus centros de acopios temporales secundarios y se reciben a través de una boleta de recolección debidamente firmada por el personal de recolección de la empresa.

El transporte utilizado para la recolección de los desechos en los entes generadores, son vehículos tipo camión (ver figura 14) con capacidad desde 3,5 a 6 toneladas.

²⁰ Con dictamen de aprobación por el Departamento de Salud y Ambiente del MSPAS.

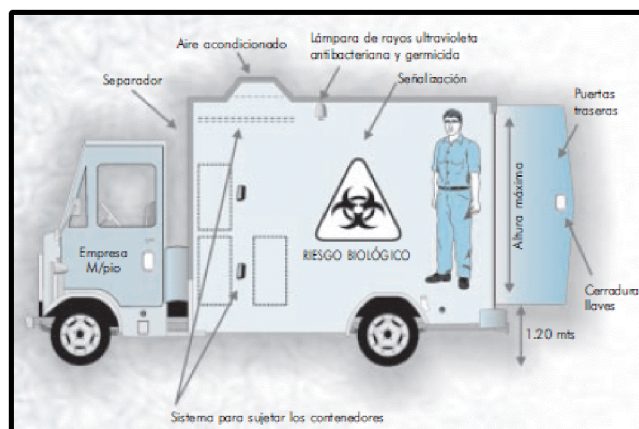
Figura 14. **Camiones utilizados para la recolección de DSH**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Dichos camiones cuentan con una unidad de refrigeración que debe mantener la temperatura en un rango entre 5 a 9 grados centígrados. Estas temperaturas dentro de los vehículos recolectores varían, ya que cada vez que la compuerta trasera se abre, se pierde parte del aire frío, y al momento de volver a cerrar regresa a la temperatura deseada (ver figura 15).

Figura 15. **Características de los medios de transporte externo**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Salud. MPGIRH. p. 70.

Los camiones cuentan con la rotulación correspondiente visible a 10 metros de distancia, con sujetadores internos, pisos impermeables, como lo indica el Acuerdo Gubernativo 509-2001, así como el manual y *kit* de derrames y primeros auxilios. Se incluye en dichos *kits* las duchas de ojos por cualquier accidente laboral y los extintores tipo ABC. Las rutas de los vehículos recolectores, se encuentran debidamente programadas, en días y horarios preestablecidos, comprendidos en los horarios anteriormente expuestos. Las rutas utilizadas se han elaborado por sector y zona, están estipuladas por calles y avenidas, tratando de minimizar la ruta en cuestión.

Las personas a cargo de la etapa de manejo en la recolección de los desechos y su transporte, es personal capacitado y certificado por la empresa, existiendo vehículos con dos y tres personas, toda vez el recorrido de los mismos sea tan extenso que se requiera un elemento adicional para regresar a la planta de tratamiento en el horario establecido. El desecho bioinfeccioso embalado en bolsas rojas se recolecta en carros de plástico de color rojo con tapadera (ver figura 16) y son transportados a los camiones, debidamente pesados por medio de una balanza digital.

Figura 16. **Carros recolectores rojos**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

El personal operativo cuenta con el equipo personal de protección (ver figura 17), que incluye: overoles debidamente identificados con logotipo de la empresa, gabacha plástica para uso en el momento de recolección, guantes para la actividad que realizan y que no permiten la punción, cascos, mascarilla para vapores orgánicos, lentes de polietileno, botas punta metálica, alcohol en gel para la desinfección de manos, gabacha y guantes después del contacto con las bolsas de desechos.

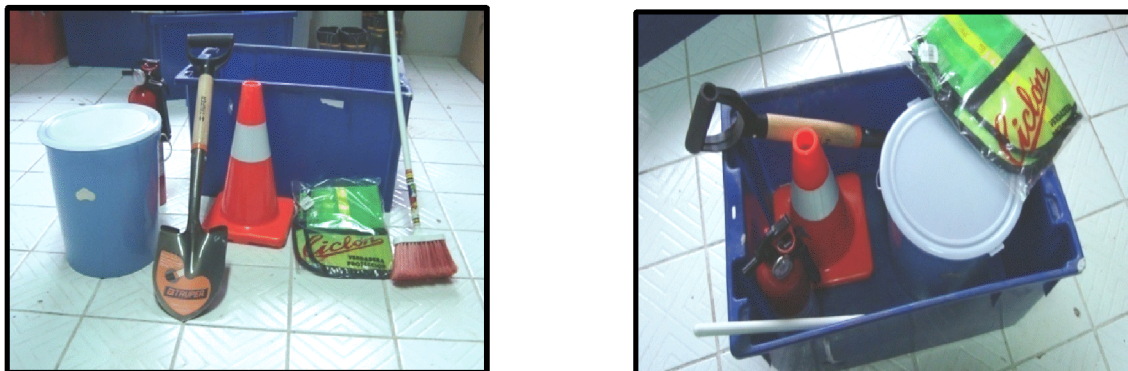
Figura 17. **Equipo de protección personal**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Además del equipo de protección cada camión así como la planta de procesos debe contar con un *kit* en caso de derrames que incluye: extintor, pala, escoba, cono y papel absorbente como se muestra en la figura 18.

Figura 18. **Kit de derrames (planta y camiones)**

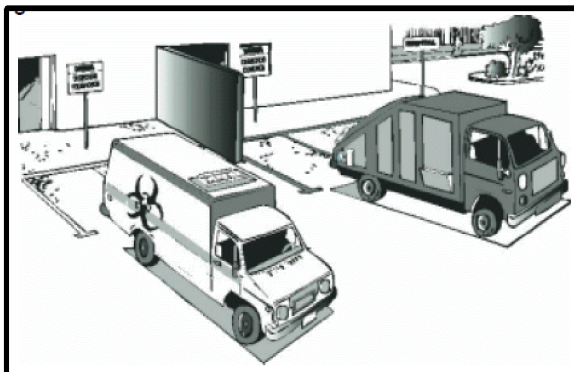


Fuente: Alcances Médicos S.A.

2.1.2. Descarga de DSH en la empresa

La empresa cuenta con un área específica para la descarga de los desechos luego de transportarlos desde los centros generadores (ver figura 19). El área se encuentra debidamente identificada y señalizada.

Figura 19. **Descarga de DSH en la empresa**



Fuente: MSPAS. Guía Técnica Manejo DSH. p. 11.

Los camiones ingresan a la planta de retroceso para llevar a cabo la descarga de los carros recolectores rojos, posteriormente las bolsas se colocan en los carros receptores (carros de metal)²¹ de la autoclave (ver figura 20) que ingresan al sistema de tratamiento denominado esterilización por medio de autoclaveado a presión o desinfección térmica.

Figura 20. **Carros receptores o de metal**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Estos carros receptores son los mismos que transportan los desechos ya esterilizados hacia el equipo triturador. Este proceso se lleva a cabo con los desechos del tipo inorgánico. Los desechos del tipo anatomopatológico, al momento de recolectarlos son almacenados en carros recolectores rojos, son descargados y colocados temporalmente en el cuarto frío para luego colocarse en la ruta directa hacia el incinerador esperando su proceso inmediatamente. La descarga es realizada por el mismo personal de recolección, ya que es personal capacitado para esta etapa de manejo, tomando en cuenta las normas estrictas de bioseguridad por la incorrecta clasificación que se pueda dar de algún ente generador.

²¹ Fabricados así para que puedan soportar las altas temperatura de la autoclave (350 grados fahrenheit).

2.1.3. Transporte interno

El transporte interno de los desechos se realiza a través de los contenedores o carros rojos de recolección o bien en carros receptores (carros de metal) de la autoclave, evitando la manipulación de los mismos.

Los carros receptores ingresan completos al equipo esterilizador y no se manipulan hasta que han pasado por el proceso de tratamiento. Esto en el caso de los desechos de tipo inorgánico. Luego del proceso de esterilización, se ingresan los carros al equipo triturador, obteniendo pequeñas partículas irreconocibles a las cuales se les dará la disposición final en el vertedero sanitario por medio de un camión acondicionado con sistema de volteo para un vaciamiento efectivo.

Con respecto a los desechos del tipo anatomopatológico, son transportados en el contenedor de material plástico rojo. Una vez llevado a cabo este proceso, las cenizas resultantes son drenadas en el camión de volteo para su disposición final en el vertedero sanitario.

La planta cuenta con un manejo integral de plagas (ver figura 21), principalmente con lámparas de luz para insectos voladores, trampas de feromonas para moscas y cajas metálicas con rodenticidas en el perímetro exterior, dicho servicio lo presta una empresa debidamente certificada con licencia sanitaria emitida por el MSPAS así como un sistema de sanitización con aerosol con tiempo de aspersión.

Figura 21. **Feromonas para moscas y lámparas de luz para voladores**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

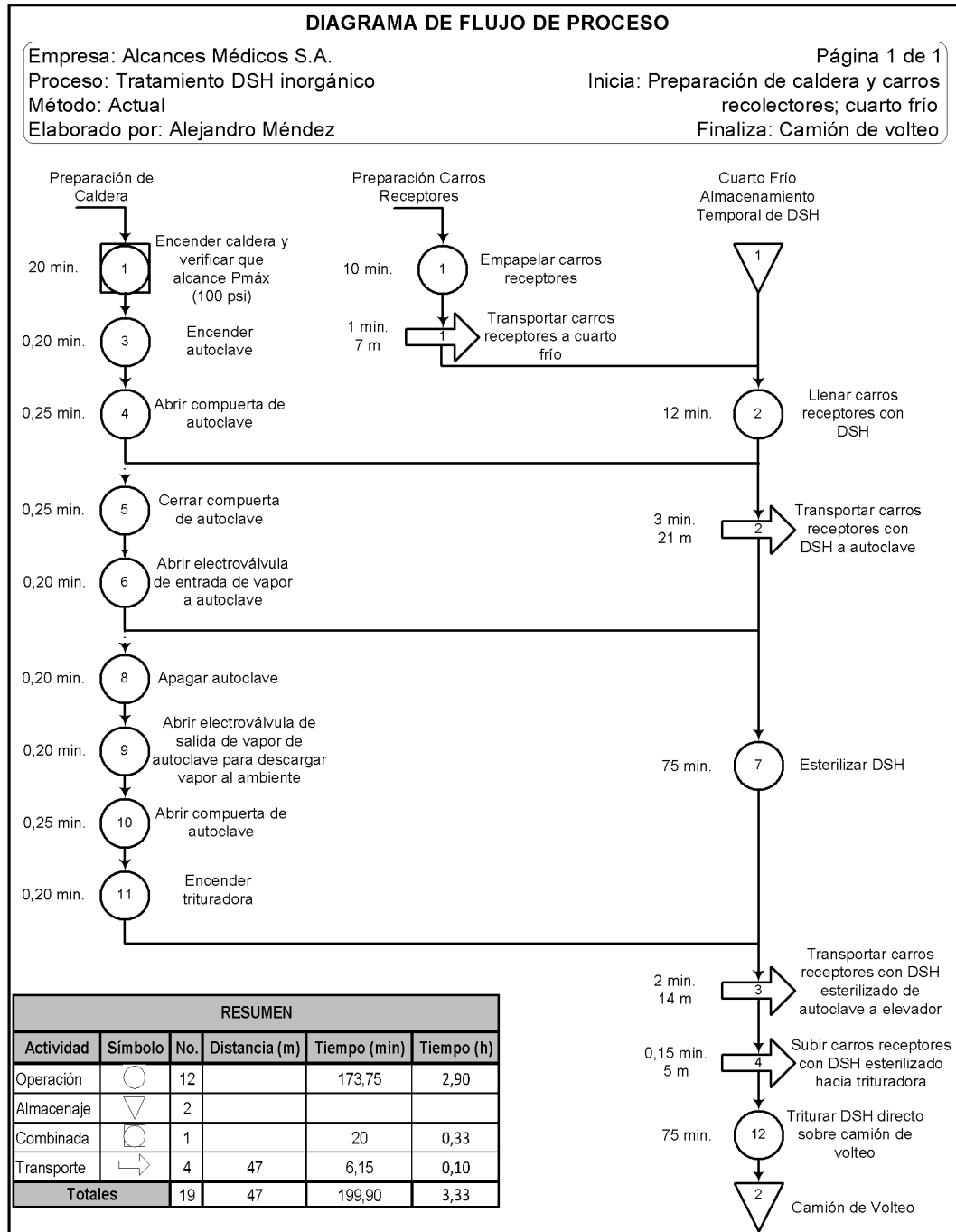
2.1.4. Tratamiento de DSH

Los DSH son tan peligrosos que debe darse especial atención a la hora de tratarlos, tanto para el personal que lo manipula como para el medio ambiente. Los DSH pueden clasificarse en inorgánicos y orgánicos, mismos que son tratados de forma separada y de acuerdo a las leyes gubernamentales del país.

Estos dos tratamientos son los que consumen la mayor parte del tiempo dentro de la planta, puesto que la mayor parte de desechos que ingresan a la misma son del tipo hospitalario. Por tal razón se da especial atención a estos dos procesos para comprender más a detalle las actividades a seguir en el tratamiento de estos desechos.

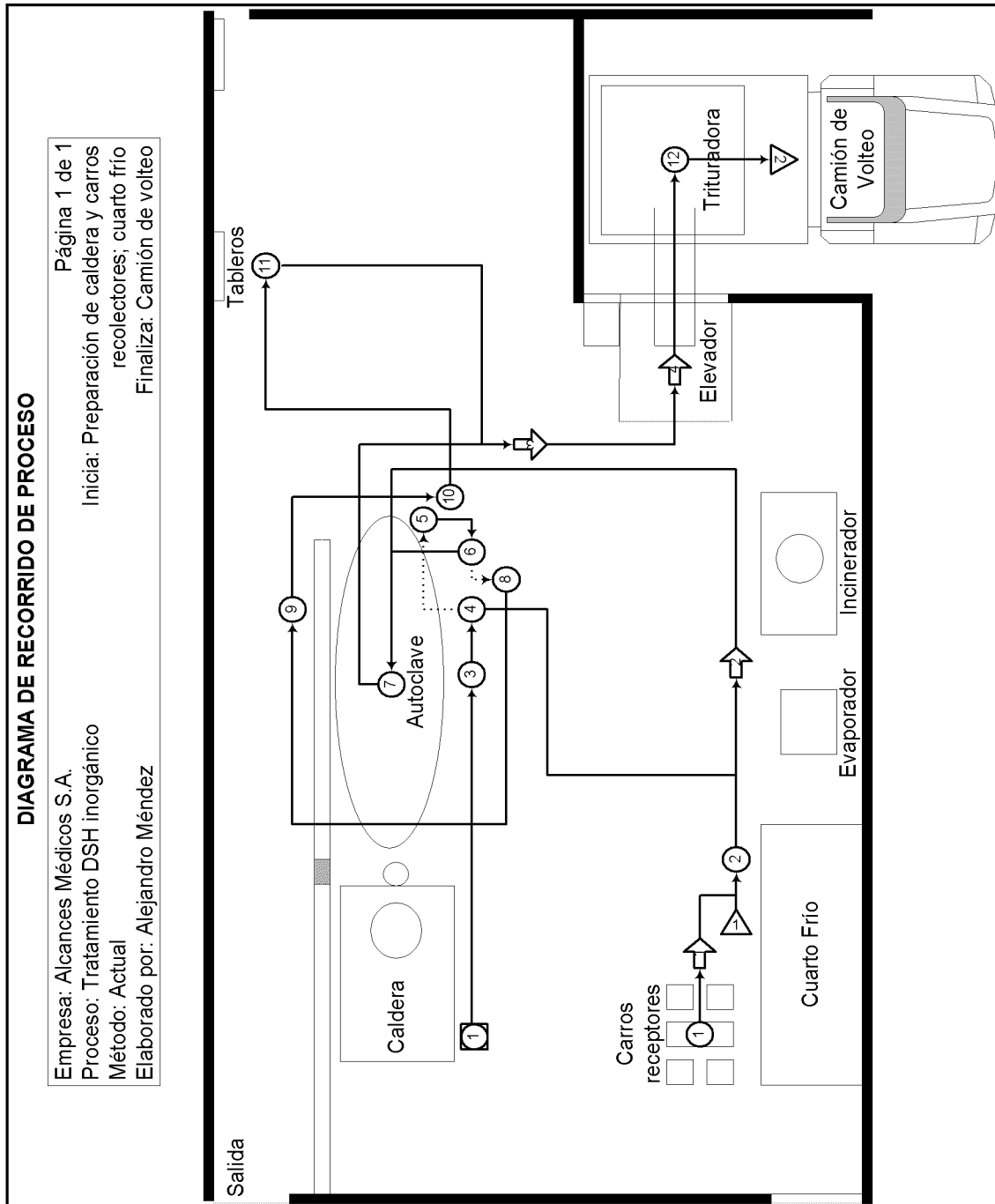
A continuación se muestran en las figuras 22 y 24 los diagramas de flujo de proceso para el tratamiento de DSH inorgánico y orgánico respectivamente. Así también en las figuras 23 y 25 puede apreciarse el diagrama de recorrido correspondiente a dichos procesos.

Figura 22. Diagrama de flujo de proceso tratamiento DSH inorgánico



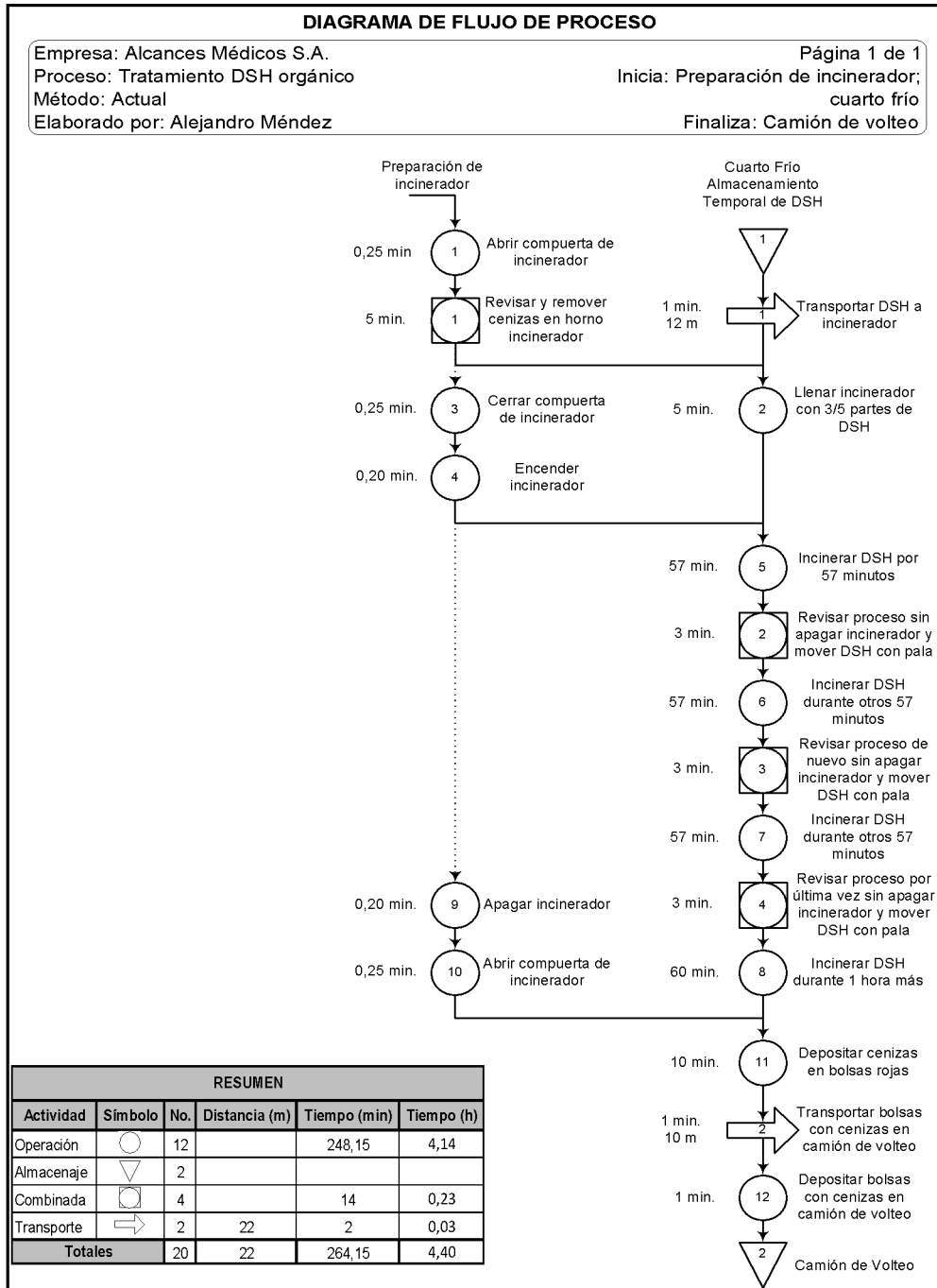
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama recorrido de proceso tratamiento DSH inorgánico



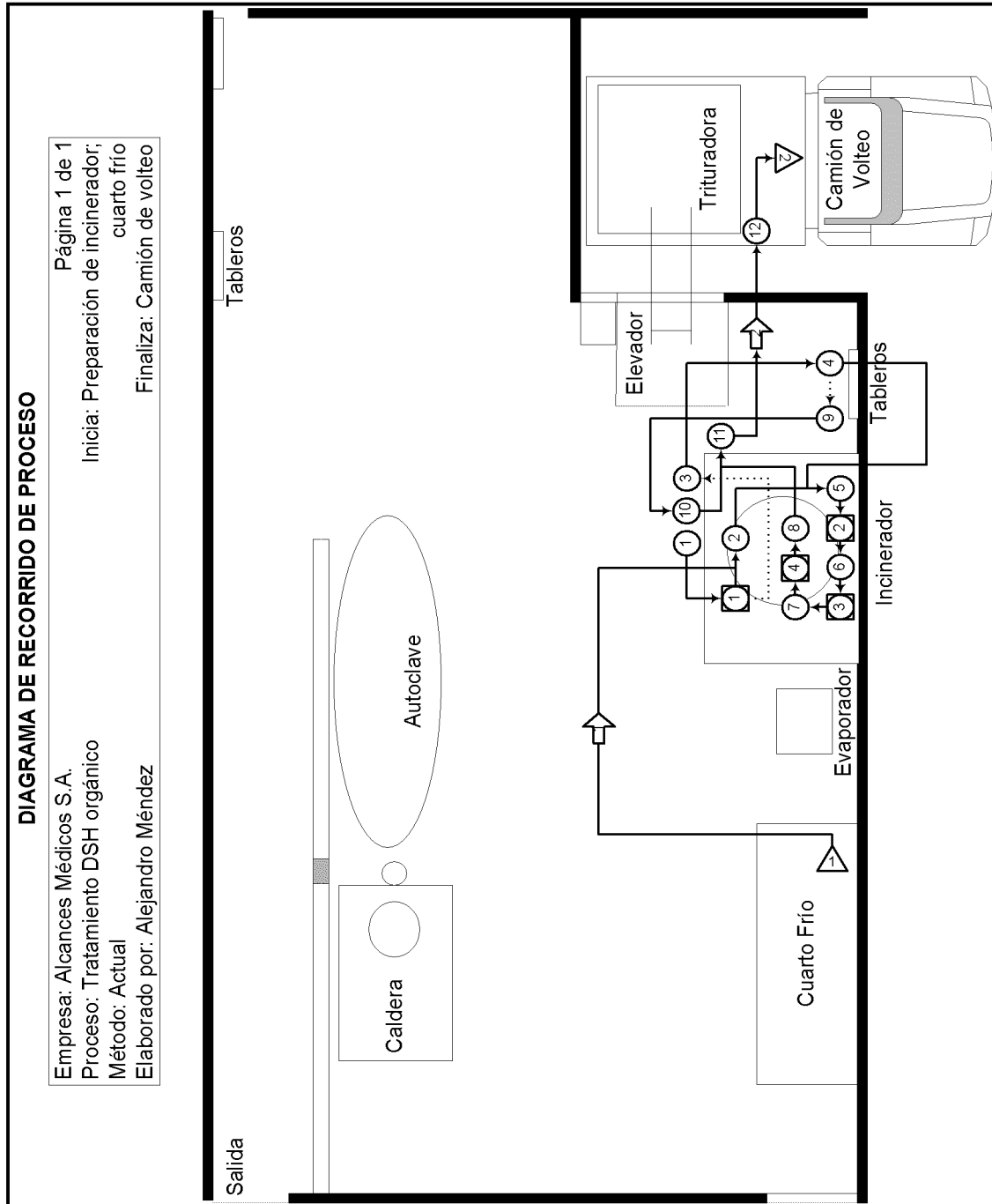
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de flujo de proceso tratamiento DSH orgánico



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama recorrido de proceso tratamiento DSH orgánico



Fuente: elaboración propia.

2.1.4.1. Problemática

La ciudad de Guatemala, con más de 2 millones de habitantes, es la ciudad más poblada de Centro América, generando desechos tanto comunes como algunos peligrosos, dentro de los que se destacan los DSH, bioinfecciosos, esto derivado de la demanda de atención medica por diferentes causas.

Muchos de los residuos industriales y hospitalarios se generan principalmente en la ciudad de Guatemala, se recolectan junto con los domésticos y se llevan a los basureros municipales o clandestinos o se queman a cielo abierto sin ningún tratamiento ni control. Los DSH son mezclados con el desecho común, estos generan líquidos contaminantes, los cuales en tiempos de lluvia se filtran hasta fuentes híbridas (lixiviados), creando riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Biotrash apoya al país ofreciendo una solución para la mitigación del impacto ambiental de los desechos hospitalarios peligrosos, brindando un servicio de recolección, tratamiento y disposición final a estos desechos que contaminan aún más.

2.1.4.2. ¿Qué incluye el servicio?

- Asesoría en el plan de manejo interno.
- Capacitación de concientización y políticas ambientales relacionadas con desechos sólidos hospitalarios.
- Asesoría en el tipo de promoción adecuado a sus necesidades.

- “Certificado para el ente generador.”²²
- Recolección de desechos en toda la república.
- “Pesaje en todas sus visitas programadas.”²³
- Cumplimiento de visitas en días y horarios establecidos.

Los procesos más importantes que se realizan dentro de la empresa son para los desechos hospitalarios inorgánicos (ver tabla II) y para los desechos hospitalarios orgánicos (ver tabla III), así como también para los desechos industriales.

Tabla II. **Desechos hospitalarios inorgánicos**²⁴

Proceso	Beneficios	Tipos de desecho a tratar
Esterilización	Garantiza la eliminación de los agentes patógenos de los desechos. El producto pierde su forma, derritiéndose, ayudando a evitar su reuso posterior.	Material no punzocortante pero contaminado con sangre, secreciones: gasas, guantes, hisopos, bolsas para recolección de orina, pañales, vendas, toallas sanitarias, medios de cultivo, placas petri, instrumentos contaminados, vacunas, filtros de aire contaminados. Material punzocortante: agujas, hipodérmicas, jeringas, bisturís, estiletes de catéter, cubre y portaobjetos, lancetas, agujas de sutura, trocares, tubos de ensayo, tubos al vacío, ampolletas, rasuradoras, entre otros.
Trituración	El desecho se reduce al 70% de su volumen original en partículas de pequeño tamaño irreconocibles e inofensivas, mitigando el impacto ambiental al momento de su disposición final.	

Fuente: Alcances Médicos S.A. www.biotrash.net. Consulta: marzo de 2012.

²² En éstos se especifica que los desechos han sido debidamente tratados para su posterior disposición final.

²³ Se lleva a cabo mediante balanzas de reloj para cantidades pequeñas o balanzas digitales cuando son cantidades grandes y el cliente requiere una mayor precisión en el peso.

²⁴ Para darle el correcto tratamiento a estos desechos, deben pasar estrictamente por el proceso de esterilización y trituración (en ese orden).

- Precaución: los desechos que contienen PVC no son permitidos incinerarlos por las leyes vigentes en nuestro país, puesto que el cloro emana dioxinas y furanos.²⁵

Tabla III. **Desechos hospitalarios orgánicos**

Proceso	Beneficios	Tipos de desecho a tratar
Incineración	Destruye los desechos mediante un proceso de combustión, reduciéndolos a cenizas y liberando CO ₂ al medio ambiente y vapor de agua. Luego las cenizas se disponen finalmente de ellas en el relleno sanitario, sin afectar al medio ambiente.	Material patológico orgánico bioinfeccioso, como: muestras de laboratorio, tejidos, piezas óseas, amputaciones, vísceras, placentas, órganos diversos, cadáveres de animales, desechos de tanatopraxia (funerarias), entre otros.

Fuente: Alcances Médicos S.A. www.biotrash.net. Consulta: marzo de 2012.

2.1.5. Tratamiento de desechos industriales

Los desechos industriales casi siempre son generados por empresas de producción masiva, las cuales no tienen muchas veces las herramientas o los procesos adecuados para darles el tratamiento que corresponde. Alcances Médicos S.A. de esta forma debe comprometerse a cuidar el medio ambiente dando cualquiera de los cinco tratamientos que existen para este tipo de desechos.

²⁵ Al incinerar el PVC se produce una reacción en el cloro que podría liberar partículas altamente cancerígenas al medio ambiente.

2.1.5.1. Problemática

Se vive en una era industrial y el país no se queda atrás en lo que concierne a empresas de alta producción, fomentando un soporte en la economía actual, esto hace que exista un alto porcentaje de residuos o desechos contaminantes de materia prima que ya no son utilizables.

En la actualidad la mayoría de empresas industriales no tienen un buen manejo de sus desechos sólidos y los generadores de estos desechos peligrosos se deshacen de ellos de la manera más fácil o más barata que encuentran, sin importar su destino final y la contaminación que estos causan al medio ambiente.

También existen los desechos contaminantes peligrosos líquidos que son vertidos en los drenajes municipales o simplemente los depositan en barrancos cercanos, los cuales se mezclan con fuentes hídricas externas.

Biotrash colabora con el país ofreciendo una solución para la mitigación del impacto ambiental de los desechos industriales, brindando el servicio de recolección, tratamiento y disposición final a éstos (ver tabla IV).

2.1.5.2. ¿Qué incluye el servicio?

- Asesoría en los procesos de tratamiento para los desechos.
- Capacitación de concientización y políticas ambientales relacionadas con desechos industriales.
- Asesoría en el tipo de promoción adecuado a sus necesidades.

- “Certificado de destrucción de productos.”²⁶
- Recolección de desechos en toda la república.
- Pesaje en todas sus visitas programadas.
- Cumplimiento de visitas en días y horarios establecidos.

Tabla IV. **Procesos que se realizan para desechos industriales**

Proceso	Beneficios	Tipos de desecho a tratar
Trituración	El producto se convierte en pequeñas partes, lo cual hace que sea irreconocible. El desecho procesado se convierte en un material no comercializable, evitando así la reutilización de los mismos, adicionalmente se agrega valor a la marca del producto, evitando la circulación clandestina de estos.	<ul style="list-style-type: none"> - Productos farmacéuticos vencidos. - Productos de consumo vencidos y dañados. <ul style="list-style-type: none"> - Inventarios obsoletos. - Papelería y documentos confidenciales (licencias, pasaportes, tarjetas de crédito, etc.). - Electrodomésticos y equipo de cómputo. <ul style="list-style-type: none"> - Mobiliario. - Plásticos y alimentos secos. - Productos cosméticos. - Productos suntuosos.
Incineración	Destruye los desechos mediante un proceso de combustión, reduciéndolos a cenizas y liberando CO ₂ al medio ambiente y vapor de agua. Luego estas cenizas se disponen finalmente de ellas en el relleno sanitario, sin afectar al medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Alimentos (carnes y lácteos). - Cosméticos (cremas y pastas). <ul style="list-style-type: none"> - Aceites y grasas. - Medicamentos controlados en tabletas o grageas (no blíster). - Lodos (niveles permisibles de contenidos metales pesados). - Residuos químicos (alcohol, hidrocarburos).
Encapsulado	Aquellos desechos químicos que por sus características tóxicas, reactivas u otras, requieren de un proceso de aislamiento físico, para lo cual debe proceder a encapsularse para prevenir el derrame y posible contaminación del entorno.	<ul style="list-style-type: none"> - Pesticidas órgano fosforados. - Líquidos y aceites insolubles. <ul style="list-style-type: none"> - Químicos peligrosos.

²⁶ Generalmente el certificado de destrucción de producto se extiende luego que el cliente ha presenciado el mismo en día y horario establecido según conveniencia por la empresa y el cliente.

Continuación de la tabla IV.

Proceso	Beneficios	Tipos de desecho a tratar
Dilución	Reducir la concentración del producto activo de la solución para ser drenado en pozos de absorción y sometido a reducción biológica.	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones neutras no tóxicas. - Sueros y medicamentos.
Evaporación	Verter una cantidad controlada de líquidos, pastas o semisólidos sobre una superficie orgánica absorbente para generar un proceso de evaporación del gas o vapores contenidos, los residuos restantes dependiendo de sus características y naturaleza, son complementados por un proceso de incineración o trituración.	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos, pastas o semisólidos no inflamables.

Fuente: Alcances Médicos S.A. www.biotrash.net. Consulta: marzo de 2012.

2.1.6. Disposición final de los desechos

Procesados los desechos tanto en el tratamiento de trituración, incineración, encapsulamiento y algunas veces en evaporación, estos son colocados directamente al camión de volteo de transportación final, y llevados al vertedero sanitario. En el vehículo se utiliza una lona protectora²⁷ sobre el desecho para evitar que los mismos se dispersen en el ambiente.

La empresa drena los desechos procesados, en el vertedero sanitario del kilómetro 22 ruta al pacifico jurisdicción del municipio de Villa Nueva, AMSA, en horarios de las 8:00 h hasta las 17:00 h, permitiendo que los equipos de trabajo lleven a cabo su función, la cual consiste en el enterramiento inmediato de todos aquellos desechos en general que ingresan al mismo en una celda ubicada para ello.

²⁷ La lona es de material vinílico resistente, lo cual facilita su posterior lavado dentro de la empresa.

Los procesos para tratamiento de desechos del tipo inorgánico son independientes del tratamiento para desechos del tipo anatomopatológico, sin embargo los subproductos de los procesos son drenados simultáneamente, y enviados al vertedero sanitario en el mismo vehículo y el mismo día de su proceso.

2.2. Descripción del equipo principal

En los siguientes puntos se incluyen definiciones no encontradas en el Reglamento 509-2001 y que son de utilidad en la planta de recolección, tratamiento y disposición final.

- Trituradora industrial: maquinaria específica para el proceso de destrucción de producto del área hospitalaria y del área de industria, reduciéndolo a pequeñas partículas (ver figura 26). Cuenta con 2 motores de 25 caballos de potencia y 230 voltios, los cuales dan movimiento a los cuatro ejes por medio de rodamientos respectivos. Para realizar el trabajo de trituración se dispone de 22 cuchillas en cada eje.

Figura 26. **Trituradora industrial**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Caldera industrial: máquina que genera vapor a través de la transferencia de calor mediante los tubos distribuidos en su interior (ver figura 27). Dicho vapor se utiliza para realizar el proceso de esterilización por medio de la autoclave.

Figura 27. **Caldera industrial**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Autoclave industrial: maquinaria que opera a una presión y temperatura de trabajo de 75 libras sobre pulgada cuadrada y 350 grados fahrenheit respectivamente, realizando la esterilización y neutralización de bacterias y virus que se originan en el desecho hospitalario o común (ver figura 28). Dicha esterilización se realiza, como ya se mencionó anteriormente, con el vapor generado por la caldera.

Figura 28. **Autoclave industrial**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Incinerador industrial: maquinaria que realiza la deshidratación térmica o incineración del producto especialmente patológico mediante combustible diesel (ver figura 29).

Figura 29. **Incinerador industrial**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Evaporador: es una campana de absorción que consta de un quemador industrial que permite realizar el proceso de evaporación de líquidos, pastas o semisólidos contenidos en una cacerola (ver figura 30). Los residuos restantes dependiendo de sus características y naturaleza, son complementados por un proceso de incineración o trituración.

Figura 30. **Evaporador industrial**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Cuarto frío: Es una cámara apta para el almacenamiento temporal del desecho sólido hospitalario (ver figura 31), la cual debe permanecer en un rango de temperatura entre los 5 y 10 grados centígrados.

Figura 31. **Cuarto frío**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Elevador: es una estructura ubicada a un costado de la máquina trituradora la cual se usa para realizar la alimentación manual de la misma (ver figura 32).

Figura 32. **Elevador**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

- Planta de tratamiento: es un sistema de tanques de decantación, aireación y oxigenación que permiten tratar el agua residual de la planta para que ésta no sea perjudicial al ambiente (ver figura 33).

Figura 33. **Planta de tratamiento**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

2.3. Descripción del equipo auxiliar

El equipo de protección que se utiliza dentro de las instalaciones como en el personal que recolecta, está basado con perfiles y levantamiento de riesgos dependiendo de la actividad que se realice.

- Cascos protectores: los cascos utilizados en la empresa son de uso industrial, fabricados de polipropileno, con arnés ajustable en su interior y el logotipo de la empresa.
- Guantes: “estos son fabricados de nitrilo color verde claro, a sugerencia del Departamento de Salud y Ambiente por tener una mejor permeabilidad.”²⁸
- Lentes protectores: fabricados de polietileno 100 por ciento transparentes, exclusivamente para uso industrial, su función principal es proteger los ojos de los operarios de recolección y planta.
- Mascarillas: estas son fabricadas de hule, tipo industrial, con filtros de carbón activado y filtros de algodón, los cuales se sugiere el recambio cada tres meses, o en su defecto cuando dejan sentir algún mal olor. “Los recolectores utilizan la mascarilla N-95d”²⁹ ya que el tiempo de duración para la etapa de manejo es con un intervalo corto, lo que permite la protección personal con mayor seguridad.

²⁸ Se complementan con el uso de guantes de látex en casos donde no se realizan tareas prolongadas, como p. ej. lavado de carros recolectores y camiones.

²⁹ Esta mascarilla es especial para vapores y protege perfectamente contra desechos bioinfecciosos.

- Overoles: fabricados de gabardina tipo mediano e identificados con logotipos de bioinfeccioso y de la empresa en el bolsillo anterior y por la partes posterior con mayor tamaño.
- Gabachas de plástico: debidamente identificadas con el logotipo de la empresa, las cuales se colocan sobre el overol durante el proceso de recolección y procesamiento, seguidamente desinfectándose y guardándose en el caso de los recolectores en cajas plásticas cerradas.
- Botas: “fabricadas de hule y de cuero dependiendo de las tareas que se vayan a realizar, de fabricación nacional, con punta metálica, uso industrial y suela antideslizante.”³⁰
- Cinturón abdominal: son fabricados de fibra sintética útiles para protección de la cintura y la espalda de los operarios de recolección, planta y personal de mantenimiento.

2.4. Diagnóstico situacional actual a partir de técnicas de análisis

Al inicio del presente trabajo de graduación se encontró que el tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios e industriales, no estaba teniendo la eficiencia esperada como cuando la planta empezó sus operaciones en el año de 1999. Con la finalidad de establecer las posibles causas que propiciaron la disminución de la eficiencia en el tratamiento de los desechos, se llevaron a cabo ciertas técnicas de análisis para la determinación de la causa raíz que originaron este problema. Estas técnicas de análisis se describen a continuación:

³⁰ Fabricadas de cuero para tareas de recolección y de hule para tareas de lavado y desinfección dentro de la planta.

2.4.1. Lluvia de ideas

Es una técnica de grupo que consiste en concebir ideas originales y creativas para la solución de un problema. De esta forma se obtienen mucho más ideas y mejores que las que cualquier persona podría generar haciéndolo de manera independiente.

Procedimiento: se integró un grupo de trabajo de 12 personas, siendo la mayoría operarios de planta, recolección y algunos ejecutivos de la empresa. El grupo trabajó en la sala de reuniones, nombrándose un facilitador encargado de dirigir al grupo y anotar las ideas generadas por los participantes. El objetivo principal fue identificar las causas del problema ya establecido: la disminución de la eficiencia en el tratamiento de los desechos. Para esto se realizó una lluvia de ideas para ayudar a identificar las posibles causas del problema, anotando en un pizarrón una lista con las ideas generadas tomando en cuenta que las causas anotadas realmente fueran causas y no soluciones.

Luego de tener la lista con las causas posibles, las mismas se agruparon para la identificación de las causas mayores, es decir el facilitador realizó un ejercicio de categorización de manera participativa. De esta manera el grupo identificó de entre las causas señaladas las similares o repetidas, para luego agruparlas o eliminarlas. Luego de la depuración se realizó una segunda agrupación por causas mayores y que representaran causas vitales. Con el objetivo de clasificar las causas principales enfocado en las características del problema se recurrió a la categorización según las 6 emes (M's): mano de obra, métodos, maquinaria, materiales, mediciones y medio ambiente. A continuación se describen cada una de estas.

- Causas debidas a la mano de obra: en esta categoría se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano. Por ejemplo se incluyen: falta de experiencia del personal, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, habilidad, estado de ánimo, etc.
- Causas debidas al método: en este grupo se registran las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo empleado. Pueden ser numerosas las averías en los equipos a causa de una deficiente operación y el incumplimiento de los estándares de capacidades máximas.
- Causas debidas a la maquinaria: en esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de tratamiento de los desechos, es decir los equipos en planta: caldera, autoclave, incinerador, trituradora y evaporador principalmente. Se toma en cuenta el efecto de las acciones de mantenimiento, problemas de operación, eficiencia, etc.
- Causas debidas a los materiales: en esta categoría se tienen en cuenta las causas que generan el problema desde el punto de vista de las materias primas utilizadas en el tratamiento de los desechos. Por ejemplo: causas debidas a la carencia de insumos, repuestos, herramientas, etc. Estos factores causales pueden hacer que se presente con mayor severidad una falla en un equipo.

- Causas debidas a las mediciones: en los procesos industriales los problemas de los sistemas de medición pueden ocasionar pérdidas importantes en la eficiencia de una planta. Con la finalidad de establecer las causas en esta categoría se deben tomar en cuenta por ejemplo: descalibraciones en equipos, fallas en instrumentos de medida, errores en lecturas, etc.
- Causas debidas al medio ambiente: se incluyen en este grupo aquellas causas que provienen de factores externos como la contaminación, temperatura del medio ambiente, altura de la ciudad, humedad, etc. Para este trabajo de graduación esta categoría no se tomó en cuenta en el diagrama causa-efecto dado que este tipo de causas no influyen significativamente en el problema.

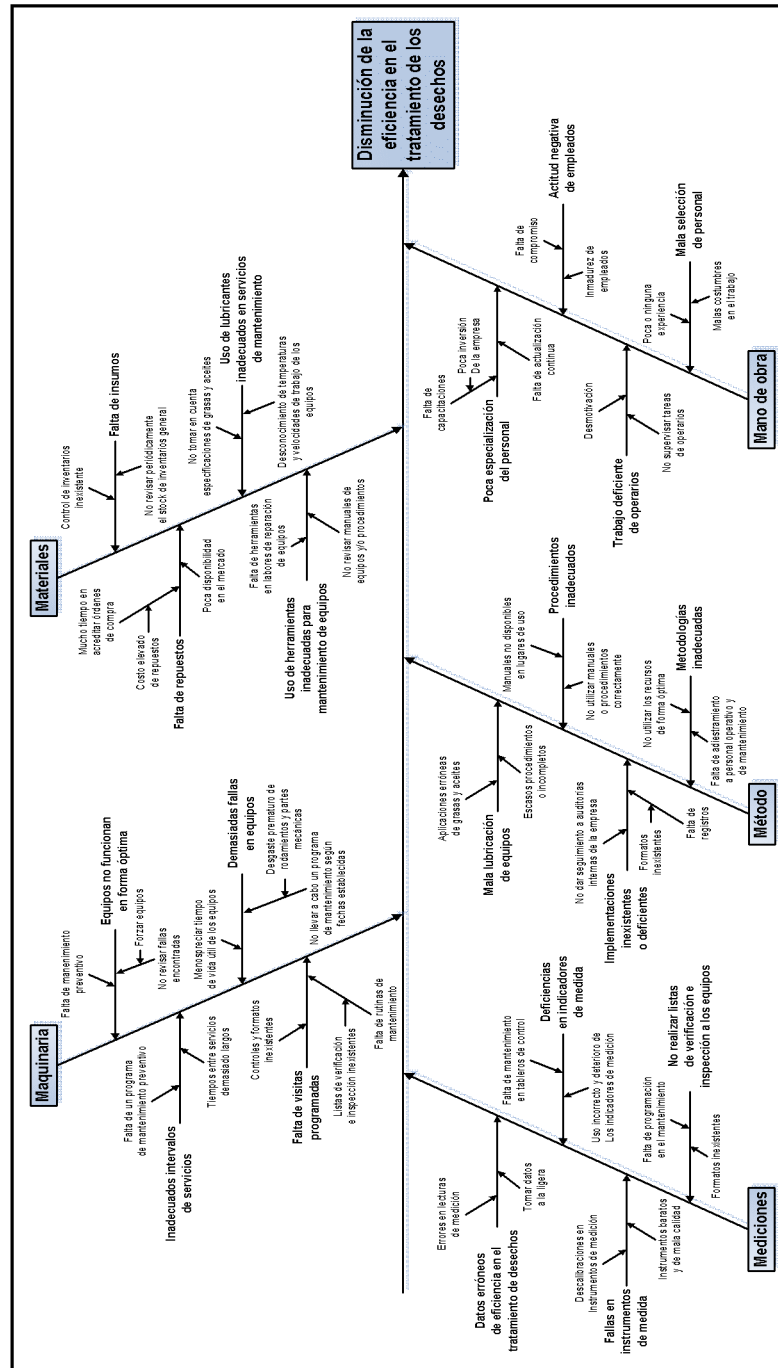
2.4.2. Diagrama causa-efecto o de Ishikawa

Una vez realizada la lluvia de ideas se procedió a la elaboración del diagrama causa-efecto, el cual es una representación gráfica de varios elementos (causas) que pueden contribuir al problema en cuestión (efecto).

Este diagrama por su forma también recibe el nombre de esqueleto de pescado, en la cual la espina dorsal es el camino que conduce a la cabeza del pescado que es el problema al cual se desea analizar y dar solución (rectángulo al extremo derecho); las espinas o flechas que lo rodean son las causas principales y subcausas que intervienen.

Como resultado de la lluvia de ideas y la categorización de las causas según las 6 emes (M's), en este caso 5 emes (M's), se obtuvo el diagrama causa-efecto o de Ishikawa, el cual se muestra en la figura 34.

Figura 34. Diagrama causa-efecto diagnóstico situacional actual



Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Multivotación

Es una técnica de grupo que permite reducir la lista extensa de posibles causas producto de la lluvia de ideas y el diagrama causa-efecto, con el objetivo de seleccionar las principales causas que originaron el problema. La votación puede darse en dos, tres o las vueltas que sean necesarias para reducir la lista tanto como sea posible.

Procedimiento: el procedimiento que se siguió primeramente fue escoger a criterio de los participantes y por mayoría de votos las 10 principales causas que originaron el problema; de esta forma se procedió a la votación individual. Se asignó a cada miembro del grupo un número de votos igual al 50 por ciento del número de causas en la lista final. Como resultado se obtuvo 5 votos/persona (10 causas x 50 por ciento = 5 votos/persona); el total de votos por cada vuelta fue de 60 (5 votos/persona x 12 participantes = 60 votos totales).

En esta etapa los miembros determinan cómo distribuyen sus votos; uno por causa, varios o todos los votos a una sola causa. Se procede a la primera vuelta de votación; las causas que tienen menos votos se van eliminando de la lista para ir descartando causas posibles.

En este caso se efectuaron tres vueltas de votación para encontrar las tres causas más importantes. El resultado de la multivotación para encontrar la causa raíz se muestra en la tabla V.

Tabla V. **Multivotación efectuada para detectar causa raíz del problema**

RESULTADOS MULTIVOTACIÓN PARA DETECTAR CAUSA RAÍZ				
No.	DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES CAUSAS	PRIMERA VUELTA	SEGUNDA VUELTA	TERCERA VUELTA
1	Falta de un programa de mantenimiento preventivo	20	25	30
2	Controles y formatos inexistentes	4	0	0
3	Falta de insumos	4	0	0
4	Control de inventarios inexistente	15	18	13
5	Falta de herramientas en labores de reparación de equipos	5	8	7
6	Errores en lecturas de medición	2	0	0
7	Mala lubricación de equipos	2	0	0
8	Desmotivación	1	0	0
9	Falta de adiestramiento a personal operativo y de mantenimiento	6	9	10
10	Falta de registros	1	0	0
TOTALES		60	60	60

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Conclusión a partir de las técnicas de análisis utilizadas

Al desarrollar la lluvia de ideas, el diagrama de causa-efecto y la multivotación se obtuvieron las principales causas que originaron la disminución de la eficiencia en el tratamiento de los desechos en la empresa. Las causas detectadas según la multivotación en orden de importancia fueron:

- Falta de un programa de mantenimiento preventivo;
- Control de inventarios inexistente;
- Falta de adiestramiento a personal operativo y de mantenimiento y
- Falta de herramientas en labores de reparación de equipos.

De estas causas, puede decirse que la disminución de la eficiencia en el tratamiento de los desechos se debe principalmente a la falta de un programa de mantenimiento preventivo y un control de inventarios de repuestos e insumos dentro de la empresa, lo que hace que no se utilicen los recursos de una forma óptima. En este trabajo de graduación se presenta una propuesta de mejora para estas dos causas, la cual se verá en este mismo capítulo.

Como parte del diagnóstico situacional en la empresa se procedió a la revisión de los registros existentes, principalmente de los servicios de mantenimiento realizados durante los meses anteriores a marzo, de lo cual se encontró que la mayoría de mantenimientos eran correctivos y se hacía reparando las partes mecánicas una vez que éstas fallaban.

Tampoco existían controles y formatos de registros de los servicios o inspecciones realizadas, con la fecha específica del servicio o reparación realizada, el tipo de mantenimiento realizado, los repuestos o insumos utilizados y el costo del mismo.

Respecto al personal que realizaba los mantenimientos preventivos y correctivos, se encontró deficiencias principalmente para la gente a cargo de la trituradora, puesto que es personal que no tiene la experiencia necesaria ni la herramienta adecuada para realizar las operaciones. En cuanto al personal que realiza los mantenimientos de la caldera, se pudo constatar que está debidamente capacitado para ello, aunque en los últimos meses no se habían realizado los servicios correspondientes.

El incinerador había estado trabajando también sin realizarle los mantenimientos necesarios, siendo el quemador pieza fundamental para la eficiencia en los procesos y también en la combustión de los gases de la chimenea, los cuales deben estar dentro de los parámetros establecidos. La mayoría de acciones que se realizaban eran correctivas y reparaciones que a la larga salían mucho más costosas que si se realizaran acciones preventivas.

Los manuales de los equipos existían pero no estaban a disposición en la empresa lo cual había venido dificultando las reparaciones. Así también no se contaba con el *stock* adecuado de insumos y repuestos para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos y no se llevaba un control de los mismos. Muchas veces era necesario cambiar cojinetes, retenedores, grasas y aceites pero no existía en *stock*.

Se mandaba a comprar pero la misma se retrasaba puesto que debe cumplirse con un proceso de compra de repuestos e insumos, que se realiza por ordenes de compra que muchas veces retardan las reparaciones de las partes mecánicas si no se solicitan con tiempo y por lo mismo los equipos permanecen parados demasiado tiempo.

Los repuestos e insumos más solicitados fueron: cojinetes cilíndricos para trituradora³¹, grasas³² y aceites³³ para los motores de la misma así como también para los motores del incinerador y la caldera. Son necesarios también insumos como utensilios de limpieza para carros recolectores y planta como desengrasantes y desinfectantes biodegradables, así como bacterias no patógenas para la planta de tratamiento.

Tomando como punto de partida que es necesaria la implementación de un programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios dentro de la empresa, deben entonces diseñarse las mejoras que permitan controlar estas dos causas para la mejora de la eficiencia en el tratamiento de los desechos.

³¹ Cód. 22216.

³² Grasa Grafitada *Multipurpose*: adecuada para temperatura y condiciones de velocidad normal con excelente resistencia al agua y alto punto de fusión.

³³ Especificaciones Aceite Shell Omala Oil 220: Viscosidad cinemática 40 °C: 229,4, índice de viscosidad: 160.

2.5. Eficiencia actual en el tratamiento de desechos

Lo que sigue a continuación es la descripción del cálculo en el tratamiento de los desechos peligrosos bioinfecciosos, es decir el tratamiento para el desecho inorgánico y orgánico. Como un breve recordatorio los desechos del tipo inorgánico deben pasar por el proceso de esterilización y trituración respectivamente. Para el tratamiento del desecho orgánico este debe pasar únicamente por el proceso de incineración.

Antes de obtener la eficiencia en el tratamiento de los desechos es conveniente primero definirla junto con el concepto de nivel de referencia, los cuales se emplean en este tipo de cálculos.

- Eficiencia: consiste en usar racionalmente los recursos disponibles en la consecución de un producto, es decir obtener más productos con menos recursos. La eficiencia está dada como el número de unidades producidas por unidad de recurso utilizado, con respecto al número esperado de unidades producidas por unidad de recurso. La eficiencia debe estar dada en porcentaje, como una relación del número de veces por cada cien. Las ecuaciones que determinan la eficiencia total en un proceso son:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso}}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{número de eficiencias sumadas}}$$

Las unidades producidas en este caso fueron libras de desecho procesadas según el tratamiento (esterilización, trituración e incineración). Las unidades de recurso utilizadas fueron galones de diesel en el tratamiento de esterilización e incineración. Para trituración se tomaron las horas máquina utilizadas en su respectivo proceso.

Para obtener la eficiencia es necesario comparar los cálculos con ciertas medidas previamente establecidas, los cuales se determinan niveles de referencia y que se describen a continuación.

- Niveles de referencia: como se dijo anteriormente, la eficiencia está dada por las unidades producidas por unidad de recurso, sobre las unidades esperadas por unidad de recurso. Estas unidades esperadas son respecto a algún nivel de referencia los cuales pueden ser de diferentes clases:
 - Histórico: obtenidos con base en los resultados obtenidos en el pasado cercano.
 - Competencia: se obtiene con base en el comportamiento presentado por la competencia, con base en un consenso de las personas que tienen el poder de decidirlo o también con base en alguna conveniencia para la empresa.
 - Meta: se obtiene con base en métodos y medición del trabajo, con base en las especificaciones del diseño o con base en las solicitudes de los clientes.

En este caso se utilizaron niveles de referencia históricos para los procesos de esterilización, trituración e incineración, los cuales se obtuvieron de las libras producidas por unidad de recurso o insumo al momento en que la empresa inició sus operaciones, quedando así establecidas para posteriores comparaciones. Estos niveles de referencia son:

- Nivel de referencia histórico en esterilización: 62,50 libras por galón.
- Nivel de referencia histórico en trituración: 4 125,00 libras por hora máquina.
- Nivel de referencia histórico en incineración: 41,50 libras por galón.

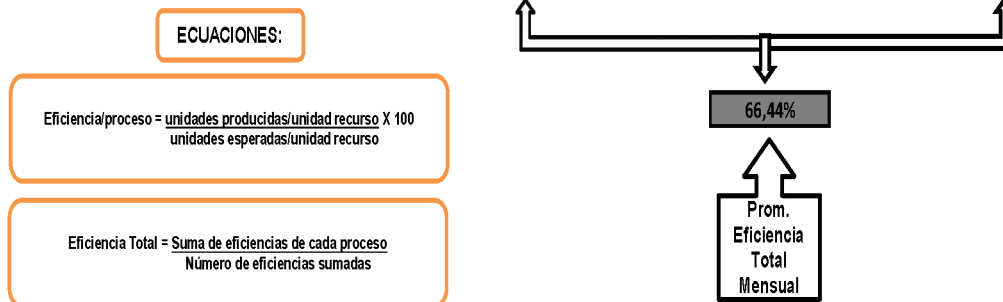
Se calculó la eficiencia actual en el tratamiento de los desechos inorgánicos y orgánicos, tomando en cuenta las fallas en los equipos durante los meses de enero y febrero para más adelante comparar la eficiencia al momento de implementar el programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios. “Cabe mencionar que para el tratamiento de desecho inorgánico lo que se hace es una aproximación de las libras procesadas por día puesto que no se conoce el peso exacto.”³⁴

En las tablas VI a IX se muestran los resultados para el cálculo de la eficiencia en el proceso de los desechos antes de implementar el programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios.

³⁴ Se tiene el peso de lo que ingresa en el día, pero este no es procesado inmediatamente. Se va procesando lo que va quedando acumulado de días anteriores en el cuarto frío.

Tabla VI. Eficiencia enero en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (ENERO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 125,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
03-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
04-ene	18 840,13	402,00	46,87	74,99%	18 840,13	6,00	3 140,02	76,12%	
05-ene	19 088,03	405,00	47,13	75,41%	19 088,03	6,00	3 181,34	77,12%	
06-ene	12 394,82	298,00	41,59	66,55%	12 394,82	5,00	2 478,96	60,10%	
07-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
08-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
10-ene	20 823,31	433,00	48,09	76,95%	20 823,31	7,00	2 974,76	72,12%	
11-ene	18 592,24	397,00	46,83	74,93%	18 592,24	7,00	2 656,03	64,39%	
12-ene	13 882,20	322,00	43,11	68,98%	13 882,20	5,00	2 776,44	67,31%	
13-ene	13 882,20	320,00	43,38	69,41%	13 882,20	5,00	2 776,44	67,31%	
14-ene	6 941,10	210,00	33,05	52,88%	6 941,10	3,00	2 313,70	56,09%	
15-ene	6 941,10	214,00	32,44	51,90%	6 941,10	3,00	2 313,70	56,09%	
17-ene	6 941,10	212,00	32,74	52,39%	6 941,10	3,00	2 313,70	56,09%	
18-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
19-ene	27 764,41	545,00	50,94	81,51%	27 764,41	8,00	3 470,55	84,13%	
20-ene	13 882,20	320,00	43,38	69,41%	13 882,20	6,00	2 313,70	56,09%	
21-ene	14 378,00	330,00	43,57	69,71%	14 378,00	6,00	2 396,33	58,09%	
22-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Elevador
24-ene	16 856,96	370,00	45,56	72,89%	16 856,96	6,00	2 809,49	68,11%	
25-ene	6 941,10	213,00	32,59	52,14%	6 941,10	3,00	2 313,70	56,09%	
26-ene	13 634,31	318,00	42,88	68,60%	13 634,31	5,00	2 726,86	66,11%	
27-ene	16 361,17	360,00	45,45	72,72%	16 361,17	6,00	2 726,86	66,11%	
28-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
29-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
31-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
Total/mes	248 144,38	5 669,00	41,89	67,73%	248 144,38	90,00	2 687,21	65,14%	6,00



Fuente: elaboración propia.

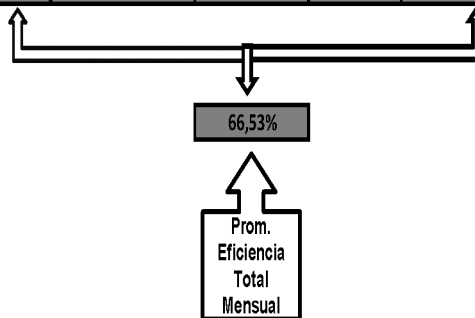
Tabla VII. Eficiencia febrero en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (FEBRERO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 125,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Engranaje trit.
02-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Engranaje trit.
03-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Engranaje trit.
04-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Engranaje trit.
05-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Engranaje trit.
07-feb	24 584,72	560,00	43,90	70,24%	24 584,72	9,00	2 731,64	66,22%	
08-feb	14 990,68	339,00	44,22	70,75%	14 990,68	6,00	2 498,45	60,57%	
09-feb	14 990,68	340,00	44,09	70,54%	14 990,68	6,00	2 498,45	60,57%	
10-feb	17 988,82	400,00	44,97	71,96%	17 988,82	7,00	2 569,83	62,30%	
11-feb	11 992,55	290,00	41,35	66,17%	11 992,55	5,00	2 398,51	58,15%	
12-feb	7 495,34	220,00	34,07	54,51%	7 495,34	3,00	2 498,45	60,57%	
14-feb	23 385,46	520,00	44,97	71,96%	23 385,46	8,00	2 923,18	70,87%	
15-feb	32 080,06	710,00	45,18	72,29%	32 080,06	10,00	3 208,01	77,77%	
16-feb	31 480,43	705,00	44,65	71,44%	31 480,43	10,00	3 148,04	76,32%	
17-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Guardanivel caldera
18-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	8,00	0,00	0,00%	Camión
19-feb	14 990,68	339,00	44,22	70,75%	14 990,68	6,00	2 498,45	60,57%	
21-feb	22 486,02	505,00	44,53	71,24%	22 486,02	8,00	2 810,75	68,14%	
22-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
23-feb	22 486,02	495,00	45,43	72,68%	22 486,02	8,00	2 810,75	68,14%	
24-feb	14 990,68	339,00	44,22	70,75%	14 990,68	6,00	2 498,45	60,57%	
25-feb	14 990,68	340,00	44,09	70,54%	14 990,68	5,00	2 998,14	72,68%	
26-feb	7 495,34	220,00	34,07	54,51%	7 495,34	3,00	2 498,45	60,57%	
28-feb	7 495,34	222,00	33,76	54,02%	7 495,34	3,00	2 498,45	60,57%	
Total/mes	283 923,50	6 544,00	42,36	67,77%	283 923,50	111,00	2 693,00	65,28%	6,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$



Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Eficiencia enero en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (ENERO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
03-ene	800,00	30,00	26,67	64,26%	
04-ene	800,00	30,00	26,67	64,26%	
05-ene	670,00	27,00	24,81	59,79%	
06-ene	800,00	31,00	25,81	62,18%	
07-ene	310,00	16,00	19,38	46,69%	
08-ene	350,00	17,00	20,59	49,61%	
10-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
11-ene	800,00	32,00	25,00	60,24%	
12-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
13-ene	900,00	34,00	26,47	63,78%	
14-ene	710,00	27,00	26,30	63,36%	
15-ene	350,00	17,00	20,59	49,61%	
17-ene	625,00	26,00	24,04	57,92%	
18-ene	779,00	31,00	25,13	60,55%	
19-ene	768,00	29,00	26,48	63,81%	
20-ene	580,00	24,00	24,17	58,23%	
21-ene	350,00	16,00	21,88	52,71%	
22-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
24-ene	532,00	22,00	24,18	58,27%	
25-ene	420,00	19,00	22,11	53,27%	
26-ene	732,00	28,00	26,14	62,99%	
27-ene	320,00	15,00	21,33	51,41%	
28-ene	740,00	29,00	25,52	61,49%	
29-ene	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
31-ene	802,00	31,00	25,87	62,34%	
Total/mes	13 138,00	531,00	24,24	58,42%	4,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad insumo}}$$

**Prom.
Eficiencia
Mensual**

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Eficiencia febrero en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (FEBRERO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
02-feb	690,00	28,00	24,64	59,38%	
03-feb	839,00	34,00	24,68	59,46%	
04-feb	652,00	27,00	24,15	58,19%	
05-feb	662,00	28,00	23,64	56,97%	
07-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
08-feb	760,00	31,00	24,52	59,08%	
09-feb	472,00	22,00	21,45	51,70%	
10-feb	764,00	31,00	24,65	59,39%	
11-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
12-feb	612,00	26,00	23,54	56,72%	
14-feb	700,00	29,00	24,14	58,16%	
15-feb	652,00	27,00	24,15	58,19%	
16-feb	350,00	15,00	23,33	56,22%	
17-feb	512,00	21,00	24,38	58,75%	
18-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
19-feb	292,00	12,00	24,33	58,63%	
21-feb	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
22-feb	636,00	26,00	24,46	58,94%	
23-feb	667,00	27,00	24,70	59,53%	
24-feb	280,00	11,00	25,45	61,34%	
25-feb	767,00	30,00	25,57	61,61%	
26-feb	350,00	14,00	25,00	60,24%	
28-feb	687,00	27,00	25,44	61,31%	
Total/mes	11 344,00	466,00	24,33	58,62%	3,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad insumo}}$$

Prom.
Eficiencia
Mensual

Fuente: elaboración propia.

2.6. Implementación del programa de mantenimiento para los equipos

El mantenimiento en general aplicado a cualquier máquina ha ido evolucionando a través de los años por lo que se tienen descritos nuevos y antiguos paradigmas en el mantenimiento.

La finalidad primordial del mantenimiento es prolongar la vida útil de cualquier equipo protegiendo también el medio ambiente por aquellas máquinas que produzcan contaminación.

2.6.1. Diferentes tipos de mantenimiento

Dentro de los diferentes tipos de mantenimiento se puede mencionar el mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y proactivo, es una conjunción de mantenimiento donde cada uno va relacionado siempre con la finalidad de prolongar la vida útil de cualquier equipo.

2.6.1.1. Generalidades del mantenimiento preventivo

Está basado en la programación de trabajos de mantenimiento a intervalos de tiempo específico. Normalmente se establece a través de rutinas de mantenimiento, es decir actividades periódicas y trata de anteponerse a las fallas.

Aplicado a los equipos principales de la planta de procesos está definido como el programa de servicio que tendrá como objetivo primordial lograr una mayor disponibilidad de la maquinaria industrial a través de la inspección diaria y el mantenimiento programado.

2.6.1.2. Generalidades del mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo o mantenimiento histórico, se limita a la reparación de los equipos y máquinas una vez que hayan fallado, lo que ocasiona pérdidas por tener altos costos de reparación de los equipos, pérdida en la disponibilidad de los equipos y pérdida de productividad en el tratamiento de los desechos.

2.6.2. Importancia del uso adecuado del mantenimiento

En definitiva es de mucha importancia la aplicación adecuada del mantenimiento a los equipos de la planta para un buen funcionamiento. En general con ello se asegura:

- Prolongar la vida útil de los equipos.
- Se obtiene un mejor desempeño en los mismos.
- Obtener bajos costos de operación.
- Aumentar el valor de reventa del equipo.
- Aumentar la disponibilidad.
- Facilitar la labor del operador.

Con todas estas ventajas que se obtienen con el uso adecuado del mantenimiento es evidente la importancia que tiene el mismo a cualquier equipo dentro de la empresa para que la planta opere en forma óptima.


2.6.3. Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos en planta

Con el fin de mejorar la eficiencia de los procesos en el tratamiento de los desechos bioinfecciosos e industriales se presentó la siguiente propuesta a la empresa acerca de la programación que debe seguirse en el mantenimiento preventivo de la caldera, autoclave, incinerador y trituradora principalmente (ver tablas X y XI).

El programa de mantenimiento que se va a aplicar a los equipos contiene propiamente el calendario de actividades a realizar, indicando la frecuencia con que se realizan los trabajos, la fecha y horarios exactos, así como el grupo o personal encargado de realizarlo.


Para ello es necesario llevar los registros correspondientes en los formatos establecidos en cada uno de los equipos, sean éstos para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos o bien para hacer rutinas de mantenimiento (revisiones de verificación e inspección programadas o no programadas).

Tabla X. Programa de mantenimiento a equipos (primera parte)

 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS EN PLANTA 2011 (CALDERA, AUTOCLAVE E INCINERADOR)					
EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	FECHA	HORA	GRUPO ENCARGADO
CALDERA	Servicio de mantenimiento menor: limpieza y lubricación de boquilla, electrodos, cámara de combustión y cilindro interno; ajuste de electrodos; revisión de alarma, bomba diesel, chimenea y purga; cambio de empaques	Trimestral	01-feb-11	02:00 p.m.	Pesonal externo
			02-may-11		
			02-nov-11		
	Servicio de mantenimiento mayor: limpieza y lubricación de electrodos, bomba diesel, cámara de combustión, chimenea y Mcdonell; ajuste de electrodos, combustión, purga y filtros; revisión de bomba diesel, chimenea y purga; cambio de empaques	Cada 9 meses	01-ago-11	02:00 p.m.	Pesonal externo
Servicio completo a quemador y bomba de inyección: desmontaje, revarnizado, cambio de rodamientos, montaje, reinstalación y puesta en marcha	Anual	01-oct-11	01:00 p.m.	Técnico eléctrico	
AUTOCLAVE	Servicio de mantenimiento a tableros de control: limpieza y revisión de botoneras, contactores eléctricos, luces de encendido y apagado, arrancadores; cambio de contactores de guardamotors; calibrar señales eléctricas de medidores y revisar consumo de corriente	Anual	01-feb-11	12:00 p.m.	Técnico eléctrico
	Servicio de mantenimiento menor: limpieza, lubricación, ajuste y revisión de electroválvulas de entrada y salida de vapor; limpieza y lubricación de accesorios generales (llaves y tuberías)	Trimestral	15-mar-11	03:00 p.m.	Mantenimiento planta
			15-jun-11		
			15-dic-11		
Servicio de mantenimiento mayor: limpieza, lubricación y ajuste de electroválvulas de entrada y salida de vapor; ajuste de llaves en general; revisión de tubería general y cámara interna y externa	Cada 9 meses	16-sep-11	03:00 p.m.	Mantenimiento planta	
INCINERADOR	Servicio de mantenimiento mayor: limpieza y lubricación a motor y cojinetes de quemador, fotoceldas y paredes refractarias; ajuste de fotoceldas, cojinetes y accesorios menores de motor y quemador; revisión de motor y fotoceldas de quemador	Cada 9 meses	26-mar-11	08:00 a.m.	Mantenimiento planta
			30-dic-11		
	Revisión de paredes refractarias: observar desprendimientos de ladrillo refractario y documentarlo con fotografías	Semestral	15-abr-11	04:00 p.m.	Mantenimiento planta
			14-oct-11		
	Servicio de mantenimiento a tableros de control: limpieza y revisión de botoneras, contactores eléctricos, luces de encendido y apagado, arrancadores; cambio de contactores de guardamotors; calibrar señales eléctricas de medidores y revisar consumo de corriente	Anual	02-may-11	12:00 p.m.	Técnico eléctrico
Servicio de mantenimiento menor: limpieza y lubricación de fotoceldas, boquilla y filtros de quemador, ventiladores y recámara de combustión de gases de chimenea; ajuste de fotoceldas; revisión de motor y fotoceldas de quemador, boquilla y filtros, ventiladores y recámara de combustión de gases de chimenea	Trimestral	30-jun-11	08:00 a.m.	Mantenimiento planta	
		24-sep-11			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Programa de mantenimiento a equipos (segunda parte)

 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS EN PLANTA 2011 (TRITURADORA, EVAPORADOR, CUARTO FRÍO, ELEVADOR Y PLANTA DE TRATAMIENTO)						
EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	FECHA	HORA	GRUPO ENCARGADO	
TRITURADORA	Reengrase de rodamientos de ejes; revisión de nivel de aceite; revisión y tensión de fajas de motores eléctricos	Quincenal	08 y 22 ene-11	01:00 p.m.	Mantenimiento planta	
			05 y 19 feb-11			
			05 y 19 mar-11			
			02, 16 y 30 abr-11			
			14 y 28 may-11			
			11 y 25 jun-11			
			09 y 23 jul-11			
			06 y 20 ago-11			
			03 y 17 sep-11			
			01, 15 y 29 oct-11			
			12 y 26 nov-11			
	10 y 24 dic-11					
	TRITURADORA	Reapriete de tornillería	Trimestral	12-mar-11	12:00 p.m.	Mantenimiento planta
				18-jun-11		
				10-sep-11		
17-dic-11						
TRITURADORA	Cambio de aceite en recámara de engranajes	Semestral	04-jun-11	07:00 a.m.	Mantenimiento planta	
			03-dic-11			
TRITURADORA	Servicio de mantenimiento a tableros de control: limpieza y revisión de botoneras, contactores eléctricos, luces de encendido y apagado, arrancadores; cambio de contactores de guardamotors; calibrar señales eléctricas de medidores y revisar consumo de corriente	Anual	01-ago-11	12:00 p.m.	Técnico eléctrico	
	Servicio a motores eléctricos: desmontaje, revarnizado, cambio de rodamientos, montaje, reinstalación y puesta en marcha; cambio de retenedores de aceite de trituradora	Anual	19-nov-11	07:00 a.m.	Mantenimiento planta	
EVAPORADOR	Servicio de mantenimiento general a quemador industrial y paredes refractarias	Semestral	15-ene-11	10:00 a.m.	Personal externo y mantenimiento planta	
			16-jul-11			
CUARTO FRÍO	Servicio de mantenimiento general a compresor, evaporador y ventiladores	Semestral	09-abr-11	10:00 a.m.	Personal externo	
			08-oct-11			
ELEVADOR	Servicio de mantenimiento a polipasto: desmontaje, revarnizado, cambio de rodamientos, montaje, reinstalación y puesta en marcha; revisión y ajuste de estructura metálica	Anual	04-jun-11	08:00 a.m.	Técnico eléctrico	
PLANTA DE TRATAMIENTO	Limpieza de tanques y tubería	Anual	05-nov-11	09:00 a.m.	Mantenimiento planta	

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.1. Caldera

Esta caldera se adapta a los requerimientos de la empresa pues para llevar a cabo el proceso de esterilización no se requiere demasiada potencia. Tomando en cuenta las horas de trabajo al día y que no es una caldera tan grande se ha establecido que a dicho equipo debe dársele dos servicios de mantenimiento menor y un servicio de mantenimiento mayor cada tres meses, los cuales deben constar de limpieza, ajuste y revisión de los principales componentes, así como cambios en las piezas que sufran desgaste, principalmente los empaques.

Especificaciones del equipo:

Tipo: Universal pirotubular

Potencia: 50 caballos de potencia

Libras de presión máx.: 100 libras sobre pulgada cuadrada

Temperatura promedio de operación: 350 grados fahrenheit

Horas de trabajo al día: 8-9 horas

Libras procesadas al día: 10 000-13 000 libras

2.6.3.1.1. Actividades para el servicio menor

El mantenimiento preventivo menor es el que viene recomendado por el fabricante el cual debe ajustarse cada tres meses o aproximadamente al cumplirse 500 horas de trabajo de operación. En la tabla XII se adjunta la lista general de actividades para el servicio de mantenimiento menor de la caldera.

Tabla XII. **Lista general de actividades del servicio menor para caldera**

ACTIVIDAD	COMPONENTE
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Boquilla Electrodos Cámara de combustión Cilindro interno Mc Donell
AJUSTE	Electrodos
REVISIÓN	Alarma Bomba diesel Chimenea Purga
CAMBIO	Empaques tortuga

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.1.2. Actividades para el servicio mayor

De igual forma el servicio de mantenimiento preventivo mayor para dicha caldera viene recomendado por el fabricante, ya que cada uno de los componentes tiene su intervalo en el cambio de lubricantes y ajustes necesarios. Para el efecto en la tabla XIII se adjunta la lista general de actividades para efectuar un servicio de mantenimiento mayor de la caldera.

Tabla XIII. **Lista general de actividades del servicio mayor para caldera**


ACTIVIDAD	COMPONENTE
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Electrodos Bomba diesel Cámara de combustión Chimenea Mc Donell
AJUSTE	Electrodos Combustión Purga Filtros
REVISIÓN	Bomba diesel Chimenea Purga
CAMBIO	Empaques tortuga

Fuente: elaboración propia.

Como complemento es necesario hacerle por lo menos una vez al año servicio completo al quemador y a la bomba de inyección de 1/2 caballo de potencia como parte de los componentes eléctricos de la caldera.

Para llevar los registros de los mantenimientos tanto menores como mayores de la caldera se deben utilizar ordenes de trabajo con un número correlativo y con el formato que se muestra en la tabla XIV.

Tabla XIV. Formato orden de trabajo para caldera

	ALCANCES MEDICOS S.A. DEPTO. OPERACIONES BITÁCORA DE INFORMACIÓN		ORDEN DE TRABAJO No. <input type="text"/>		
	CALDERA UNIVERSAL 50HP				
REGISTRO MANTENIMIENTO					
A. MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
	ACTIVIDAD	Fecha			
		01/02/2011 Menor	02/05/2011 Menor	01/08/2011 Mayor	02/11/2011 Menor
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Boquilla	√	√	X	√
	Electrodos	√	√	√	√
	Bomba Diesel	X	X	√	X
	Camara de Combustion	√	√	√	√
	Chimenea	X	X	√	X
	Cilindro Interno	√	√	X	√
	Mc Donell	√	√	√	√
AJUSTE	Electrodos	√	√	√	√
	Combustion	X	X	√	X
	Purga	X	X	√	X
	Filtro	X	X	√	X
REVISION	Alarma	√	√	X	√
	Bomba Diesel	√	√	√	√
	Chimenea	√	√	√	√
	Purga	√	√	√	√
COSTO TOTAL					
B. MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	COSTO		
OBSERVACIONES: _____					
Firma Grupo Encargado: _____					
Firma Supervisor: _____					

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.2. Autoclave

La autoclave consta principalmente de dos electroválvulas, una de entrada de vapor y la otra de salida de vapor. Dichas electroválvulas funcionan automáticamente, la de entrada o paso de vapor a la autoclave se activa al detectar que la caldera ha alcanzado la presión máxima de 100 libras sobre pulgada cuadrada y temperatura de 350 grados fahrenheit. Cuando el proceso de esterilización se ha llevado a cabo en su totalidad se activa la electroválvula de salida de vapor para descargar el vapor al ambiente por medio de la tubería correspondiente. Deben lubricarse y revisar constantemente las electroválvulas, por lo menos una vez al mes para evitar fugas y pérdidas de vapor hacia la autoclave.

Especificaciones del equipo:

Tipo: Industrial

Temperatura promedio de operación: 350 grados fahrenheit

Horas de trabajo al día: 8-9 horas

Libras procesadas al día: 10 000-13 000 libras

2.6.3.2.1. Actividades para el servicio menor

El mantenimiento preventivo menor es el que viene recomendado por el fabricante el cual debe ajustarse cada tres meses o aproximadamente al cumplirse 500 horas de trabajo de operación. En la tabla XV se adjunta la lista general de actividades para el servicio de mantenimiento menor de la autoclave.

Tabla XV. **Lista general actividades del servicio menor para autoclave**

ACTIVIDAD	COMPONENTE
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Electroválvulas de entrada y salida de vapor Llaves de paso Llaves de bola Accesorios menores
AJUSTE	Electroválvulas de entrada y salida de vapor
REVISIÓN	Electroválvulas de entrada y salida de vapor

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.2.2. Actividades para el servicio mayor

De igual forma el servicio de mantenimiento preventivo mayor para dicha autoclave viene recomendado por el fabricante ya que cada uno de los componentes tiene su intervalo en el cambio de lubricantes y ajustes necesarios. Para el efecto en la tabla XVI se adjunta la lista general de actividades para efectuar un servicio de mantenimiento mayor de la autoclave.

Tabla XVI. **Lista general actividades del servicio mayor para autoclave**


PROCEDIMIENTO	COMPONENTE
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Electroválvulas de entrada y salida de vapor Tubería de vapor Tubería de condensado
AJUSTE	Electroválvulas de entrada y salida de vapor Llaves en general
REVISIÓN	Tubería general Cámara interna y externa

Fuente: elaboración propia.

Otra forma de observar el buen funcionamiento de la autoclave es por medio de la hoja rotativa que muestra gráficamente los procesos que se van realizando en la autoclave, que da la presión y temperatura en determinado tiempo del proceso. Si dicha gráfica se genera distorsionada es necesario revisar principalmente las electroválvulas para constatar que estén trabajando adecuadamente. A la hora de revisar la tubería de entrada y salida de vapor, es importante darse cuenta que esté libre de corrosión para evitar fugas de vapor y agua que pueden traer consigo pérdidas en la eficiencia del proceso de esterilización.

En la parte eléctrica se tiene el tablero de los mandos de control a través del cual se controla automáticamente la autoclave a través de una pantalla que muestra la presión y temperatura registrada en determinado momento, que es la que se va imprimiendo en la hoja rotativa antes mencionada. Dicho tablero de control consta de circuitos, contactores y relés eléctricos que deben revisarse y cambiarse de ser necesario al menos una vez al año. Para llevar los registros de los mantenimientos tanto menores como mayores de la autoclave se deben utilizar ordenes de trabajo con un número correlativo y con el formato que se muestra en la tabla XVII.

Tabla XVII. Formato orden de trabajo para autoclave

	ALCANCES MEDICOS S.A. DEPTO. OPERACIONES BITÁCORA DE INFORMACIÓN		ORDEN DE TRABAJO No. <input type="text"/>			
	AUTOCLAVE INDUSTRIAL					
REGISTRO MANTENIMIENTO						
A. MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
	ACTIVIDAD	Fecha				
		15/03/2011	15/06/2011	16/09/2011	15/12/2011	
		Menor	Menor	Mayor	Menor	
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Electroválvula de entrada de vapor	√	√	√	√	
	Electroválvula de salida de vapor	√	√	√	√	
	Tubería de vapor	X	X	√	X	
	Tubería de condensado	X	X	√	X	
	Llaves de paso	√	√	X	√	
	Llaves de bola	√	√	X	√	
	Accesorios menores	√	√	X	√	
AJUSTE	Electroválvula de entrada de vapor	√	√	√	√	
	Electroválvula de salida de vapor	√	√	√	√	
	Llaves en general	X	X	√	X	
REVISION	Electroválvula de entrada de vapor	√	√	X	√	
	Electroválvula de salida de vapor	√	√	X	√	
	Tubería general	X	X	√	X	
	Cámara interna y externa	X	X	√	X	
COSTO TOTAL						
B. MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	COSTO			
OBSERVACIONES: _____						
Firma Grupo Encargado: _____			Firma Supervisor: _____			

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.3. Incinerador

El incinerador industrial consta de un quemador marca *Marathon* y tres motores ventiladores de turbina, los cuales se encargan de expulsar a través de la chimenea los gases de combustión que deben ser controlados a través de estudios técnicos realizados periódicamente. El quemador consta de una serie de fotoceldas, las cuales deben revisarse, ajustarse, lubricarse y de ser necesario cambiarse cuando se requiera. Al momento de darle servicio de mantenimiento al quemador, este debe constar de lubricación de cojinetes, y revisión de las fotoceldas antes mencionadas.

Especificaciones del equipo:

Tipo: Industrial

Temperatura promedio de operación: 1 300 grados centígrados

Horas de trabajo al día: 8-9 horas

Libras procesadas al día: 600-800 libras

2.6.3.3.1. Actividades para el servicio menor

El mantenimiento preventivo menor es el que viene recomendado por el fabricante el cual debe ajustarse cada tres meses o aproximadamente al cumplirse 500 horas de trabajo de operación. En la tabla XVIII se adjunta la lista general de actividades para el servicio de mantenimiento menor del incinerador.

Tabla XVIII. **Lista general de actividades del servicio menor incinerador**

ACTIVIDAD	COMPONENTE
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Fotoceldas de quemador Boquilla y filtros de quemador Motores ventiladores Recámara de combustión de gases de chimenea
AJUSTE	Fotoceldas de quemador
REVISIÓN	Motor y fotoceldas de quemador Boquilla y filtros de quemador Motores ventiladores Recámara de combustión de gases de chimenea

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.3.2. Actividades para el servicio mayor

De igual forma el servicio de mantenimiento preventivo mayor para dicho incinerador viene recomendado por el fabricante ya que cada uno de los componentes tiene su intervalo en el cambio de lubricantes y ajustes necesarios. Para el efecto en la tabla XIX se adjunta la lista general de actividades para efectuar un servicio de mantenimiento mayor del incinerador.

Tabla XIX. **Lista general de actividades del servicio mayor incinerador**

ACTIVIDAD	COMPONENTE
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Motor, cojinetes y fotoceldas de quemador Paredes refractarias
AJUSTE	Fotoceldas y cojinetes de quemador Accesorios menores del motor y quemador
REVISIÓN	Motor y fotoceldas de quemador

Fuente: elaboración propia.


Para evitar paradas en los procesos de incineración debe colocarse otro quemador previamente realizado su mantenimiento y enviar el quemador que en su momento esté en uso para su respectivo mantenimiento, y así sucesivamente hasta que sea necesario cambiar por completo el quemador cuando éste haya llegado a su tiempo de vida útil.

Internamente el incinerador consta de material refractario que mantiene el calor a una temperatura adecuada para que el proceso sea realizado eficientemente. Este material es un ladrillo que funciona perfectamente para las temperaturas a las que está expuesto el incinerador, de igual forma es bastante resistente y no es necesario cambiarlo más que cuando las paredes vayan mostrando deterioro y desprendimiento de material, lo cual puede darse cada dos o tres años. De todas formas es importante hacer una revisión cada seis meses para ir viendo el deterioro del mismo.

De igual forma que la autoclave, el incinerador también cuenta con un tablero de mandos de control por medio del cual se monitorea en pantalla la temperatura interna del incinerador, así como la temperatura de los tres ventiladores y la chimenea. Este tablero de mandos consta de circuitos, contactores y relés los cuales también necesitan su servicio de mantenimiento anual y cambio de los mismos de ser requerido.

Para llevar los registros de los mantenimientos tanto menores como mayores del incinerador se deben utilizar ordenes de trabajo con un número correlativo y el formato que se muestra en la tabla XX.

Tabla XX. Formato orden de trabajo para incinerador

	ALCANCES MEDICOS S.A. DEPTO. OPERACIONES BITÁCORA DE INFORMACIÓN		ORDEN DE TRABAJO No. <input type="text"/>		
	INCINERADOR INDUSTRIAL				
REGISTRO MANTENIMIENTO					
A. MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
	ACTIVIDAD	Fecha			
		26/03/2011	30/06/2011	24/09/2011	30/12/2011
		Mayor	Menor	Menor	Mayor
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN	Motor quemador	√	X	X	√
	Cojinetes de quemador	√	X	X	√
	Fotoceldas de quemador	√	√	√	√
	Boquilla y filtros de quemador	X	√	√	X
	Motores ventiladores	X	√	√	X
	Recámara de combustión de gases de chimenea	X	√	√	X
	Paredes refractarias	√	X	X	√
AJUSTE	Fotoceldas de quemador	√	√	√	√
	Cojinetes de quemador	√	X	X	√
	Accesorios menores del motor y quemador	√	X	X	√
REVISION	Motor quemador	√	√	√	√
	Fotoceldas de quemador	√	√	√	√
	Boquilla y filtros de quemador	X	√	√	X
	Motores ventiladores	X	√	√	X
	Recámara de combustión de gases de chimenea	X	√	√	X
	Paredes refractarias	√	X	X	√
COSTO TOTAL					
B. MANTENIMIENTO CORRECTIVO					
FECHA	DESCRIPCION	PROVEEDOR	COSTO		
OBSERVACIONES: _____					
Firma Grupo Encargado: _____		Firma Supervisor: _____			

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.4. Trituradora

Es una potente maquinaria y el equipo más importante en la planta de tratamiento de la empresa, pues por ella pasan quizá más del 85 por ciento de los desechos provenientes de los distintos clientes. Por lo mismo debe dársele el servicio de mantenimiento adecuado para evitar que falle constantemente.

Esta máquina consta de cuatro ejes rotativos dispuestos de forma que el material a triturar sea primeramente absorbido por dos ejes posteriores y luego triturado por otros dos ejes inferiores, cuyo fin es principalmente deshacerlo en pequeñas partículas por medio de la torsión ejercida en conjunto y con la ayuda de las ochenta y ocho cuchillas distribuidas en juegos de veintidós para cada uno de los ejes.

Especificaciones:

Tipo: Industrial

Horas de trabajo al día: 8-9 horas

Libras procesadas al día: 10 000-13 000 libras

2.6.3.4.1. Lineamiento mantenimiento preventivo de la trituradora

El mantenimiento preventivo de la trituradora es el que viene dado por el fabricante el cual debe ajustarse según el trabajo de operación al que esté expuesta la máquina de acuerdo a la planificación quincenal, trimestral, semestral y anual que indica la tabla XXI.

Tabla XXI. **Lineamientos mantenimiento preventivo de la trituradora**

FRECUENCIA	ACTIVIDAD
QUINCENAL	Reengrase de rodamientos de ejes Revisión de nivel de aceite en recámara de engranajes Revisión de fajas de motores eléctricos Tensar fajas de motores eléctricos
TRIMESTRAL	Reapriete general de tornillería
SEMESTRAL	Cambio de aceite en recámara de engranajes
ANUAL	Cambio de retenedores de grasa y aceite Servicio completo a los 2 motores eléctricos

Fuente: elaboración propia.

2.6.3.4.2. Servicio completo a los motores de la trituradora

Para la rotación de los ejes de la trituradora esta cuenta con dos motores eléctricos de 25 caballos de potencia y 230 voltios marca *Lincoln* a los cuales debe dárseles mantenimiento completo por lo menos una vez al año y debe constar de desmontaje, revarnizado, cambio de rodamientos, montaje, reinstalación y puesta en marcha de la trituradora. Al igual que la autoclave y el incinerador la trituradora también cuenta con un tablero de mandos de control para que trabaje automáticamente al 100 por ciento, una vez los motores han sido encendidos no existe ningún procedimiento adicional. “Este tablero consta también de circuitos eléctricos, contactos, contactores, guardamotors y relés a los cuales debe dárseles el mantenimiento respectivo una vez al año.”³⁵

³⁵ Es necesario realizarlo en este período para que el microprocesador no se desprograme y tenga que pararse el proceso de trituración por reparaciones respectivas.

Se debe cambiar anualmente los contactores de los guardamotores para que éstos no se vean expuestos a sobrecargas de energía, lo cual puede traer consigo un mal funcionamiento o en casos extremos puede desprogramarse el microprocesador mostrado en la figura 35, el cual envía la señal a los motores para la rotación de los mismos. El trabajo de los contactores es recibir dicha señal del microprocesador y enviarla a los motores que se accionan girando en la posición de rotación reversa, luego de algunos segundos los motores se detienen y empiezan a girar en la rotación correcta de trituración.


Figura 35. **Microprocesador que controla los motores de la trituradora**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Para llevar los registros de los mantenimientos de la trituradora se deben utilizar órdenes de trabajo con un número correlativo y con los formatos mostrados en las tablas XXII y XXIII.


Tabla XXII. Formato orden de trabajo preventivo para trituradora

		FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TRITURADORA	ORDEN DE TRABAJO No. _____	
CÓDIGO	FRECUENCIA	ACCIONES O INTERVENCIONES A REALIZAR			
1	Anual	Servicio a 2 motores 25HP, 230V: Desmontar, Revamizar, Cambio de Rodamientos, Amarrar y Conectar			
2	Anual	Cambio de Retenedores de grasa y aceite			
3	Semestral	Cambio de aceite en recámara de engranajes			
4	Quincenal	Reengrase de rodamientos de ejes			
5	Quincenal	Revisión de nivel de aceite			
6	Quincenal	Revisión de fajas de motores eléctricos			
7	Quincenal	Tensar fajas de motores eléctricos			
8	Trimestral	Reapriete general de tornillería			
REGISTRO DE INTERVENCIONES					
CODIGO	FECHA	NOTAS / OBSERVACIONES / INCIDENCIAS	CODIGO	FECHA	NOTAS / OBSERVACIONES / INCIDENCIAS
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
<i>Notas:</i> Ficha de mantenimiento preventivo - No se incluyen los cambios de cuchillas de corte y aportes de material de soldadura de alta dureza en la cámara de corte ya que estos están en función del material a triturar.					
		Firma Grupo Encargado: _____		Firma Supervisor: _____	

Fuente: elaboración propia.

Finalmente para realizar las rutinas de mantenimiento de los equipos en general (*check list*), deben llevarse los registros en formatos establecidos para tal fin, según se muestra en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. Formato rutinas de mantenimiento de equipos en general

		FICHA RUTINA DE MANTENIMIENTO		FECHA
		(Verificación e inspección de equipos en general)		/ /
Caldera				
REVISIÓN O INSPECCIÓN REALIZADA	MARCAR CON "v"	OTRAS REVISIONES O INSPECCIONES REALIZADAS (ESPECIFICAR)		
Cámara de combustión				
Mcdonell				
Alarma				
Chimenea				
Purga				
Autoclave				
REVISIÓN O INSPECCIÓN REALIZADA	MARCAR CON "v"	OTRAS REVISIONES O INSPECCIONES REALIZADAS (ESPECIFICAR)		
Lubricación electroválvulas de entrada y salida de vapor				
Funcionamiento electroválvulas de entrada y salida de vapor				
Llaves de paso y bola				
Tubería de vapor				
Tubería de condensado				
Cámara interna y externa				
Incinerador				
REVISIÓN O INSPECCIÓN REALIZADA	MARCAR CON "v"	OTRAS REVISIONES O INSPECCIONES REALIZADAS (ESPECIFICAR)		
Boquilla de quemador				
Funcionamiento motores ventiladores				
Recámara de combustión de gases de chimenea				
Arranque de motor quemador				
Trituradora				
REVISIÓN O INSPECCIÓN REALIZADA	MARCAR CON "v"	OTRAS REVISIONES O INSPECCIONES REALIZADAS (ESPECIFICAR)		
Nivel de aceite en recámara de engranajes				
Fajas de motores eléctricos				
Lubricación de rodamientos				
Arranque de motores eléctricos				
Funcionamiento de ejes rotatorios				
Limpieza de maquinaria				
Otro equipo				
REVISIÓN O INSPECCIÓN REALIZADA	MARCAR CON "v"	OTRAS REVISIONES O INSPECCIONES REALIZADAS (ESPECIFICAR)		
Firma Encargado: _____		Firma Supervisor _____		

Fuente: elaboración propia.

2.7. Propuesta de un sistema de control de inventarios de repuestos e insumos en la empresa Alcances Médicos S.A.

Con el objetivo de clasificar el inventario de la mejor manera primeramente se procedió a codificar los insumos y repuestos de acuerdo al tipo de suministro según los siguientes puntos.

2.7.1. Codificación

La clasificación de todos los ítems se realizó usando dígitos alfanuméricos con la finalidad de evitar la posible repetición de código, para ello se designó entonces once dígitos separados de la siguiente forma:

XXXXXX-XXX-XX

A B C

Donde:

A: seis primeros dígitos del nombre del ítem

B: número correlativo del ítem

C: tipo de suministro según la siguiente nomenclatura:

HR: Herramienta

RP: Repuesto

IN: Insumo

EQ: Equipos y repuestos reparables

PC: Pieza de cambio

El código para la clasificación correspondiente a cada artículo puede apreciarse en la tabla XXV.

Mediante el control de inventarios de repuestos e insumos de los equipos en planta se logra mantener en *stock* los más utilizados para realizar los mantenimientos preventivos programados.

De esta forma se mantienen actualizados los registros de los mantenimientos y reparaciones llevadas a cabo en las fechas establecidas para revisiones futuras.

El formato que se muestra en la tabla XXV es un ejemplo del registro que debe llenarse para llevar el control de inventarios de los repuestos e insumos utilizados, para realizar acciones preventivas y correctivas a los equipos principales de la planta, manteniéndolo siempre actualizado.

Tabla XXV. **Formato para el registro de inventarios**

REGISTRO DE INVENTARIO DE INSUMOS Y REPUESTOS										
FECHA	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	PRESENTACIÓN	COSTO UNITARIO	ENTRADA O INGRESO		SALIDA O EGRESO		SALDO	
					CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR	CANTIDAD	VALOR
09-abr-11	Cójinete cilíndrico cód. 22216	COJINE018RP	Unidad	Q1 200,00	1	Q1 200,00			1	Q1 200,00
21-abr-11	Aceite shell omala oil 220	ACEITE006IN	Cubeta	Q634,18	11	Q6 975,98			11	Q6 975,98
04-may-11	Aceite shell omala oil 220	ACEITE006IN	Cubeta	Q634,18			5	Q3 170,90	6	Q3 805,08
17-jun-11	Cójinete cilíndrico cód. 22216	COJINE018RP	Unidad	Q1 200,00	2	Q2 400,00			3	Q3 600,00
16-jul-11	Cójinete cilíndrico cód. 22216	COJINE018RP	Unidad	Q1 200,00			1	Q1 200,00	2	Q2 400,00

Fuente: elaboración propia.

Como puede verse en este formato, hay tres columnas que indican entrada, salida y saldo respectivamente. La columna de entrada indica que ese día ingresó al inventario dicho insumo con su valor correspondiente. La columna de salida indica que esa fecha se utilizó la cantidad del insumo establecido en la columna de descripción. La columna de saldo indica la cantidad y valor del insumo existente en el inventario a la fecha.

Las otras columnas descritas corresponden a la fecha en que ingresa o se utiliza el insumo, la presentación o unidad de medida y el costo unitario del insumo, que puede ser necesario para revisar y comparar los precios entre los distintos proveedores que puedan abastecer en su momento el inventario y ver qué conviene más a la hora de disminuir los costos.

El formato para el registro de inventario es muy sencillo pero a la vez es bastante efectivo a la hora de llevar un control de los repuestos e insumos. De igual forma es utilizable para saber en qué momento es necesario pedir insumos y no ser objeto de atrasos en los servicios de mantenimiento preventivo y reparaciones en los distintos equipos.

2.7.2. Implementación y análisis del método ABC para el control de inventarios

Para poder rediseñar el sistema con el que se manejan los materiales en la empresa, se debe determinar primero lo que se quiere obtener de ello. El principal objetivo del sistema de manejo de materiales es que permita identificar y diferenciar los artículos más importantes, con esto se distribuyen los recursos para su manejo y control, de la manera más eficiente.

El ABC de inventarios es una clasificación que se realiza a partir de la ley de Pareto, o regla del 80-20, la cual dice que el 20 por ciento de los artículos corresponden al 80 por ciento de la inversión, el 30 por ciento al 15 por ciento y el 50 por ciento restante corresponde al 5 por ciento. Diferenciar el inventario en los grupos A, B y C permitirá determinar el nivel y los tipos de procedimientos de control de inventario necesarios.

El control del grupo A, debe ser muy intensivo por razón de la inversión considerable que se hace. Al grupo B se le puede controlar utilizando técnicas menos sofisticadas pero eficientes en sus resultados. Al grupo C puede realizársele un control mínimo.

Para efectos de este trabajo de graduación los grupos del inventario ABC quedarán definidos en porcentajes de la siguiente manera: $0 < A \leq 80$; $80 < B \leq 95$; $95 < C \leq 100$.

Antes de empezar con el desarrollo del sistema se establece que el periodo para el cual se realizará el análisis será de un año (2010). Los datos necesarios para la implementación de este método se obtuvieron del sistema de procesamiento de operaciones del departamento de contabilidad.

El sistema da un reporte de todas las transacciones realizadas en el año. Para cada transacción se tienen los siguientes datos: descripción del producto, valor unitario, valor total de la compra, fecha y proveedor. Con esta información se procede a calcular el valor total de consumo por cada artículo. Utilizando una hoja de cálculo en excel se obtienen los resultados mostrados en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. Uso anual de inventarios en términos del costo total

COSTO ANUAL POR ARTÍCULO						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRESENTACIÓN	ÁREA UTILIDAD	CONSUMO AÑO 2010	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL
ACEITE001IN	ACEITE 1/12 GL-5 85W140 (CAMIÓN NPR)	Cubeta	Mantenimiento	3	Q418,72	Q1 256,16
ACEITE002IN	ACEITE 1/12 HELIX HX3 40 (MONTACARGA)	Cubeta	Mantenimiento	1	Q413,36	Q413,36
ACEITE003IN	ACEITE 1/12 MULTIPURPOSE ATF (CAMIÓN NPR)	Cubeta	Mantenimiento	3	Q289,71	Q869,13
ACEITE004IN	ACEITE 1/12 SEMISINTÉTICO 10W40 (CAMIÓN NPR)	Cubeta	Mantenimiento	3	Q411,50	Q1 234,50
ACEITE005IN	ACEITE HIDRÁULICO 1/5 XL 5000 AW68 PDV (MONTACARGA)	Cubeta	Mantenimiento	1	Q547,43	Q547,43
ACEITE006IN	ACEITE SHELL OMALA OIL 220 (TRITURADORA)	Cubeta	Mantenimiento	30	Q634,18	Q19 025,40
ANILLO007RP	ANILLO PORTACOJINETE DE TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	1	Q2 600,00	Q2 600,00
BARREN008HR	BARRENO INDUSTRIAL TIPO TALADRO GSB 13 RE 1/2	Unidad	Mantenimiento	1	Q700,00	Q700,00
BISAGR009HR	BISAGRA 1X1 1/2	Unidad	Mantenimiento	12	Q0,50	Q6,00
BISAGR010HR	BISAGRA DE CARTUCHO 3/8	Unidad	Mantenimiento	6	Q3,00	Q18,00
BOMBAC011PC	BOMBA CENTRÍFUGA 1/2 HP PARA PLANTA DE TRAT.	Unidad	Mantenimiento	1	Q425,20	Q425,20
BROCA012HR	BROCA 3/16"	Unidad	Mantenimiento	2	Q12,00	Q24,00
BUFATR013RP	BUFAS DELANTERAS PARA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	2	Q4 500,00	Q9 000,00
CABLEA014HR	CABLE ACERADO CHINO 1/2	Metro	Mantenimiento	25	Q34,35	Q858,75
EJECAL015EQ	EJE CALZADO DE ACERO PARA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	2	Q2 300,00	Q4 600,00
CATARI016EQ	CATARINA CAMIÓN NPR	Unidad	Mantenimiento	1	Q6 500,00	Q6 500,00
CEDAZO017HR	CEDAZO 1/8	Metro	Mantenimiento	24	Q20,00	Q480,00
COJINE018RP	COJINETE CILÍNDRICO CÓD. 22216 PARA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	10	Q1 200,00	Q12 000,00
COJINE019RP	COJINETE EXTERNO RUEDA TRASERA CAMIÓN NPR	Unidad	Mantenimiento	1	Q600,00	Q600,00
CONTAC020PC	CONTACTORES TELEMECANIQUE 80 AMP., BOBINA 120 VAC	Unidad	Mantenimiento	4	Q1 538,60	Q6 154,40
CUÑATR021RP	CUÑAS PARA PLANCHA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	6	Q300,00	Q1 800,00
DISCOC022HR	DISCO DE CORTE 4"	Unidad	Mantenimiento	12	Q6,00	Q72,00
DISCOP023HR	DISCO DE PULIR 4"	Unidad	Mantenimiento	12	Q5,00	Q60,00
DISTRIO24RP	DISTRIBUIDOR USADO PARA MONTACARGA	Unidad	Mantenimiento	1	Q700,00	Q700,00
ELECTR025RP	ELECTROÁLVULA SOLENOIDE 2" NPT, 120 VAC, 150 PSI.	Unidad	Mantenimiento	1	Q6 790,00	Q6 790,00
ELECTR026HR	ELECTRODO 1/8" PUNTO CAFÉ	Lb	Mantenimiento	24	Q12,00	Q288,00
EMPAQU027PC	EMPAQUE 2X1/2 DE 25 PIES	Rollo	Mantenimiento	2	Q196,00	Q392,00
ESPACIO28RP	ESPACIADORES CÓNICOS DE PLANCHA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	4	Q400,00	Q1 600,00
FLECHA029EQ	FLECHAS CAMIÓN NPR	Par	Mantenimiento	1	Q1 600,00	Q1 600,00
FUSIBL030PC	FUSIBLE CARTUCHO DOUBLE TIME 600V	Unidad	Mantenimiento	6	Q121,38	Q728,28
FUSIBL031PC	FUSIBLE CARTUCHO ONE TIME 250V 7AMP.	Unidad	Mantenimiento	6	Q19,72	Q118,32
GRASA032IN	GRASA	1/4 Galón	Mantenimiento	2	Q20,00	Q40,00
GRASAG033IN	GRASA GRAFITADA MULTIPURPOSE (TRITURADORA)	Pomo	Mantenimiento	48	Q20,00	Q960,00
GREASE034IN	GREASE TRAP (ENZIMAS PLANTA DE TRATAMIENTO)	Cubeta	Limpieza	12	Q1 450,00	Q17 400,00
GUANTE035IN	GUANTES DE NITRILLO GRANDE COLOR VERDE	Unidad	Planta	80	Q10,00	Q800,00
GUANTE036IN	GUANTES DESCARTABLES LÁTEX GRANDES	Caja	Planta	60	Q31,00	Q1 860,00
GUARDA037RP	GUARDANIVEL PARA CALDERA	Unidad	Mantenimiento	1	Q1 785,00	Q1 785,00
HIERRO038HR	HIERRO PLANO 1/8 X 1	Unidad	Mantenimiento	3	Q33,00	Q99,00
HIERRO039HR	HIERRO PLANO 1/8 X 5/8	Unidad	Mantenimiento	8	Q26,00	Q208,00
JABONB040IN	JABÓN PARA BAÑO CARIBE MANZANA	Galón	Limpieza	72	Q106,00	Q7 632,00
KEMSUP041IN	KEM SUPER FOAM (DESENGRASANTE)	Galón	Limpieza	36	Q211,00	Q7 596,00
KINPIN042RP	KIN PIN CAMIÓN NPR	Kit	Mantenimiento	2	Q1 209,12	Q2 418,24
LAMINA043HR	LÁMINA 1/8" 4X8	Unidad	Mantenimiento	4	Q735,00	Q2 940,00
LAMINA044HR	LÁMINA CALIBRE 26 4X8	Unidad	Mantenimiento	3	Q163,00	Q489,00
LLAVEP045EQ	LLAVE DE PASO PARA CALDERA	Unidad	Mantenimiento	1	Q360,00	Q360,00
PASTILO46RP	PASTILLAS DELANTERAS CAMIÓN NPR	Par	Mantenimiento	2	Q410,40	Q820,80
RELETE047PC	RELÉ TERMICO TELEMECANIQUE 63-80 AMP. (GUARDAMOTOR)	Unidad	Mantenimiento	2	Q773,40	Q1 546,80
REMACH048HR	REMACHE 3/16 X 1/2	Ciento	Mantenimiento	2	Q18,00	Q36,00
RETENE049RP	RETENEDOR DE ACEITE PARA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	4	Q125,00	Q500,00
RETENE050RP	RETENEDOR TRASERO DE BUFA CAMIÓN NPR	Unidad	Mantenimiento	1	Q300,00	Q300,00
SANITR051IN	SANITROL (SANITIZANTE)	Galón	Limpieza	36	Q92,00	Q3 312,00
SILICO052IN	SILICÓN TRANSPARENTE	Unidad	Mantenimiento	6	Q22,00	Q132,00
TAPADE053RP	TAPADERA ROSCADA DE ACERO PARA TRITURADORA	Unidad	Mantenimiento	1	Q1 600,00	Q1 600,00
TIZA054HR	TIZA	Unidad	Mantenimiento	5	Q1,50	Q7,50
TORNIL055HR	TORNILLO 1/4 X 1	Ciento	Mantenimiento	1	Q30,00	Q30,00
TUBOPR056HR	TUBO PROCESO 3/4"	Unidad	Mantenimiento	10	Q93,00	Q930,00
WASHA057HR	WASHA 3/4"	Ciento	Mantenimiento	6	Q80,00	Q480,00
YUGOTR058RP	YUGO DE TRANSMISIÓN CAMIÓN NPR	Unidad	Mantenimiento	1	Q1 400,00	Q1 400,00

Fuente: elaboración propia.

Una vez que se tiene el valor total de consumo por cada artículo se procede a realizar el método ABC. Los pasos realizados para determinar la clasificación ABC del inventario se listan a continuación:

- Se ordenan todos los artículos de acuerdo al gasto anual, de forma descendente.
- Se calcula el porcentaje de participación de cada artículo en la cantidad total de artículos. Para este caso como se tiene un inventario constituido por 58 artículos, cada artículo representa el 1,72 por ciento dentro del total ($100 \text{ por ciento} / 58 \text{ artículos} = 1,72 \text{ por ciento}$).
- Se determina el porcentaje de participación acumulado para cada artículo.
- Se calcula el porcentaje que representa el gasto para cada artículo con relación a la inversión total anual en el inventario.
- Se determina el porcentaje del gasto anual acumulado para cada artículo.
- Luego mediante un criterio de búsqueda se localizan todos los productos que estén dentro del 20 por ciento de los artículos del inventario. Estos artículos corresponden a los artículos de la categoría A.
- Se localizan los artículos que se encuentren entre el 20 y 50 por ciento. Este 30 por ciento de artículos corresponden a los de la categoría B.
- Se localizan los artículos que se encuentren entre el 50 y el 100 por ciento de los artículos y estos corresponden a los de la categoría C.

Todos estos pasos sirvieron para realizar el método ABC, según la tabla XXVII, en la misma puede verse la clasificación perteneciente a cada artículo.

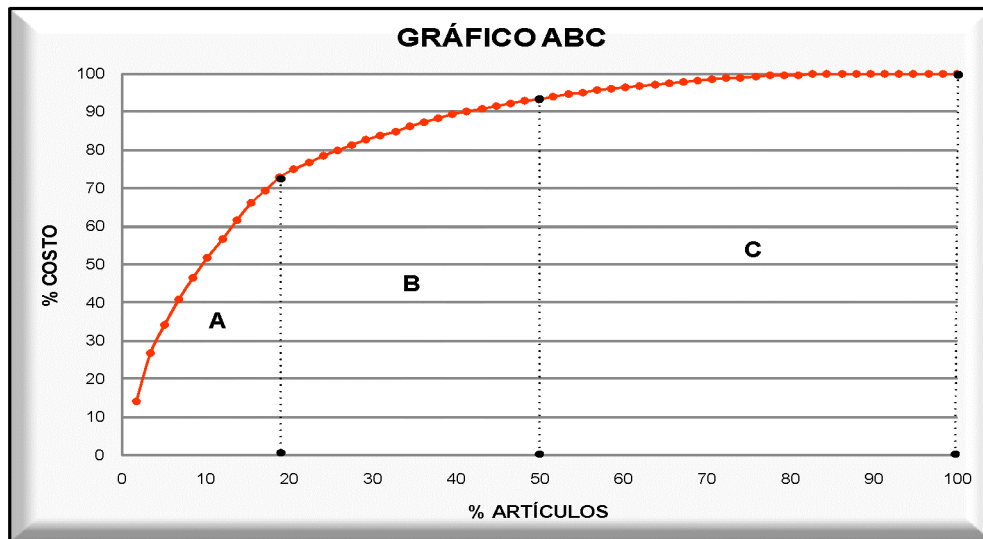
Tabla XXVII. **Análisis del método ABC para clasificación de inventarios**

IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DEL MÉTODO ABC							CLASIFICACIÓN
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	% ARTÍCULOS	% ART. ACUM.	COSTO ANUAL	% COSTO ANUAL	% ACUM. COSTO ANUAL	
ACEITE006IN	ACEITE SHELL OMALA OIL 220 (TRITURADORA)	1,72	1,72	Q19 025,40	13,87	13,87	A
GREASE034IN	GREASE TRAP (ENZIMAS PLANTA DE TRATAMIENTO)	1,72	3,45	Q17 400,00	12,69	26,56	
COJINE018RP	COJINETE CILÍNDRICO CÓD. 22216 PARA TRITURADORA	1,72	5,17	Q12 000,00	8,75	35,31	
BUFATR013RP	BUFAS DELANTERAS PARA TRITURADORA	1,72	6,90	Q9 000,00	6,56	41,87	
JABONB040IN	JABÓN PARA BAÑO CARIBE MANZANA	1,72	8,62	Q7 632,00	5,56	47,44	
KEMSUP041IN	KEM SUPER FOAM (DESENGRASANTE)	1,72	10,34	Q7 596,00	5,54	52,98	
ELECTR025RP	ELECTROVÁLVULA SOLENOIDE 2" NPT, 120 VAC, 150 PSI.	1,72	12,07	Q6 790,00	4,95	57,93	
CATARI016EQ	CATARINA CAMIÓN NPR	1,72	13,79	Q6 500,00	4,74	62,67	
CONTAC020PC	CONTACTORES TELEMECANIQUE 80 AMP., BOBINA 120 VAC	1,72	15,52	Q6 154,40	4,49	67,15	
EJECAL015EQ	EJE CALZADO DE ACERO PARA TRITURADORA	1,72	17,24	Q4 600,00	3,35	70,51	
SANITR051IN	SANITROL (SANITIZANTE)	1,72	18,97	Q3 312,00	2,41	72,92	
LAMINA043HR	LAMINA 1/8" 4X8	1,72	20,69	Q2 940,00	2,14	75,07	B
ANILLO007RP	ANILLO PORTACOJINETE DE TRITURADORA	1,72	22,41	Q2 600,00	1,90	76,96	
KINPIN042RP	KIN PIN CAMIÓN NPR	1,72	24,14	Q2 418,24	1,76	78,73	
GUANTE036IN	GUANTES DESCARTABLES LATEX GRANDES	1,72	25,86	Q1 860,00	1,36	80,08	
CUÑATR021RP	CUÑAS PARA PLANCHA TRITURADORA	1,72	27,59	Q1 800,00	1,31	81,40	
GUARDA037RP	GUARDANIVEL PARA CALDERA	1,72	29,31	Q1 785,00	1,30	82,70	
ESPACI028RP	ESPACIADORES CÓNICOS DE PLANCHA TRITURADORA	1,72	31,03	Q1 600,00	1,17	83,86	
FLECHA029EQ	FLECHAS CAMIÓN NPR	1,72	32,76	Q1 600,00	1,17	85,03	
TAPADE053RP	TAPADERA ROSCADA DE ACERO PARA TRITURADORA	1,72	34,48	Q1 600,00	1,17	86,20	
RELETR047PC	RELÉ TERMICO TELEMECANIQUE 63-80 AMP. (GUARDAMOTOR)	1,72	36,21	Q1 546,80	1,13	87,32	
YUGOTR058RP	YUGO DE TRANSMISIÓN CAMIÓN NPR	1,72	37,93	Q1 400,00	1,02	88,35	
ACEITE001IN	ACEITE 1/12 GL-5 85W/140 (CAMIÓN NPR)	1,72	39,66	Q1 256,16	0,92	89,26	
ACEITE004IN	ACEITE 1/12 SEMISINTÉTICO 10W/40 (CAMIÓN NPR)	1,72	41,38	Q1 234,50	0,90	90,16	
GRASAG033IN	GRASA GRAFITADA MULTIPURPOSE (TRITURADORA)	1,72	43,10	Q960,00	0,70	90,86	
TUBOPR056HR	TUBO PROCESO 3/4"	1,72	44,83	Q930,00	0,68	91,54	
ACEITE003IN	ACEITE 1/12 MULTIPURPOSE ATF (CAMIÓN NPR)	1,72	46,55	Q869,13	0,63	92,17	
CABLEA014HR	CABLE ACERADO CHINO 1/2	1,72	48,28	Q858,75	0,63	92,80	
PASTILO046RP	PASTILLAS DELANTERAS CAMIÓN NPR	1,72	50,00	Q820,80	0,60	93,40	
GUANTE035IN	GUANTES DE NITRILO GRANDE COLOR VERDE	1,72	51,72	Q800,00	0,58	93,98	C
FUSIBL030PC	FUSIBLE CARTUCHO DOUBLE TIME 600V	1,72	53,45	Q728,28	0,53	94,51	
BARREN008HR	BARRENO INDUSTRIAL TIPO TALADRO GSB 13 RE 1/2	1,72	55,17	Q700,00	0,51	95,02	
DISTRIO24RP	DISTRIBUIDOR USADO PARA MONTACARGA	1,72	56,90	Q700,00	0,51	95,53	
COJINE019RP	COJINETE EXTERNO RUEDA TRASERA CAMIÓN NPR	1,72	58,62	Q600,00	0,44	95,97	
ACEITE005IN	ACEITE HIDRÁULICO 1/5 XL 5000 AW68 PDV (MONTACARGA)	1,72	60,34	Q547,43	0,40	96,37	
RETENE049RP	RETENEDOR DE ACEITE PARA TRITURADORA	1,72	62,07	Q500,00	0,36	96,73	
LAMINA044HR	LÁMINA CALIBRE 26 4X8	1,72	63,79	Q489,00	0,36	97,09	
CEDAZO017HR	CEDAZO 1/8"	1,72	65,52	Q480,00	0,35	97,44	
WASHA057HR	WASHA 3/4"	1,72	67,24	Q480,00	0,35	97,79	
BOMBAC011PC	BOMBA CENTRÍFUGA 1/2 HP PARA PLANTA DE TRAT.	1,72	68,97	Q425,20	0,31	98,10	
ACEITE002IN	ACEITE 1/12 HELIX HX3 40 (MONTACARGA)	1,72	70,69	Q413,36	0,30	98,40	
EMPAQU027PC	EMPAQUE 2X1/2 DE 25 PIES	1,72	72,41	Q392,00	0,29	98,69	
LLAVEP045EQ	LLAVE DE PASO PARA CALDERA	1,72	74,14	Q360,00	0,26	98,95	
RETENE050RP	RETENEDOR TRASERO DE BUFA CAMIÓN NPR	1,72	75,86	Q300,00	0,22	99,17	
ELECTR026HR	ELECTRODO 1/8" PUNTO CAFÉ	1,72	77,59	Q288,00	0,21	99,38	
HIERRO039HR	HIERRO PLANO 1/8 X 5/8	1,72	79,31	Q208,00	0,15	99,53	
SILICO052IN	SILICÓN TRANSPARENTE	1,72	81,03	Q132,00	0,10	99,63	
FUSIBL031PC	FUSIBLE CARTUCHO ONE TIME 250V 7AMP.	1,72	82,76	Q118,32	0,09	99,71	
HIERRO038HR	HIERRO PLANO 1/8 X 1	1,72	84,48	Q99,00	0,07	99,79	
DISCOC022HR	DISCO DE CORTE 4"	1,72	86,21	Q72,00	0,05	99,84	
DISCOP023HR	DISCO DE PULIR 4"	1,72	87,93	Q60,00	0,04	99,88	
GRASA032IN	GRASA	1,72	89,66	Q40,00	0,03	99,91	
REMACH048HR	REMACHE 3/16 X 1/2	1,72	91,38	Q36,00	0,03	99,94	
TORNIL055HR	TORNILLO 1/4 X 1	1,72	93,10	Q30,00	0,02	99,96	
BROCA012HR	BROCA 3/16"	1,72	94,83	Q24,00	0,02	99,98	
BISAGR010HR	BISAGRA DE CARTUCHO 3/8	1,72	96,55	Q18,00	0,01	99,99	
TIZA054HR	TIZA	1,72	98,28	Q7,50	0,01	100,00	
BISAGR009HR	BISAGRA 1X1 1/2	1,72	100,00	Q6,00	0,00	100,00	
TOTALES		100,00	100,00	Q137 143,27	100,00	100,00	

Fuente: elaboración propia.

Con ayuda de la tabla XXVII puede generarse fácilmente el gráfico ABC mostrado en la figura 36.

Figura 36. Clasificación de inventarios por el método ABC



Fuente: elaboración propia.

2.7.3. Análisis de los resultados

A partir de los datos de la tabla XXVII y la figura 36 se puede observar que son 11 artículos los de mayor valorización, los cuales pertenecen a la clasificación A y hacen el 18,97 por ciento de los artículos y el 72,92 por ciento del costo total anual. Así también puede notarse que los artículos de la categoría B corresponden al 31,03 por ciento y representan el 20,47 por ciento del costo anual del inventario. Para la categoría C se tiene el 50,00 por ciento de los artículos el cual representa el 6,60 por ciento del costo anual del inventario. En la tabla XXVIII se muestra el resumen del resultado de la clasificación ABC del inventario de la empresa.

Tabla XXVIII. **Porcentaje de artículos y de costo del inventario ABC**

Resumen clasificación ABC					
	Categoría	% Artículos	% Costo	Cantidad de artículos	Costo anual
	A	18,97	72,92	11,00	Q100 009,80
	B	31,03	20,47	18,00	Q28 079,38
	C	50,00	6,60	29,00	Q9 054,09
Totales		100,00	100,00	58,00	Q137 143,27

Fuente: elaboración propia.

2.7.4. **Diseño del control de inventarios**

Se tomará el grupo A como base para diseñar el sistema de control de inventarios, puesto que a este grupo corresponden los artículos con el mayor porcentaje de inversión, es decir el 72,92 por ciento del inventario. Para este trabajo de graduación se tomarán en cuenta solamente los insumos, ya que tienen bastante movimiento de entrada y salida durante el año, no así los repuestos, cuyos movimientos durante el año son pocos y en caso de necesitar cualquiera de estos basta con revisar periódicamente su nivel de *stock*. La tabla XXIX muestra los insumos a los cuales se aplicará el control.

Tabla XXIX. **Control de inventarios para insumos de la categoría A**

Control de inventarios para los insumos de la categoría A							
Código	Descripción	% Artículos	% Art. Acum.	Costo anual	% Costo anual	% Acum. Costo anual	Clasificación
ACEITE006IN	ACEITE SHELL OMALA OIL 220 (TRITURADORA)	1,72	1,72	Q19 025,40	13,87	19,43	A
GREASE034IN	GREASE TRAP (ENZIMAS PLANTA DE TRATAMIENTO)	1,72	3,45	Q17 400,00	12,69	32,12	
JABONB040IN	JABÓN PARA BAÑO CARIBE MANZANA	1,72	5,17	Q7 632,00	5,56	5,56	
KEMSUP041IN	KEM SUPER FOAM (DESENGRASANTE)	1,72	6,90	Q7 596,00	5,54	37,66	
SANITR051IN	SANITROL (SANITIZANTE)	1,72	8,62	Q3 312,00	2,41	40,07	

Fuente: elaboración propia.

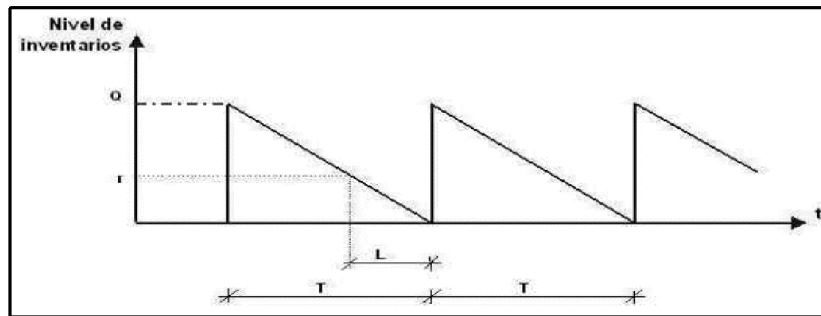
2.7.4.1. Uso del modelo EOQ básico (*Harris-Wilson*) para reabastecer insumos de la categoría A

Puesto que los insumos de la categoría A son importantes para la empresa, especialmente por el ritmo con el que se mueven durante el año, se estudiará específicamente su control para determinar cuándo y cuánto debe reabastecerse de estos insumos en bodega y cubrir su demanda al menor costo en base a su cantidad óptima de pedido.

Cabe resaltar la importancia que tiene el control del lubricante Shell Omala Oil 220 para la trituradora, especialmente cuando se habla de hacer el servicio a la misma, aunque no se desestima el control que debe tenerse hacia los demás insumos. En la tabla XXIX puede notarse claramente que haciendo el estudio para estos cinco insumos se está controlando el 8,62 por ciento del inventario, lo que a su vez representa el 40,07 por ciento del valor del mismo.

El modelo EOQ (Economic Order Quantity) es útil a la hora de tomar decisiones sobre inventarios cuando la demanda es conocida con el fin de satisfacerla a tiempo y mantener cierto nivel de inventario o *stock* en bodega. Una curva de inventarios se muestra gráficamente en la figura 37.

Figura 37. **Evolución de inventario**



Fuente: SOLOW, D.; MATHUR, K. *Investigación de operaciones*. México: Prentice-Hall, 1996.

Los supuestos en que se fundamenta este modelo son los siguientes:

- La demanda se conoce con certidumbre y es constante.
- Los costos relacionados con el modelo permanecen constantes.
- La cantidad de pedido por orden es la misma.
- El pedido se recibe en el momento que se ordena.
- El inventario se restablece en el momento en que se agota.
- El proveedor surte las cantidades solicitadas en un solo lote.
- Se considera un horizonte infinito y continuo en el tiempo.

Partiendo de las anteriores premisas puede notarse que el modelo se adapta al control que se hará para cada uno de los insumos. Al interpretar la gráfica de la figura 37 se ve claramente la evolución del inventario: Al inicio de un período de tiempo (T), se tiene un nivel de inventario con una cantidad (Q) de galones, conforme transcurre el tiempo el nivel de inventarios disminuye hasta llegar a un punto (r), el cual nos indica el momento en el que tenemos que reordenar el inventario, tomando en cuenta un tiempo guía (L) que va desde que se ordena el insumo hasta que se tiene disponible.

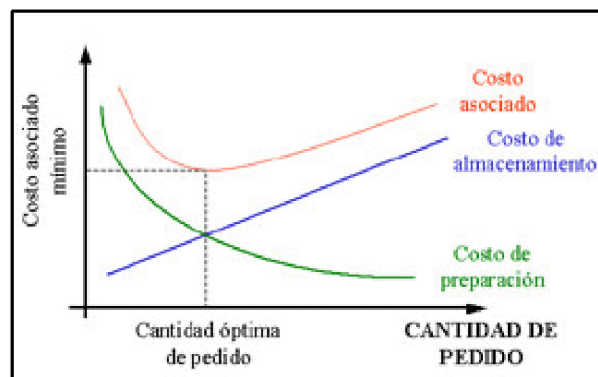
Para poder tomar una decisión sobre: la altura del triángulo (cantidad de pedido), el número de triángulos (números de pedidos en el período), la base del triángulo (tiempo entre pedidos) y conocer el valor asociado con estas decisiones es necesario conocer los siguientes datos:

- Demanda: normalmente se trabaja anual, aunque el modelo permite otros manejos, se calcula a partir de los presupuestos de la empresa, en este caso se trabajará anual.
- Costo de pedido: este se genera cada vez que la empresa efectúa una compra, en su cálculo debe involucrarse desde el tiempo que se toma para efectuar el pedido, hasta los gastos de transporte y recepción de la mercancía, sin olvidar incluir los gastos administrativos pertinentes al pago de la factura.
- Costo de mantenimiento (conservación): este nos indica cuánto vale tener la unidad de inventario en bodega, debe tenerse en cuenta desde el costo del dinero, el de la bodega y el del personal que maneja los inventarios, este costo se debe dar en la misma unidad de tiempo en que se estima la demanda. Para este caso se toma un costo estimado al año de lo que representa en espacio el tener el insumo en bodega.

La parte compleja del modelo es precisamente la definición de los costos anteriores, si se calculan objetivamente el modelo da unos resultados válidos así no sean absolutamente exactos, el objetivo del modelo no es minimizar uno de estos costos, ya que su comportamiento es inverso y en caso de minimizar uno solo de ellos, el otro se dispara por lo que los costos asociados serán más altos. Lo importante es minimizar la suma de los costos de pedir y de mantener, lo que se conoce con el nombre de costo asociado.

En la gráfica de la figura 38 se observa como dicho costo en los valores cercanos al mínimo, no cambia considerablemente, sin embargo al alejarse de este los costos pueden incrementarse de forma importante, por lo que la idea consiste en pedir un valor muy cercano a la cantidad económica de pedido.

Figura 38. **Costo asociado a la cantidad económica de pedido**



Fuente: SOLOW, D.; MATHUR, K. *Investigación de operaciones*. México: Prentice-Hall, 1996.

La simbología que se va a utilizar es una de las tantas existentes, es posible encontrar símbolos diferentes, esto no es problema, lo importante es tener claros los elementos conceptuales.

D: Demanda

C_o : Costo de pedido

C_c : Costo de conservación

Q^* : Cantidad económica de pedido

N: Número de pedidos

T_c : Tiempo entre pedidos

L: Período de entrega

r: Nivel de reorden de pedido o período de reaprovisionamiento

CA: Costo asociado a la política de inventarios

CT: Costo total, involucra valor del aceite y el costo asociado.

Calculando las primeras tres variables los demás valores quedan automáticamente dados. La demostración del por qué se utilizan las fórmulas siguientes proviene del cálculo diferencial.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_o}{C_c}}$$

$$N = \sqrt{\frac{D \times C_c}{2 \times C_o}} = \frac{D}{Q}$$

$$T_c = \frac{1}{N} \times \text{Número de días hábiles del período}$$

$$CA = \sqrt{2 \times D \times C_o \times C_c}$$

$$CT = D \times C + \frac{D}{Q} \times C_o + \frac{Q}{2} \times C_c$$

Para trabajar el modelo anterior se analizaron datos históricos reales de demanda de los insumos en el año 2010. El costo de mantener el inventario se tomó para cada caso un estimado al año de lo que representa en espacio el tener almacenado cada insumo en bodega, siendo aproximadamente Q75,00. Se establece un período de entrega de 2 días para cada caso por motivo de retrasos, aunque regularmente el tiempo de entrega es inmediato. Los datos para cada insumo se resumen en la tabla XXX.

Tabla XXX. Datos históricos insumos categoría A

Datos históricos para los insumos de la categoría A				
Insumo	Demanda anual (D)	Costo de pedido/gl (Co)	Costo anua de conservación (Cc)	Período de entrega (L)
Aceite <i>Shell Omala Oil 220</i> (Trituradora)	150 gl	Q126,84	Q75,00	2 días
<i>Grease Trap</i> (Enzimas planta de tratamiento)	60 gl	Q290,00	Q75,00	2 días
Jabón para baño caribe manzana	72 gl	Q106,00	Q75,00	2 días
<i>Kem Super Foam</i> (Desengrasante)	36 gl	Q211,00	Q75,00	2 días
Sanitrol (Sanitizante)	36 gl	Q92,00	Q75,00	2 días

Fuente: elaboración propia.

Con el fin de establecer la cantidad económica de pedido (Q^*), el tiempo entre pedidos (T_c) y el nivel de reorden (r) para cada uno de los insumos se procede a sus respectivos cálculos. El procedimiento del cálculo de estas variables es el mismo para cada uno de los insumos, por lo que a continuación se muestra paso a paso los resultados para el primer insumo en cuestión y luego para el resto de insumos se listan en una tabla el resumen del control aplicado para cada uno.

Control del aceite shell omala oil 220:

Datos:

D: 150 galones/año

C_o : Q634,18/cubeta = Q126,84/galón (una cubeta de aceite tiene 5 galones)

C_c : Q75,00/año

L: 2 días

Solución:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 150 \times 126,84}{75}} = 22,52 \text{ galones} \approx 22 \text{ galones por pedido}$$

$$N = \sqrt{\frac{150 \times 75}{2 \times 126,84}} = \frac{150}{22,52} = 6,66 \approx 7 \text{ pedidos al año}$$

$$T_c = \frac{1}{6,66} \times 360 = 54,06 \approx 54 \text{ días entre pedidos (asumiendo año de 360 días)}$$

$$CA = \sqrt{2 \times 150 \times 126,84 \times 75} = Q1 \ 689,32$$

$$CT = 150 \times 126,84 + \frac{150}{22,52} \times 126,84 + \frac{22,52}{2} \times 75 = Q20 \ 714,72$$

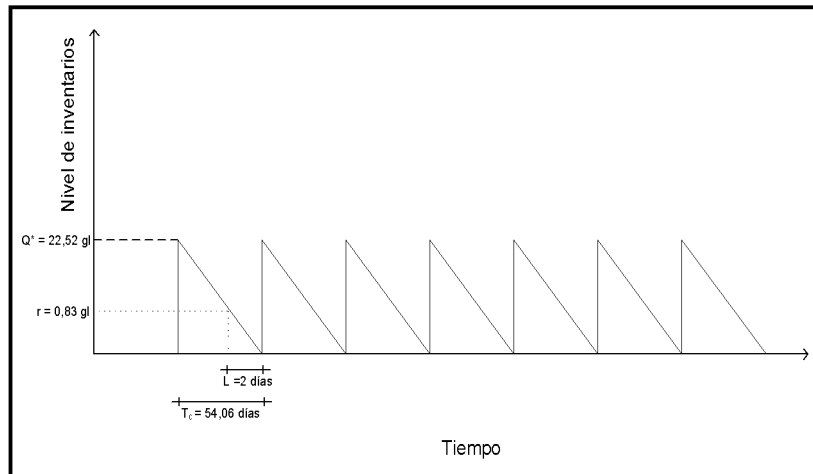
Con la ayuda de la figura 39 y la relación de triángulos rectángulos, se puede fácilmente encontrar el nivel de reorden o reaprovisionamiento del lubricante Shell Omala Oil 220, siendo este así:

$$\frac{r}{L} = \frac{Q^*}{T_c}$$

$$\frac{r}{2} = \frac{22,52}{54,06}$$

$$r = 0,83 \text{ galones}$$

Figura 39. **Cantidad económica de pedido aceite Shell Omala Oil 220**



Fuente: elaboración propia.

Esto quiere decir que cuando en el inventario haya 0,83 galones o aproximadamente 1 galón de aceite tendrá que hacerse de nuevo el pedido para que no haya problema de escasez. Este caso tiene su importancia en cuanto al control del lubricante especialmente en el programa de mantenimiento, no sólo para abastecer el inventario a tiempo sino también para hacer el adecuado número de pedidos que hagan el precio óptimo y que a la larga minimicen los costos al final de un período.

Tomando como punto de partida el lunes 03 de enero de 2011 tenemos que es necesario hacer 6 pedidos de 22 galones y 1 pedido de 18 galones para un total de 150 galones al año. El tiempo entre pedidos que se necesita es de 54 días pero tomando 2 días de seguridad por el período de entrega se harán los pedidos cada 52 días. El cuadro de resultados para la cantidad económica de pedido para el aceite Shell Omala Oil 220, así como para el resto de insumos de la categoría A se presenta en la tabla XXXI.

Tabla XXXI. Cantidad económica de pedido insumos categoría A

Resultados cantidad económica de pedido para insumos categoría A						
Datos		Aceite shell omala oil 220	Enzimas grease trap	Jabón para baño caribe manzana	Kem super foam	Sanitrol
	D (gl/año)	150,00	60,00	72,00	36,00	36,00
	C _o (Q/gl)	126,84	290,00	106,00	211,00	92,00
	C _c (Q/año)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
	L (días)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Variables	Ecuación	Soluciones				
Q* (gl/pedido)	$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_o}{C_c}}$	22,52	21,54	14,27	14,23	9,40
N (pedidos/año)	$N = \sqrt{\frac{D \times C_c}{2 \times C_o}} = \frac{D}{Q}$	6,66	2,79	5,05	2,53	3,83
T _c (días/pedido)	$T_c = \frac{1}{N}$ x Número de días hábiles del periodo	54,06	129,24	71,33	142,32	93,98
CA (Q)	$CA = \sqrt{2 \times D \times C_o \times C_c}$	Q1 689,32	Q1 615,55	Q1 069,95	Q1 067,43	Q704,84
CT (Q)	$CT = D \times C + \frac{D}{Q} \times C_o + \frac{Q}{2} \times C_c$	Q20 714,72	Q19 015,55	Q8 701,95	Q8 663,43	Q4 016,84
r (gl)	$r = \frac{Q^*}{T_c} * L$	0,83	0,33	0,40	0,20	0,20

Fuente: elaboración propia.

2.7.4.2. Programa de pedidos insumos categoría A

Tomando los resultados obtenidos con el modelo EOQ básico se procede a la programación de los pedidos para estos insumos, haciendo notar que para definir las fechas calendario de pedidos se toman en cuenta las políticas de la empresa referentes a los períodos en los que se pueden realizar compras, así como los días de asueto o vacaciones. De esta forma se ajustan las fechas, siendo necesario en algunos casos adelantar algunos días la fecha de pedido de cada artículo requerido. La tabla XXXII muestra la programación de pedidos para los insumos de la categoría A para el 2011.

Tabla XXXII. **Fechas de pedidos año 2011 para insumos categoría A**³⁶

Programación de pedidos insumos categoría A (Año 2011)													
Primer Semestre 2011													
Insumo	Número de pedidos	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
		Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)
<i>Aceite Shell Omala Oil 220</i>	4	1* Lunes 03	22	2* Jueves 24	22			3* Sábado 16	22			4* Martes 07	22
<i>Enzimas Grease Trap</i>	2	1* Lunes 03	21							2* Martes 10	21		
<i>Jabón para baño caribe manzana</i>	3	1* Lunes 03	14			2* Sábado 12	14			3* Viernes 20	14		
<i>Kem super foam</i>	2	1* Lunes 03	14							2* Lunes 23	14		
<i>Sanitrol</i>	2	1* Lunes 03	9					2* Martes 05	9				
Segundo Semestre 2011													
Insumo	Número de pedidos	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
		Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)	Fecha	Cantidad (gl)
<i>Aceite Shell Omala Oil 220</i>	3	5* Viernes 29	22			6* Martes 20	22			7* Sábado 12	18		
<i>Enzimas Grease Trap</i>	1					3* Miércoles 14	18						
<i>Jabón para baño caribe manzana</i>	3	4* Jueves 28	14					5* Jueves 06	14			6* Miércoles 14	2
<i>Kem super foam</i>	1							3* Lunes 10	8				
<i>Sanitrol</i>	2	3* Sábado 16	9					4* Lunes 17	9				

Fuente: elaboración propia.

³⁶ En la columna fecha de pedido, el pedido uno se representa 1*, y así de forma similar se hace para los demás pedidos.

2.7.4.3. Sistema de revisión de inventarios

Como ya se tienen identificados los artículos por categorías, se procede a determinar cuál es el sistema de revisión de inventarios más conveniente para cada categoría.

Para la categoría A, que contiene el 72,92 por ciento de la inversión del inventario, se usará un sistema de revisión continua, para que los pedidos frecuentes que se realicen sean de cantidades mínimas y optimicen el costo anual por el número de pedidos. El supervisor de la planta es el encargado de revisar continuamente el *stock* de inventarios, tomando como base el registro de inventarios y la programación de pedidos para los insumos de la categoría A.

Tanto para la categoría B como para la categoría C, que contienen el 20,47 y 6,60 por ciento respectivamente de la inversión del inventario, se utilizará un sistema de revisión periódica. De igual forma el supervisor de la planta debe revisar mensualmente el *stock* de inventarios que se encuentren en esta categoría, tomando como base el registro de inventarios de insumos y repuestos.

Con el sistema de revisión continua y periódica se abastecerá el inventario realizando los pedidos en el momento que sea necesario hacerlo, ahorrando a la vez anualmente en costos por pedido.

2.7.4.4. Almacén de insumos y repuestos

Dentro de la bodega de desechos industriales hay un espacio destinado para los insumos y repuestos utilizados durante el año. Para almacenar los insumos y repuestos en la bodega no se requiere demasiado espacio, puesto que los artículos que más se mueven conforme el tiempo son los correspondientes a los insumos de la categoría A. Por tal razón se utilizará el mismo espacio que se tiene actualmente dentro de la bodega de desechos industriales para el almacenamiento de los insumos, repuestos y herramientas. El aspecto a mejorar es el correspondiente a la señalización según el tipo de artículo, para que sea fácil de ubicar en cualquier momento.

Al realizar el almacenamiento de la manera más ordenada se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Número de artículos a almacenar
- Dimensiones, forma y peso
- Características:
 - Tipo de suministro (herramienta, repuesto, insumo, equipo/repuesto reparable o pieza de cambio)
 - Frágil
 - Perecedero
 - Explosivo
 - Inflamable
 - Corrosivo
- Clase de almacenaje

Para el almacenamiento de los artículos se utilizarán dos estanterías metálicas tipo *rack* desarmables y de fácil montaje, como el que se muestra en la figura 40. La capacidad de estas estanterías son de 9 500 a 17 600 kilogramos, medidas de 2,40 metros de alto x 2,60 metros de ancho x 1,100 metros de profundidad.

Figura 40. **Estantería metálica tipo *rack* autoapilable**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

Este tipo de *racks* actualmente se encuentran disponibles en el almacén de la bodega de suministros, aunque como ya se mencionó, es necesario clasificarlos por medio de una señalización según su tipo. Una estantería se utilizará para insumos y la otra para repuestos y herramientas.

Los insumos regularmente vienen en cajas y se colocarán de esa forma en los estantes, con una breve descripción. Los repuestos se ordenarán en la estantería tomando en cuenta si puede repararse o si son piezas de cambio. En caso de piezas o herramientas pequeñas se dispondrá de estos en cajas organizadoras para almacenamiento de herramientas, para evitar que se extravíen.

La identificación de las diferentes clases de almacenaje se debe realizar, dependiendo de la categoría de los repuestos o insumos. Para determinar la ubicación de todos los artículos en las estanterías deben ir en orden según requerimientos anuales, es decir que los artículos de la categoría A deben ir ubicados al frente de la estantería, en medio quedarán ubicados los artículos de la categoría B y atrás quedarán ordenados los artículos de la categoría C.

2.8. Eficiencia en el tratamiento de desechos llevando a cabo la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios

En las tablas XXXIII a XLIV se muestran los resultados de la eficiencia en los procesos con la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios de repuestos e insumos.

Es importante hacer notar la disminución de fallas en los equipos. Particularmente para el mes de agosto se vieron reducidas notablemente las averías y paradas imprevistas, contribuyendo a la vez con la mejora de la producción en el tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios e industriales. Esto se traduce en la mejora de la eficiencia de los equipos con la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios.

Tabla XXXIII. Eficiencia marzo en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (MARZO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 126,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
02-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
03-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	6,00	0,00	0,00%	Camión
04-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	6,00	0,00	0,00%	Camión
05-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	5,00	0,00	0,00%	Camión
07-mar	16 115,73	357,00	45,14	72,23%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
08-mar	16 115,73	360,00	44,77	71,63%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
09-mar	16 115,73	362,00	44,52	71,23%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
10-mar	16 115,73	365,00	44,15	70,64%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
11-mar	16 115,73	358,00	45,02	72,03%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
12-mar	16 115,73	360,00	44,77	71,63%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
14-mar	16 115,73	363,00	44,40	71,03%	16 115,73	5,00	3 223,15	78,14%	
15-mar	11 511,24	270,00	42,63	68,21%	11 511,24	4,00	2 877,81	69,77%	
16-mar	11 511,24	269,00	42,79	68,47%	11 511,24	5,00	2 302,25	55,81%	
17-mar	11 511,24	271,00	42,48	67,96%	11 511,24	4,00	2 877,81	69,77%	
18-mar	11 511,24	270,00	42,63	68,21%	11 511,24	4,00	2 877,81	69,77%	
19-mar	11 511,24	268,00	42,95	68,72%	11 511,24	4,00	2 877,81	69,77%	
21-mar	11 511,24	270,00	42,63	68,21%	11 511,24	4,00	2 877,81	69,77%	
22-mar	5 755,62	130,00	44,27	70,84%	5 755,62	2,00	2 877,81	69,77%	
23-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
24-mar	5 755,62	125,00	46,04	73,67%	5 755,62	2,00	2 877,81	69,77%	
25-mar	17 266,86	376,00	45,92	73,48%	17 266,86	6,00	2 877,81	69,77%	
26-mar	11 511,24	261,00	44,10	70,57%	11 511,24	4,00	2 877,81	69,77%	
28-mar	17 266,86	377,00	45,80	73,28%	17 266,86	6,00	2 877,81	69,77%	
29-mar	17 266,86	379,00	45,56	72,89%	17 266,86	6,00	2 877,81	69,77%	
30-mar	17 266,86	380,00	45,44	72,70%	17 266,86	6,00	2 877,81	69,77%	
31-mar	17 266,86	382,00	45,20	72,32%	17 266,86	6,00	2 877,81	69,77%	
Total/mes	291 234,33	6 563,00	44,34	70,96%	291 234,33	116,00	2 966,61	71,89%	1,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$

71,42%

Prom.
Eficiencia
Total
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Eficiencia abril en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (ABRIL)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 125,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Fusibles autoclave
02-abr	7 990,96	198,00	40,36	64,57%	7 990,96	3,00	2 663,65	64,57%	
04-abr	15 981,91	355,00	45,02	72,03%	15 981,91	5,00	3 196,38	77,49%	
05-abr	16 621,19	366,00	45,41	72,66%	16 621,19	6,00	2 770,20	67,16%	
06-abr	17 260,47	375,00	46,03	73,64%	17 260,47	6,00	2 876,75	69,74%	
07-abr	24 612,15	492,00	50,02	80,04%	24 612,15	7,00	3 516,02	85,24%	
08-abr	24 612,15	490,00	50,23	80,37%	24 612,15	7,00	3 516,02	85,24%	
09-abr	7 990,96	195,00	40,98	65,57%	7 990,96	3,00	2 663,65	64,57%	
11-abr	17 260,47	375,00	46,03	73,64%	17 260,47	5,00	3 452,09	83,69%	
12-abr	7 990,96	199,00	40,16	64,25%	7 990,96	3,00	2 663,65	64,57%	
13-abr	7 990,86	195,00	40,98	65,57%	7 990,86	3,00	2 663,62	64,57%	
14-abr	16 621,19	365,00	45,54	72,86%	16 621,19	6,00	2 770,20	67,16%	
15-abr	15 981,91	353,00	45,27	72,44%	15 981,91	5,00	3 196,38	77,49%	
16-abr	8 310,59	204,00	40,74	65,18%	8 310,59	4,00	2 077,65	50,37%	
18-abr	8 630,23	209,00	41,29	66,07%	8 630,23	4,00	2 157,56	52,30%	
19-abr	23 972,87	480,00	49,94	79,91%	23 972,87	7,00	3 424,70	83,02%	
20-abr	16 301,55	350,00	46,58	74,52%	16 301,55	5,00	3 260,31	79,04%	
21-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Eje y cojinetes trit.
22-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Eje y cojinetes trit.
23-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Eje y cojinetes trit.
25-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Eje y cojinetes trit.
26-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Eje y cojinetes trit.
27-abr	8 630,23	205,00	42,10	67,36%	8 630,23	3,00	2 876,74	69,74%	
28-abr	23 972,87	475,00	50,47	80,75%	23 972,87	7,00	3 424,70	83,02%	
29-abr	24 292,51	477,00	50,93	81,48%	24 292,51	7,00	3 470,36	84,13%	
30-abr	23 972,87	479,00	50,05	80,08%	23 972,87	7,00	3 424,70	83,02%	
Total/mes	318 998,90	6 837,00	45,41	72,65%	318 998,90	103,00	3 003,27	72,81%	6,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$

72,73%

Prom.
Eficiencia
Total
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Eficiencia mayo en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (MAYO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 125,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
02-may	17 710,54	372,00	47,61	76,17%	17 710,54	6,00	2 951,76	71,56%	
03-may	17 710,54	370,00	47,87	76,59%	17 710,54	6,00	2 951,76	71,56%	
04-may	17 710,54	369,00	48,00	76,79%	17 710,54	6,00	2 951,76	71,56%	
05-may	17 710,54	368,00	48,13	77,00%	17 710,54	6,00	2 951,76	71,56%	
06-may	17 710,54	370,00	47,87	76,59%	17 710,54	6,00	2 951,76	71,56%	
07-may	11 807,03	263,00	44,89	71,83%	11 807,03	4,00	2 951,76	71,56%	
09-may	8 264,92	186,00	44,44	71,10%	8 264,92	3,00	2 754,97	66,79%	
10-may	8 264,92	177,00	46,69	74,71%	8 264,92	3,00	2 754,97	66,79%	
11-may	8 264,92	186,00	44,44	71,10%	8 264,92	3,00	2 754,97	66,79%	
12-may	8 264,92	184,00	44,92	71,87%	8 264,92	3,00	2 754,97	66,79%	
13-may	8 264,92	175,00	47,23	75,56%	8 264,92	3,00	2 754,97	66,79%	
14-may	8 264,92	180,00	45,92	73,47%	8 264,92	3,00	2 754,97	66,79%	
16-may	17 710,54	380,00	46,61	74,57%	17 710,54	5,00	3 542,11	85,87%	
17-may	23 614,06	488,00	48,39	77,42%	23 614,06	7,00	3 373,44	81,78%	
18-may	25 975,46	515,00	50,44	80,70%	25 975,46	8,00	3 246,93	78,71%	
19-may	5 903,51	121,00	48,79	78,06%	5 903,51	2,00	2 951,76	71,56%	
20-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
21-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
23-may	17 710,54	385,00	46,00	73,60%	17 710,54	5,00	3 542,11	85,87%	
24-may	17 710,54	387,00	45,76	73,22%	17 710,54	5,00	3 542,11	85,87%	
25-may	11 807,03	260,00	45,41	72,66%	11 807,03	4,00	2 951,76	71,56%	
26-may	20 071,95	423,00	47,45	75,92%	20 071,95	6,00	3 345,33	81,10%	
27-may	25 975,46	517,00	50,24	80,39%	25 975,46	7,00	3 710,78	89,96%	
28-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
30-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
31-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
Total/mes	316 428,34	6 676,00	47,00	75,21%	316 428,34	101,00	3 068,89	74,40%	5,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$

74,80%

Prom.
Eficiencia
Total
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Eficiencia junio en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (JUNIO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 125,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-jun	14 458,26	311,00	46,49	74,38%	14 458,26	5,00	2 891,65	70,10%	
02-jun	14 458,26	309,00	46,79	74,86%	14 458,26	5,00	2 891,65	70,10%	
03-jun	12 757,29	271,00	47,07	75,32%	12 757,29	4,00	3 189,32	77,32%	
04-jun	11 056,32	236,00	46,85	74,96%	11 056,32	4,00	2 764,08	67,01%	
06-jun	13 607,77	287,00	47,41	75,86%	13 607,77	5,00	2 721,55	65,98%	
07-jun	15 308,74	322,00	47,54	76,07%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
08-jun	15 308,74	318,00	48,14	77,03%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
09-jun	15 308,74	323,00	47,40	75,83%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
10-jun	15 308,74	325,00	47,10	75,37%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
11-jun	11 056,32	235,00	47,05	75,28%	11 056,32	4,00	2 764,08	67,01%	
13-jun	15 308,74	323,00	47,40	75,83%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
14-jun	15 308,74	326,00	46,96	75,13%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
15-jun	15 308,74	331,00	46,25	74,00%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
16-jun	15 308,74	333,00	45,97	73,56%	15 308,74	5,00	3 061,75	74,22%	
17-jun	17 009,72	362,00	46,99	75,18%	17 009,72	5,00	3 401,94	82,47%	
18-jun	11 056,32	227,00	48,71	77,93%	11 056,32	4,00	2 764,08	67,01%	
20-jun	13 607,77	302,00	45,06	72,09%	13 607,77	4,00	3 401,94	82,47%	
21-jun	13 607,77	298,00	45,66	73,06%	13 607,77	4,00	3 401,94	82,47%	
22-jun	13 607,77	300,00	45,36	72,57%	13 607,77	4,00	3 401,94	82,47%	
23-jun	11 056,32	228,00	48,49	77,59%	11 056,32	3,00	3 685,44	89,34%	
24-jun	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	3,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
25-jun	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	5,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
27-jun	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
28-jun	9 355,34	201,00	46,54	74,47%	9 355,34	3,00	3 118,45	75,60%	
29-jun	9 355,34	203,00	46,09	73,74%	9 355,34	3,00	3 118,45	75,60%	
30-jun	6 803,89	143,00	47,58	76,13%	6 803,89	2,00	3 401,95	82,47%	
Total/mes	305 324,38	6 514,00	46,91	75,05%	306 324,38	107,00	3 104,89	75,27%	2,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$

75,16%

Prom.
Eficiencia
Total
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Eficiencia julio en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (JULIO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,5 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 125,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-jul	10 801,93	221,00	48,88	78,20%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
02-jul	10 801,93	225,00	48,01	76,81%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
04-jul	16 202,89	331,00	48,95	78,32%	16 202,89	5,00	3 240,58	78,56%	
05-jul	16 202,89	334,00	48,51	77,62%	16 202,89	5,00	3 240,58	78,56%	
06-jul	10 801,93	221,00	48,88	78,20%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
07-jul	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
08-jul	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Cojinete trit.
09-jul	16 202,89	331,00	48,95	78,32%	16 202,89	5,00	3 240,58	78,56%	
11-jul	16 202,89	334,00	48,51	77,62%	16 202,89	5,00	3 240,58	78,56%	
12-jul	10 801,93	218,00	49,55	79,28%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
13-jul	10 801,93	226,00	47,80	76,47%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
14-jul	10 801,93	227,00	47,59	76,14%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
15-jul	10 801,93	223,00	48,44	77,50%	10 801,93	3,00	3 600,64	87,29%	
16-jul	5 400,96	101,00	53,47	85,56%	5 400,96	2,00	2 700,48	65,47%	
18-jul	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
19-jul	14 258,54	302,00	47,21	75,54%	14 258,54	4,00	3 564,64	86,42%	
20-jul	9 505,69	186,00	51,11	81,77%	9 505,69	3,00	3 168,56	76,81%	
21-jul	9 505,69	195,00	48,75	78,00%	9 505,69	3,00	3 168,56	76,81%	
22-jul	14 258,54	300,00	47,53	76,05%	14 258,54	5,00	2 851,71	69,13%	
23-jul	14 258,54	303,00	47,06	75,29%	14 258,54	5,00	2 851,71	69,13%	
25-jul	4 752,85	96,00	49,51	79,21%	4 752,85	2,00	2 376,43	57,61%	
26-jul	9 505,69	189,00	50,29	80,47%	9 505,69	3,00	3 168,56	76,81%	
27-jul	14 258,54	299,00	47,69	76,30%	14 258,54	5,00	2 851,71	69,13%	
28-jul	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	Camión
29-jul	12 962,31	269,00	48,19	77,10%	12 962,31	4,00	3 240,58	78,56%	
30-jul	12 962,31	265,00	48,91	78,26%	12 962,31	4,00	3 240,58	78,56%	
Total/mes	262 054,73	5 396,00	48,81	78,09%	262 054,73	81,00	3 243,20	78,62%	2,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$

78,36%

Prom.
Eficiencia
Total
Mensual

Fuente: elaboración propia.

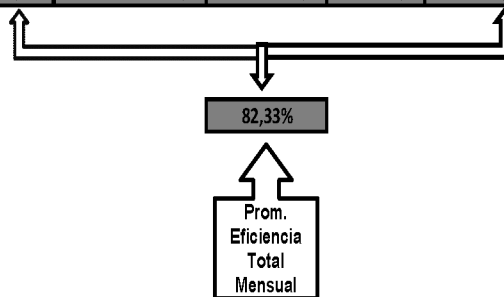
Tabla XXXVIII. Eficiencia agosto en el tratamiento de DSH inorgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO INORGÁNICO (AGOSTO)									
Nivel de referencia histórico (Esterilización) = unidades esperadas/unidad insumo = 62,6 lb/gl									
Nivel de referencia histórico (Trituración) = unidades esperadas/unidad recurso = 4 126,00 lb/h-máquina									
Fecha	Eficiencia Esterilización				Eficiencia Trituración				Falla
	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Libras procesadas	Hora-máquina	Lb/h-máq.	Eficiencia/día	
01-ago	12 747,66	241,00	52,89	84,63%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
02-ago	12 577,69	235,00	53,52	85,64%	12 577,69	4,00	3 144,42	76,23%	
03-ago	12 747,66	238,00	53,56	85,70%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
04-ago	11 897,82	223,00	53,35	85,37%	11 897,82	3,00	3 965,94	96,14%	
05-ago	12 747,66	240,00	53,12	84,98%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
06-ago	8 498,44	159,00	53,45	85,52%	8 498,44	3,00	2 832,81	68,67%	
08-ago	12 237,76	229,00	53,44	85,50%	12 237,76	3,00	4 079,25	98,89%	
09-ago	12 407,73	232,00	53,48	85,57%	12 407,73	4,00	3 101,93	75,20%	
10-ago	12 747,66	236,00	54,02	86,42%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
11-ago	12 407,73	229,00	54,18	86,69%	12 407,73	4,00	3 101,93	75,20%	
12-ago	12 747,66	240,00	53,12	84,98%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
13-ago	8 498,44	159,00	53,45	85,52%	8 498,44	3,00	2 832,81	68,67%	
15-ago	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
16-ago	13 257,57	250,00	53,03	84,85%	13 257,57	4,00	3 314,39	80,35%	
17-ago	12 747,66	240,00	53,12	84,98%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
18-ago	12 747,66	239,00	53,34	85,34%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
19-ago	13 767,48	257,00	53,57	85,71%	13 767,48	4,00	3 441,87	83,44%	
20-ago	8 498,44	160,00	53,12	84,98%	8 498,44	3,00	2 832,81	68,67%	
22-ago	14 277,38	269,00	53,08	84,92%	14 277,38	4,00	3 569,35	86,53%	
23-ago	14 277,38	268,00	53,27	85,24%	14 277,38	4,00	3 569,35	86,53%	
24-ago	14 277,38	270,00	52,88	84,61%	14 277,38	4,00	3 569,35	86,53%	
25-ago	14 277,38	269,00	53,08	84,92%	14 277,38	4,00	3 569,35	86,53%	
26-ago	13 767,48	258,00	53,36	85,38%	13 767,48	4,00	3 441,87	83,44%	
27-ago	8 498,44	159,00	53,45	85,52%	8 498,44	3,00	2 832,81	68,67%	
29-ago	12 747,66	239,00	53,34	85,34%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
30-ago	12 747,66	239,00	53,34	85,34%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
31-ago	12 747,66	240,00	53,12	84,98%	12 747,66	4,00	3 186,92	77,26%	
Total/mes	320 901,14	6 018,00	63,33	86,33%	320 901,14	98,00	3 271,90	79,32%	0,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia/proceso} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad recurso}}$$

$$\text{Eficiencia Total} = \frac{\text{Suma de eficiencias de cada proceso}}{\text{Número de eficiencias sumadas}}$$



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. Eficiencia marzo en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (MARZO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-mar	674,00	26,00	25,92	62,47%	
02-mar	577,00	23,00	25,09	60,45%	
03-mar	0,00	30,00	0,00	0,00%	No trabajó
04-mar	370,00	14,00	26,43	63,68%	
05-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
07-mar	620,00	24,00	25,83	62,25%	
08-mar	520,00	20,00	26,00	62,65%	
09-mar	250,00	10,00	25,00	60,24%	
10-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	Falta de diesel
11-mar	360,00	14,00	25,71	61,96%	
12-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
14-mar	682,00	26,00	26,23	63,21%	
15-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
16-mar	670,00	26,00	25,77	62,09%	
17-mar	685,00	26,00	26,35	63,48%	
18-mar	614,00	23,00	26,70	64,33%	
19-mar	380,00	15,00	25,33	61,04%	
21-mar	665,00	25,00	26,60	64,10%	
22-mar	635,00	24,00	26,46	63,76%	
23-mar	650,00	25,00	26,00	62,65%	
24-mar	627,00	24,00	26,13	62,95%	
25-mar	672,00	26,00	25,85	62,28%	
26-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
28-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	Filtro quemador
29-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	Filtro quemador
30-mar	642,00	24,00	26,75	64,46%	
31-mar	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
Total/mes	10 293,00	425,00	26,01	62,67%	3,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad insumo}}$$

**Prom.
Eficiencia
Mensual**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Eficiencia abril en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (ABRIL)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
02-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
04-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
05-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
06-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
07-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
08-abr	415,00	16,00	25,94	62,50%	
09-abr	292,00	11,00	26,55	63,96%	
11-abr	880,00	34,00	25,88	62,37%	
12-abr	977,00	37,00	26,41	63,63%	
13-abr	695,00	26,00	26,73	64,41%	
14-abr	325,00	12,00	27,08	65,26%	
15-abr	250,00	10,00	25,00	60,24%	
16-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Boquilla quemador
18-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Boquilla quemador
19-abr	295,00	11,00	26,82	64,62%	
20-abr	329,00	12,00	27,42	66,06%	
21-abr	560,00	22,00	25,45	61,34%	
22-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
23-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
25-abr	325,00	12,00	27,08	65,26%	
26-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Boquilla quemador
27-abr	0,00	0,00	0,00	0,00%	Boquilla quemador
28-abr	325,00	13,00	25,00	60,24%	
29-abr	650,00	25,00	26,00	62,65%	
30-abr	315,00	12,00	26,25	63,25%	
Total/mes	6 633,00	253,00	26,26	63,27%	10,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad insumo}}$$

Prom.
Eficiencia
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Eficiencia mayo en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (MAYO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
02-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
03-may	695,00	26,00	26,73	64,41%	
04-may	665,00	25,00	26,60	64,10%	
05-may	670,00	25,00	26,80	64,58%	
06-may	1 545,00	57,00	27,11	65,31%	
07-may	330,00	12,00	27,50	66,27%	
09-may	1 630,00	60,00	27,17	65,46%	
10-may	1 320,00	50,00	26,40	63,61%	
11-may	700,00	26,00	26,92	64,87%	
12-may	1 330,00	49,00	27,14	65,40%	
13-may	355,00	13,00	27,31	65,80%	
14-may	245,00	9,00	27,22	65,60%	
16-may	706,00	26,00	27,15	65,43%	
17-may	715,00	27,00	26,48	63,81%	
18-may	685,00	26,00	26,35	63,48%	
19-may	703,00	26,00	27,04	65,15%	
20-may	500,00	19,00	26,32	63,41%	
21-may	325,00	12,00	27,08	65,26%	
23-may	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
24-may	660,00	25,00	26,40	63,61%	
25-may	700,00	26,00	26,92	64,87%	
26-may	855,00	32,00	26,72	64,38%	
27-may	670,00	26,00	25,77	62,09%	
28-may	325,00	12,00	27,08	65,26%	
30-may	657,00	24,00	27,38	65,96%	
31-may	845,00	31,00	27,26	65,68%	
Total/mes	17 831,00	664,00	26,87	64,74%	1,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad insumo}}$$

Prom.
Eficiencia
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Eficiencia junio en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (JUNIO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
02-jun	700,00	26,00	26,92	64,87%	
03-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
04-jun	300,00	11,00	27,27	65,72%	
06-jun	500,00	19,00	26,32	63,41%	
07-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
08-jun	580,00	22,00	26,36	63,53%	
09-jun	550,00	20,00	27,50	66,27%	
10-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
11-jun	700,00	26,00	26,92	64,87%	
13-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
14-jun	550,00	20,00	27,50	66,27%	
15-jun	500,00	18,00	27,78	66,93%	
16-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
17-jun	500,00	18,00	27,78	66,93%	
18-jun	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
20-jun	400,00	15,00	26,67	64,26%	
21-jun	500,00	18,00	27,78	66,93%	
22-jun	700,00	26,00	26,92	64,87%	
23-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
24-jun	500,00	18,00	27,78	66,93%	
25-jun	300,00	11,00	27,27	65,72%	
27-jun	400,00	15,00	26,67	64,26%	
28-jun	500,00	18,00	27,78	66,93%	
29-jun	600,00	22,00	27,27	65,72%	
30-jun	500,00	19,00	26,32	63,41%	
Total/mes	13 480,00	496,00	27,19	65,51%	1,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{unidad recurso}} \times 100 \frac{\text{unidades esperadas}}{\text{unidad insumo}}$$

Prom.
Eficiencia
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Eficiencia julio en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (JULIO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-jul	700,00	25,00	28,00	67,47%	
02-jul	550,00	20,00	27,50	66,27%	
04-jul	800,00	28,00	28,57	68,85%	
05-jul	930,00	33,00	28,18	67,91%	
06-jul	650,00	24,00	27,08	65,26%	
07-jul	0,00	0,00	0,00	0,00%	Quemador
08-jul	700,00	25,00	28,00	67,47%	
09-jul	500,00	18,00	27,78	66,93%	
11-jul	700,00	25,00	28,00	67,47%	
12-jul	560,00	20,00	28,00	67,47%	
13-jul	500,00	18,00	27,78	66,93%	
14-jul	670,00	24,00	27,92	67,27%	
15-jul	800,00	29,00	27,59	66,47%	
16-jul	650,00	23,00	28,26	68,10%	
18-jul	900,00	32,00	28,13	67,77%	
19-jul	680,00	24,00	28,33	68,27%	
20-jul	750,00	27,00	27,78	66,93%	
21-jul	580,00	21,00	27,62	66,55%	
22-jul	700,00	25,00	28,00	67,47%	
23-jul	500,00	18,00	27,78	66,93%	
25-jul	820,00	30,00	27,33	65,86%	
26-jul	670,00	24,00	27,92	67,27%	
27-jul	800,00	29,00	27,59	66,47%	
28-jul	900,00	32,00	28,13	67,77%	
29-jul	850,00	30,00	28,33	68,27%	
30-jul	700,00	25,00	28,00	67,47%	
Total/mes	17 560,00	629,00	27,90	67,24%	1,00

ECUACIONES:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{unidad recurso}} \times 100$$

$$\frac{\text{unidades esperadas}}{\text{unidad insumo}}$$

Prom.
Eficiencia
Mensual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. Eficiencia agosto en el tratamiento de DSH orgánico

EFICIENCIA TRATAMIENTO ORGÁNICO (AGOSTO)					
Nivel de referencia histórico (Incineración) = unidades esperadas/unidad insumo = 41,5 lb/gl					
Fecha	Libras procesadas	Galones diesel	Lb/gl	Eficiencia/día	Falla
01-ago	650,00	22,00	29,55	71,19%	
02-ago	667,00	23,00	29,00	69,88%	
03-ago	821,00	28,00	29,32	70,65%	
04-ago	950,00	32,00	29,69	71,54%	
05-ago	750,00	26,00	28,85	69,51%	
06-ago	560,00	19,00	29,47	71,02%	
08-ago	600,00	21,00	28,57	68,85%	
09-ago	800,00	27,00	29,63	71,40%	
10-ago	650,00	22,00	29,55	71,19%	
11-ago	460,00	16,00	28,75	69,28%	
12-ago	660,00	23,00	28,70	69,15%	
13-ago	730,00	25,00	29,20	70,36%	
15-ago	0,00	0,00	0,00	0,00%	No trabajó
16-ago	550,00	19,00	28,95	69,75%	
17-ago	640,00	22,00	29,09	70,10%	
18-ago	780,00	27,00	28,89	69,61%	
19-ago	700,00	24,00	29,17	70,28%	
20-ago	500,00	17,00	29,41	70,87%	
22-ago	600,00	21,00	28,57	68,85%	
23-ago	450,00	15,00	30,00	72,29%	
24-ago	720,00	24,00	30,00	72,29%	
25-ago	600,00	20,00	30,00	72,29%	
26-ago	780,00	26,00	30,00	72,29%	
27-ago	860,00	29,00	29,66	71,46%	
29-ago	745,00	24,00	31,04	74,80%	
30-ago	850,00	29,00	29,31	70,63%	
31-ago	665,00	22,00	30,23	72,84%	
Total/mes	17 738,00	603,00	29,41	70,86%	0,00

ECUACIONES:

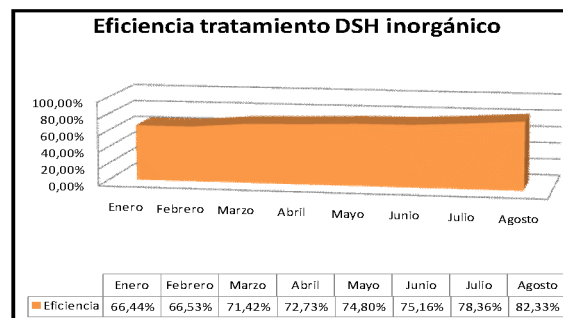
$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{unidades producidas/unidad recurso} \times 100}{\text{unidades esperadas/unidad insumo}}$$

Prom.
Eficiencia
Mensual

Fuente: elaboración propia.

En la figura 41 se muestra el aumento de la eficiencia en el tratamiento de DSH inorgánico. Del mes de enero al mes de agosto puede notarse un incremento en la eficiencia del 15,89 por ciento.

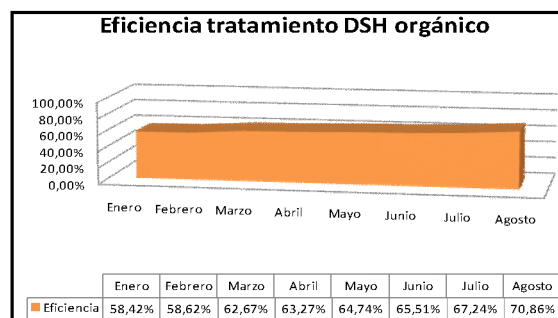
Figura 41. **Mejora de la eficiencia en el tratamiento de DSH inorgánico**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 42 se muestra el aumento de la eficiencia en el tratamiento de DSH orgánico. Del mes de enero al mes de agosto puede notarse un incremento en la eficiencia del 12,44 por ciento.

Figura 42. **Mejora de la eficiencia en el tratamiento de DSH orgánico**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se enumeran las principales ventajas obtenidas con la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios utilizados para mejorar la eficiencia de las operaciones.

- Aumentó la eficiencia de operación en planta, mitigando las paradas imprevistas de los equipos por las fallas que pudieron presentarse a causa de la falta de los mantenimientos preventivos.
- Se incrementó el ingreso de libras por viaje al relleno sanitario, evitando a la vez la acumulación de desechos hospitalarios, patológicos e industriales.
- Se logró mantener en *stock* los repuestos e insumos más utilizados dentro de la planta, llevando el control correspondiente por revisiones continuas o periódicas según su categoría.
- Se mantuvieron actualizados los registros de los mantenimientos y reparaciones llevadas a cabo en las fechas establecidas para revisiones futuras.
- Se llevó a cabo un registro para el control de inventarios de los repuestos e insumos utilizados en la planta, que da una idea de cuánto hay en bodega y cuándo es necesario pedir.
- Se utilizaron adecuadamente los recursos tanto materiales como humanos a partir de la implementación del mantenimiento preventivo a los equipos en planta y el control de inventarios de insumos y repuestos.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Descripción del problema

Se puede definir un desastre natural como la interacción entre un peligro natural, generado en la mayoría de casos por un fenómeno natural súbito e inesperado y condiciones vulnerables, que causan graves pérdidas a la población y su entorno edificado y natural.³⁷ Los desastres naturales no son imprevistos ni aislados, son parte integral del espectro de las relaciones humanas con el medio ambiente; se pueden inducir directa e indirectamente.

La ocurrencia de desastres naturales en los países desarrollados, es enfrentada a través de diversas fases que incluyen la prevención, mitigación y reconstrucción. Para todas ellas deben contarse con planes de contingencia. En Guatemala y en la mayoría de países de América Latina, no existe una gestión integral para enfrentar los desastres. Las acciones se emprenden de manera causística sin una visión global y planificada ante estos fenómenos.

A pesar de que el ser humano puede hacer muy poco para alterar la incidencia o intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales, puede desempeñar un papel importante al asegurarse de que los eventos naturales no se conviertan en desastres causados por sus propias acciones.

³⁷ El impacto de un desastre natural tiene que ver con la formación social, la planificación territorial y las condiciones de vida de la población.

Es importante entender que la intervención humana puede aumentar la frecuencia y la severidad de los eventos naturales. Por ejemplo, cuando se remueven las tierras en la base de un derrumbe para dar lugar a un asentamiento, éstas pueden moverse nuevamente y enterrarlo.

La intervención humana también puede originar amenazas naturales donde no existían antes. Los volcanes erupcionan periódicamente, pero hasta que los suelos ricos formados por su deyección no son poblados por el ser humano, no se los considera peligrosos. Esta es la base para desarrollar medidas efectivas para reducir la vulnerabilidad: si las actividades humanas pueden causar o agravar los efectos destructivos de los fenómenos naturales, también pueden eliminarlos o reducirlos.

3.1.1. Contexto general de los riesgos en Guatemala

La República de Guatemala debido a su posición geográfica, geológica y tectónica está clasificada como uno de los países en el ámbito mundial con mayor probabilidad de ser afectado por desastres.

Prueba de ello son las estadísticas en desastres con las secuelas de pérdidas humanas y materiales que se poseen. Ubicado en la intersección de 5 placas tectónicas principales: norteamericana, cocos, caribe, nazca y panameño, en donde existen numerosos sistemas activos de fallas locales y regionales, se ve expuesto a los posibles efectos devastadores de la actividad sísmica y volcánica; huracanes, inundaciones y lluvias torrenciales; sequías y deslizamientos. Estos desastres han causado a lo largo de la historia un gran daño en vidas y costos económicos.

“Desde que se tienen datos sobre los desastres que han afectado Guatemala, con las crónicas de los colonizadores españoles, el país ha estado acompañado de desastres, desde 1530 hasta 1986 el inventario abarca a más de trece mil eventos de los cuales los fenómenos geofísicos se han estimado aproximadamente en noventa eventos. Los fenómenos hidrometeorológicos sobrepasan los nueve mil eventos y son los que en definitivo causan más daño al país por su recurrencia ya que su ciclo es anual. Los fenómenos geodinámicos son cerca de tres mil y a estos son a los que más se les teme por su impacto y magnitud, aunque su recurrencia sea en periodos largos.”³⁸

El tema de la vulnerabilidad ante los riesgos naturales fue motivo de preocupación en Guatemala desde los años setenta a raíz del terremoto de 1976. En esa fecha también se crearon las instituciones para atender los efectos de los desastres naturales, tales como el Comité Nacional de Emergencia y el Comité de Reconstrucción Nacional. En 1994 surge el Comité Nacional de Reducción de Desastres (CONRED) que es la institución que actualmente tiene a su cargo la prevención de estos fenómenos. Los riesgos y por lo tanto potenciales desastres que afectan a nuestro país se han clasificado en cuatro grandes grupos que son:

- Sismos: el globo terráqueo está dividido en varios fragmentos o bloques gigantescos que se unen y separan como un descomunal rompecabezas. A estos grandes bloques se les conoce como placas tectónicas. Los terremotos ocurren por el movimiento o traslación de dichos bloques. Las placas tectónicas que atraviesan al país y lo conforman son:

³⁸ MAGA; INSIVUMEH; CONRED. *Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Guatemala: Sig Maga, 2002. 8p.

- Placa norteamericana: que va desde la ribera norte del río Motagua hasta Alaska.
- Placa caribeña: que va desde la ribera sur del río Motagua hasta Panamá.
- Placa de cocos: que es la más pequeña de las tres y que viene del océano Pacífico y que choca contra la caribeña provocando un efecto especial geológico conocido con el nombre de subducción. La subducción es el proceso por el cual una placa tectónica se mete por debajo de otra con un determinado ángulo, profundizándose hasta alcanzar su punto de fusión generando movimientos sísmicos y actividades volcánicas.
- Vulcanismo: el vulcanismo está muy asociado con la actividad propia de subducción. Basta ver los volcanes que se manifiestan físicamente en Guatemala pues poseen una alineación en la parte sur de nuestro territorio, que se puede comparar con el alineamiento subterráneo en donde la placa de cocos se funde dentro de la corteza terrestre.

“Guatemala posee 324 focos eruptivos, de los cuales 32 son definidos y aceptados como edificios volcánicos propiamente dichos (volcanes) y como si esto fuera poco para la extensión de terreno que ocupan, 4 de estos 32 están clasificados como activos, los cuales son: el volcán Tacaná, el Santa María o Santiaguito, el de Fuego y el de Pacaya.”³⁹

³⁹ MAGA; INSIVUMEH; CONRED. *Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Guatemala: Sig Maga, 2002. 8p.

- Inundaciones: los sectores más afectados por las inundaciones en el territorio nacional son los poblados de la costa sur del país. Esta situación se debe principalmente a que los desechos líquidos y sólidos se evacúan sobre las cuencas de los ríos.

En la época de invierno son altas las precipitaciones lo cual provoca inundaciones que causan severos daños principalmente en la agricultura y la infraestructura vial. Centros poblados de primera categoría como la ciudad de Guatemala, Antigua Guatemala, y la ciudad de Quetzaltenango han sido afectados pero en menor grado, sin embargo poblados de menor importancia han tenido que trasladarse en forma forzada. No hay planes de mitigación en las áreas que continuamente resultan afectadas ni está organizada la población para reducir los daños.

- Huracanes: “en Guatemala, las zonas costeras han sido afectadas por los huracanes. Los huracanes generalmente se presentan en los meses de agosto, septiembre y octubre, afectando con inundaciones y desbordamientos los ríos de la costa Atlántica y del Pacífico. Se ha detectado que la densidad de población en estas áreas son bajas con relación a las ciudades de primera categoría lo que minimiza las pérdidas humanas, pero no así en la agricultura de exportación como banano, caña de azúcar, algodón, etc.

Los huracanes que más daño han causado en los últimos años son: Francelia en 1969, Laura en 1972, Fifi en 1974, Adrián en 1981, Mitch en 1998, Stan en 2005 y Ágatha en 2010.”⁴⁰

⁴⁰ MAGA; INSIVUMEH; CONRED. *Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Guatemala: Sig Maga, 2002. 8p.

3.2. Métodos de evaluación de riesgos naturales

El manejo de amenazas en la empresa debe consistir en un número de actividades llevadas a cabo antes, durante y después de un evento natural, con el objeto de reducir el número de fatalidades y la destrucción de los bienes. Tradicionalmente, se ha conducido el manejo de amenazas naturales independiente a la planificación del desarrollo. Una característica de la asistencia técnica que brinda la Organización de Estados Americanos (OEA), es justamente la integración de ambos procesos. El manejo de amenazas naturales puede dividirse en medidas previas al evento, acciones durante e inmediatamente posteriores a él. En orden cronológico, estas medidas son:

- Medidas previas al evento
 - Mitigación de amenazas naturales:
 - Recopilación y análisis de datos.
 - Reducción de vulnerabilidad.
 - Preparación para eventos naturales:
 - Predicción.
 - Preparación para emergencias (incluyendo monitoreo, alerta y evacuación).
 - Educación y capacitación.
- Medidas durante y después de la ocurrencia de un desastre natural
 - Rescate
 - Asistencia

- Medidas posteriores al desastre
 - Rehabilitación
 - Reconstrucción

De estas medidas, la mitigación es la más efectiva en términos de costos para la empresa reduciendo el número de fatalidades y destrucción de bienes materiales, así como también es la más compatible con el proceso de planificación del desarrollo. Es necesario recopilar los datos referentes a los eventos en sí, a la vulnerabilidad y al riesgo potencial que ellos presentan. A continuación se describen brevemente los mecanismos de mitigación.

3.3. Medios preventivos de mitigación de riesgos naturales

La mayoría de las empresas llegan a comprender con más profundidad la naturaleza de los desastres cuando ya es demasiado tarde para responder al mismo. Es como si uno hubiese tomado la decisión de preocuparse solamente en resolver las consecuencias, en lugar de mitigar el potencial de los daños antes de que ocurran los desastres.

Casi todos los países y regiones del mundo han sido afectados por diversos tipos de desastres naturales y muchos de los habitantes caerán víctimas en el futuro de uno o más desastres. Con esto en mente, los miembros de la alta gerencia en la empresa Alcances Médicos S.A. deben tomar medidas preventivas y estar completamente preparados ante un desastre natural u otros tipos de desastre de acuerdo a un plan de contingencias ante emergencias, mismo que se dará como una propuesta más adelante.

Una vez ocurrido un desastre, es posible que se reúnan las condiciones necesarias para recibir asistencia o ayuda. Cuándo y cuánta ayuda se puede recibir dependerá en gran parte de la rapidez en que pueda facilitar toda la documentación importante, tales como números de cuentas bancarias, contratos, certificados, documentos de identidad, etc.

Esto implica que en el planeamiento general se deberá incluir la protección de la documentación importante en algún sitio diferente fuera de la empresa. Una alternativa práctica sería tener fotocopias de todos estos documentos importantes en otros sitios.

3.3.1. Actividades previas al desastre

Se refiere a todas aquellas actividades realizadas por la empresa previo a ocurrir un desastre con el fin de mitigar su impacto. Entre estas actividades están la prevención, la mitigación, la preparación y la alerta.

3.3.1.1. Prevención de desastres

Son todas aquellas actividades que buscarán eliminar o reducir la incidencia de eventos físicos potencialmente dañinos o sus intensidades dentro de las instalaciones de la empresa. Entre estas actividades figuran:

Análisis de riesgos, con el fin de determinar los riesgos potenciales a los que se halla sujeta la institución. Así también debe figurar la cuantificación de todos los medios de protección disponibles dentro del edificio, es decir recursos materiales y humanos que ayuden a mitigar el impacto de un desastre.

También debe haber en este punto el diseño de un plan de evacuación en caso de ocurrir un desastre, incluyendo su implementación, mantenimiento y mejora. Todos estos aspectos se verán más adelante en la implementación del plan de contingencias ante desastres naturales.

3.3.1.2. Mitigación de desastres

Intenta reducir la vulnerabilidad de la empresa frente a los eventos físicos. El propósito de la mitigación es la reducción de los riesgos, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes dentro del inmueble.

Los métodos de mitigación pueden ser activos o pasivos. Los métodos activos, implican el contacto directo entre las personas involucradas: el fortalecimiento institucional, la organización, la capacitación, la información pública, la participación de los colaboradores, etc. Estos métodos no requieren recursos económicos abundantes y son muy útiles y factibles para consolidar los procesos de mitigación en los países en desarrollo.

Los métodos pasivos están más relacionados a los recursos económicos dispuestos por la empresa en cuanto a la evaluación del tipo de riesgos a los que se encuentra expuesta y cuál es el grado de vulnerabilidad que tienen los elementos que los componen. Este proceso, es producto de una previa evaluación de riesgos, lo cual es fundamental para poder definir las medidas de mitigación. Por lo tanto, para definir las medidas de mitigación es necesario llevar a cabo un análisis en toda la infraestructura de la empresa con el fin de encontrar situaciones que puedan causar daños severos.

3.3.1.3. Preparación ante el desastre

Ante la certeza del riesgo a desastres naturales debe implementarse un conjunto de medidas y acciones para reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños, organizando oportunamente las acciones de respuesta para la atención de las emergencias, reforzando así las medidas de reducción de daños. La preparación ante el desastre contiene aspectos tales como la predicción de eventos, la educación y capacitación del personal en general, el entrenamiento de los organismos de socorro (brigadas) y la organización y coordinación para la respuesta.

Aunque esta etapa del ciclo de los desastres contiene medidas pasivas, como en las etapas anteriores, ésta se caracteriza porque la mayoría de sus medidas son activas, en una significativa interacción con los colaboradores. Para ello se deben llevar a cabo anticipadamente actividades de capacitación, educación e información pública, como esfuerzo a la capacidad de reacción espontánea de la población.

“Es importante aclarar que los planes de contingencia deben estar basados en los escenarios de riesgo previsto, es decir, en los estimativos anticipados de las pérdidas y daños potenciales.”⁴¹ Esto permite establecer la localización estratégica de recursos y procedimientos de respuesta lo más adecuado posibles. Todo esto se verá más detalladamente en el plan de contingencias expuesto más adelante.

⁴¹ La evaluación, la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo son fundamentales para la elaboración de planes de emergencia y contingencia.

3.3.1.4. Alerta ante el desastre

Son los preparativos efectuados en la empresa ante la ocurrencia de desastres, incluyen planes para facilitar la evacuación de las áreas, alerta temprana y planes de contingencia que incluyan identificación de puntos de reunión, fuentes alternativas de agua, establecimiento de procedimientos logísticos y estratégicos para enfrentar el desastre. En Guatemala esta actividad es la predominante, ocupando un papel secundario la prevención y la mitigación.

Se tiene una visión de los desastres como impredecibles e incontrolables frente a los cuales la única acción eficaz es la preparación, organización y logística de la respuesta inmediata al desastre con la finalidad que no se convierta en un problema más grande después de su ocurrencia.

Sin embargo, la posibilidad de que puedan tenerse estados de alerta o no, antes de la ocurrencia de un desastre, depende de que pueda realizarse la predicción del evento generador del mismo. Al predecir un evento debe determinarse con certeza cuándo y dónde ocurrirá y de qué magnitud será, pero eso ya es tarea de las instituciones especializadas en predicción de desastres.

Con el estado actual del conocimiento, no es posible lograr esto para todos los fenómenos que pueden generar desastres. Es decir, no es posible declarar estado de alerta para todos los desastres. Algunos fenómenos que, debido a sus características, permiten definir estados de alerta son los huracanes, las inundaciones y las erupciones volcánicas.

3.4. Medios correctivos de mitigación de riesgos naturales

Como su nombre lo indica, se refiere a todas aquellas actividades realizadas una vez que el desastre se ha presentado, es decir actividades inmediatas y posteriores al desastre.

3.4.1. Actividades inmediatas al ocurrir el desastre

Son las que se llevan a cabo inmediatamente después de ocurrido el evento, durante el período de emergencia. Estas actividades pueden comprender acciones de evacuación, de búsqueda y rescate, de asistencia sanitaria y otras, que se realizan durante el tiempo en que la institución se encuentra desorganizada y los servicios básicos no funcionan.

En esta etapa, adquiere especial importancia la coordinación de las acciones interinstitucionales previstas en los planes de emergencia y contingencia. La implementación de esos planes es lo que permite que las actividades se realicen con el mayor nivel de eficiencia y efectividad por parte de las entidades y la institución.

3.4.2. Actividades posteriores al desastre

Son todas aquellas actividades que corresponden en general al proceso de recuperación humana y material dentro de la empresa, las cuales comprenden:

3.4.2.1. Rehabilitación

Se refiere a la recuperación a corto plazo de los servicios básicos e inicio de la reparación del daño físico e infraestructura dentro de la empresa. Una vez superada la etapa de atención, se inicia la rehabilitación de la zona afectada, siendo esta la primera etapa del proceso de recuperación y desarrollo. La rehabilitación es una etapa en la cual se continúa con la atención de las personas afectadas si las hubiera y se restablece el funcionamiento de servicios básicos, tales como energía, agua, vías y comunicaciones.

3.4.2.2. Reconstrucción

Es el proceso de reparación a mediano y largo plazo de los daños físicos e infraestructura dentro de la empresa, generados por un desastre. Esta etapa tiene dos objetivos simultáneos: la reparación de los daños materiales, en especial en materia de infraestructura y la consideración de las medidas de prevención y mitigación de riesgos en el proceso de desarrollo.

3.5. Plan de contingencias ante desastres naturales

El mayor beneficio que se obtiene de hacer efectivo un plan de contingencia, es la conservación de la vida humana y la disminución o ausencia de daños personales y/o afecciones a la salud del personal involucrado en el proceso de manejo de los desechos sólidos hospitalarios, tanto dentro como fuera del edificio. Esto es prioritario en los aspectos de seguridad que ya se ha tomado en cuenta dentro de las medidas de mitigación. Es importante tomar en consideración los aspectos que se tratan a continuación:

- Evitar que los trabajadores sufran lesiones temporales o permanentes que los afecten significativamente, lo cual como consecuencia afecta el funcionamiento de la empresa por los atrasos y bajas que puedan suceder.
- Evitar que el medio ambiente sufra contaminación derivado de las actividades.
- Evitar pérdidas económicas por daños significativos a la infraestructura del proyecto.
- Proveer los equipos de seguridad, para alcanzar el resguardo de la integridad física y mental de los trabajadores, maquinaria y equipo utilizado en el proyecto.
- Mantener equipo contra incendios y elaborar la señalización de áreas restringidas.
- Proporcionar la información referente a seguridad e higiene en los ambientes de trabajo, incluir un botiquín dentro del equipo de asistencia.

“Los aspectos que se tratarán en este plan de contingencia,”⁴² tomando en cuenta los riesgos a los que está expuesta la empresa son:

- Riesgo de incendios.
- Riesgo de tormentas e inundaciones (filtración de lluvias en techos).
- Riesgo de sismos.
- Riesgo de erupciones volcánicas.

⁴² *Guía Marco de la Elaboración del Plan de Contingencia*. Guatemala: INDECI, 2005. Versión 1.0. 15 p.

“Para la realización del plan de contingencias ante desastres naturales, primeramente se realizó una investigación a fondo acerca de los desastres naturales que afectaron la zona en la que se encuentra ubicada la empresa en los últimos diez años, y el impacto generado.”⁴³

“Para ello se revisaron documentos escritos como informes, periódicos, boletines y por internet acerca de los desastres ocurridos con el fin de identificar a qué tipo de desastres está expuesta la empresa por su ubicación geográfica o actividades realizadas por la misma.”⁴⁴

Por la ubicación geográfica de la empresa, esta se encuentra expuesta a riesgos por sismos, riesgos a erupciones volcánicas, riesgos a inundaciones y riesgos a deslizamientos, hundimientos, deslizamientos y derrumbes.

En las últimas dos décadas el municipio de Villa Nueva ha sido afectado por desastres naturales tales como el huracán Mitch del 22 de octubre al 5 de noviembre de 1998, la tormenta Stan del 3 al 5 de noviembre de 2005, la tormenta Ágatha del 29 y 30 de mayo de 2010 y un sin número de eventos sísmicos. En cuanto a erupciones volcánicas que provocó lluvia de ceniza volcánica están las de marzo de 1998 y la más reciente de fecha 27 de mayo de 2010, que trajo consigo daños en la infraestructura del edificio, especialmente en el techo de la planta de procesos. Así también se han dado inundaciones, deslizamientos, hundimientos, deslizamientos y derrumbes en menores dimensiones por la estructura del suelo y composición del mismo.⁴⁵

⁴³ MAGA; INSIVUMEH; CONRED. *Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Guatemala: Sig Maga, 2002. 8 p.

⁴⁴ Centro de Estudios Urbanos y Regionales. *Informe Final: los desastres naturales en las áreas precarias*. Guatemala: CEUR, 2000. 72 p.

⁴⁵ MAGA; INSIVUMEH; CONRED. *Estimación de Amenazas Inducidas por Fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Guatemala: Sig Maga, 2002. 8 p.

“En el caso de los riesgos a sismos, el mapa de riesgo sísmico, elaborado en base a la existencia de las fallas de San Cristóbal en Mixco y de Villa Lobos en Villa Nueva, refleja un mayor riesgo a dichos fenómenos sísmicos en las mencionadas áreas.”⁴⁶ Al igual que en el riesgo a sismos, el riesgo que una población puede sufrir a partir de una erupción volcánica, está condicionada a la intensidad de la misma, que fue precisamente lo ocurrido en mayo de 2010, donde dejó serios daños en la infraestructura del edificio. Por lo tanto, los daños causados por este tipo de fenómenos naturales dependerá de factores como la velocidad del viento, la dirección o rumbo del mismo, la cercanía a volcanes, el tipo de construcción y muy seguramente a la intensidad de la erupción.

Aunque recientemente la ocurrencia de este tipo de fenómenos naturales, no ha cobrado víctimas humanas, sino los daños se han circunscrito a la infraestructura del edificio, techos, paredes, piso, drenajes, etc. Además la eventual presencia de los riesgos al producirse las erupciones, causa inconvenientes como la difícil evacuación por la inadecuada infraestructura vial. A través de internet se inició una búsqueda de información bibliográfica concerniente al tema con el fin de identificar instituciones que se dediquen al estudio del tema para tratar de contactar y apoyarse en el conocimiento que ellos puedan brindar.

Las instituciones más importantes son: el Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR), el Comité Nacional de Reducción de Desastres (CONRED), el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) entre otras.

⁴⁶ Centro de Estudios Urbanos y Regionales. *Informe Final: los desastres naturales en las áreas precarias*. Guatemala: CEUR, 2000. 72 p.

El presente plan de contingencias ha sido desarrollado para prevenir, controlar, coleccionar y/o mitigar los riesgos que puedan ser provocados por sismos, huracanes e inundaciones, erupciones volcánicas o alguna otra situación de emergencia que pudiera ocurrir en la zona que afecte el desarrollo normal de las actividades en la empresa.

Los objetivos del plan de contingencias de la empresa Alcances Médicos S.A. están basados en el cumplimiento de lo siguiente:

- Evaluar, analizar y prevenir los riesgos en la unidad operativa.
- Evitar o mitigar las lesiones que las emergencias puedan ocasionar al personal y a terceros.
- Evitar o minimizar el impacto de los siniestros sobre la salud y el medio ambiente.
- Reducir o minimizar las pérdidas económicas y daños que puedan ocasionar a la unidad operativa por afectación a su estructura.
- Capacitar permanentemente a todo el personal en prevención de riesgos y entrenamientos en acciones de respuesta ante situaciones de emergencia.
- Contar con los procedimientos a seguirse durante las operaciones de respuesta a la contingencia.

3.5.1. Análisis de riesgos

Luego de haber recopilado toda la información, es importante hacer un análisis de riesgos y un análisis de impacto que un desastre tendría en la empresa. Un análisis de riesgo es el proceso de identificar los riesgos a los que está expuesta la empresa, incluyendo las probabilidades que estos eventos pasen, la vulnerabilidad de la empresa ante esos acontecimientos, definiendo qué controles son necesarios para minimizar la probabilidad de que estos sucedan y afecten el rendimiento de la empresa.

“Otro concepto importante en el análisis de riesgo es el impacto que un desastre tendría en la empresa, el cual se refiere al proceso de identificar todas las actividades críticas, el personal y sus habilidades, los procedimientos de la empresa, sus prioridades, dependencias internas y externas, requerimiento de sistemas, equipo, sistemas de copias y archivos, suministros, servicios y otros recursos para todos los departamentos de la organización y cuantificar el impacto que tendría en los activos tangibles e intangibles.”⁴⁷

Cada uno de estos procesos tiene su propio propósito, se podría decir que están relacionados y es importante que se hagan en conjunto para obtener mejores resultados. Los riesgos a los que está expuesta la empresa podrían ser tanto internos como externos y podrían ser clasificados como riesgos naturales, tecnológicos, humanos, etc. Dentro de los riesgos naturales se incluyen incendios, inundaciones, huracanes, terremotos, tormentas tropicales, etc. Entre los riesgos tecnológicos se podrían considerar apagones de luz, sistemas de comunicación, sistemas de computación, redes, caídas del sistema, etc.

⁴⁷ *Guía Marco de la Elaboración del Plan de Contingencia*. Guatemala: INDECI, 2005. Versión 1.0. 15 p.

La probabilidad de que alguno de estos acontecimientos sucedan en la empresa, muchas veces se basan en la realización periódica de un análisis de riesgos, el cual se presenta a continuación.

3.5.1.1. Elaboración del análisis de riesgos

La probabilidad de que suceda algún tipo de suceso que amenace con interrumpir el funcionamiento de la empresa debería ser clasificado como alto (A), medio (M), bajo (B), y qué funciones afectaría dicho desastre, y aproximadamente cuánto tiempo estaría afectada la empresa.

Para determinar a qué riesgo está realmente expuesta debe empezarse por revisar quiénes son los vecinos, qué arterias de tránsito hay cerca de la empresa, qué tipo de protección contra incendios hay implementados, energía utilizada, telecomunicaciones y los sistemas de seguridad, etc.

Algunas preguntas para hacerse en la empresa son: ¿existen sistemas de mantenimiento?, ¿poseen algún tipo de seguridad?, ¿cuáles son los sistemas de informática que utilizan?, ¿qué tan vulnerables son?, ¿con qué son compatibles?, ¿son fáciles de recuperar?, etc. Es necesario realizar esta actividad por lo menos una vez al año para determinar si existen nuevos riesgos, o fueron eliminados otros.

3.5.2. Evaluación de riesgos

Se hizo el análisis de acuerdo a los riesgos encontrados en cada una de las dependencias del edificio ocupado por la empresa Alcances Médicos S.A., mostrando los siguientes resultados.

3.5.2.1. El entorno

- Identificación geográfica: la empresa Alcances Médicos S.A., está situada en la 9ª. calle 11-39 zona 5, Paraíso del Frutal Villa Nueva, Guatemala con número de teléfono 66434500 y fax 66434508.
- Localización geográfica: Alcances Médicos S.A., se encuentra ubicada como ya se dijo antes en la colonia Paraíso del Frutal del municipio de Villa Nueva, en plena entrada a la colonia, con los siguientes edificios colindantes: al este con el Ministerio Público, al oeste con Super Mayén, al sur con un predio de camiones y furgones y al norte con un bloque de viviendas.

3.5.2.2. Descripción de la institución

- Situación y emplazamiento: está compuesta por un módulo o edificio que consta de oficinas administrativas, planta de procesos y bodega. El área de oficinas cuenta con dos niveles (planta baja y planta alta) y una terraza.

La planta de procesos está compuesta por un nivel y techo nuevo reforzado con vigas triangulares con un área aproximada de 500 metros cuadrados. La bodega es un área compuesta por un nivel y techo de lámina dispuesta para bodegaje y almacenamiento de desecho industrial. El edificio además posee un área de parqueo para los camiones de recolección, área de parqueo para el personal gerencial con techo de lámina y estructura de vigas firmes, garita de seguridad y un área de ingreso y jardinería. En total el área que ocupa la empresa es de 1 613,21 metros cuadrados.

- Características constructivas: el módulo que conforma el complejo del edificio tiene fachada de *block* remozado en general. Los marcos de las ventanas son de perfil de hierro galvanizado en general. La cubierta del edificio está compuesta por una terraza enlosada y cubierta de pintura aislante en el área de oficinas. Para el área de la planta de procesos y la bodega se cuenta con techo de lámina.

El portón de acceso al edificio es metálico, automático por medio de un engranaje tipo cremallera. Las puertas de las oficinas son todas de madera. Las puertas tanto de la planta de procesos como la de bodega son puertas blindadas de panel metálico. Las escaleras poseen las medidas establecidas. Los pasillos, en líneas generales, son anchos, con las medidas establecidas y sin elementos que dificulten su tránsito, a excepción de bodega, en donde se requiere una mayor área por el aumento significativo en el volumen de cantidad almacenada.

- Instalaciones: existen varios cuadros eléctricos en la institución.
 - El cuadro principal se encuentra en la entrada de acceso al edificio, a un costado de la garita y debidamente señalizado.
 - Dos cuadros eléctricos más: uno en el área de la planta y el otro en la bodega de almacenaje. En la planta de procesos se encuentra el cuadro eléctrico correspondiente a los equipos principales de la misma.

3.5.2.3. Determinación de riesgos potenciales

En el área de oficinas administrativas se evidenció riesgo, principalmente en las puertas de cada oficina, ya que son un poco angostas. Se encontró que los sistemas de aire acondicionado se encuentran ya deficientes, especialmente el de la oficina de comercialización.

En la bodega de desechos industriales se evidencia falta de iluminación y ventilación, lo que puede traer serios problemas para el personal que se encuentre laborando, o también en caso de ocurrir una emergencia. También hace falta un extintor en esta área, necesario en caso de producirse un incendio con altas probabilidades de ocurrencia a causa del tipo de sustancias que se almacenan.

En la planta de procesos no se evidencia mayor riesgo potencial, ya que tiene techo completamente nuevo, luego del incidente sufrido en mayo de 2010 a causa de la ceniza volcánica lanzada por el volcán de Pacaya. Además las paredes y pisos se encuentran en buen estado. El piso fue reparado, pintado y señalizado a principios del año 2011, por lo que drena correctamente el agua residual, producto del lavado y desinfección de los carros recolectores y la planta en general. El único aspecto a tratar es terminar de cubrir una rendija que se encuentra entre el techo y la pared, que en tiempo de invierno puede provocar un cortocircuito en el cuadro eléctrico de la planta así como en el tablero de control de la trituradora.

De allí en más, no hay mayores riesgos evidenciados, solamente es importante darle seguimiento al presente análisis, e incluirlo en las mejoras del plan de contingencias.

De los riesgos potenciales a los que se halla sujeta la institución, cabe destacar como fundamental el de incendio, no desestimando el resto (tormentas e inundaciones, sismos y erupciones volcánicas) dado su improbable acontecer.

Respecto al riesgo de incendio, aparte de los posibles focos aleatorios que se pudieran producir, los lugares a los que habría que prestar especial atención son: el área de tanques de combustible dispuestos para el abastecimiento de la caldera e incinerador, el área de desechos industriales inflamables situada en bodega y toda el área de procesos de la planta en general.

3.5.2.4. Valoración del riesgo

La evaluación del riesgo queda determinada de acuerdo a la siguiente clasificación: alto (A), medio (M) y bajo (B).

- Riesgo de incendios: (A)
- Riesgo de tormentas e inundaciones: (M)
- Riesgo de sismos: (M)
- Riesgo de erupciones volcánicas: (B)

3.5.3. Medios de protección y catálogo de medios disponibles

Se refiere a todos los medios de protección dispuestos en la empresa Alcances Médicos S.A., tanto materiales como humanos y necesarios para la mitigación de posibles riesgos en caso de cualquier siniestro.

3.5.3.1. Recursos materiales

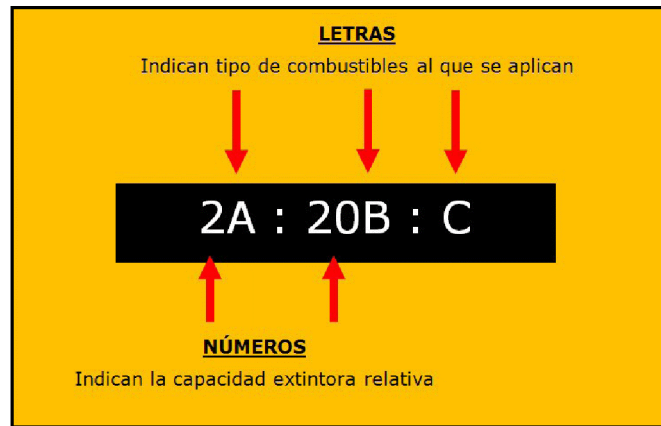
- Medios de extinción de incendios: la empresa dispone de 9 extintores portátiles, 4 del tipo polvo químico universal de 10 lb clase ABC y 5 de nieve carbónico (CO₂) de 5 lb ubicados de la siguiente manera:
 - Garita de seguridad: nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (1)
 - Oficina gerencia general: nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (1)
 - Oficina gerencia operaciones: nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (1)
 - Oficina gerencia de comercialización: nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (1)
 - Cilindro gas del evaporador: nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (1)
 - Planta: polvo químico universal ABC de 10 libras (distribuidos estratégicamente) (4)

“Los extintores se clasifican e identifican con una asignación consistente en un número seguido de una letra, los que deberán figurar en el equipo con caracteres indelebles. El número indicará la capacidad relativa de extinción para la clase de fuego identificada por la letra.

Extintores contra incendio clasificados para riesgos de fuegos clase A o clase B, deben tener un número que preceda a la letra de clasificación que indique relativamente la efectividad del extintor. Extintores para riesgos de fuegos clase C, D o K no se les requiere que tengan un número que preceda a la letra.”⁴⁸ La figura 43 muestra en forma general la clasificación e identificación de un extintor.

⁴⁸ BOTTA, Nestor Adolfo. *Cálculo de la necesidad de extintores portátiles*. Rosario, Argentina: Editorial Red Proteger, 2010. 52 p. ISBN: 978-987-27325-6-1.

Figura 43. **Clasificación e identificación de un extintor**



Fuente: BOTTA, Nestor Adolfo. *Cálculo de la necesidad de extintores portátiles*. Rosario, Argentina: Editorial Red Proteger, 2010. 52 p. ISBN: 978-987-27325-6-1.

- Clasificación de fuegos: los fuegos deberán ser clasificados de acuerdo a las guías especificadas a continuación.
 - Fuegos clase A: “son los fuegos en materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.
 - Fuegos clase B: son los fuegos de líquidos inflamables y combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, bases de aceite para pinturas, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.
 - Fuegos clase C: son incendios en sitios que involucran equipos eléctricos energizados.
 - Fuegos clase D: son aquellos fuegos en metales combustibles como Magnesio, Titanio, Circonio, Sodio, Litio y Potasio.

- Fuegos clase K: fuegos en aparatos de cocina que involucren un medio combustible para cocina (aceites minerales, animales y grasas).
- Clasificación de los riesgos: cuartos o áreas deberán ser clasificadas en riesgo leve (bajo), ordinario (moderado) y extraordinario (alto).
 - Riesgo leve (bajo): son aquellas en donde el total de materiales combustibles de clase A y clase B es de menor cantidad y fuegos con rangos bajos de liberación de calor se desarrollan. Estas instalaciones contienen riesgos de incendio con cantidades normales de combustibles clase A con acabados combustibles normales, o la cantidad total de inflamable clase B no sea mayor a 1 galón (3,8 litros) en cualquier lugar del área. Estos pueden incluir edificios o cuartos ocupados como oficinas.”⁴⁹
 - Riesgo ordinario (moderado): “lugares con clasificación de riesgo ordinario (moderado) son instalaciones donde la cantidad de materiales combustibles de clase A y clase B es ordinaria o moderada y los fuegos con rangos ordinarios o moderados de liberación de calor se desarrollan. Estas instalaciones contienen riesgos de incendio con cantidades normales de combustibles clase A con acabados combustibles normales, o la cantidad total de inflamable clase B esté entre 1 galón (3,8 litros) y 5 galones (18,9 litros) en cualquier lugar del área. Estos lugares podrían consistir en oficinas, tiendas de mercadería y almacenamiento, parqueos, etc.

⁴⁹ Comité Técnico sobre Extintores Portátiles Contra Incendios. *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios: NFPA 10*. 6a ed. Colombia: Organización Iberoamericana de Protección contra Incendios OPCI, 2007. 126 p.

- o Riesgo extraordinario (alto): lugares con clasificación de riesgo extraordinario (alto), son instalaciones donde la cantidad de materiales combustibles de clase A es alta o donde altas cantidades de combustibles clase B estén presentes y se espera que se desarrollen fuegos con liberación de grandes cantidades de calor. Estas instalaciones consisten en instalaciones con almacenaje, empaque, manejo o fabricación de materiales o combustibles de la clase A y/o la cantidad total de inflamable clase B sea mayor a 5 galones (18,9 litros) en cualquier lugar del área.”⁵⁰

“El número mínimo de extintores debe determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicada en la tabla XLV y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores debe distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.”⁵¹

Tabla XLV. **Potencial de extinción mínimo fuegos clase A**

Superficie de cubrimiento máxima por extintor (m ²)	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
150	4A	9
225	6A	11
375	10A	13
420	20A	15

Fuente: Ministerio de Salud. *Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo*. Decreto N°594. Santiago de Chile: Minsal, 1999. 47 p.

⁵⁰ Comité Técnico sobre Extintores Portátiles Contra Incendios. *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios: NFPA 10*. 6a ed. Colombia: Organización Iberoamericana de Protección contra Incendios OPCI, 2007. 126 p.

⁵¹ Ministerio de Salud. *Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo*. Decreto N°594. Santiago de Chile: Minsal, 1999. 47 p.

Los tamaños mínimos de extintores para los riesgos de fuego clase B deben proveerse basados en la tabla XLVI, donde la distancia máxima a recorrer hasta el extintor está dada en pies o su equivalente en metros.

Tabla XLVI. **Tamaño y localización de extintores fuegos clase B**

Tipo de riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia máxima a recorrer hasta el extintor	
		pies	metros
Leve (bajo)	5B	30	9,15
	10B	50	15,25
Ordinario (moderado)	10B	30	9,15
	20B	50	15,25
Extraordinario (alto)	40B	30	9,15
	80B	50	15,25

Fuente: Comité Técnico sobre Extintores Portátiles Contra Incendios. *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios*. NFPA 10. 6a ed. Colombia: Organización Iberoamericana de Protección contra Incendios OPCI, 2007. 126 p.

Como ya se mencionó, en la empresa actualmente se encuentran 4 extintores de polvo químico universal ABC de 10 libras, con un potencial de extinción mínimo identificado así: (4A: 80B: C). Así también hay 5 extintores de CO₂ de 5 libras con un potencial de extinción mínimo identificado así: (20A).

A fin de establecer si esta selección y distribución es la correcta se procede a realizar los cálculos según la NFPA 10 (Norma para extintores portátiles contra incendios edición 2007) y el Decreto Supremo N° 594 (Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo). Para ello es necesario hacer una selección de extintores de acuerdo a la clasificación de fuegos y clasificación de riesgos.

En la planta de procesos y en bodega pueden presentarse fuegos clase A, B y C, por lo que en estas áreas la selección del extintor de polvo químico universal ABC (4A: 80B: C) de 10 libras es correcta. En oficinas, parqueos y pasillos pueden presentarse fuegos clase A, por lo que en estas áreas la selección del extintor de CO₂ (20A) de 5 libras también es correcta. En la tabla XLVII se muestran los cálculos para determinar el número de extintores en la empresa tomando en cuenta la superficie a proteger, potencial de extinción mínimo del extintor, tipo de riesgo y la distancia máxima de traslado del extintor.

Tabla XLVII. **Cantidad de extintores adecuado para la empresa**

Descripción de superficie a proteger	Superficie a proteger (m ²) (1)	Superficie de cubrimiento máxima por extintor (m ²) (2)	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor (m)	(1)/(2)	N° extintores	Tipo de riesgo	Clasificación básica mínima del extintor	Distancia máxima a recorrer hasta el extintor		N° extintores considerando distancias
									pies	metros	
Planta de procesos	500,00	150	4A	9	3,33	4	Extraordinario (alto)	80B	50	15,25	4
Bodega	96,00	150	4A	9	0,64	1	Extraordinario (alto)	80B	50	15,25	1
Oficinas (planta baja)	115,00	420	20A	15	0,27	1	Leve (bajo)	-	-	-	1
Oficinas (planta alta)	105,00	420	20A	15	0,25	1	Leve (bajo)	-	-	-	1
Parqueo y pasillo	797,21	420	20A	15	1,90	2	Ordinario (moderado)	-	-	-	2
Total	1 613,21					9					9

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados se tiene que el número de extintores adecuado es 9, y si este resultado se compara con lo que actualmente presenta la empresa puede verse que es completamente correcto. De esta forma se concluye que la cantidad de extintores y la selección de extintores de acuerdo a la clasificación de fuegos y clasificación de riesgos es la correcta. El único cambio necesario se presenta en la distribución de los extintores, de acuerdo a los resultados la nueva distribución sería de la siguiente forma:

- Planta: polvo químico universal ABC de 10 libras (distribuidos como se encuentran actualmente) (4)
- Bodega: polvo químico universal ABC de 10 libras (colocado en la entrada y con la señalización correspondiente) (1)
- Oficinas (planta baja): nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (ubicado en recepción con su señalización respectiva) (1)
- Oficinas (planta alta): nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (ubicado en oficina de gerencia general con su señalización respectiva) (1)
- Parqueo y pasillos: nieve carbónico (CO₂) de 5 libras (uno ubicado en el cilindro de gas del evaporador y el otro en la garita de seguridad con su señalización correspondiente) (2)

Cabe la aclaración que esta medida sí es importante hacerla para la seguridad del personal y las instalaciones de la empresa. Además la institución carece de otros medios de extinción importantes y que bien podrían formar parte de una inversión a mediano y largo plazo. Estos medios son: sistemas de rociadores de agua, puertas cortafuego y sistemas de detección y alarmas.

- Sistemas de aviso y alarma: la empresa no dispone de ningún sistema de aviso, más que sólo del sistema de intercomunicación telefónica, centralizado a la recepción y conectado a todas las dependencias. La propuesta incluye entonces, adquirir al menos uno de los siguientes sistemas de aviso y alarma:
 - Sistema de megafonía centralizado en la recepción de la empresa.
 - Pulsador de alarma alternativo instalado en la recepción de la empresa, con timbres situados en cada una de las dependencias.

- En caso de fallo eléctrico, silbatos para uso de emergencia situados en cada una de las dependencias de la empresa.
- Equipos y material de primera intervención: existe un botiquín de asistencia de primeros auxilios situada en el área de comedor, mismo que debe ser revisado y abastecido constantemente por el jefe del comité de primeros auxilios.
- Llaveros de emergencia: existe un llavero de emergencia con todas las copias de llaves de cada una de las cerraduras del edificio ubicado en la oficina de gerencia general.

3.5.3.2. Recursos humanos

La planta cuenta con un total de 44 empleados, de los cuales 33 personas pertenecen al área operativa, el resto al área administrativa. Todo el personal está incluido en el plan de contingencia ante emergencias. Se incluye en esta sección la lista de todo el personal que participa en el plan, con indicación de su puesto de trabajo y localización de sus respectivas áreas o despacho de trabajo.

3.5.3.3. Directorio de medios externos

Este aspecto también se contempla como parte de la propuesta del plan de contingencias, ya que actualmente no existe dentro de la empresa y se refiere a los números telefónicos en caso de emergencia (ver figura 44), la cual ha de estar permanentemente actualizada y colocada junto a los distintos teléfonos existentes en:

- Garita
- Recepción
- Área de vestidores
- Área de comedor
- Planta
- Bodega
- Junto a cada uno de los teléfonos internos de la empresa

Figura 44. **Directorio de medios externos**

Teléfonos de Emergencias	
•	Bomberos Voluntarios: 122
•	Bomberos Municipales: 123
•	Cruz Roja: 125
•	I.G.S.S: 128, 2360-6168, 2254-2047, 2254-2093
•	CONRED: 119 ó 2385-4184
•	Policía Nacional Civil: 112 ó 120
•	PMT: 1551
•	Municipalidad: 1551
•	PROVIAL: 1520
•	Ministerio Público: 1570
•	Ministerio de Trabajo y Previsión Social: 2422-2574
•	TELGUA: 2333 1530 ó 147-100
•	Toxicología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC: 1-801-0029832, (1-801-Ayuda)
•	EMETRA: 1551 / 2285-8400
•	Empresa Eléctrica: 2277-7070

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Procedimientos de aplicación: estructura, organización y funciones

Dentro de la propuesta del plan de contingencia es de suma importancia crear una brigada de seguridad dentro de la empresa, el cual actualmente se encuentra carente pero puede plantearse una solución siguiendo la estructura y organización que se muestra en los siguientes puntos.

3.5.4.1. Brigada de seguridad

“La brigada de seguridad es el organismo responsable del plan de contingencias. Sus funciones básicas son: programar, dirigir, ejecutar y evaluar el desarrollo del plan, organizando asimismo los comités.”⁵² En la empresa se presentó la siguiente propuesta para la creación de una brigada de seguridad conformada por comités de auxilio. La brigada está constituida por:

- Coordinador general (propietario / empleado designado).
- Director de la emergencia (propietario / empleado designado).
- Subdirector de la emergencia (propietario / empleado designado).

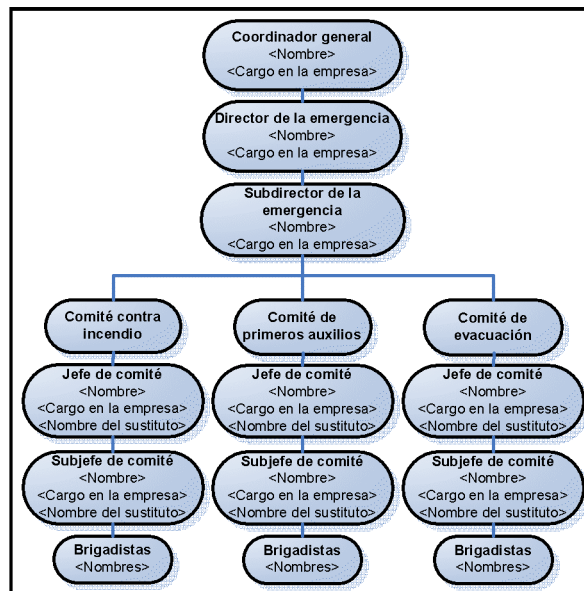
3.5.4.2. Organización de los comités

En la empresa debe crearse dentro de la brigada de seguridad un comité para cada situación de emergencia, cuyo principal objetivo es dar el auxilio en caso de darse una situación inesperada.

⁵² *Guía Marco de la Elaboración del Plan de Contingencia*. Guatemala: INDECI, 2005. Versión 1.0. 15 p.

El aspecto más importante de la organización de emergencias es la creación y entrenamiento de los comités. En la figura 45 se muestra la estructura de la brigada de seguridad aplicada a la empresa

Figura 45. Estructura de brigada de seguridad aplicada a la empresa⁵³



Fuente: elaboración propia.

3.5.4.3. Funciones de los comités

Se refiere a los procedimientos que deben seguir cada uno de los miembros de los comités contra incendio, primeros auxilios o de evacuación. Como se aprecia en la figura 45, un comité consta de un jefe, un subjefe, sustitutos para cada uno de estos y los brigadistas propiamente dichos. En caso de no estar presente el jefe o subjefe del comité se nombra un sustituto para cada uno, que sepa las funciones y sea miembro del mismo comité.

⁵³ Indicar los nombres y cargos de cada uno de los integrantes de los comités.

3.5.4.3.1. Jefe de comité

Comunica de manera inmediata a la brigada de seguridad de la ocurrencia de una emergencia. Verifica si los integrantes de los comités están suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias. El jefe de comité está al mando de las operaciones para enfrentar la emergencia cumpliendo con las directivas encomendadas por la brigada de seguridad.

3.5.4.3.2. Subjefe de comité

El subjefe de comité se encarga de reemplazar al jefe de comité en caso de ausencia y asume las mismas funciones establecidas. Esta persona debe formar parte del mismo comité y debe conocer sus funciones dentro del mismo.

3.5.4.4. Comité contra incendio

Producida una situación de emergencia, este comité debe actuar siguiendo los siguientes lineamientos:

- Comunicar de manera inmediata al jefe de comité de la ocurrencia de un incendio.
- Actuar de inmediato haciendo uso de los equipos contra incendio (extintores o matafuegos).
- Estar lo suficientemente capacitados y entrenados para actuar en caso de incendio.

- Activar e instruir la activación de las alarmas contra incendio colocadas en lugares estratégicos de las instalaciones.
- Recibida la alarma, el personal del citado comité se desplazará con urgencia hacia el lugar del siniestro.
- Iniciado el fuego se evaluará la situación, la cual si es crítica se tomarán las acciones de evacuación del establecimiento.
- Adoptará las medidas de ataque que considere conveniente para combatir el incendio.
- Se tomarán las acciones sobre la utilización de los equipos de protección personal para los integrantes que realicen las tareas de extinción.
- Al arribo de la compañía de bomberos informará las medidas adoptadas y las tareas realizadas, entregando el mando a los mismos y ofreciendo la colaboración de ser necesario.

3.5.4.5. Comité de primeros auxilios

Son funciones de este comité las que a continuación se enumeran:

- Conocer la ubicación de los botiquines en la instalación y estar pendiente del buen abastecimiento con medicamento de los mismos.
- Brindar los primeros auxilios a los heridos leves en las zonas seguras.

- Evacuar a los heridos de gravedad a los establecimientos de salud más cercanos a las instalaciones.
- Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

3.5.4.6. Comité de evacuación

Se han establecido como funciones para este comité las siguientes:

- Comunicar de manera inmediata al jefe de comité del inicio del proceso de evacuación.
- Reconocer las zonas seguras, zonas de riesgo y las rutas de evacuación de las instalaciones a la perfección.
- Abrir las puertas de evacuación del local inmediatamente si éstas se encuentran cerradas.
- Dirigir al personal y visitantes en la evacuación de las instalaciones.
- Verificar que todo el personal y visitantes hayan evacuado las instalaciones.
- Conocer la ubicación de los tableros eléctricos, llaves de suministro de agua y tanques de combustibles.
- Estar suficientemente capacitados y entrenados para afrontar las emergencias.

3.5.5. Pautas para los comités

- En caso de siniestro, informará de inmediato a la brigada de seguridad por medio de telefonía de emergencia o alarmas. Si la situación lo permite, intentará dominar el siniestro con los elementos disponibles en el área pero sin poner en peligro la vida de las personas.
- Si el siniestro no puede ser controlado deberá evacuar al personal conforme lo establecido, disponiendo que todo el personal se forme en el punto de reunión.
- Mantendrá informado en todo momento al coordinador y director de la emergencia de lo que acontece.
- Revisará los compartimentos de baños y lugares cerrados, a fin de establecer la desocupación del lugar.
- Se cerrarán puertas y ventanas.
- Mantendrá el orden de evacuación evitando actos que puedan generar pánico, expresándose en forma enérgica, pero prescindiendo de gritar a fin de mantener la calma.
- La evacuación será siempre hacia las rutas de escape, siempre que sea posible.
- Se informará al director de la emergencia cuando todo el personal haya evacuado.

- Los responsables de las áreas no afectadas, al ser informados de una situación de emergencia (alerta), deberán disponer que todo el personal se forme en el punto de reunión establecido.
- Posteriormente aguardarán las indicaciones del director de la emergencia a efecto de poder evacuar a los visitantes y empleados del lugar.

3.5.6. Pautas para el personal que se encuentra en la zona de emergencia

Todo el personal del establecimiento debe conocer las directivas generales del plan de evacuación. El personal que observe una situación anómala en donde desarrolla sus tareas, deberá dar aviso en forma urgente de la siguiente manera:

- Avisar al jefe inmediato.
- Accionar el pulsador de alarma.
- Utilizar el teléfono de emergencia.

Se aconseja al personal que guarde objetos de valor y documentos, así como también desconectar los artefactos eléctricos a su cargo, cerrando puertas y ventanas a su paso. A continuación y siguiendo indicaciones del coordinador de la emergencia, procederá a abandonar el lugar respetando las normas establecidas para el descenso:

- Seguir las instrucciones del coordinador de la emergencia.
- No perder tiempo recogiendo otros objetos personales.

- Caminar hacia la salida asignada.
- Bajar las escaleras caminando, sin hablar, sin gritar ni correr, respirando por la nariz.
- Una vez efectuado el descenso a la parte baja en caso de estar en la planta alta, es necesario dirigirse hacia el punto de reunión establecido.

3.5.7. Listado de elementos básicos para el botiquín de primeros auxilios

A continuación se listan, a modo referencial, los elementos básicos de dotación para el botiquín de primeros auxilios, teniendo en consideración que en ellos existen medicamentos, pues éstos solo se deben suministrar con la autorización del médico:

Aplicadores, depósitos de diferentes tamaños, bajalenguas, bolsas de plástico, esparadrapo de papel, esparadrapo de tela, férulas para el cuello, gasa en paquetes independientes, juegos de inmovilizadores para extremidades, pinza para cortar anillos, solución salina o suero fisiológico en bolsa (únicamente para curaciones), tijeras de material, vendas adhesivas, vendas de rollos de diferentes tamaños, vendas triangulares, linterna de uso médico, elementos de protección personal del auxiliador, guantes quirúrgicos, monogafas, tapabocas, etc.

3.5.8. Sistema de comunicación de emergencia

Se han definido los tipos de señal de alerta y de alarma a utilizar en cada caso según los medios disponibles: si se oyen sirenas, timbres o silbatos de duración continua y prolongada indica que se trata de señal de alerta y si se oyen sirenas, timbres o silbatos de duración breve e intermitente indica que se trata de señal de alarma. “En caso de usar la megafonía, se divulgarán mensajes claros y concisos sin provocar pánico en los ocupantes. Para las señales de origen eléctrico, se ha tenido en cuenta alternativas para el caso de apagón (uso de baterías, silbatos, etc.).”⁵⁴

Para evitar el pánico, se ha planificado la evacuación para que la salida se realice de la misma forma que se hace habitualmente para las actividades comunes. Para comunicar la emergencia a las personas y entidades que correspondan debe contarse con al menos teléfonos celulares.

3.5.9. Acciones de respuesta frente a incendios

A continuación se describe el procedimiento en caso de ocurrir un incendio, durante y después del mismo. Este solamente es un procedimiento general que puede servir como guía para actuar en caso de darse un incendio.

3.5.9.1. Durante el incendio

Un incendio puede no ser un desastre natural, pero puede derivarse a consecuencia de uno de éstos, por ejemplo en caso de un sismo o una erupción volcánica, por tal razón se incluye en este plan de contingencias.

⁵⁴ *Guía Marco de la Elaboración del Plan de Contingencia*. Guatemala: INDECI, 2005. Versión 1.0. 15 p.

En caso de que el incendio se produzca se debe evitar que el fuego se extienda rápida y libremente, es decir solamente deberá causar el menor daño posible. En caso de incendios, estas son las indicaciones mínimas que se deben considerar:

- El comité contra incendio o en su defecto cualquier persona que detecte fuego intentará extinguirlo, o contener las llamas para que no se expandan, con los medios disponibles (extintores, arena, agua, etc.).
- El personal que se encuentre en el área de ocurrencia del incendio, notificará de inmediato a la brigada de emergencia, especialmente al jefe del comité contra incendio, para coordinar las acciones a seguir en la extinción del fuego.
- Se solicitará la presencia de bomberos disponiendo para ello en lugares visibles los números telefónicos de emergencias, a efectos de obtener una pronta respuesta al acontecimiento.
- El jefe del comité contra incendio deberá evacuar a todo el personal ajeno a la emergencia, destinándolo a lugares seguros establecidos (puntos de reunión).
- El comité contra incendio realizará, instruirá e implementará el plan de respuestas ante emergencias de fuego acorde a las características del área comprometida.

3.5.9.2. Después del incendio

Se han establecido los siguientes lineamientos:

- Mantener la calma y cerciorarse que se haya sofocado todo tipo de llamas, asegurándose que no existan focos de reinicio de llamas o fuego.
- Realizar labores de rescate de personas si las hubiese, brindándoles los primeros auxilios de ser el caso o transportándolas al centro médico más cercano.
- Acordonar o restringir el acceso de personas no autorizadas al área de peligro.
- Realizar los trabajos de remoción o retiro de escombros y limpieza.
- Evaluar los daños ocasionados al entorno, vecindad y medio ambiente así como evaluar las pérdidas sufridas a nivel humano, de infraestructuras y bienes de la empresa.
- La disposición final de materiales contaminados o impregnados de combustibles deberá ser realizada a través del personal operativo, de acuerdo al procedimiento de manejo de desechos industriales.

3.5.10. Acciones de respuesta frente a tormentas e inundaciones (filtración de lluvias en techos)

Este plan de contingencia tiene como objetivo determinar las acciones que se tomarán en caso de tener que solucionar una situación de emergencia como lo sería una filtración por lluvia prolongada a través de techos. Tal situación podría ser causada por:

- Baja calidad de los materiales utilizados en el techado.
- Diseño disfuncional de superficie de techado.
- Desgaste de insumos o materiales utilizados en el techado.
- Prolongación de lluvias en el sector de ubicación de la planta.

A continuación se dictan los procedimientos antes, durante y después de una tormenta o inundación. Este solamente es un procedimiento general que puede servir como guía para actuar en caso de darse cualquiera de estas dentro de la empresa.

3.5.10.1. Antes de una tormenta o inundación

Deben seguirse los siguientes pasos:

- Retirar del exterior de las instalaciones, aquellos objetos que puedan ser arrastrados por el agua, como macetas, llantas, basura, etc.
- Colocar los documentos importantes a la mano en bolsas plásticas, resguardar documentos y papelería en general en un lugar donde no se puedan mojar.

- Mantener aislados y bien cerrados productos químicos, contenedores de combustibles y residuos biológicos.
- En las áreas vulnerables a inundación, procurar colocar muros de contención con costales rellenos de arena.
- Asegurarse de realizar una supervisión física de las áreas techadas de forma periódica en tiempos de lluvias.
- Notificar a la brigada de seguridad acerca de las filtraciones encontradas.
- Identificar el área donde se requiere reparación de filtraciones.
- Determinar el daño a reparar así como los materiales necesarios.
- Cambiar de posición los desechos contenidos en la parte inferior del techo con filtración.
- Cubrir los desechos con material impermeable (lona o plástico) para evitar en todo momento el contacto con el agua, lo cual podría ocasionar alguna reacción inesperada en caso de existir desechos químicos.
- Proceder a tapar los agujeros utilizando parches tapa goteras y/o cambiar las piezas de techo que presentan daño.
- Proporcionarle seguimiento durante las próximas 24 horas de ocurrida la evacuación de la emergencia.

3.5.10.2. Durante una tormenta o inundación

Si llegan a inundarse las instalaciones, es fundamental refugiarse en un lugar seguro, asegurando la integridad del personal que se encuentre en las instalaciones. Además es necesario seguir los siguientes lineamientos:

- Cuando se inicien lluvias intensas el personal dejará de operar de inmediato y de ser necesario, se apagarán las máquinas que están siendo utilizadas y se dirigirá en primera instancia a los puntos de concentración o reunión establecidos para estos casos.
- Desconectar de la energía eléctrica aparatos que puedan ser afectados por las variaciones de energía, evitando estar mojados y utilizando materiales aislantes, cerrando los suministros de combustible.
- Revisar, cada cierto tiempo, el estado de los techos, evitar acumulamientos de hojas de árbol o basura que obstruya de la libre circulación de bajantes.
- Alejarse de alambradas, torres de alta tensión y otros objetos metálicos.
- Dirigirse a los puntos más altos de la zona.
- No hacer actos heroicos si no se cuenta con la capacitación y equipo necesario para efectuar el rescate.

Un derrame, producto de caídas de máquinas de despacho de combustible o que se ladee o voltee la instalación, podría también ser causado por condiciones naturales, como vientos fuertes huracanados. Cuando se produzcan vientos fuertes el personal dejará de operar de inmediato, apagando rápidamente las máquinas que están siendo utilizadas y se dirigirá en primera instancia a los puntos de concentración o reunión preestablecidos para estos casos.

3.5.10.3. Después de una tormenta o inundación

Deben seguirse los siguientes pasos:

- Revisar que los techos de la planta estén anegadas por agua.
- Revisar que no estén objetos que dificulten el flujo de bajantes.
- Evitar que exista encharcamiento de agua y evitar el acumulamiento de mosco.
- Analizar si existen daños con anegación de agua o filtraciones en las instalaciones o equipos.

3.5.11. Acciones de respuesta frente a sismos

“Los sismos no se pueden predecir con exactitud, no se sabe a ciencia cierta dónde y cuándo ocurrirán.”⁵⁵ A continuación se dictan pasos que se deberán seguir para sobrevivir a un sismo, antes, durante y después del mismo.

⁵⁵ Modificados del volante informativo elaborado por la CONRED. 2002.

3.5.11.1. Antes de un sismo

Como estos eventos no son predecibles es conveniente prepararse preventivamente. En general, deben tomarse en cuenta las siguientes acciones y medidas:

- Identificar las áreas más peligrosas y susceptibles de daño, como por ejemplo en las áreas donde se pueda encontrar maquinaria pesada.
- Identificar los lugares más seguros y estables al momento de que ocurriera un sismo, que sean zonas de terrenos firmes y planos.
- Conocer y hacer conocer a las personas que laboran en la empresa las zonas de seguridad.
- Tener a mano los teléfonos y direcciones de los centros hospitalarios, bomberos municipales y voluntarios, a donde pueda acudir o pedir ayuda en caso de sismo.
- Conservar permanentemente botiquín, linterna, radio de baterías y herramientas para atender una emergencia. Es adecuado tener a mano un silbato como sistema de alerta y para pedir ayuda en caso de quedar atrapado.
- Señalizar la ubicación de extintores, botiquines, rutas de evacuación y salidas que hagan falta.

- Para evitar incendios, deben acondicionarse mecanismos para suspender fácilmente el suministro de energía eléctrica, combustible y otros servicios. Enseñar a todos los colaboradores cuáles son y cómo funcionan.

3.5.11.2. Durante un sismo

En esta fase se ejecutan las actividades de respuesta durante el periodo de emergencia o inmediatamente después de ocurrido el evento. En esta fase se identifican las siguientes actividades:

- Durante un sismo de mayor magnitud, los encargados y jefes de cada área deben guiar a los empleados a salir de sus puestos de trabajo hacia un lugar estable, siempre guardando la debida calma, esperando las indicaciones de los comités respectivos.
- Todo el personal deberá suspender las labores que se encuentre realizando en el preciso momento del fenómeno natural. Apagar máquinas eléctricas y cerrar válvulas de combustible y agua, en la medida de lo posible debe cumplirse este aspecto.
- Todo el personal deberá buscar las zonas y áreas designadas como de menores riesgos y agruparse en los puntos de reunión establecidos.
- Alejarse de postes, árboles, cables eléctricos y otros elementos que puedan caerse. Si está en un vehículo (camión o maquinaria pesada), debe detenerlo inmediatamente.

- Si no es posible el escape, aplicar la herramienta triángulo de vida.⁵⁶
- Mantener la calma, para actuar en forma más segura, ordenada y rápida e instar a las demás personas que lo acompañan a hacer lo mismo.
- Después del sismo principal es posible que ocurran otros conocidos como réplicas, tumbando algunas partes del lugar que quedan debilitadas. Por ese motivo es necesario estar alerta y alejarse de lugares que puedan colapsar, acudiendo a sitios más seguros.
- Colaborar para evitar el pánico.
- Buscar salidas de emergencia.

3.5.11.3. Después de un sismo

A esta fase le corresponden todas aquellas actividades que se realizan con posterioridad al desastre. Estas actividades incluyen la evacuación de las personas afectadas, la asistencia, la búsqueda y rescate. También se inician acciones con el fin de restaurar los servicios básicos y de reparar cierta infraestructura vital en el área afectada, si este fuera el caso.

En general se orientan al proceso de recuperación a mediano y largo plazo. Esta fase se divide en rehabilitación y reconstrucción. Las actividades a realizar son las siguientes:

⁵⁶ Procedimiento de supervivencia frente a derrumbes estructurales, colocándose a un costado de superficies rígidas y no debajo de ellas.

- El coordinador general de la emergencia junto con el director y subdirector deberán realizar una inspección general de la situación posterior a la contingencia, evaluando los daños ocasionados, con base a decidir si es posible continuar con los trabajos o suspender temporalmente las actividades.
- Inspeccionar el área, localizar fugas de agua, químicos, desechos sólidos y de combustibles y proceder a desconectar los servicios dañados. Localizar líneas de conducción eléctricas caídas o dañadas.
- Si cualquier colaborador queda atrapado debe procurar utilizar una señal visible o sonora, para llamar la atención.
- No difundir rumores, pueden causar descontrol y desconcierto.
- Revisar el estado de deterioro en que quedó el lugar, porque pueden ocurrir nuevos temblores que derrumben lo que ha quedado débil. Si es el caso debe trasladarse a un lugar más seguro y reportar las zonas inestables del lugar.
- Observar si hay heridos en el lugar donde se encuentra. No mover a personas lesionadas a no ser que estén en peligro de sufrir nuevas heridas. Si debe hacerse y hay sospechas que puede tener fracturada la columna vertebral, debe evitarse doblar al herido; más bien trasladarlo con mucho cuidado sobre una superficie plana como por ejemplo una tabla, a un lugar seguro.
- No caminar descalzo.

- Sintonizar en la radio alguna emisora y allí poder recibir instrucciones de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) u otra institución de socorro.
- Durante las tres primeras horas usar el teléfono solamente para informar sobre cualquier situación que ponga en peligro vidas humanas. Así se reduce la congestión telefónica.
- No usar agua de los grifos para beber, puede estar contaminada. Usar como reserva el agua de otros estanques limpios o garrafones en uso.

3.5.11.3.1. ¿Qué debe haber al alcance?

- Botiquines de primeros auxilios, ubicados en áreas disponibles a todo el personal.
- Manual básico de primeros auxilios, ubicados en área administrativa, planta y bodega.
- Extintor de incendios, ubicados en lugares necesarios y con su respectiva señalización.
- Herramientas variadas, para desconectar agua o gas en caso necesario.
- Números telefónicos de medios externos en caso de emergencia como bomberos, policía, cruz roja y médicos.
- Sistema de comunicación portátil o inalámbrica.

3.5.12. Acciones de respuesta frente a erupciones volcánicas

Las erupciones volcánicas son poco probables de ocurrir, pero luego de lo sucedido en la última erupción del volcán de Pacaya en mayo de 2010, y que trajo consigo daños en las instalaciones de la empresa, es importante tomarla en cuenta e incluirla en este plan de contingencias. A continuación se detalla el procedimiento a seguir antes, durante y después de una erupción volcánica dentro de la empresa.

3.5.12.1. Antes de una erupción volcánica

En períodos de quietud volcánica deben evaluarse los planes de contingencia, de posible evacuación parcial o total y otras medidas preventivas que garanticen la supervivencia de las personas. Para ello la institución deberá estar en permanente comunicación con los organismos de socorro, prevención y atención de desastres. Las medidas de prevención son:

- Procurar permanecer en la zona de menor amenaza en cada dependencia de la empresa.
- Cubrir los depósitos de agua para evitar que se contaminen con la caída de cenizas.
- La acumulación de material volcánico sobre los techos planos o de poca inclinación es factible que provoque su derrumbamiento. Este riesgo aumenta si se presentan lluvias porque el agua aumenta el peso de los materiales sobre los techos.

- Mantener un radio de baterías para recibir información que le sea útil en la emergencia.
- Estar alerta a las instrucciones que den las autoridades.

3.5.12.2. Durante una erupción volcánica

Durante una erupción volcánica se debe conservar la calma, evitando el pánico. Si la ceniza volcánica empieza a caer, es preciso poner en práctica las siguientes recomendaciones:

- Buscar refugio bajo techo y permanecer allí hasta que el fenómeno cese. Si no se encuentra refugio, procurar respirar a través de una tela humedecida con agua o vinagre, esto evita el paso de los gases y el polvo volcánico. Además, proteger los ojos cerrándolos tanto como sea posible.
- Llevar un radio y sintonizarlo para recibir información que le sea útil en la emergencia, estando alerta a las instrucciones que den las autoridades.
- Procurar no estar cerca de terrenos que hayan sufrido derrumbes.
- Mantener consigo un maletín de primeros auxilios.
- Si la erupción toma a todos por sorpresa es bueno recordar que el centro del recinto es el lugar más seguro.

3.5.12.3. Después de una erupción volcánica

Una vez haya pasado el peligro, es necesario atender los siguientes lineamientos:

- Permanecer en el sitio seguro hasta cuando las autoridades informen que ha vuelto la normalidad.
- Mantener en sintonía la radio.
- Remover la ceniza de los techos.
- Atender las recomendaciones de las autoridades.

3.5.13. Diseño de la evacuación

Como parte de la propuesta del plan de contingencias, es necesario agregar un diseño como el que se presenta a continuación en la forma que debe actuarse para la evacuación del edificio, ya sea para fines reales o simulacros.

- Punto de reunión principal: el punto de reunión principal al que deben presentarse todos los colaboradores de la empresa una vez evacuada se establece en el área de parqueo administrativo o de gerencia, a un costado de la garita de seguridad, ya que es una zona peatonal sin problemas de tráfico y en el que los empleados pueden sentirse seguros al estar alejados del foco del siniestro.

Si se ha optado por este punto, es porque todo el corredor que conduce hacia la planta es un tanto estrecho cuando se encuentran todos los camiones de recolección dentro de la empresa. En el caso por ejemplo de un fuego de grandes dimensiones podría presentar problemas de evacuación, siendo además un estorbo para la intervención de los bomberos.

- Punto de reunión secundario: el punto de reunión secundario se establece en el parqueo de los camiones en caso que estos no se encuentren en la empresa. Este punto está establecido para el personal que en caso de un siniestro se encuentre en la bodega de almacenamiento de desechos industriales o en la planta de procesos. En caso de poder trasladarse al punto de reunión principal se hará en el momento que sea indicado por el jefe del comité de evacuación.
- Orden de salida: en una situación de riesgo inconcreto, primero desalojan los ocupantes de la planta baja (oficinas en el primer nivel, el área de procesos, bodega, etc.). Simultáneamente, los que se encuentren en la planta alta se desplazan hacia las escaleras más próximas pero sin descender a la planta de salida hasta que las plantas inferiores hayan sido desalojadas y siguiendo un orden descendente (planta baja y alta).

Si el siniestro tiene lugar en la planta alta, en primer lugar se desaloja ésta y a continuación la planta baja se hará de forma simultánea siguiendo el sentido de la pared. Si fuera imposible desalojar la planta alta debido a que quedara bloqueado el paso a través de la escalera, se podría acceder a la salida por el comedor, ya que por acá se tiene comunicación con las oficinas de la planta alta. Una vez desalojada cada área, cada grupo debe dirigirse al punto de reunión principal.

3.5.14. Diseño de las vías de evacuación

Teniendo en cuenta la anchura de los pasillos y las salidas, la evacuación de cada planta y sus dependencias puede hacerse casi de forma simultánea, partiendo de las siguientes premisas:

- Se sale andando, sin correr y formando una o dos filas paralelas según los criterios adoptados.
- Siempre pegados a las paredes.
- En cada planta de la empresa sale primero el personal que se encuentre más próximo a las escaleras o a las salidas de emergencia.
- El personal que al sonar la alarma se encuentre en una planta distinta a su puesto de trabajo, debe añadirse al grupo más próximo que se encuentre en movimiento de salida.
- Planta baja
 - Saldrán primero los colaboradores de las oficinas administrativas a través de la salida principal y siguiendo la pared que da a sus puertas.
 - Simultáneamente, las personas que se encuentren en lavandería, vestidores y duchas se conducen a través de la salida principal siguiendo la pared que da a sus puertas.

- Simultáneamente, todo el personal operativo que se encuentre en la planta de procesos y en bodega se conducen a través de la salida principal siguiendo las señales de evacuación.
- Planta alta
 - Las personas que se encuentren en gerencia general, logística, gerencia de comercialización y gerencia de operaciones, en este orden, abandonan la planta por la parte izquierda de las escaleras principales siguiendo la dirección de las flechas verdes. Al llegar a la planta baja, siguen las flechas verdes hacia la salida principal. Si por cualquier situación no se puede descender por las escaleras principales, se hará uso de las escaleras por la parte derecha que se encuentran continuas al área de comedor, y de igual forma al llegar a la planta baja se dejan guiar por las flechas verdes hacia la salida principal.

3.5.15. Implementación del plan de contingencias

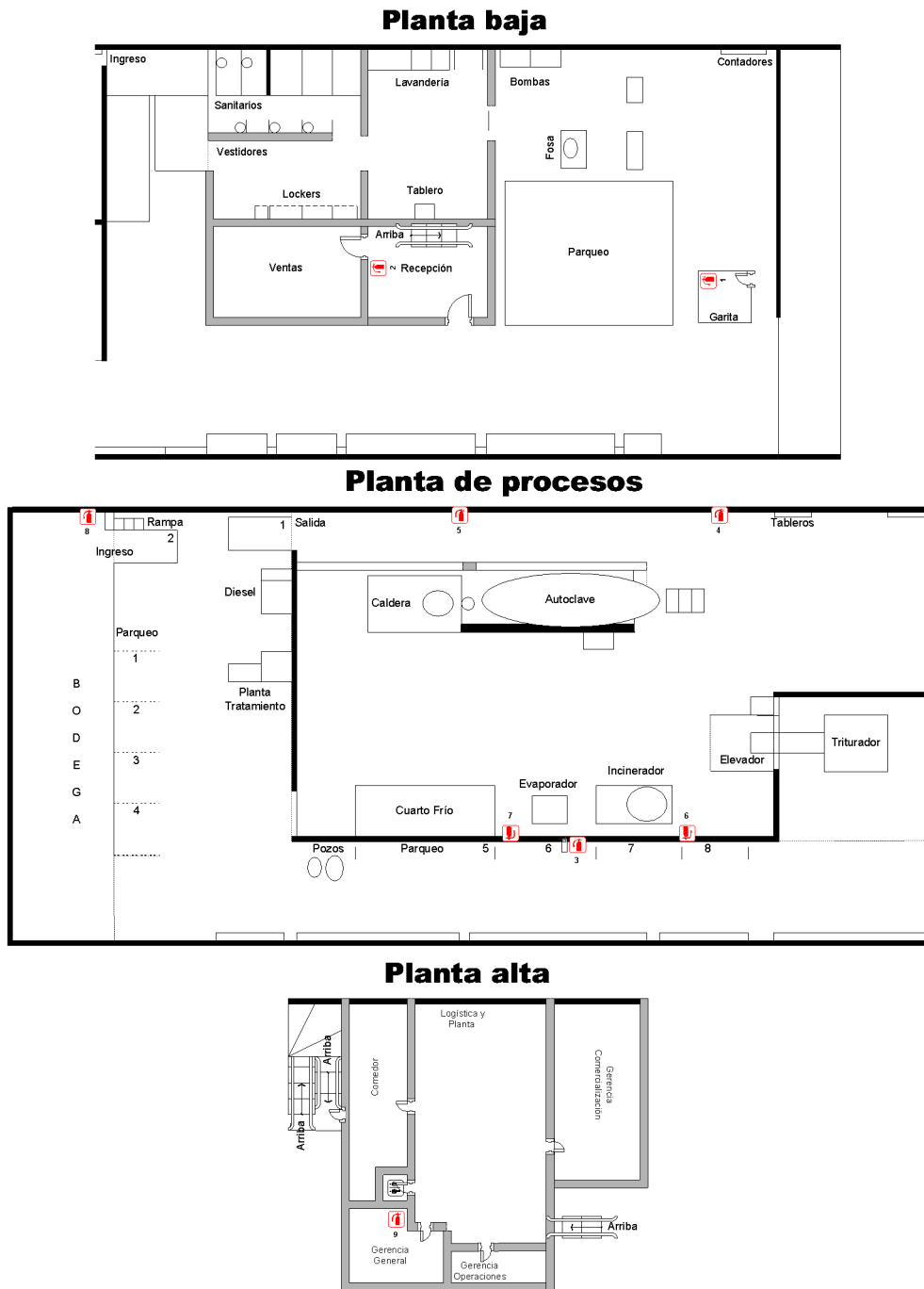
El calendario para la implementación real del plan de contingencia y evacuación se concretará en:

- Fecha límite para la revisión e incorporación de los medios de protección previstos en el plan: antes de comenzar un nuevo año, es decir desde todo el mes de diciembre.
- Fechas de realización de simulacros de evacuación: según sea el establecido en el programa de capacitaciones anual de Biotrash.

Una vez implementado el plan de contingencia, y habiéndose revisado los diversos elementos que lo componen se han detectado las siguientes necesidades para su correcta implementación:

- Revisar el sistema eléctrico de los timbres de alarma como parte de su mantenimiento. Podría tomarse como fecha límite la misma que se tiene para la revisión e incorporación de los medios de protección.
- Dotar las áreas de las diversas plantas de silbatos alternativos.
- Revisar y completar equipo primario de rescate (megáfonos y linternas).
- Comprobar el correcto funcionamiento de los llaveros de emergencia.
- Colocar en lugar accesible junto a los teléfonos interiores la lista de números de emergencia y directorio de números internos.
- Colocar en las diversas dependencias planos elementales del edificio con información suficiente sobre ubicación de extintores, vías de evacuación y orden de salida por flechas según se muestra en las figuras 46 y 47.
- Llevar a cabo la señalización que se encuentra deficiente, especialmente las de rutas de evacuación, como se verá más adelante.
- Comprobar la dotación del botiquín de primeros auxilios.
- Prever la realización de ejercicios y simulacros establecidos en el programa de capacitaciones anual de Biotrash.

Figura 46. Propuesta plano de ubicación de extintores en la empresa



Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Propuesta plano de evacuación en la empresa



Fuente: elaboración propia.

3.5.16. Actualización y mejora del plan de contingencias

Debe realizarse al menos un análisis de riesgos anual, así como el mantenimiento de las instalaciones susceptibles de provocar incidentes: planta de procesos, bodega, tanques de combustible y oficinas en general según fecha prevista en comité antes de terminar el mes de diciembre de cada año, por los encargados de cada área en conjunto con la brigada de seguridad.

Las acciones previstas para la revisión y mantenimiento de las instalaciones y medios de protección son principalmente: revisión periódica de la señalización industrial así como mantenimiento y recarga de extintores, ésta última a cargo de la empresa especializada.

Luego de revisar el informe del análisis de riesgo respecto al estado de las instalaciones, tomando en cuenta las recomendaciones factibles de ser mejoradas, los miembros de la brigada de seguridad deben introducir dichas mejoras en el presente plan de contingencias, reflejando los cambios producidos y actualizando el mismo.

Promovida por la comisión, se realizará igualmente a principio de cada año una reunión informativa con todos los miembros de la empresa para recordar o presentar, si hubiera nuevas incorporaciones, el contenido del presente plan, actualizando las directrices de acción en caso de siniestro y, sobre todo, las funciones que cada uno debe desempeñar en el mismo en caso de surgir cambios. Al menos una vez al año y en fechas estipuladas en el programa de capacitaciones determinada por la propia comisión, se realizará un simulacro de evacuación para ejercitar a todos los colaboradores de la empresa en caso de un siniestro real.

Posteriormente a su realización, la brigada de seguridad evaluará los resultados e introducirá las soluciones necesarias para mejorarlo. Tanto para el análisis de riesgos e impactos como para las evaluaciones de los simulacros de evacuación se hace necesario el uso de formatos como los que se presentan en las tablas XLVIII a LIV.

Tabla XLVIII. **Formato análisis de riesgos e impactos en la empresa**

ORGANIZACIÓN DEL PLAN RESPUESTA A EMERGENCIAS Y DESASTRES NATURALES	
1. DATOS GENERALES	
1.1 Nombre de la empresa:	_____
1.2 Dirección:	_____
1.3 Teléfono:	_____ Fax: _____
1.4 Nombre director:	_____
1.5 Domicilio:	_____
1.6 Teléfono:	_____
1.7 No. operarios:	_____ No. personal administrativo: _____
1.8 Años de construido el edificio:	_____
1.9 Tipo de material que predomina en la construcción:	_____
1.10 Estado general en que se encuentra el edificio en sus techos, columnas, paredes y otros aspectos que puedan provocar riesgo.	_____

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. Formato brigada de seguridad y comités de la empresa

2. ORGANIZACIÓN	
Brigada de Seguridad para la Gestión y Reducción del Riesgo	
2.1 Coordinador de emergencia:	
Nombre:	_____
No. Telefónico:	_____
2.2 Director de emergencia:	
Nombre:	_____
No. Telefónico:	_____
2.3 Subdirector de emergencia:	
Nombre:	_____
No. Telefónico:	_____
2.4 Comité contra incendios:	
Nombre Jefe :	_____
No. Teléfono:	_____
Nombre Subjefe:	_____
No. Teléfono:	_____
2.4 Comité de primeros auxilios:	
Nombre Jefe :	_____
No. Teléfono:	_____
Nombre Subjefe:	_____
No. Teléfono:	_____
2.4 Comité de evacuación:	
Nombre Jefe :	_____
No. Teléfono:	_____
Nombre Subjefe:	_____
No. Teléfono:	_____

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. Formato evaluación de riesgos dentro de la empresa

3. RIESGOS A QUE ESTÁ EXPUESTA LA INSTITUCIÓN	
<p>Nota: Esta información recabada es base para imaginar cuál sería el escenario en caso un desastre impactara en la empresa. Ese escenario puede ser utilizado para la planificación y realización de ejercicios de práctica (simulaciones y simulacros).</p>	
<p>3.1 Tipo de amenaza:</p>	<p>Vulnerabilidad en la empresa según la amenaza existente</p>
<p>a. _____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>b. _____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>c. _____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>d. _____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>3.2 Tipo de riesgo:</p> <p>Riesgos internos:</p>	<p>Riesgos externos:</p>
<p>a. _____</p>	<p>a. _____</p>
<p>b. _____</p>	<p>b. _____</p>
<p>c. _____</p>	<p>c. _____</p>
<p>d. _____</p>	<p>d. _____</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. Formato recursos propios de la empresa

4. RECURSOS			
4.1 Propios de la empresa			
	Personal	Puesto	Localización en la empresa
1	<Nombre>	<Puesto>	<Área de trabajo>
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Formato para el plan de autoprotección en la empresa**

			Fecha:
PLAN DE AUTOPROTECCIÓN			
RELACIÓN DEL PERSONAL EN LA INSTITUCIÓN			
COLABORADORES:			
ÁREA	NÚM. EMPLEADOS	PLANTA	NÚM. TOTAL POR PLANTA
Garita de seguridad		Planta Baja	
Recepción y área de ventas			
Lavandería			
Planta de procesos			
Bodega			
Gerencia general		Planta Alta	
Gerencia operaciones			
Gerencia comercialización			
Jefatura de logística			
Jefatura de planta			
Comedor			
COMITÉ DE SEGURIDAD:			
MIEMBRO	NOMBRE	PUESTO	TELÉFONO
Coordinador general			
Director de la emergencia			
Subdirector de la emergencia			
Jefe de comité contra incendios			
Subjefe de comité contra incendios			
Jefe de comité de primeros auxilios			
Subjefe de comité de primeros auxilios			
Jefe de comité de evacuación			
Subjefe de comité de evacuación			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. Formato para medios de protección contra incendios

MEDIOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS				
EXTINTORES				
NÚM.	PLANTA	DEPENDENCIA	TIPO	FECHA CADUCIDAD
1	Baja	Garita de seguridad	CO ₂ 5 lb	
2	Baja	Recepción	CO ₂ 5 lb	
3	Baja	Cilindro de gas del evaporador	CO ₂ 5 lb	
4	Baja	Planta	ABC 10 lb	
5	Baja	Planta	ABC 10 lb	
6	Baja	Planta	ABC 10 lb	
7	Baja	Planta	ABC 10 lb	
8	Baja	Bodega	ABC 10 lb	
9	Alta	Gerencia general	CO ₂ 5 lb	
DEFICIENCIAS DETECTADAS				
PROPUESTAS DE MEJORA				
PROGRAMACIÓN DE SIMULACROS				
Simulacro de extinción de fuegos:				
Fecha:				
Observaciones:				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. Formato de evaluación de simulacros en la empresa

EVALUACIÓN DE SIMULACRO				Fecha:
Núm.	Fecha del simulacro	Hora de inicio	Tiempo de evacuación	
* Informe de la Evacuación				
	OBJETIVO	VALORACIÓN (de 1 a 10)		DEFICIENCIAS
1	Comprobación de si el plan adoptado fue respetado y si la coordinación y colaboración de los empleados fue satisfactoria. (En caso contrario, informar de las posibles causas y razones que lo hayan impedido u obstaculizado).			
2	Medición de los tiempos reales de evacuación obtenidos para el conjunto del edificio y para cada una de sus plantas, número total de personas evacuadas y su distribución por plantas.	Edificio:	Personas	
		Oficinas planta baja	Personas	
		Oficinas planta alta	Personas	
		Planta de procesos	Personas	
		Bodega	Personas	
	Vestidores y lavandería			
3	Valoración del comportamiento colectivo de los empleados en una situación de emergencia y del grado de acatamiento de las instrucciones.			
4	Valoración del grado de suficiencia de las vías de evacuación existentes para el desalojo ordenado del edificio.			
5	Identificación de las zonas de estrangulamiento de los flujos de evacuación en las condiciones actuales del edificio.			
6	Comprobación del funcionamiento del sistema de alarma indicando si ha facilitado la evacuación.			
7	Identificación de aquellos elementos propios del edificio, sean fijos o móviles, que obstaculicen las vías de evacuación: muebles, puertas de apertura contraria al flujo de salida, columnas, etc.			
8	Relación de los incidentes no previstos: accidentes de personas, deterioros en el edificio o en el mobiliario, etc.			
VALORACIÓN FINAL Y CONCLUSIONES				

Fuente: elaboración propia.

3.5.16.1. Instrucciones para realizar un simulacro de evacuación

El plan de contingencias define los controles y medidas de seguridad que con carácter obligatorio deben regir en la institución Alcances Médicos S.A. Entre otras cosas, debe contener las instrucciones para la realización, de forma periódica y sistemática, de ejercicios de evacuación en simulación de las condiciones de emergencia de tipo diverso.

- Consideraciones generales
 - Las actuales condiciones están orientadas a la realización de simulacros de emergencia con evacuación del edificio.
 - Todo simulacro permitirá familiarizar al personal que labora en la empresa con una actuación real en caso de cualquier siniestro.
 - Igualmente, el simulacro posibilitará poder usar adecuadamente todos los medios disponibles para aminorar la magnitud de un imprevisto.
 - Asimismo, el simulacro pretenderá detectar las principales insuficiencias en el edificio, al igual que, definir las medidas oportunas a efectos de evacuación en caso de emergencia.
 - Se deberá determinar previamente el tipo de emergencia (incendio, inundación, sismo, erupción volcánica, etc.) con el fin de determinar la acción más adecuada a las condiciones de emergencia.

- Se considerará si la acción de emergencia es de tal magnitud que pueda justificar la evacuación inmediata y rápida del edificio.
- La realización de simulacros no pretende conseguir resultados inmediatos, sino el entrenamiento y la corrección de hábitos por parte de los ocupantes dentro de la empresa, y su acomodación a las características físicas y ambientales de cada edificio.
- Características de la evacuación
 - El tiempo máximo para la evacuación del edificio deberá ser de diez minutos.
 - El tiempo máximo para la evacuación de cada planta deberá ser de tres minutos.
 - La duración máxima de un simulacro de evacuación deberá ser de treinta minutos, es decir, la interrupción de las actividades laborales no debería ser superior a ese tiempo.
 - El simulacro pretenderá detectar las principales insuficiencias del edificio, así como definir las medidas correctoras particulares para cada área a efectos de su evacuación.
 - El simulacro deberá realizarse en la situación de máxima ocupación del edificio, en sus actividades normales y con el mobiliario en su disposición habitual. Sin aviso previo para los empleados.

- El simulacro se realizará sin ayuda exterior (bomberos, policía, etc.) ya que en motivos reales se inicia sin ese auxilio.

3.5.17. Señalización

Cabe mencionar que actualmente la empresa Alcances Médicos S.A. se encuentra carente de señalizaciones de evacuación en casi toda la instalación a excepción de la planta de procesos, donde se cuenta con señalización industrial. Es decir señales de evacuación, señales para extintores, señales de peligro en cada equipo industrial, señales para prohibición e información de uso de equipo de protección personal.

“En cualquier ámbito donde se desarrollan actividades industriales los carteles de seguridad cumplen un rol vital, ya que de su correcta distribución dependerá salvar vidas, efectuar primeros auxilios o evitar accidentes. Estos carteles, como parte de la propuesta del plan de contingencias, se colocarán en forma estratégica con distintos fines y en condiciones de visibilidad acorde a su ubicación dentro del ámbito industrial o fabril.

Más allá de su distribución, los carteles deben estar aprobados por las normas de seguridad vigentes. Esto deberá tenerse en cuenta ya que esta es una condición indispensable a la hora de obtener una habilitación o inspecciones posteriores. Existe una gran cantidad de carteles de señalización utilizados dentro de un ámbito fabril o industrial. Respondiendo en su confección a las normas vigentes (IRAM 10 005) sirven a diferentes propósitos.⁵⁷

⁵⁷ Seguridad Global. Seguridad Industrial. *Carteles de Seguridad Industrial*. [ref. de septiembre 2011]. Disponible en web: <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>.

En casos con muy baja incidencia de luz, los carteles fotoluminiscentes tienen mayor posibilidad de ser visualizados. En tanto los carteles que indican elementos contra incendio, emergencias y situaciones de riesgo deben tener una visualización óptima para ser vistos por cualquier persona.

Teniendo en cuenta que al momento de producirse una situación de emergencia podrían encontrarse personas ajenas al ámbito, es importante que estos puedan ubicar fácilmente pasillos y salidas de emergencia. Los carteles referidos a advertencias al realizar determinadas tareas que podrían implicar algún tipo de daño, así como la indumentaria a utilizar, deben estar ubicados en un punto visual de forma tal que el implicado vea la señalización fácilmente.

3.5.17.1. Tipos de carteles de seguridad

Según el tipo de cartel de seguridad variará el tamaño y los colores; a grandes rasgos se puede establecer según el color el tipo de indicación que brinda dentro del establecimiento:

- Rojo: denota parada o prohibición e identifica además los elementos contra incendio. Este color se utiliza para señalar dispositivos de parada de emergencia, botones de alarma, botones que accionen los sistemas de seguridad contra incendio, así como también la ubicación de extintores.
- Amarillo: se usa solo o combinado con bandas de color negro, de igual ancho, inclinadas 45° respecto de la horizontal para indicar precaución o advertir sobre riesgos ocasionados por máquinas que puedan golpear, cortar o electrocutar; en desniveles del piso; en el primer y último escalón de escaleras; en barreras y vallas.

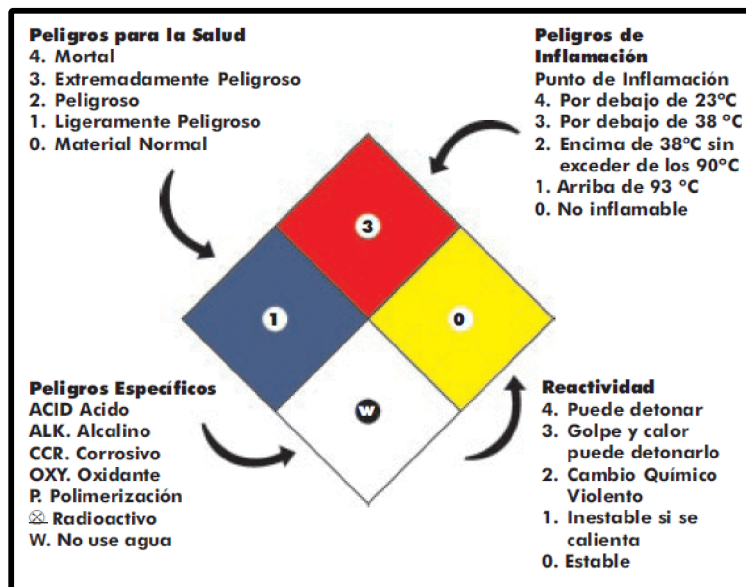
- Verde: se usa en elementos de seguridad general, excepto incendio. Por ejemplo rutas de evacuación, botiquines, camillas, lavajos, duchas de seguridad y armarios con elementos de seguridad o protección personal.
- Azul: se usa sobre aquellas partes de artefactos cuya remoción o accionamiento implique la obligación de proceder con precaución, como pueden ser tableros eléctricos, tapas de cajas de engranajes y cajas de comando de máquinas.

La distribución de los carteles responderá a las características físicas del lugar pero es recomendable el asesoramiento de consultoras especializadas en seguridad e higiene industrial. A continuación se presenta la propuesta para colocar las señales de seguridad carentes en la empresa y que son importantes en cada una de las áreas de la misma.

3.5.17.2. Señalización de transporte de sustancias peligrosas

Se puede definir como sustancias peligrosas a todos los artículos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, que cuando son transportados por cualquier medio, sean capaces de constituir un riesgo importante para la salud, los bienes o el medio ambiente, como puede apreciarse en la figura 48 en la cual se identifica el riesgo según las especificaciones de los materiales en su señalización. Este tipo de señal es importante colocarla en el área de bodega de desechos industriales para que el personal sepa el tipo de sustancias que está manejando.

Figura 48. **Identificación de riesgo de sustancias peligrosas**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Salud. MPGIRH. p. 26

Para hacer la clasificación de las sustancias peligrosas se toma en cuenta el tipo de riesgo que genera cada sustancia (ver figura 49). Se clasifican entonces en:

Clase 1: explosivos

Clase 2: gases comprimidos o disueltos a presión

Clase 3: líquidos combustibles

Clase 4: sólidos combustibles

Clase 5: materiales comburentes y peróxidos orgánicos

Clase 6: materiales tóxicos nocivos o infecciosos

Clase 7: materiales radiactivos

Clase 8: materiales corrosivos

Clase 9: misceláneos

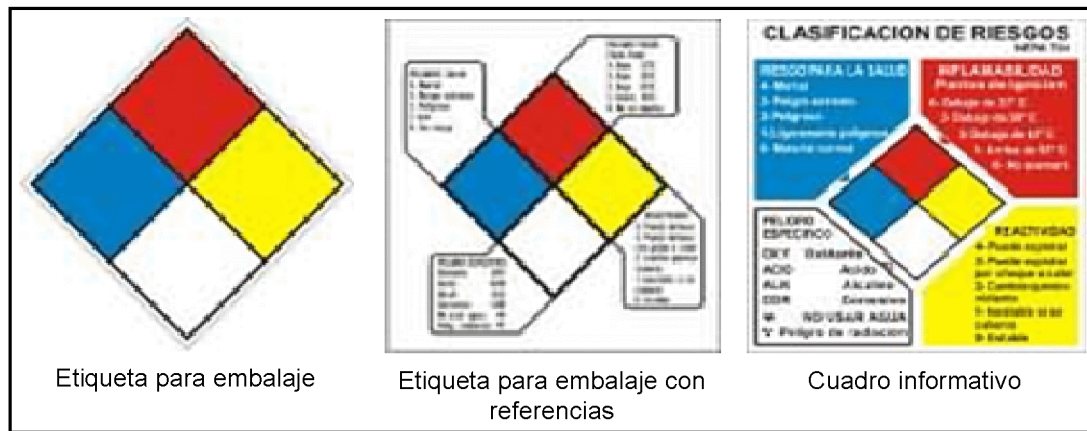
Figura 49. **Señalización de sustancias peligrosas**



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>.
Consulta: marzo de 2012.

Para complementar la señalización del manejo y almacenamiento de las sustancias peligrosas, según la clasificación del riesgo se hacen efectivas las etiquetas mostradas en la figura 50.

Figura 50. Señalización para el manejo de sustancias peligrosas



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartellesseguridadsg.com.ar>. Consulta: marzo de 2012.

3.5.17.3. Señalización industrial

“Cuando se realiza la señalización de un complejo fabril o industrial ésta debe ser clara no dejando lugar a dudas en cuanto a acciones, lugares y normas.

Dicha señalización es, junto con el equipamiento correspondiente, una de las dos condiciones más importantes de cualquier plan de emergencias y seguridad; esta debe poder ser interpretada sin inconvenientes tanto por los individuos que se desempeñan en las instalaciones como por terceros. Esto es muy importante ya que se debe considerar que cualquier individuo que esté en el establecimiento al momento de un siniestro, debe comprender rápidamente las señales indicativas, dónde dirigirse y a qué ritmo abandonar el lugar.”⁵⁸

⁵⁸ GRIMALDI, Simonds. *La Seguridad Industrial y su administración*. 2da ed. México: Alfaomega, 1985. 743 p.

El sistema de identificación de colores es el que sigue a continuación:

Rojo	pararse-prohibición-elementos contra incendio
Amarillo	precaución-advertencia
Verde	condición segura-señal informativa
Azul	obligatoriedad

De la correcta ubicación, claridad y simpleza de carteles y señales indicadas puede depender salvar vidas (ver figura 51). Por otra parte debe tenerse en cuenta el mantenimiento de los carteles y señalizaciones en general.

Figura 51. **Tipos de señales industriales**



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>.
Consulta: marzo de 2012.

De toda la señalización industrial presente en la empresa, la que a continuación se presenta es la que está ausente o deficiente, por lo que se plantea la propuesta de colocación de la señalización para uso de la misma, en caso de ocurrir cualquier siniestro o en caso de simulacros.

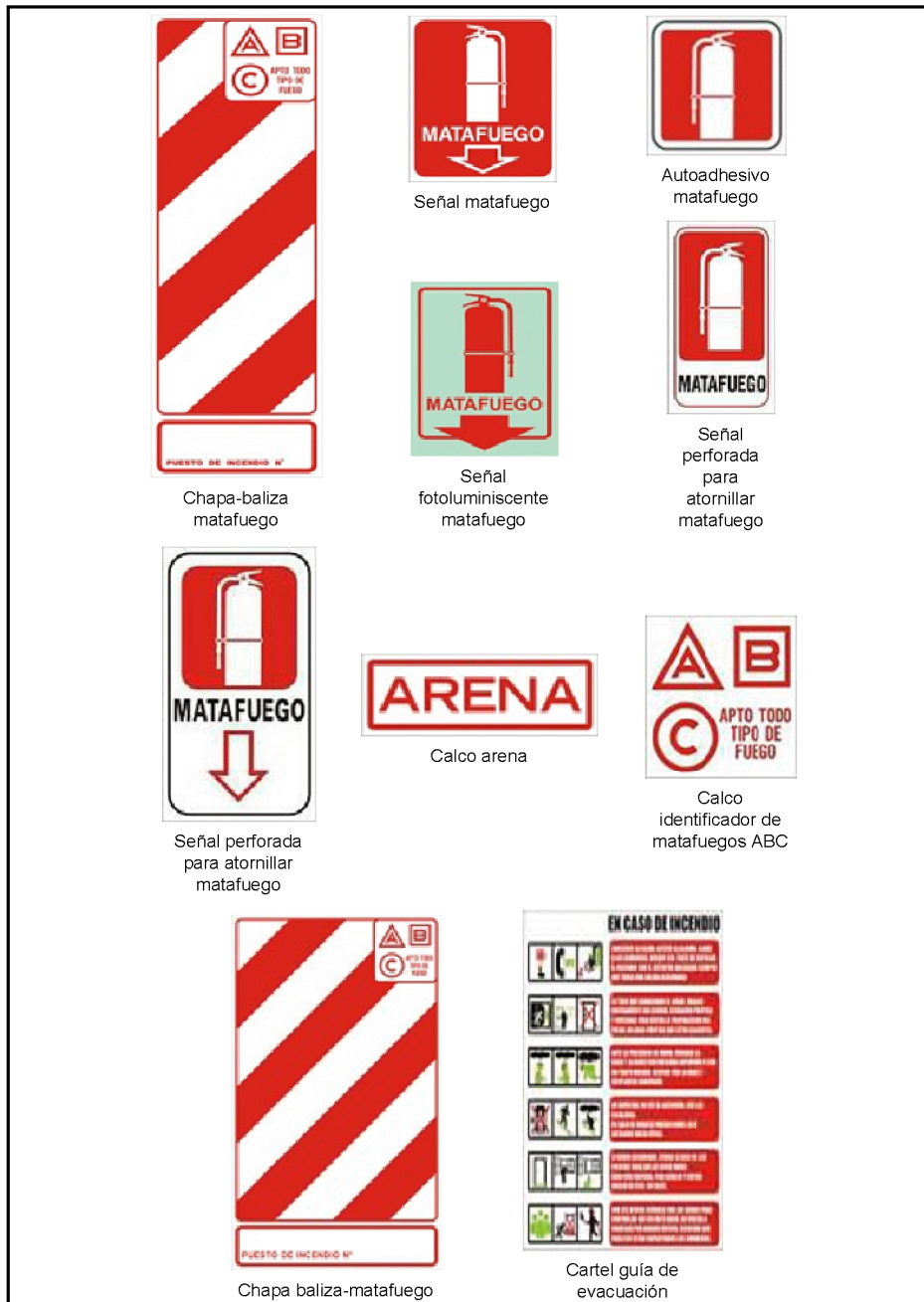
3.5.17.4. Señalización de extintores (carteles para matafuegos)

Teniendo en cuenta el número de extintores necesarios en la empresa, así como el tipo de extintor y el potencial mínimo de extinción de acuerdo a la clasificación de fuegos presentes en cada área, es necesario colocarlos con su señalización respectiva según lo previsto en el catálogo de medios disponibles.

También vale la pena hacer la aclaración que es importante capacitar constantemente a todo el personal operativo y administrativo con el uso de extintores, ya que en caso de emergencia el personal debe actuar de inmediato para evitar que el riesgo sea mayor.

La forma correcta de señalar los extintores es mediante la colocación de la chapa / baliza a 1,20 /1,50 metros de altura entre el piso y la parte superior de esta. Debe identificarse en el margen superior izquierdo el tipo de fuego para el cual es apto. Es opcional la colocación de la chapa / baliza / triángulo a 2,00 / 2,50 metros de altura. Los carteles de la figura 52 pueden servir para mejorar la señalización que actualmente presenta la empresa, según el plano de ubicación de extintores mostrado anteriormente en la figura 46.

Figura 52. Señales para extintores



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartellesseguridadsg.com.ar>.
 Consulta: marzo de 2012.

3.5.17.5. Señales de evacuación

Las señales de evacuación son de gran importancia a la hora de enfrentarse a situaciones de peligro como pueden ser riesgos por desastres. Son también de gran importancia a la hora de realizar simulacros de evacuación.

De todas las señalizaciones industriales existentes las que a continuación se presentan son las propuestas para mejorar las necesidades de la empresa, según el plano de ubicación de vías de evacuación mostrado anteriormente en la figura 47.

- Salida de emergencia:⁵⁹ estas señales deben ir colocadas en las salidas principales de los siguientes lugares de la empresa: recepción, vestidores, las tres salidas disponibles en la planta y una más en bodega. Además deben estar puestas encima de la puerta y debe dárseles la dirección requerida según sea la ubicación (ver figura 53).

Figura 53. **Señales salida de emergencia**



⁵⁹ Existen de diferentes tamaños y estilos, pero todas con la misma finalidad.

Continuación de la figura 53.



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>.
Consulta: marzo de 2012.

- Escalera de emergencia: esta señal debe colocarse en las dos únicas escaleras que existen dentro de la empresa, la que va del comedor hacia la planta baja y la que va a un costado de gerencia de operaciones hacia la planta baja, tomando en cuenta que los rótulos coincidan con la dirección de las flechas (ver figura 54).

Figura 54. **Señales escaleras de emergencia**



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>.
Consulta: marzo de 2012.

- Flechas indicadoras: son señales que sirven para indicar la ruta de evacuación en caso de cualquier tipo de riesgos o para simulacros. Entre estas están las flechas hacia la derecha, hacia la izquierda y en diagonal como se muestra en la figura 55.

Figura 55. **Señales flechas indicadoras**



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>. Consulta: marzo de 2012.

- Punto de reunión: son aquellos puntos establecidos como resguardo y seguridad para las personas en caso de una evacuación de emergencia. La figura 56 muestra un ejemplo de esta señal.

Figura 56. **Señal punto de reunión**



Fuente: Seguridad Global. Carteles seguridad industrial. <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>. Consulta: marzo de 2012.

4. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

4.1. Capacitación al personal

“El capital humano es el aumento en la capacidad de la producción alcanzada con las mejoras en las capacidades de los trabajadores, las cuales se adquieren con la inducción, adiestramiento, educación y experiencia.”⁶⁰ “Por tal razón la capacitación debe considerarse como una inversión y no como un gasto en beneficio de la institución y de los miembros que la conforman. Ayuda a los colaboradores aumentando sus habilidades y cualidades y beneficia a la organización incrementando las habilidades del personal.”⁶¹

Vale la pena establecer algunas definiciones que bien podrían ser objeto de confusión a la hora de hacerlas mención, por ejemplo la inducción, denominada también acogida, incorporación o acomodamiento, tiene como finalidad que el trabajador conozca más en detalle la empresa y sus funciones, se integre a su puesto de trabajo y al entorno en que transcurrirá su vida laboral. Adiestramiento consiste en desarrollar habilidades y destrezas del colaborador, con el propósito de incrementar la eficiencia en su puesto de trabajo, impartido principalmente a colaboradores operativos para el uso de máquinas y equipos.

⁶⁰ CHIAVENATO, Idalberto. *Administración de recursos humanos*. 5a ed. México: McGraw-Hill, 2000. 699

⁶¹ ROBBINS, Stephen. *Comportamiento Organizacional*. 8a ed. México: McGraw-Hill. 1998. 675 p.

En un caso extremo, el adiestramiento puede consistir en sólo unas pocas horas o minutos de enseñanza por el jefe inmediato que se limita a darle a los colaboradores un bosquejo esquematizado de cómo debe operar en su puesto de trabajo como lo podría ser operar una máquina. En el lado opuesto podemos hallar el adiestramiento consistente en cursos formales destinados a crear especialistas calificados en el transcurso de unos años.

El entrenamiento es un proceso de educación a corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, mediante el cual las personas aprenden conocimientos, actitudes y habilidades, en función de objetivos definidos. Esto implica la transmisión de conocimientos específicos relativos al trabajo, actitudes frente a aspectos de la organización, de la tarea, del ambiente y el desarrollo de habilidades.

4.1.1. Propósito

La capacitación es el conjunto de todas las definiciones mencionadas en el punto 4.1., pero su principal objetivo es proporcionar conocimientos, en los aspectos técnicos del trabajo, fomentando e incrementando los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñar su labor mediante un proceso de enseñanza-aprendizaje bien planificado.

Debe impartirse generalmente a empleados, ejecutivos y funcionarios en general cuyo trabajo tiene un aspecto intelectual, preparándolos para desempeñarse eficientemente; en síntesis puede afirmarse que toda empresa o institución debe orientar la capacitación para aumento de la productividad y calidad en los procesos.

Todo plan de modernización de las empresas debe sustentarse en una alta inversión de recursos humanos. La capacitación sirve para el desarrollo de las capacidades y habilidades del personal. Hoy en día son los propios colaboradores los que están demandando capacitación en áreas y temas específicos.

Un desarrollo de recursos humanos efectivo en una empresa implica planeamiento, estructuración, educación, capacitación para así brindar conocimiento, destrezas y compromiso en los miembros y personal al máximo y utilizarlos creativamente como herramientas para brindar poder.

Hay muchas formas de impartir capacitación, desde sugerir lecturas hasta talleres vivenciales, todos los métodos son buenos, hasta cierto punto, pero los más eficaces parecen ser aquellos que dramatizan modelos para que la persona identifique y practique los comportamientos de quienes son eficientes y tienen éxito en determinado trabajo.

Invertir en el recurso humano es un aspecto latente e invaluable todavía de parte de la población y de algún sector empresarial, porque piensan en la utilidad y no en la productividad, por ello es bueno hacer recordar que la educación no es otra cosa que una inversión.

El colaborador que recibe capacitación siente que la empresa lo estima y, por lo tanto, le está asignando un salario espiritual y considera que están invirtiendo en su talento para mejorar su rendimiento, la calidad de su trabajo, elevar su productividad y, consecuentemente, piensa que puede estar próximo a un asenso.

Los principales objetivos de la capacitación y desarrollo humano son:

- Preparar a los colaboradores para la ejecución de las diversas tareas y responsabilidades de la organización.
- Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal, no sólo en sus cargos actuales sino también para otras funciones para las cuales el colaborador puede ser considerado.
- Cambiar la actitud de los colaboradores, con varias finalidades, entre las cuales están crear un clima más propicio y armonioso entre los empleados, aumentar su motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencia.

4.1.2. Elaboración

La capacitación facilita el aprendizaje de comportamientos relacionados con el trabajo, por ello, el contenido del programa debe ajustarse al trabajo. La ayuda de los expertos permite identificar los conocimientos, destrezas y las características personales que los instructores puedan enseñar y que sean válidos para el objetivo final.

La capacitación hará que el colaborador sea más competente y hábil. Generalmente, es más costoso contratar y capacitar nuevo personal, aún cuando éste tenga los requisitos para la nueva posición, que desarrollar las habilidades del personal existente. Además, al utilizar y desarrollar las habilidades del colaborador, la organización entera se vuelve más fuerte, productiva y rentable.

La capacitación del personal en la empresa es un proceso administrativo compuesto de diferentes fases. Debido a que la meta primaria de la capacitación es contribuir a las metas globales de la organización, es preciso desarrollar programas que no pierdan de vista las metas y estrategias organizacionales, ya que todo debe guardar una coherencia interna dentro de la organización.

Las operaciones organizacionales abarcan una amplia variedad de metas que comprenden personal de todos los niveles, desde la inducción hacia el desarrollo ejecutivo. Además de brindar la capacitación necesaria para un desempeño eficaz en el puesto, los patrones ofrecen capacitación en áreas como el desarrollo personal y el bienestar sobre todo en el aspecto ambiental.

A fin de tener programas de capacitación eficaces y que tengan un impacto máximo en el desempeño individual y organizacional, el Comité de Implementación del Sistema de Gestión Ambiental de la empresa Alcances Médicos S.A. ha establecido las capacitaciones útiles durante el presente año con base a las necesidades según las principales actividades de la empresa usando un enfoque sistemático con una progresión de las siguientes fases, que primero se enumeran y a continuación se describen:

- Evaluación de necesidades
- Diseño del programa
- Instrumentación
- Evaluación

4.1.2.1. Fase 1: detección de las necesidades de capacitación

La búsqueda de necesidades de capacitación es la clarificación de las demandas educativas de los proyectos prioritarios de la empresa. Los gerentes y el personal de recursos humanos deben permanecer alerta a los tipos de capacitación que se requieren, cuándo se necesitan, quién los precisa y qué métodos son mejores para dar a los empleados el conocimiento, habilidades y capacidades necesarias. Para asegurar que la capacitación sea oportuna y esté enfocada en los aspectos prioritarios los gerentes abordan la evaluación de necesidades en forma sistemática utilizando tres tipos de análisis:

- **Organizacional:** consiste en observar el medio ambiente, las estrategias y los recursos de la organización para definir tareas en las cuales debe enfatizarse la capacitación, permite establecer un diagnóstico de los problemas actuales y de los desafíos ambientales, que es necesario enfrentar.
- **De tareas:** que significa determinar cuál debe ser el contenido del programa de capacitación, es decir identificar los conocimientos, habilidades y capacidades que se requieren, basado en el estudio de las tareas y funciones del puesto. Se debe hacer hincapié en lo que será necesario en el futuro para que el empleado sea efectivo en su puesto.
- **De personas:** este análisis conlleva a determinar si el desarrollo de las tareas es aceptable y estudiar las características de las personas y grupos que se encontrarán participando de los programas de capacitación.

Una vez realizados todos los análisis, surge un panorama de las necesidades de capacitación que deberían definirse formalmente en términos de objetivos.

Los principales medios utilizados para la determinación de necesidades de capacitación son: evaluación de desempeño; observación; cuestionarios; solicitud de supervisores y gerentes; entrevistas con supervisores y gerentes; reuniones interdepartamentales; examen de empleados; modificación de trabajo; entrevista de salida; análisis de cargos.

Además de estos medios, existen algunos indicadores de necesidades de capacitación. Estos indicadores sirven para identificar eventos que provocarán futuras necesidades de capacitación (indicadores a priori) o problemas comunes de necesidades de entrenamiento ya existentes (indicadores a posteriori).

Indicadores a priori son por ejemplo: modernización de maquinarias y equipos; producción y comercialización de nuevos productos o servicios; expansión de la empresa y admisión de nuevos empleados; reducción del número de empleados.

Indicadores a posteriori son por ejemplo: calidad inadecuada de la producción; baja productividad; relaciones deficientes entre el personal; número excesivo de quejas.

4.1.2.2. Fase 2: diseño del programa de capacitación

La determinación de necesidades de capacitación debe suministrar las siguientes informaciones, para que el programa de capacitación pueda diseñarse:

- ¿Qué debe enseñarse?
- ¿Quién debe aprender?
- ¿Cuándo debe enseñarse?
- ¿Dónde debe enseñarse?
- ¿Cómo debe enseñarse?
- ¿Quién debe enseñar?

Debemos tener en cuenta que el programa debe elaborarse de tal manera que, al descubrir nuevas necesidades, los cambios que se realicen en el programa no sean violentos ya que esto podría ocasionar una desadaptación en el entrenado y un cambio de actitud hacia la capacitación.

Una buena evaluación de las necesidades de capacitación conduce a la determinación de objetivos de capacitación y estos se refieren a los resultados deseados de un programa de entrenamiento. La declaración de los objetivos de capacitación constituye una base sólida para seleccionar los métodos y materiales y para elegir los medios para determinar si el programa tendrá éxito.

4.1.2.2.1. Características de los instructores

“El éxito de cualquier actividad de capacitación dependerá en gran parte de las habilidades de enseñanza y características personales de los instructores.”⁶² Estos maestros deben ser líderes, es decir, personas que sepan guiar a un grupo, que sepan crear en el alumno o colaborador un vivo deseo de superación personal, líderes que sepan señalar el camino que ha de seguirse.

Las características esenciales y deseables que debe tener todo instructor son: conocimiento del tema, adaptabilidad, facilidad para las relaciones humanas, sinceridad, sentido del humor, interés, motivación por la función, entusiasmo, capacidades didácticas, instrucciones claras, asistencia individual, entre otras. Es evidente que el criterio de selección de los instructores es muy importante, los mismos podrán ser seleccionados entre los diversos niveles y áreas de la empresa. Cuanto mayor sea el grado en que el instructor posea tales características, tanto mejor desempeñará su función.

4.1.2.3. Fase 3: implementar el programa de capacitación

Existe una amplia variedad de métodos para capacitar al personal que ocupa puestos no ejecutivos. Uno de los métodos de uso más generalizado es la capacitación en el puesto de trabajo, porque proporciona la ventaja de la experiencia directa, así como una oportunidad de desarrollar una relación con el superior y el subordinado.

⁶² Estos responsables del entrenamiento, son las personas situadas en cualquier nivel jerárquico, expertos o especializados en determinada actividad o trabajo y que transmite sus conocimientos de manera organizada.

Es un método por el cual los trabajadores reciben la capacitación de viva voz de su supervisor o de otro capacitador. En la capacitación de aprendices, las personas que ingresan a la empresa reciben instrucciones y prácticas minuciosas, tanto dentro como fuera del puesto, en los aspectos teórico y prácticos del trabajo.

Otros métodos fuera del trabajo incluyen las conferencias o discusiones, la capacitación en el aula, la instrucción programada, la capacitación por computadora, las simulaciones, los circuitos cerrados de televisión, la capacitación a distancia y los discos interactivos de video, entre otros.

Estos últimos métodos pueden suponer una aportación al esfuerzo de capacitación de un costo relativamente bajo en relación con la cantidad de participantes que es posible alcanzar.

4.1.2.4. Fase 4: evaluación del programa de capacitación

La etapa final del proceso de capacitación es la evaluación de los resultados obtenidos, en la cual se intenta responder preguntas tales como: ¿qué estamos obteniendo de los programas de capacitación?, ¿estamos usando productivamente nuestro tiempo y nuestro dinero?, ¿hay alguna manera de demostrar que la formación que impartimos es la adecuada?

La capacitación debe evaluarse para determinar su efectividad. La experiencia suele mostrar que la capacitación muchas veces no funciona como esperan quienes creen e invierten en ella.

Los costos de la capacitación siempre son altos en términos de costos directos y, aún más importantes, de costos de oportunidad. Los resultados, en cambio, suelen ser ambiguos, lentos y en muchos casos, más que dudosos.

La evaluación debe considerar dos aspectos principales:

- Determinar hasta qué punto el programa de capacitación produjo en realidad las modificaciones deseadas en el comportamiento de los empleados.
- Demostrar si los resultados de la capacitación presentan relación con la consecución de las metas de la empresa.

4.1.3. Implementación del programa anual de capacitaciones en la empresa Alcances Médicos S.A.

El número y variedad de planes o programas de capacitación es muy grande en una empresa de gran envergadura, al igual que su duración; puede ser horas, días, meses o años. El tipo de capacitación que se adoptará en una organización dependerá del tamaño de la empresa, de las facilidades para el desarrollo del programa y de lo que se quiera enseñar específicamente. La programación de las capacitaciones en la empresa Alcances Médicos S.A. está basada en una planeación que incluye lo siguiente:

- Enfoque de las necesidades específicas.
- Definición clara del objetivo de la capacitación.

- Elección de los métodos de capacitación, considerando la tecnología disponible.
- Definición de los recursos necesarios para la implementación de la capacitación, como tipo de entrenador o instructor, recursos audiovisuales, máquinas, equipos o herramientas necesarias, materiales, manuales, etc.
- Definición de la población objetivo, es decir, el personal que va a ser capacitado, considerando: número de personas, disponibilidad de tiempo, grado de habilidad, conocimientos, tipos de actitudes y características personales de comportamiento.
- Local donde se efectuará la capacitación, considerando las alternativas en el puesto de trabajo o fuera del mismo, en la empresa o fuera de ella. En la mayoría de casos se efectúan dentro de la empresa, excepto la capacitación referida al uso de extintores, donde se requieren espacios amplios para realizar las simulaciones de incendios.
- Época o periodicidad de la capacitación, considerando el horario más oportuno o la ocasión más propicia. Cabe mencionar que este programa fue realizado tomando en cuenta fechas y horarios según los convenidos tanto de los proveedores como de la empresa.
- Cálculo de la relación costo-beneficio del programa. El costo anual de las capacitaciones es el resultado de cotizar en el mercado y decidir la opción más factible en cuanto a la oferta y la demanda (ver tabla LV).

Tabla LV. Programa de capacitaciones Biotrash 2011

FECHA	TEMA	INSTRUCTOR	DIRIGIDO A	DURACIÓN	COSTO
04/04/11	Lavado y Desinfección de Contenedores y Camiones	CEK de Guatemala ⁶³	Personal operativo	2 horas	-
09/04/11	Gestión y Manejo de DSH	Asesor externo ⁶⁴	Personal administrativo y operativo	2 horas	-
14/05/11	Simulacros de Evacuación	CBM	Personal administrativo y operativo	4 horas	Q2 000,00
11/06/11	Manejo de Extintores	CBM	Personal administrativo y operativo	4 horas	Q2 000,00
16/07/11	Manejo y Almacenamiento de Sustancias Peligrosas	Auditora interna ⁶⁵	Personal operativo	2 horas	-
20/08/11	Primeros Auxilios	CBM	Personal administrativo y operativo	4 horas	Q2 000,00
17/09/11	Seguridad Industrial	CBM	Personal administrativo y operativo	4 horas	Q2 000,00
15/10/11	Equipo de Protección	CBM	Personal operativo	4 horas	Q2 000,00
12/11/11	Rescate	CBM	Personal administrativo y operativo	4 horas	Q2 000,00
COSTO TOTAL ANUAL					Q12 000,00

Fuente: elaboración propia.

⁶³ El proveedor de insumos para la desinfección y sanitización de los carros recolectores, camiones y planta se encarga de llevar a cabo la capacitación sin ningún costo.

⁶⁴ La capacitación es realizada por el asesor externo de la empresa, experto en el tema.

⁶⁵ La capacitación la realiza cualquiera de las auditoras internas de la empresa, especialistas en esa rama.

4.1.3.1. Contenido de las capacitaciones

A continuación se presenta el contenido diseñado para cada una de las capacitaciones que deben realizarse anualmente en la empresa Alcances Médicos S.A.

4.1.3.1.1. Lavado y desinfección de contenedores y camiones (teoría y práctica)

- Importancia del lavado y desinfección de contenedores y camiones.
- Preparación y aplicación del sanitizante.
- Preparación y aplicación del desengrasante.
- Tiempo de aplicación para cada solución.
- Aspersión en contenedores.
- Uso de bomba de aspersión utilizada para el lavado y desinfección de camiones.
- Equipo de protección utilizado para el lavado y desinfección.
- Práctica del procedimiento para lavado y desinfección de contenedores y camiones.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso a definir por la empresa.
- La capacitación puede ser impartida de lunes a viernes.
- Duración del curso: dos días (dos horas teoría y dos horas práctica).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos de sensibilización.
- Metodología práctica: muestra del procedimiento correcto del lavado y desinfección y práctica a cada operario.

Requisitos de participación

- Traje exclusivo para lavado y desinfección
- Gabacha
- Mascarilla
- Guantes
- Casco de seguridad
- Botas de hule
- Lentes de seguridad

En la figura 57 se muestra la capacitación dada en la empresa en el mes de abril del presente año.

Figura 57. **Capacitación lavado y desinfección planta y camiones 2011**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

4.1.3.1.2. Gestión y manejo de DSH (teoría)

- Gestión externa de DSH.
- Clasificación de DSH según el Acuerdo Gubernativo No. 509-2001.
- Etapas de la gestión.
- Forma de depositar los DSH durante el almacenamiento temporal.
- Centros de acopio.
- Transporte y disposición final de los DSH.
- Frecuencia y horarios para la recolección.

- Rutas para la recolección y transporte.
- Medios de transporte de los DSH.
- Características del transporte externo de DSH.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso: sábados por la mañana.
- Duración del curso: un día (dos horas teoría).
- Metodología: diálogo con presentación de diapositivas y videos de sensibilización.

En la figura 58 se muestra la capacitación realizada en el tema de gestión y manejo de DSH correspondiente al presente año.

Figura 58. **Capacitación gestión y manejo de DSH 2011**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

4.1.3.1.3. Simulacros de evacuación (teoría y práctica)

- Gestión de riesgos
 - Ciclos de los desastres.
 - Fenómenos naturales provocados por la actividad humana.

- Elaboración de planes de respuesta
 - Objetivos de la brigada de seguridad y comité de evacuación.
 - Organización de la brigada de seguridad y comité de evacuación.
 - Planes de respuesta.

- Evacuación
 - Técnicas de evacuación.
 - Señalización de rutas de evacuación.

- Simulacros
 - Simulacro general.
 - Simulacro por área.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.

- Horario del curso a definir por la empresa.
- La capacitación puede ser impartida de lunes a sábado.
- Duración del curso: dos días (dos horas teoría y dos horas práctica de simulación).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos de simulación.
- Metodología práctica: simulacros de evacuación en caso de ocurrir cualquier desastre natural.

Requisitos de participación

- Los participantes deben llevar ropa de trabajo cómoda
 - Overol o camisa manga larga.
 - Pantalón largo (de preferencia jeans).
 - Botas de trabajo o tenis.
 - Las damas no deben asistir con falda o zapatos de calle.
- Las personas que asistan al evento, no deben haber tenido cirugías o problemas osteomusculares recientes, si es así debe informar al instructor.

- Adicional a la ropa con que va a recibir la capacitación, deben llevar ropa de cambio completa incluyendo ropa interior y elementos de aseo personal.
- En caso de estar bajo tratamiento médico, llevar los medicamentos e informar al instructor.

4.1.3.1.4. Manejo de extintores (teoría y práctica)

- Química del fuego
 - Formas de iniciación y propagación del fuego.
 - Extinción de incendios.
 - Agentes extintores y clases de fuegos en relación al material combustible.
- Extintores
 - Clases
 - Usos
 - Alcance, aplicación y mantenimiento
- Mangueras
 - Clases
 - Construcción
 - Tamaño

- Acoplamiento
- Enrollados y técnicas de combate de incendios
- Técnicas para ventilación

- Búsqueda y rescate en incendio.

- Elaboración de planes de respuesta
 - Evaluación previa al rescate.
 - Equipo de respiración.
 - Procedimientos de búsqueda.
 - Procedimientos de rescate.
 - Objetivos de la brigada de seguridad y comité contra incendio.
 - Organización de la brigada de seguridad y comité contra incendio.
 - Planes de respuesta.

- Evacuación
 - Técnicas de evacuación.
 - Señalización de rutas de evacuación.

- Simulacros
 - Simulacro general
 - Simulacro por área

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso a definir por la empresa.
- La capacitación puede ser impartida de lunes a sábado.
- Duración del curso: dos días (dos horas teoría y dos horas práctica de simulación).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos de simulación.
- Metodología práctica: Uso correcto de extintores según el tipo de fuego. Simulacros de evacuación en caso de ocurrir cualquier tipo de incendio.

Requisitos de participación

- Los participantes deben llevar ropa de trabajo cómoda
 - Overol o camisa manga larga.
 - Pantalón largo (de preferencia jeans).
 - Botas de trabajo o tenis.
 - Las damas no deben asistir con falda o zapatos de calle.

- Las personas que asistan al evento, no deben haber tenido cirugías o problemas osteomusculares recientes, si es así debe informar al instructor.
- Adicional a la ropa con que va a recibir la capacitación, deben llevar ropa de cambio completa incluyendo ropa interior y elementos de aseo personal.
- Durante la capacitación se proporcionará extintores a cada participante.
- En caso de estar bajo tratamiento médico, llevar los medicamentos e informar al instructor.

4.1.3.1.5. Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas (teoría y demostración)

- Conceptos
 - Definiciones y clasificaciones de las sustancias o elementos químicos peligrosos.
 - Cómo se identifica la presencia de sustancias peligrosas.
- Disposición
 - Disposición de elementos peligrosos.
 - Disposición de residuos peligrosos.
 - Rotulación.

- Monitoreo: responsable, acción correctiva, registro y verificación.
- Almacenamiento y manejo
 - Localización y edificios: ubicación en planta, seguridad, diseño del sitio de almacenamiento, salidas de emergencia, pisos, drenajes.
 - Planificación de almacenamiento de sustancias peligrosas: separación y segregación de productos.
 - Manejo: condiciones de la operación, recepción, transporte, higiene y equipamiento de seguridad, señales y símbolos.
- Procedimientos de emergencia
 - Procedimientos de emergencia generales: planes de emergencia.
 - Plan de emergencia interno: derrames o fugas de contenedores y envases, detección de incendios y equipos de protección.
 - Protección ambiental y de la comunidad.
 - Operaciones de limpieza.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso: sábados por la mañana.
- Duración del curso: un día (dos horas teoría).

- Metodología: explicación didáctica de conceptos, utilización de material audiovisual (proyector y videos). Clases interactivas con discusiones orientadas al reforzamiento de los conceptos y el aprendizaje. Desarrollo de actividades grupales, donde deberán formar equipos de reacción aplicando los conocimientos adquiridos y aprendidos.

En la figura 59 se muestra la capacitación llevada a cabo el presente año en cuanto al manejo y almacenamiento adecuado de las sustancias peligrosas en la empresa.

Figura 59. **Capacitación manejo de sustancias peligrosas 2011**



Fuente: Alcances Médicos S.A.

4.1.3.1.6. Primeros auxilios (teoría y práctica)

- ¿Qué son los primeros auxilios?
- Prevención y maniobras de cambio de posición del paciente.
- A.B.C. de los primeros auxilios (técnica de diagnóstico).

- Respiración artificial (primer técnica de salvamento).
- Resucitación cardiopulmonar (RCP).
- Atención a lesiones (escena del incidente)
 - Signos vitales: atragantamiento, reanimación cardiopulmonar.
 - Heridas y hemorragias: signos, síntomas y tratamiento.
 - Fracturas: signos, síntomas y tratamiento.
 - Quemaduras: signos, síntomas y tratamiento.
 - Estado de *shock*: signos, síntomas y tratamiento.
 - Intoxicaciones: tipos, signos, síntomas y tratamiento.
 - Emergencias médicas cardíacas: signos, síntomas y tratamiento.
 - Movilización de pacientes: tipos de movilización.
- Elaboración de planes de respuesta
 - Procedimientos de rescate.
 - Objetivos de la brigada de seguridad y comité de primeros auxilios.
 - Organización de la brigada de seguridad y comité de primeros auxilios.
 - Planes de respuesta.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso a definir por la empresa.

- La capacitación puede ser impartida de lunes a sábado.
- Duración del curso: dos días (dos horas teoría y dos horas práctica de simulación).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos de simulación.
- Metodología práctica: simulacros de primeros auxilios en caso de ocurrir cualquier emergencia.

Requisitos de participación

- Los participantes deben llevar ropa de trabajo cómoda
 - Overol o camisa manga larga.
 - Pantalón largo (de preferencia jeans).
 - Botas de trabajo o tenis.
 - Las damas no deben asistir con falda o zapatos de calle.
- Las personas que asistan al evento, no deben haber tenido cirugías o problemas osteomusculares recientes, si es así debe informar al instructor.
- Adicional a la ropa con que va a recibir la capacitación, deben llevar ropa de cambio completa incluyendo ropa interior y elementos de aseo personal.

- En caso de estar bajo tratamiento médico, llevar los medicamentos e informar al instructor.

4.1.3.1.7. Seguridad industrial (teoría y práctica)

- Orden y limpieza en lugares de trabajo.
- Zona de seguridad.
- Diseño y construcción del edificio de la empresa.
- Uso, manejo y mantenimiento de las instalaciones de Biotrash.
- Análisis de riesgos.
- Objetivos de la brigada de seguridad y los distintos comités.
- Organización de la brigada de seguridad y los distintos comités.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso a definir por la empresa.
- La capacitación puede ser impartida de lunes a sábado.
- Duración del curso: un día (dos horas teoría y dos horas práctica).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos.
- Metodología práctica: realizar un análisis de riesgos de las instalaciones en general para hacer un diagnóstico de las posibles amenazas.

4.1.3.1.8. Equipo de protección (teoría y demostración)

- Importancia del equipo de protección personal.
- Uso correcto y mantenimiento del equipo de protección personal.
- Ropa protectora contra productos químicos
 - Requerimientos para la ropa de protección.
 - Resistencia física: penetración, permeabilidad, degradación.
- Protección respiratoria.
- Tipos de equipo protector respiratorio.
- Tipos de filtros de purificación
 - Filtro de partículas, humos y nieblas
 - Filtro de gases y vapores
 - Filtro combinado
- Bioseguridad
 - Uso de overol
 - Uso de guantes de nitrilo y látex
 - Uso de gafas
 - Uso de botas de cuero y hule

- Uso de casco
- Uso de cinturón

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso a definir por la empresa.
- La capacitación puede ser impartida de lunes a sábado.
- Duración del curso: un día (cuatro horas teoría y demostraciones).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos de sensibilización, además de la demostración del uso correcto del equipo de protección personal.

Requisitos de participación

- Llevar consigo todo el equipo de protección personal utilizado en la empresa.

4.1.3.1.9. Rescate (teoría y práctica)

- Teoría del rescate.
- Evaluación previa al rescate.
- Tipos de búsqueda.
- Medidas de seguridad del rescatista.

- Procedimiento de búsqueda.
- Procedimiento de rescate.
- Autorescate.

Condiciones de la capacitación

- Grupo de trabajo de treinta personas como máximo.
- Horario del curso a definir por la empresa.
- La capacitación puede ser impartida de lunes a sábado.
- Duración del curso: dos días (dos horas teoría y dos horas práctica de simulación).
- Metodología teórica: diálogo con presentación de diapositivas y videos de simulación.
- Metodología práctica: simulacros de rescate en caso de ocurrir cualquier emergencia.

Requisitos de participación

- Los participantes deben llevar ropa de trabajo cómoda
 - Overol o camisa manga larga.
 - Pantalón largo (de preferencia jeans).
 - Botas de trabajo o tenis.

- Las damas no deben asistir con falda o zapatos de calle.
- Las personas que asistan al evento, no deben haber tenido cirugías o problemas osteomusculares recientes, si es así debe informar al instructor.
- Adicional a la ropa con que va a recibir la capacitación, deben llevar ropa de cambio completa incluyendo ropa interior y elementos de aseo personal.
- En caso de estar bajo tratamiento médico, llevar los medicamentos e informar al instructor.

4.1.3.2. Seguimiento de las capacitaciones dentro de la empresa Alcances Médicos S.A.

Finalmente se hace necesario efectuar el seguimiento, tanto del programa como a los participantes, para garantizar el efecto multiplicador de la capacitación y obtener información para efecto de posibles reajustes importantes para la empresa y colaboradores, creando a la vez un clima más propicio y armonioso entre los mismos.

Es importante también verificar el cumplimiento de objetivos, comparando el desempeño antes y después de la capacitación, contrastando el rendimiento y productividad de grupos capacitados versus grupos no capacitados; tasas de errores antes y después de la capacitación, ausentismos, etc.

En la empresa constantemente se realizan capacitaciones para cumplir con los aspectos anteriormente mencionados, pero también para cumplir con las normas y estándares de procedimientos, los cuales son requeridos por las distintas entidades de salud y medio ambiente del país como lo son el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA), Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L).

Aunque no es fácil medir con precisión los resultados de la capacitación, la evaluación puede conllevar dos dimensiones, desde el punto de vista de la empresa, en cuánto mejoró sus niveles de productividad y rendimiento económico, y desde el punto de vista del trabajador en cuánto posibilitó su eficiencia y sus perspectivas de desarrollo personal.

Actualmente el control de la idoneidad o no del programa de capacitación está en función al impacto en el trabajo, es decir, si el personal mejoró de modo significativo su rendimiento, su identificación con la empresa, o cualquier otro indicador que permita cuantificar el cumplimiento de los objetivos del proceso de capacitación. Al alcanzar estos aspectos entonces el programa de capacitaciones anual será un éxito.

CONCLUSIONES

1. Como parte principal de este trabajo de graduación realizado en la empresa Alcances Médicos S.A., se logró implementar un programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios de repuestos e insumos dentro de la institución, lo cual según los resultados mostrados, aumentó la eficiencia de operación en planta. Así también con la ayuda del control de inventarios se logró mantener en *stock* los insumos más utilizados en la planta.
2. Para establecer la causa raíz que originó la disminución de la eficiencia en el tratamiento de los desechos se llevaron a cabo las siguientes técnicas de análisis: lluvia de ideas, diagrama causa-efecto o de Ishikawa y la multivotación. Las mismas sirvieron para detectar que la causa raíz que originó dicho problema se debió principalmente a la falta de un programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios de repuestos en la empresa.
3. Para contribuir con la mejora de la eficiencia de los procesos en el tratamiento de los desechos, se presentó una propuesta a la empresa del programa de mantenimiento preventivo para los principales equipos de la planta. Dicho programa contiene el calendario de actividades a realizar indicando la frecuencia, fechas y el grupo o personal encargado de efectuarlo. Así también se llevaron registros de las actividades preventivas y correctivas con ayuda de formatos como ordenes de trabajo, rutinas de mantenimiento o listas de verificación e inspección.

4. A partir del método ABC para la clasificación de inventarios se obtiene que son 11 artículos los de mayor valorización, los cuales pertenecen a la clasificación A y hacen el 18,97 por ciento de los artículos y el 72,92 por ciento del costo total anual. Así también los artículos de la categoría B corresponden al 31,03 por ciento y representan el 20,47 por ciento del costo anual del inventario. Para la categoría C se tiene el 50,00 por ciento de los artículos el cual representa el 6,60 por ciento del costo anual del inventario. Para la categoría A se debe usar un sistema de revisión continua, y para la categoría B y C debe usarse un sistema de revisión periódica.

5. Según los resultados obtenidos antes y durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo y control de inventarios, la eficiencia para el tratamiento de DSH inorgánico pasó de un 66,44 a un 82,33 por ciento, es decir aumentó un 15,89 por ciento. Para el tratamiento de DSH orgánico la eficiencia pasó de un 58,42 a un 70,86 por ciento, lo que significa un aumento del 12,44 por ciento.

6. Al realizar el plan de contingencias ante desastres naturales se logró identificar los diversos tipos de riesgos a los que está expuesta la empresa según la ubicación geográfica y actividad de la misma, estableciendo las medidas preventivas y correctivas apropiadas, según los riesgos encontrados. Esto sirvió de base para diseñar la señalización de rutas de evacuación. Asimismo con el plan anual de capacitaciones se facilitaron los procesos de inducción, adiestramiento y capacitación del personal, incrementando el desarrollo de los procedimientos en cada área, familiarizándolos con la importancia en la gestión y manejo de los desechos peligrosos bioinfecciosos e industriales.

RECOMENDACIONES

A la Gerencia de Operaciones:

1. Seguir llevando el programa de mantenimiento preventivo, para no tener que incurrir en fallas imprevistas y atrasos en el tratamiento de los desechos.
2. Procurar que los operarios de mantenimiento utilicen las herramientas idóneas en la reparación de las fallas, así como proporcionarles toda herramienta necesaria para efectuar un buen trabajo.

Al jefe y supervisor de planta:

1. Realizar constantemente verificaciones e inspecciones programadas y no programadas en los formatos establecidos como parte primordial del programa de mantenimiento preventivo.
2. Revisar y evaluar los trabajos de mantenimiento después de haberlos realizado, para tener completa seguridad del desempeño de la máquina y así aumentar su confiabilidad.
3. Llevar a cabo un sistema de revisión continua del inventario de insumos de la categoría A, para tener siempre a disposición los materiales necesarios y así evitar pérdidas de tiempo.

4. Llevar a cabo un estricto control de lubricación de los equipos según el programa de mantenimiento establecido y formatos de registros y de esa forma evitar fallas imprevistas y paradas no deseadas.

A la Brigada de Seguridad:

1. Realizar anualmente un análisis de riesgos e impactos en la empresa como parte del plan de contingencia ante desastres naturales, puesto que las circunstancias dentro de las instalaciones son cambiantes con el paso del tiempo.
2. Revisar constantemente el mantenimiento de las señales en todas las instalaciones de la empresa, así como realizar constantemente simulacros de evacuación según planificaciones previamente establecidas.

A la Gerencia General:

1. Dar seguimiento al programa anual de capacitaciones de la empresa y proponer mejoras en el contenido de las mismas que ayuden a reforzar los conocimientos de los colaboradores.
2. Asegurarse que todos los jefes de cada área faciliten los procesos de inducción, adiestramiento y capacitación del personal, incrementando la productividad de la empresa, teniendo siempre en mente la preservación y cuidado del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcances Médicos. *Manual del Sistema de Gestión Ambiental*. 2a ed. Guatemala: Biotrash, 2011. 339 p.
2. BOTTA, Nestor Adolfo. *Cálculo de la necesidad de extintores portátiles*. Rosario, Argentina: Editorial Red Proteger, 2010. 52 p. ISBN: 978-987-27325-6-1.
3. Centro de Estudios Urbanos y Regionales. *Informe Final: los desastres naturales en las áreas precarias*. Guatemala: CEUR, 2000. 72 p.
4. CHIAVENATO, Idalberto. *Administración de recursos humanos*. 5a ed. México: McGraw-Hill, 2000. 699 p.
5. Comité Técnico sobre Extintores Portátiles Contra Incendios. *Norma para Extintores Portátiles contra Incendios: NFPA 10*. 6a ed. Colombia: Organización Iberoamericana de Protección contra Incendios OPCI, 2007. 126 p.
6. GRIMALDI, Simonds. *La Seguridad Industrial y su administración*. 2da ed. México: Alfaomega, 1985. 743 p.
7. Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Reglamento Especial en Materia de Sustancia, Residuos y Desechos Peligrosos. Decreto 41*, 2000. 26 p.

8. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios. Acuerdo Gubernativo No. 509-2001*, 2006. 24 p.
9. Instituto Nacional de Defensa Civil. *Guía Marco de la Elaboración del Plan de Contingencia*. Perú: INDECI, 2005. Versión 1.0. 15 p.
10. MAGA; INSIVUMEH; CONRED. *Estimación de amenazas inducidas por fenómenos hidrometeorológicos en la República de Guatemala*. Guatemala: Sig Maga, 2002. 8 p.
11. Ministerio de Ambiente. *Gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia*. Colombia: Fotolito América, 2002. 91 p.
12. Ministerio de Salud. *Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo*. Decreto N°594. Santiago de Chile: Minsal, 1999. 47 p.
13. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía técnica para el manejo de los desechos sólidos hospitalarios bioinfecciosos, generados en establecimientos del sector salud*. Guatemala: MSPAS, 2003. 24 p.
14. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Propuesta de norma para el manejo de los desechos sólidos hospitalarios*. Guatemala: MSPAS, 2000. 23 p.

15. MORA GUTIÉRREZ, Alberto. *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios*. 2a ed. Colombia: Ultragráficas, 2007. 305 p.
16. OEA. *Manual sobre manejo de amenazas naturales en la planificación del desarrollo regional integrado*. [en línea]. [ref. de agosto 2011]. Disponible en Web: <http://www.oas.org/publications/unit/oea57s>.
17. PRANDO, Raúl. *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 223 p.
18. ROBBINS, Stephen. *Comportamiento organizacional*. 8a ed. México: McGraw-Hill. 1998. 675 p.
19. Seguridad Global. Seguridad Industrial. *Carteles de Seguridad Industrial*. [en línea]. [ref. de septiembre 2011]. Disponible en Web: <http://www.cartelesseguridadsg.com.ar>.
20. SOLOW, D.; MATHUR, K. *Investigación de operaciones*. México: Prentice-Hall, 1996. 835 p.