



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

**DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL  
ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS  
SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**

**Luis Arnoldo Díaz Franco**

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL  
ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS  
SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS ARNOLDO DIAZ FRANCO**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN EDUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	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**

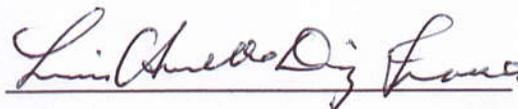
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha de 25 de agosto de 2009.



Luis Arnoldo Díaz Franco.



Guatemala, 31 de mayo de 2011  
REF.EPS.DOC.737.05.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Arnoldo Díaz Franco** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **9419294**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA"**.

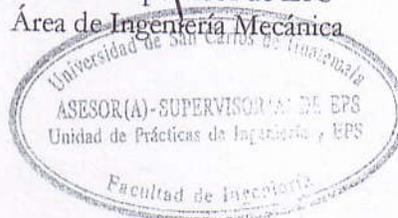
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo  
EESZ/ra



Guatemala, 31 de mayo de 2011  
REF.EPS.D.478.05.11

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

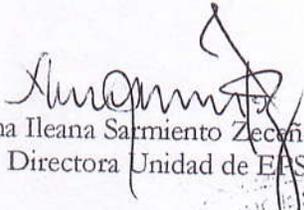
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Arnoldo Díaz Franco** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

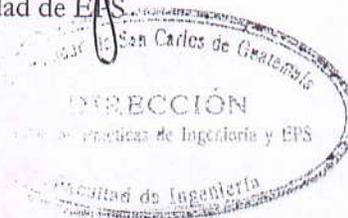
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

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



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S, al Trabajo de Graduación titulado DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA, del estudiante Luis Arnoldo Díaz Franco procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



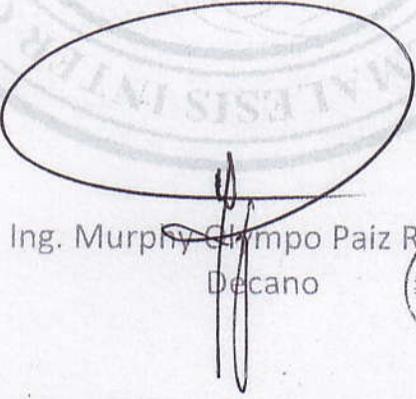
Guatemala, noviembre de 2011

JCCP/bhde



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, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Arnoldo Díaz Franco**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Ríos  
Decano



Guatemala, 21 de noviembre de 2011.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **Dios**

A tí, oh Padre eterno, gracias por permitirme llegar a este momento. Tú que eres la luz de nuestro sendero, y me has dado sabiduría y fuerzas en todo momento.

### **Virgen Santísima**

Por tus intercesiones ante nuestro Padre.

### **Mis padres**

Arnoldo Díaz y Vilma Leticia de Díaz, por sus enseñanzas, sacrificios y apoyo incondicional.

### **Mis hermanos**

Jorge Obdulio y Jorge Luis, por su cariño y admiración.

### **Mi novia**

Karla Jeannette Rosales Melgar, por ser mi fuente de amor, inspiración y motivo de superación.

### **Mis maestros**

Por haber compartido sus conocimientos incondicionalmente.



	1.1.2.2.1.	Desechos químicos peligrosos .....	7
	1.1.2.2.2.	Desechos químicos farmacéuticos .....	7
	1.1.2.2.3.	Desechos químicos radioactivos .....	8
	1.1.2.3.	Desechos hospitalarios comunes .....	8
	1.1.2.3.1.	Desechables.....	8
1.2.		Incineradores.....	8
1.2.1.		Principios de incineración e incineradores .....	9
1.2.2.		Partes de un incinerador .....	12
	1.2.2.1.	Tablero de control .....	12
	1.2.2.2.	Cámara de combustión o cámara primaria ...	13
	1.2.2.3.	Cámara de post-combustión o cámara secundaria .....	13
	1.2.2.4.	Cuerpo principal .....	14
	1.2.2.5.	Quemadores .....	15
	1.2.2.6.	Chimenea.....	16
1.2.3.		Procedimientos de operación de un incinerador .....	17
	1.2.3.1.	Precalentamiento .....	17
	1.2.3.2.	Control de temperatura .....	18
	1.2.3.3.	Preparación del residuo .....	19
	1.2.3.4.	Carga del residuo (cantidad y frecuencia) ....	19
	1.2.3.5.	Combustión del residuo.....	22
	1.2.3.6.	Tratamiento de los gases de combustión .....	23
	1.2.3.7.	Manipulación de las cenizas residuales .....	23
1.2.4.		Problemas o fallas en la operación de un incinerador ....	24
	1.2.4.1.	Humo negro a la salida de la chimenea.....	25

1.2.4.2.	Humo blanco a la salida de la chimenea.....	25
1.2.4.3.	Fugas de humo de la cámara primaria de combustión .....	26
1.2.4.4.	Demasiado uso de combustible auxiliar .....	26
1.2.4.5.	Incinerado incompleto.....	26
1.3.	Condiciones de permanencia en el área .....	27
1.3.1.	Aspectos de seguridad industrial y salud ocupacional...	27
1.3.1.1.	Generalidades .....	27
1.3.1.2.	¿Qué es seguridad e higiene industrial? .....	28
1.3.1.3.	Accidentes de trabajo .....	29
1.3.1.4.	Accidentes con lesión .....	30
1.3.1.5.	Accidentes sin lesión .....	31
1.3.1.6.	Enfermedades ocupacionales.....	32
1.3.1.7.	Actos inseguros .....	32
1.3.1.8.	Condiciones inseguras .....	33
1.3.1.9.	Primeros auxilios .....	34
1.3.1.10.	Botiquín de primeros auxilios.....	35
1.3.1.11.	Sala de primeros auxilios.....	37
1.3.1.12.	Exámenes periódicos de control.....	39
1.3.1.13.	Capacitación.....	40
1.3.1.14.	Elementos de protección personal.....	41
1.3.1.14.1.	Protectores de ojos y cara.....	43
1.3.1.14.2.	Protectores de pies y piernas.....	46
1.3.1.14.3.	Protección de la cabeza .....	49
1.3.1.14.4.	Protección de los oídos.....	51
1.3.1.14.5.	Ropa protectora .....	53
1.3.1.14.6.	Protección respiratoria .....	54

1.3.1.15.	Protección contra incendios .....	55
1.3.1.16.	Hojas de seguridad de productos .....	60
1.3.1.17.	Normas de almacenamiento.....	64
1.3.1.18.	Permisos especiales .....	64
1.3.1.18.1.	Permisos de acceso .....	64
1.3.1.18.2.	Permisos de fuego.....	66
1.3.1.19.	Señalización.....	68
1.3.1.20.	Reacción ante emergencias .....	69
1.3.1.21.	Realización de simulacros.....	70
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN (ANÁLISIS DE RIESGO) .....	73
2.1.	Bioseguridad.....	73
2.1.1.	Factores de riesgo .....	73
2.1.1.1.	Factor de riesgo físico .....	74
2.1.1.2.	Factor de riesgo químico .....	75
2.1.1.3.	Factor de riesgo biológico .....	76
2.1.1.4.	Factor de riesgo físico-químico .....	77
2.1.1.5.	Factor de riesgo mecánico .....	77
2.1.1.6.	Factor de riesgo ergonómico .....	78
2.1.1.7.	Factor de riesgo eléctrico .....	79
2.1.1.8.	Factor de riesgo arquitectónico .....	79
2.1.2.	Equipo de bioseguridad utilizado en incineración.....	80
2.1.3.	Medidas de higiene y seguridad.....	81
2.2.	Seguridad industrial.....	82
2.2.1.	Equipo de seguridad industrial utilizado en incineración.....	82
2.2.1.1.	Extintores de polvo químico seco .....	83
2.2.1.1.1.	Operación de un extintor de polvo químico seco.. .....	84

2.2.2.	Señalización.....	86
2.2.2.1.	Colores de seguridad.....	86
2.2.2.2.	Características intrínsecas.....	90
2.2.2.3.	Requisitos de utilización .....	90
2.2.2.4.	Señales de advertencia .....	91
2.2.2.5.	Señales de obligación.....	93
2.2.2.6.	Señales de prohibición.....	95
2.2.2.7.	Señales relativas a equipos de lucha contra incendios.....	97
2.2.2.8.	Señales de salvamento o socorro.....	98
2.3.	Reglamentos y leyes.....	99
2.3.1.	Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo.....	99
2.3.2.	Reglamento sobre protección relativa a accidentes.....	99
2.3.3.	Acuerdo Gubernativo No. 509-2001 .....	99
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL (DISEÑO DE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA) .....	101
3.1.	Diseño del manual de procedimientos para un incinerador .....	101
3.1.1.	Pre calentamiento .....	101
3.1.1.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	101
3.1.2.	Control de temperatura.....	105
3.1.2.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	105
3.1.3.	Preparación del residuo.....	107
3.1.3.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	107

3.1.4.	Carga del residuo (cantidad y frecuencia) .....	107
3.1.4.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	108
3.1.5.	Combustión del residuo .....	110
3.1.5.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	110
3.1.6.	Tratamiento de los gases de combustión .....	111
3.1.6.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	111
3.1.7.	Manipulación de las cenizas residuales .....	113
3.1.7.1.	Identificación y descripción del procedimiento.....	113
3.1.8.	Problemas o fallas en la operación de un incinerador.....	114
3.1.8.1.	Humo negro a la salida de la chimenea.....	115
3.1.8.2.	Humo blanco a la salida de la chimenea ...	116
3.1.8.3.	Fugas de humo de la cámara primaria de combustión... ..	118
3.1.8.4.	Demasiado uso de combustible auxiliar ....	120
3.1.8.5.	Incinerado incompleto .....	121
3.2.	Diseño del manual de permanencia en el área .....	124
3.2.1.	Elementos de protección personal .....	124
3.2.1.1.	Identificación y descripción.....	124
3.2.2.	Protección contra incendios.....	127
3.2.2.1.	Identificación y descripción.....	127
3.2.3.	Señalización.. ..	128
3.2.3.1.	Identificación y descripción.....	128
3.2.4.	Reacción ante emergencias.....	129

3.2.4.1.	Identificación y descripción .....	129
3.2.5.	Simulacros.....	141
3.2.5.1.	Identificación y descripción .....	141
4.	FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.....	145
4.1.	Objetivo principal.....	145
4.2.	Bioseguridad.....	145
4.3.	Seguridad Industrial.....	146
4.3.1.	Ventajas.....	146
4.4.	Normas y Reglamentos.....	147
4.5.	Incineración.....	147
	CONCLUSIONES.....	153
	RECOMENDACIONES.....	155
	BIBLIOGRAFÍA.....	157
	APÉNDICES.....	159



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Incineradores .....	9
2.	Proceso de incineración .....	10
3.	Tablero de control .....	12
4.	Cuerpo principal del incinerador .....	15
5.	Quemadores .....	16
6.	Chimenea .....	17
7.	Cenizas residuales .....	24
8.	Accidentes de trabajo .....	30
9.	Accidentes con lesión .....	31
10.	Accidentes sin lesión .....	32
11.	Actos inseguros .....	33
12.	Condiciones inseguras .....	34
13.	Primeros auxilios .....	35
14.	Botiquín de primeros auxilios .....	37
15.	Sala de primeros auxilios .....	39
16.	Capacitación .....	41
17.	Gafas de protección ocular, con y sin protectores laterales .....	43
18.	Pantallas faciales y mascarillas .....	44
19.	Gafas de montura integral de protección ocular .....	45
20.	Pantallas faciales para trabajar a temperaturas elevadas .....	45
21.	Protectores de pies .....	48
22.	Protección de piernas .....	49

23.	Protección de la cabeza .....	50
24.	Protección de oídos.....	52
25.	Ropa protectora.....	54
26.	Protección respiratoria.....	55
27.	Protección contra incendios.....	59
28.	Realización de simulacros .....	71
29.	Extintores de polvo químico seco .....	84
30.	Operación de un extintor de polvo químico seco .....	85
31.	Señales de advertencia .....	92
32.	Señales de obligación .....	94
33.	Señales de prohibición .....	96
34.	Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios .....	97
35.	Señales de salvamento o socorro.....	98
36.	Humo negro a la salida de la chimenea.....	116
37.	Humo blanco a la salida de la chimenea .....	118
38.	Fugas de humo de la cámara primaria de combustión .....	119
39.	Demasiado uso de combustible auxiliar .....	120
40.	Incinerado incompleto .....	121

## TABLAS

I.	Tipos de fuego.....	83
II.	Colores de seguridad .....	89

## GLOSARIO

<b>Agente cancerígeno</b>	Nombre que se da los agentes causantes del cáncer. La mayoría de los cancerígenos son mutagénicos y muchos teratógenos.
<b>Agente mutagénico</b>	Compuesto químico que produce mutaciones en la descendencia de los organismos vivos.
<b>Aire estequiométrico</b>	El aire que se requerirá para una combustión completa. Es el que corresponde al oxígeno que se consume en una reacción química balanceada en una combustión.
<b>Calidad</b>	La totalidad de las características de una entidad, que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.
<b>Dioxina</b>	Compuesto químico altamente tóxico y persistente que se forma en la elaboración de ciertos herbicidas.
<b>Disposición final</b>	Se entiende por disposición final toda operación de eliminación de residuos peligrosos que implique la incorporación de los mismos a cuerpos receptores, previo tratamiento permanente dentro o sobre la tierra.

<b>Estabilización</b>	Método de tratamiento de residuos que limitan la solubilidad de los contaminantes, remueven el tóxico a su efecto tóxico y sus características físicas pueden ser o no mejoradas.
<b>Emisión</b>	Es la transferencia o descarga de sustancias contaminantes del aire desde la fuente a la atmósfera libre.
<b>Floculación</b>	En el tratamiento del agua y de aguas residuales es la aglutinación de materia en suspensión coloidal, y finamente dividida después de la coagulación producida mediante agitación suave, por medios mecánicos o hidráulicos.
<b>Furanos</b>	El furano es un compuesto orgánico heterocíclico. Es un líquido claro, incoloro, altamente inflamable y muy volátil, con un punto de ebullición cercano al de la temperatura ambiente. Es tóxico, puede ser carcinógeno.
<b>Generador</b>	Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos sólidos, sea como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario. También se considerará como generador al poseedor de residuos sólidos peligrosos, cuando no se pueda identificar al generador real y a los gobiernos municipales, a partir de las actividades de

	recolección.
<b>Incineración</b>	Es un proceso de oxidación térmica a alta temperatura en el cual los residuos peligrosos o no son convertidos en presencia de oxígeno, en NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , gases y residuales sólidos incombustibles.
<b>Lluvia ácida</b>	Precipitación pluvial, de nieve o partículas y aerosoles con acidez elevada, con valores bajos de pH.
<b>pH</b>	Los valores de pH abarcan de 0 a 14 correspondiendo un valor de pH 7 si es neutro, siendo menor a 7 ácido y mayor a 7 alcalino.
<b>Operador</b>	Persona natural que realiza cualquiera de las operaciones o procesos que componen el manejo de los residuos sólidos, puede ser o no el generador de los mismos.
<b>Pirólisis</b>	Descomposición térmica de materiales con contenido en carbono en ausencia de oxígeno.
<b>Polivinil Clorado (PVC)</b>	Material plástico producido por la polimerización de cloruro de vinilo.
<b>Proceso industrial</b>	Una operación que transforma los aportes de material, energía e información en productos, como parte de un sistema de producción industrial.

<b>Relleno sanitario</b>	Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.
<b>Residuos domiciliarios</b>	Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.
<b>Residuos de las actividades de construcción</b>	Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a éstas.
<b>Residuos de los establecimientos de atención de salud</b>	Son aquellos residuos generados en los procesos y en las actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines.
<b>Residuos de instalaciones o actividades especiales</b>	Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados.

<b>Residuos de limpieza de espacios públicos</b>	Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas.
<b>Residuos Industriales</b>	Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como: manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.
<b>SO<sub>2</sub> Dióxido de Azufre</b>	Contaminante atmosférico, producido en la combustión de combustibles fósiles con contenido de azufre; forman parte de la "Lluvia Ácida" y provocan la acidificación de los suelos.
<b>Sólidos volátiles</b>	El contenido de sólidos volátiles se interpreta en términos de materia orgánica, teniendo en cuenta que a 550±50°C la materia orgánica se oxida formando el gas carbónico y el agua que se volatiliza.
<b>Tratamiento</b>	Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.



## **RESUMEN**

El informe final del Ejercicio Profesional Supervisado contiene el diseño de un manual de procedimientos y permanencia, para el área, de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, La Verbena. Este pertenece al área de salud Guatemala central en el período 2009-2010, participando en éste, los encargados de la planta, operadores y personal administrativo; asimismo se contó con la participación de personal técnico encargado de realizar los programas de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de incineración.

El diseño de los manuales, se orientó y capacitó al personal dándoles a conocer los procedimientos que deben de seguirse para el proceso de operación de los incineradores, permanencia en el área de trabajo, así como métodos de prevención de siniestros, siguiendo las normas establecidas por los reglamentos de ley, buscando con esto minimizar los actos y condiciones inseguras y de esta forma llegar a prevenir incidentes y accidentes dentro del área de trabajo.

El diseño de los manuales describe las actividades a seguir para una correcta operación de los equipos, así como también, dicta las normas a seguir en lo que respecta a bioseguridad y protección personal del personal que permanece dentro de la planta.

Actualmente, la planta no cuenta con este tipo de manuales, y debido a esto se logró impartir una serie de pláticas y capacitaciones para el personal involucrado, para la correcta operación de incineradores como también en las normas de bioseguridad y protección personal de los operadores.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Que la planta de tratamiento de DSH, La Verbena cuente con un manual de procedimientos y permanencia en el área, de calidad y fácil de aplicar, para obtener una buena imagen y tener personal operando los equipos de una manera correcta y con seguridad. De acuerdo al correcto seguimiento de los procedimientos de operación y permanencia en el área que se desea evitar accidentes, que el equipo trabaje sin paros y que los componentes mecánicos de los equipos alarguen su vida útil, reduciendo de esta manera costos de mantenimiento y operación.

### **Específicos**

1. Diseñar el manual de procedimientos y permanencia en el área para lograr una concientización por parte de los trabajadores de la planta, sobre la importancia que tiene el correcto seguimiento de los procedimientos y el cumplimiento de las normas de seguridad industrial en su área de trabajo, y a nivel general en toda la planta; características y problemática actual sobre la seguridad.
2. Desarrollar el manual de procedimientos y permanencia con base a la operación de los equipos que conforman la línea de incineradores de la planta, siguiendo los parámetros de las normas y reglamentos de ley.

3. Dar a conocer al personal de la planta involucrado en la operación, los procedimientos de operación, así como las normas y reglas de seguridad que deben seguir en toda la planta, para establecer una correcta aplicación de los manuales.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los desechos sólidos hospitalarios (DSH), que se generan en las áreas de salud, hospitales y unidades interinstitucionales del área metropolitana, representan un problema para la salud de los habitantes, tanto su clasificación, recolección, transporte, almacenamiento, transporte externo y disposición final de los mismos representan cada vez más un problema para la salud de los habitantes. Dentro de los métodos de eliminación de los DSH se ha optado por la incineración, y erróneamente se ha promovido el hecho de enterrar los desechos, produciendo con esto contaminación para el manto freático.

El presente trabajo de graduación busca desarrollar el diseño de un manual de procedimientos de operación de incineradores y permanencia dentro del área de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, La Verbena; del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS, tiene su base en los estudios, investigaciones y trabajo de campo desarrollados de acuerdo al programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El proyecto se realizó en agosto del 2009 y marzo del 2010, dentro de este período se desarrollaron ciertos aspectos, como el análisis de riesgo del área y los equipos, así como de los procedimientos de operación y normas de permanencia para los operarios, los cuales fueron complementados con una serie de charlas informativas y capacitaciones acerca de bioseguridad, factores de riesgo, procedimientos de operación, medidas de seguridad e higiene industrial y señalización; entre otros.

Todo este contexto se desarrolló en tres capítulos que mencionan:

El capítulo uno muestra una breve reseña sobre aspectos relacionados con los principios de incineración e incineradores, salud ocupacional y medidas de seguridad contra siniestros.

El capítulo dos da a conocer los aspectos relacionados con bioseguridad y factores de riesgo relacionados con la operación de incineradores y la permanencia de los operarios dentro del área de incineración, así como la señalización industrial respectiva.

El capítulo tres muestra el diseño del manual de procedimientos para la operación de incineradores, así como el de permanencia dentro del área de operación, describiendo las actividades y procedimientos a desarrollar; todo esto basado en las normas y leyes establecidas por el MSPAS, con el fin de realizar una buena operación y asimismo evitar y prevenir accidentes.

Por último, en el capítulo cuatro encontrará la fase enseñanza-aprendizaje; la cual proporciona una herramienta efectiva para dar a conocer las normas de seguridad con respecto a la permanencia en la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, así como los procedimientos para realizar una correcta operación de los incineradores y poder encontrar una solución efectiva ante cualquier incidente o falla que se presente en la operación de los mismos.

# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Generalidades sobre desechos sólidos hospitalarios**

En la aplicación del diseño de este manual se tendrán en cuenta además de las definiciones establecidas en el Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios (Acuerdo Gubernativo 509-2001), las siguientes:

### **1.1.1. Definición de desechos sólidos hospitalarios**

Los desechos sólidos hospitalarios, (DSH) son los desechos producidos durante el desarrollo de sus actividades por los entes generadores, tales como hospitales públicos o privados, sanatorios, clínicas, laboratorios, bancos de sangre, centros clínicos, casas de salud, clínicas odontológicas, control de maternidad y en general cualquier establecimiento donde se practiquen los niveles de atención humana o veterinaria, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento, recuperación y rehabilitación de la salud.

Los desechos hospitalarios como enemigo común, un problema real, más de 14 millones de kilos de residuos peligrosos producen cada año las Instalaciones de Salud centroamericanas, sólo en las capitales de cada país. Es a esta magnitud de riesgo a la que están expuestos a diario, sus compañeros trabajadores de salud y sus pacientes.

#### **1.1.1.1. Desechos hospitalarios bioinfecciosos**

Son los desechos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones y otros) y que por lo tanto han entrado en contacto con pacientes humanos o animales y que representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo al grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

#### **1.1.1.2. Desechos hospitalarios especiales**

Son los desechos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Constituyen un peligro para la salud por sus características agresivas tales como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad. Estos desechos se generan principalmente en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, directos complementarios y generales.

Se consideran desechos especiales, entre otros, los siguientes:

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

### **1.1.1.3. Desechos hospitalarios comunes**

Son todos los desechos generados por las actividades administrativas , auxiliares y generales que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores; no presentan peligro para la salud y sus características son similares a las que presentan los desechos domésticos comunes, entre estos: periódico, flores, papel, desechos de productos no químicos utilizados para la limpieza y enseres fuera de servicio; así como también, los desechos de restaurantes, tales como envases, restos de preparación de comidas ,comidas no servidas o no consumidas, desechos de los pacientes que no presentan patología infecciosa.

Los desechos hospitalarios, y en particular los bioinfecciosos, son los que representan el mayor riesgo para el personal de salud. Se consideran desechos peligrosos los que de una u otra manera pueden afectar la salud humana y el medio ambiente.

Entre los desechos bioinfecciosos figuran tres tipos: los infecciosos, que son los materiales provenientes de salas de aislamiento y los materiales biológicos; los patológicos, que contemplan a los residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos; y los desechos punzocortantes, que incluyen agujas hipodérmicas, jeringas, pipetas de Pasteur, agujas, bisturíes, etc.

Los desechos punzocortantes son los responsables de la mayor cantidad de accidentes y causa principal de enfermedades y mortalidad evitables vinculadas con el manejo de los DSH.

También son parte de los desechos peligrosos los químicos – en particular los citotóxicos – y los radiactivos – que constituyen la tercera causa de accidentes.

Aunque sólo una pequeña parte de los residuos que se producen en un hospital son peligrosos, su amenaza crece significativamente cuando, por falta de manejo adecuado, éstos se mezclan con los desechos comunes. De tal forma, éstos últimos se contaminan y así aumenta la cantidad de materia peligrosa y las posibilidades de que ocurran accidentes y/o infecciones.

Todos los establecimientos que prestan servicios de salud humana o animal, pueden producir DSH potencialmente peligrosos. Entre ellos podemos mencionar a hospitales, centros y puestos de salud, laboratorios de análisis químicos, clínicas veterinarias, bancos de sangre, farmacias y clínicas odontológicas. Evidentemente, éstos son generados por los profesionales de la salud que trabajan en ellos: médicos, enfermeras, microbiólogos, odontólogos, veterinarios y farmacéuticos.

Los desechos hospitalarios peligrosos son los que de una u otra manera pueden afectar la salud humana y el medio ambiente. Entre ellos, los bioinfecciosos son los desechos que provocan más accidentes y transmisión de enfermedades asociadas al manejo de DSH. Su peligro potencial aumenta al mezclarse con los desechos comunes, debido a una separación inadecuada.

Millones de kilos de peligro en Centroamérica 14 millones se dice fácil. Pero si uno piensa detenidamente en 14 millones de kilos de material peligroso, contaminado con sangre, secreciones o químicos, vidrios rotos, agujas, amalgamas con residuos de mercurio, y otra gran cantidad de residuos amenazantes para la salud, las cosas cambian.

El panorama se agrava aún más si tomamos en cuenta que esos 14 millones de kilos son apenas el 40% de los desechos producidos por los hospitales de las capitales centroamericanas cada año; cantidad que puede contaminar el otro 60% de desechos comunes, si se mezclan como consecuencia de una separación inadecuada. Estos datos se desprenden de una investigación realizada en 1995 por el Programa Regional de Desechos Sólidos Hospitalarios ALA 91/33.

### **1.1.2. Clasificación de los desechos sólidos hospitalarios**

Se dan tres clasificaciones de acuerdo al tipo de instalaciones donde se generen, siendo los desechos hospitalarios bioinfecciosos que son generados durante las distintas etapas de la atención a la salud, los desechos comunes que son generados por las actividades administrativas, y los desechos especiales que no son incluidos en las categorías anteriores y por lo tanto, llevan un manejo diferente.

#### **1.1.2.1. Desechos hospitalarios bioinfecciosos**

Estos desechos pueden ser entre otros:

##### **1.1.2.1.1. Materiales procedentes de aislamientos de pacientes**

Comprenden los desechos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desechos provenientes de salas de aislamiento de pacientes con enfermedades altamente transmisibles, incluyendo a los animales aislados así como cualquier tipo de material descartable, tales como: algodón, gasas, guantes, que hayan entrado en contacto con los pacientes de estas salas.

#### **1.1.2.1.2. Materiales biológicos**

Comprenden los cultivos, muestras almacenadas de agentes infecciosos, medios de cultivo, placas de petri, instrumentos utilizados para manipular, mezclar o inocular microorganismos, vacunas vencidas o inutilizadas, filtros de áreas contaminadas y otros.

#### **1.1.2.1.3. Sangre humana y productos derivados**

Comprenden las bolsas de sangre con plazo de utilización vencida o serología positiva, muestras de sangre para análisis, suero, plasma y otros subproductos. Se incluyen los recipientes que los contienen o contaminan como las bolsas plásticas, mangueras intravenosas y otros.

#### **1.1.2.1.4. Desechos anatómicos patológicos y quirúrgicos**

Son los desechos patológicos humanos o animales incluyendo tejidos, órganos, partes y fluidos corporales, que se remueven durante las autopsias, cirugías y otros, tomándose en cuenta también las muestras para análisis.

#### **1.1.2.1.5. Desechos punzocortantes**

Son los elementos punzocortantes que estuvieron en contacto con pacientes o agentes infecciosos, incluyéndose en estos, las agujas hipodérmicas, jeringas pipetas de Pasteur, agujas, bisturíes, mangueras, placas de cultivos, cristalería entera o rota. Se incluye cualquier material quirúrgico y cualquier punzocortante aún cuando no haya sido utilizado y deba ser desechado.

#### **1.1.2.1.6. Desechos animales**

Cadáveres o partes de animales infectados, provenientes de laboratorios investigación médica o veterinaria. Objetos punzocortantes, materiales con sangre u otras excreciones corporales, desechos de tejidos y órganos, químicos, fármacos vencidos y otros muchos desechos pueden estar cerca suyo o, de hecho, formar parte de su rutina diaria.

#### **1.1.2.2. Desechos hospitalarios especiales**

Son los desechos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no han entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos.

##### **1.1.2.2.1. Desechos químicos peligrosos**

Son las sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas, reactivas, genotóxicas, o mutagénicas, tales como quimioterapéuticos, antineoplásticos, productos químicos no utilizados, plaguicidas, solventes, ácido crómico (usado en la limpieza de vidrios de laboratorio) mercurio, soluciones para revelado de radiografías, baterías usadas, aceites lubricantes usados. En general, se entiende todos aquellos desechos provenientes de productos utilizados para diagnóstico, quimioterapia, trabajos experimentales, limpieza y desinfección.

##### **1.1.2.2.2. Desechos químicos farmacéuticos**

Son los medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados, no utilizados.

### **1.1.2.2.3. Desechos químicos radioactivos**

Son los materiales radiactivos o contaminados con radionúcleos con baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biológica, laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear. Los desechos radioactivos con actividades medias o altas deben ser acondicionados en depósitos de decaimiento hasta que su actividad radiactiva se encuentre dentro de los límites permitidos para su eliminación, de conformidad con las disposiciones del Ministerio de Energía y Minas.

### **1.1.2.3. Desechos hospitalarios comunes**

Son similares a los desechos de producción doméstica e implican las mismas prácticas de higiene en su manejo y transporte.

Ejemplo: comida, papelería, envases y otros.

#### **1.1.2.3.1. Desechables**

Entre estos están los platos y vasos plásticos, servilletas, comida, papelería y otros.

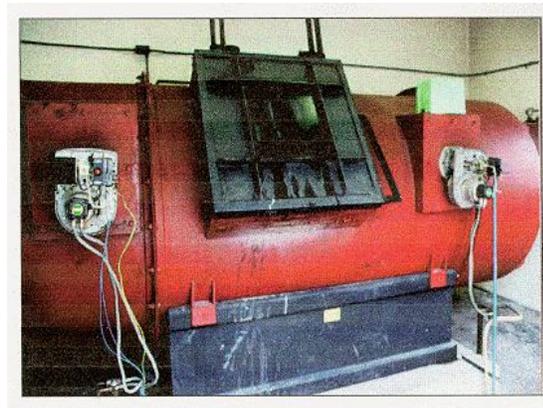
## **1.2. Incineradores**

Cualquier dispositivo, aparato, equipo, estructura utilizado para destruir, reducir o recuperar por el fuego materiales o sustancias consistentes como los que se relacionan a continuación, en forma orientativa pero no limitativa: desechos, basuras, desperdicios, residuos comerciales (envases y embalajes), hojas secas, etc.; se incluyen también los restos humanos y los despojos de animales, convirtiéndolos en calor, emisiones gaseosas y ceniza residual sólida.

### 1.2.1. Principios de incineración e incineradores

Grandes volúmenes de residuos sólidos se generan diariamente en nuestras ciudades, lo que constituye un serio problema para la sociedad y el medio ambiente. Por esta razón, desde fines del siglo pasado, ha existido un gran interés por reducir el volumen de los desechos urbanos generados y buscar procesos alternativos al vertido directo en espacios abiertos. La incineración es una de las alternativas de importancia creciente en la eliminación de los residuos sólidos urbanos, ya que permite disminuir su volumen hasta en un 90%, aunque genera algunos subproductos gaseosos que, de no manejarse adecuadamente el proceso, pueden causar la contaminación del ambiente. Véase figura 1.

Figura 1. **Incineradores**



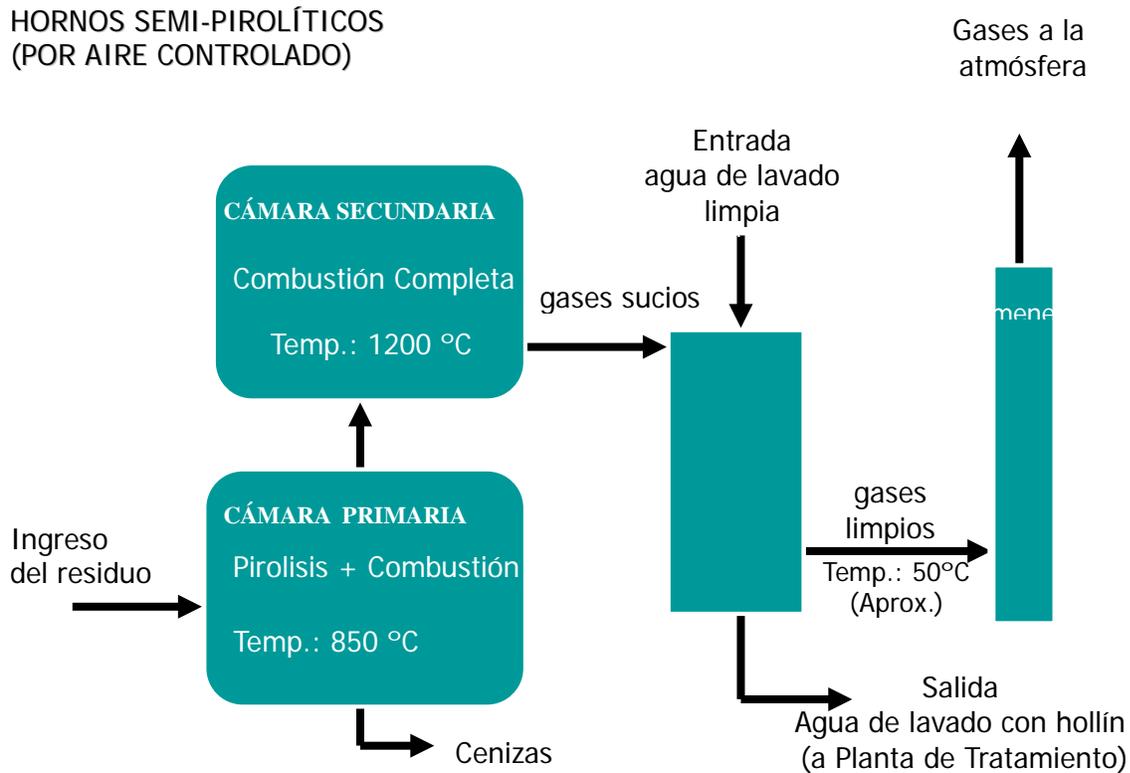
Fuente: [www.cepis.ops-oms.org.20/abr/2010](http://www.cepis.ops-oms.org.20/abr/2010).

La incineración se define como un proceso térmico que conduce a la reducción en peso y volumen de los residuos sólidos mediante la combustión controlada en presencia de oxígeno. El objetivo de la incineración es reducir el volumen de los residuos sólidos urbanos transformándolos en materiales sólidos, gaseosos y líquidos.

Estos desechos pueden ser más manejables para su disposición final.

Durante el proceso de incineración los residuos sólidos reciben un tratamiento térmico en presencia de aire transformándose en constituyentes gaseosos, los cuales se liberan a la atmósfera y en un residuo sólido relativamente no combustible. Durante la combustión de los residuos en un incinerador se genera calor, lo que se conoce como “calor de combustión”, el cual puede ser aprovechado como fuente de energía para el mismo proceso o para otros como el calentamiento de agua o la generación de vapor. Véase figura 2.

Figura 2. **Proceso de incineración**



Fuente: [www.cepis.ops-oms.org.20/abr/2010](http://www.cepis.ops-oms.org.20/abr/2010).

Se detalla también como un proceso de oxidación térmica a alta temperatura en el cual los residuos peligrosos son convertidos, en presencia de oxígeno, en gases y residuales sólidos incombustibles (cenizas). Los incineradores pirolíticos poseen una cámara primaria de acero con resistencia a altas temperaturas; esta cámara se encuentra revestida con materiales refractarios, cuya finalidad es la de retener el calor producido por los quemadores. La cámara secundaria consiste también en una estructura de acero, la cual se encuentra revestida de material refractario que soporta mayores temperaturas.

En la cámara secundaria los gases producto de la combustión de los desechos sólidos son incinerados mediante un quemador adicional.

La incineración de los desechos sólidos urbanos es una práctica muy antigua. El primer incinerador diseñado para el tratamiento de los residuos sólidos de recolección municipal fue construido por Alfred Fryer en 1874 en Nottingham, Inglaterra. Este dispositivo tenía un sistema de operación manual para atizar el fuego en los hornos. Con el inicio de este siglo, este proceso es cada vez más utilizado en el tratamiento de los desechos sólidos urbanos, principalmente los residuos peligrosos y al final de los 20's, Inglaterra disponía de más de 200 plantas incineradoras, en otros países de Europa había otras 100 y en los Estados Unidos de América operaban alrededor de 200 plantas más.

En los 50's se inició la automatización de los incineradores de residuos sólidos urbanos haciendo más eficiente el proceso. En los últimos años se ha incrementado el número de plantas incineradoras privilegiándose las tecnologías que consideran la recuperación de energía, particularmente en los países con escasez de energéticos.

Doce años después, se construyó la primera planta industrial en Hamburgo, Alemania, mejorando el diseño inglés al introducir una corriente de aire forzada y además el aire era precalentado. No fue sino hasta 1895 que en los Estados Unidos de América se desarrolló el primer horno incinerador y el primero construido en Montreal, Canadá aparece hasta 1906.

## **1.2.2. Partes de un incinerador**

Un incinerador está compuesto por varios elementos que se detallan a continuación.

### **1.2.2.1. Tablero de control**

En el tablero de control se encuentran los mandos para activar los distintos componentes eléctricos del incinerador, consta de: Interruptor general, interruptores de los quemadores, indicador de temperatura, contactores, relés térmicos, transformador, luces piloto y temporizadores. Véase figura 3.

Figura 3. **Tablero de control**



Fuente: Planta de TDSH La Verbena.

### **1.2.2.2. Cámara de combustión o cámara primaria**

Se le llama también cámara primaria o cámara de encendido, recibe el residuo y comienza la combustión en condiciones de deficiencia de oxígeno. Es decir, trabaja con menos oxígeno de lo necesario, por lo que se produce la pirolisis. La limitación de aire en la cámara primaria previene la rápida combustión y permite condiciones de “tranquilidad” en la cámara, o sea: tiempo para que se queme el residuo. Estas condiciones evitan que partículas de material pasen a la cámara secundaria y que de esta manera sea emitido a la atmósfera.

La cámara principal se construye de acero, con resistencia a las temperaturas altas, esta cámara se encuentra revestida con ladrillos refractarios, cuya finalidad es la de retener el calor producido por los quemadores, la temperatura mínima de la cámara primaria para incineradores de desechos sólidos hospitalarios según el Acuerdo Gubernativo No. 509-2001 debe de ser 850 grados Celsius.

En la cámara primaria ocurren principalmente tres procesos:

- El residuo ingresado se volatiliza
- La fracción volátil del residuo se vaporiza y pasa a la cámara secundaria
- El remanente es quemado y reducido a cenizas

### **1.2.2.3. Cámara de post-combustión o cámara secundaria**

Se le llama también cámara secundaria, ésta recibe los gases que generaron los combustibles volátiles de la cámara primaria. Las condiciones de combustión son reguladas para tener aire en exceso y asegurar la completa combustión del residuo antes de su eliminación.

La cámara secundaria es de menor tamaño que la primaria, se construye también de acero y se reviste con material refractario que resiste mayores temperaturas en comparación con la cámara primaria.

Las condiciones necesarias para lograr alta eficiencia en la cámara secundaria son:

- Alta temperatura ( $\pm$  1.200 grados Celsius, mínimo 1.300 grados Celsius, según el Acuerdo Gubernativo 509-2001)
- Exceso de aire (100%)
- Turbulencia (alto tiempo de residencia, mínimo dos segundos según Acuerdo Gubernativo 509-2001). El exceso de aire en la cámara secundaria debe ser suficiente como para mantener el rango de temperatura deseado. Considerar que a medida que se incrementan los niveles de oxígeno, la temperatura en la cámara secundaria desciende.

#### **1.2.2.4. Cuerpo principal**

El cuerpo principal de un incinerador es el conjunto de las cámaras de combustión primaria y secundaria y los componentes necesarios para realizar el proceso de combustión, en él se encuentran instalados los quemadores, el tablero de control, así como la compuerta de ingreso de los desechos a incinerar y la compuerta para extracción de cenizas. Se construye de acero resistente a altas temperaturas y se ancla a la cimentación. Véase figura 4.

Figura 4. **Cuerpo principal del incinerador**



Fuente: Planta de TDSH La Verbena.

#### **1.2.2.5. Quemadores**

Los quemadores, pueden existir uno o más según el tamaño de la cámara o las temperaturas que se desean alcanzar, consisten en una boquilla donde se pulveriza el combustible a través de una bomba, en una mezcla con aire a presión, el cual se encenderá mediante una chispa producida por un sistema eléctrico parte del equipo.

Para producir la chispa es necesario un transformador de voltaje. La chispa se produce debido al alto voltaje en dos electrodos que se encuentran alineados y calibrados a la salida de la boquilla de pulverización de combustible

y salida de aire para la combustión. Un motor eléctrico es el encargado de dar movimiento, tanto, a la bomba de combustible como al ventilador de aire. Véase figura 5.

Figura 5. Quemadores



Fuente: Planta de TDSH La Verbena.

#### 1.2.2.6. Chimenea

Consiste en un tubo de acero en forma cilíndrica conectado a la base de la cimentación y al cuerpo del incinerador, es utilizado para evacuar los gases resultados de la incineración de los desechos, posee recubrimiento refractario en su interior, según la capacidad del incinerador así serán las dimensiones de la chimenea (altura y diámetro), varía entre 3 y 5 metros. Véase figura 6.

Figura 6. **Chimenea**



Fuente: Planta de TDSH La Verbena.

### **1.2.3. Procedimientos de operación de un incinerador**

#### **1.2.3.1. Pre calentamiento**

De primera instancia, se comenzará con la fase de pre calentamiento, en la que los equipos iniciarán actividades sin carga, para obtener una combustión completa y bajo condiciones estrictas de seguridad.

En la cámara primaria o de ignición, se produce el encendido y volatilización de los residuos, con una oxidación parcial de los mismos, ya que la misma trabajará siempre con defecto de aire. La temperatura de la cámara primaria se controla regulando el caudal de aire inyectado a la misma que reaccionará con los combustibles presentes. En caso de tratarse de residuos de bajo poder calorífico, la cámara primaria dispone de un quemador a base de diesel para el incinerador principal, y gas LP para los incineradores secundarios, el cual aportará las calorías necesarias. La temperatura normal de trabajo de la cámara primaria es de 800 a 900 grados Celsius.

Los gases combustibles generados en la cámara primaria pasan a la cámara secundaria donde son combustionados completamente. El tiempo de residencia de los gases en la cámara secundaria será de aproximadamente dos segundos a una temperatura desde 1100 a 1300 grados Celsius complementando así las normas nacionales sobre tratamiento de residuos peligrosos establecidas en el reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios bajo el Acuerdo Gubernativo núm. 509-2001.

La temperatura de la cámara secundaria se controla mediante el ingreso de aire en exceso para la combustión. Un potente quemador ayuda al mantenimiento de la temperatura de trabajo cuando los residuos incinerados son de bajo poder calorífico, o cuando el incinerador no trabaja a plena carga.

### **1.2.3.2. Control de temperatura**

La cámara primaria y la secundaria deben alcanzar distintos niveles de temperatura, porque sus funciones son diferentes. Involucra operaciones secuenciales en dos cámaras separadas.

La cámara primaria debe ser mantenida en una temperatura mínima suficiente como para que suceda la combustión con oxígeno en defecto, de manera de eliminar los microorganismos y esterilizar la ceniza. La temperatura de la cámara primaria deberá ser de 760 a 870 grados Celsius con un 30 a 80% del aire estequiométrico, y la temperatura de la cámara secundaria deberá estar en el rango de los  $\pm 1.200$  grados Celsius. Los rangos de temperatura establecidos en el Acuerdo Gubernativo 509-2001 están comprendidos para la cámara de combustión primaria que alcance la temperatura mínima de 850 grados Celsius, y para la cámara secundaria un mínimo de 1.300 grados Celsius, manteniendo un tiempo de residencia mínima de los gases de dos segundos.

#### **1.2.3.3. Preparación del residuo**

Se preparan los residuos de la siguiente forma:

- Patogénico: alta humedad y baja volatilidad (bajo poder calórico)
- Hospitalario: baja humedad y alta volatilidad (alto poder calórico)
- Industrial: baja humedad, alta volatilidad y alto contenido de cloro
- Domiciliario: muy alta humedad y baja volatilidad

Preparación ideal de residuo para lograr una incineración controlada: 10% - 20% de alto poder calórico.

#### **1.2.3.4. Carga del residuo (cantidad y frecuencia)**

El operador tiene la opción de seleccionar los distintos ítems incluidos en una carga en particular. Las propiedades que deben ser consideradas son las siguientes:

- Valor energético
- Mezcla (contenido)
- Contenido de plásticos
- Cantidad de residuos

El valor energético afecta la performance del incinerador. Una carga con un alto poder energético puede exceder la capacidad térmica del incinerador. El resultado es una combustión excesiva que deriva en un daño en la fumistería (paredes de ladrillo refractario) y en excesivas emisiones por la chimenea (humo negro).

Cuando se agregan cargas muy húmedas, caen las temperaturas a causa del intento de evaporación del líquido (se apaga el incinerador) y se debe utilizar combustible adicional para elevar la temperatura. Esto causa que se queme el líquido, pero no se alcance a quemar el sólido. La temperatura cae y el operador cree que el residuo ya fue incinerado y realiza una nueva carga sobre la carga anterior “cruda”. Residuos plásticos (blíster de medicamentos, guantes, etc.) son un ejemplo de materiales con alto poder calórico. Grandes cantidades de plásticos conteniendo compuestos de Cl. (PVC), deben ser distribuidas en pequeñas cargas para evitar la formación de humo (por los volátiles) y de HCl.

La cámara primaria y la secundaria deben alcanzar distintos niveles de temperatura, porque sus funciones son diferentes. Involucra operaciones secuenciales en dos cámaras separadas. La cámara primaria debe ser mantenida en una temperatura mínima suficiente como para que suceda la combustión con oxígeno en defecto, de manera de eliminar los microorganismos y esterilizar la ceniza.

Sólo enviará a la cámara secundaria residuo volátil que debe ser combustionado para ser eliminado. La destrucción de microorganismos depende de la temperatura y del tiempo de exposición del residuo. La temperatura de la cámara primaria deberá ser de 760 a 870 grados Celsius con un 30 a 80% del aire estequiométrico. Cuando se tratan residuos con altos contenidos de plásticos ocurre *cracking* de hidrocarburos livianos que pueden afectar los gases de combustión, la cámara secundaria no los puede procesar (se satura) y en consecuencia se tienen emisiones de humo por la chimenea.

Se aconseja en ese caso trabajar con temperaturas de cámara primaria de 540 a 650 grados Celsius.

Al realizar cargas grandes de materiales altamente combustibles (gomas, plásticos, etc.), ocurre una combustión demasiado rápida como para poder ser absorbida por la cámara secundaria, por lo que se aconseja cargar estos materiales en proporciones cercanas al 10% de la carga total.

Algunos fabricantes de incineradores incluyen inyección de agua en la cámara primaria, para evitar los sobrecalentamientos de los refractarios. Del oxígeno total utilizado en el incinerador se debería considerar:

20% para la cámara primaria

80% para la cámara secundaria

La cámara secundaria sirve para completar el proceso de combustión. Es importante trabajar en un rango de temperaturas alrededor de los 1200 grados Celsius. Si baja la temperatura puede haber una descarga a la atmósfera de productos potencialmente tóxicos y si la temperatura es demasiado alta se podría dañar la fumistería del equipo.

Tres componentes son importantes para la destrucción del residuo:

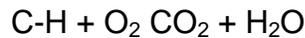
- Temperaturas del orden de los 1200 grados Celsius
- Tiempos de residencia de dos segundos
- Turbulencia

Es más conveniente trabajar con cargas pequeñas frecuentes que con cargas grandes. El operador deberá lograr una mezcla de alto, medio y bajo poder calórico.

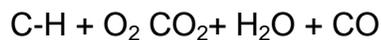
#### **1.2.3.5. Combustión del residuo**

El residuo patogénico tiene una fracción orgánica de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Otros elementos encontrados son: metales, azufre (S), nitrógeno (N) y cloro (Cl.).

Combustión completa



Combustión incompleta



Los compuestos orgánicos con cloro (Cl), (Ej.: blísteres) forman gases de ácido clorhídrico (HCl) y Cloro gaseoso (Cl<sub>2</sub>). Los compuestos con azufre (S) reaccionan directamente para formar gases de óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>). Los compuestos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son producto del aire y del residuo. Tanto los SO<sub>2</sub> como los NO<sub>x</sub> son los causales de la llamada “lluvia ácida”. Si aumenta el aire, aumenta el oxígeno y la combustión se completa “seguro”, pero también si aumenta el aire, se enfría la cámara secundaria, no da tiempo a la combustión y se produce arrastre de partículas.

Es importante llegar a un equilibrio de aire para que se complete la combustión, pero que no se enfríe la cámara secundaria.

#### **1.2.3.6. Tratamiento de los gases de combustión**

Los gases provenientes de la cámara secundaria del horno ingresan al proceso de lavado de gases, a fin de retener material particulado y gases de combustión. La temperatura desciende abruptamente a niveles permisibles para su emisión. Se agregan agentes neutralizantes de los gases de emisión (soda cáustica, cal, etc.). La corriente gaseosa es inducida a través de una turbina hacia la salida de la chimenea. El agua de lavado de gases residual recibe tratamiento fisicoquímico (coagulación – floculación) a fin de separar el sólido (ceniza) del líquido (agua de proceso).

#### **1.2.3.7. Manipulación de las cenizas residuales**

Las cenizas no se deben enfriar con agua dentro del horno, porque no termina su tiempo de incineración y acorta la vida útil de la fumistería. Se debe extraer del incinerador con una pala chata para no dañar el material refractario. Se deben de colocar las cenizas en un recipiente metálico y enfriarla con agua, para evitar emisiones fugitivas. Hay que tomar en cuenta que, las cenizas deben ser color gris. Si las cenizas tienen color negro indica que no ha sido correctamente tratado el residuo.

Al inicio de una nueva jornada de incineración se deberá proceder a la extracción de cenizas y limpieza de la cámara primaria. Los restos pueden conservar temperatura, por lo que no deberán utilizarse contenedores plásticos u otros combustibles. Puede ser una buena práctica la humectación de los residuos antes de su disposición final. Luego las cenizas obtenidas no

representan ninguna peligrosidad y pueden ser dispuestas según los requerimientos locales para disposición final. Véase figura 7.

Figura 7. **Cenizas residuales**



Fuente: Planta de TDSH La Verbena.

#### **1.2.4. Problemas o fallas en la operación de un incinerador**

Todos los medios físicos de producción pueden fallar o deteriorarse por causas naturales de antigüedad o simplemente por efectos directamente atribuidos al uso para el que fueron diseñados, es posible que las causas de las fallas sean inherentes al equipo, o bien la consecuencia de factores externos como por ejemplo, la brusca variación en la temperatura y la humedad ambiental.

#### **1.2.4.1. Humo negro a la salida de la chimenea**

Las combustiones incorrectas, ya sean de sólidos o de líquidos, conducen a parciales pirólisis y a la formación de coque. El problema de la formación del humo radica en la mala, o inexistente combustión de los compuestos orgánicos. De ahí la necesidad de la cámara de oxidación y postcombustión. Si el fenómeno persiste, un método alternativo de eliminación es la inyección de vapor (se requiere gran cantidad, de 20 a 80 kg por 100 kg de gas). Ello da lugar a la reacción:  $3 \cdot C \text{ (humo)} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{ CO}$ . Se está en presencia de material carbonoso no quemado. La combustión incompleta usualmente es debida a:

- Incinerador muy cargado
- Carga reciente de elementos con alto poder calórico (Ej.: plásticos)
- Temperatura de la cámara primaria muy alta

#### **1.2.4.2. Humo blanco a la salida de la chimenea**

El humo blanco a la salida de la chimenea se identifica por las siguientes posibles fallas:

Se debe a una insuficiente temperatura del horno. Así algunos hidrocarburos se volatilizan y llegan a la chimenea en forma de este compuesto químico. Si la temperatura de la chimenea está entre 150 y 270 grados Celsius, muchos de estos hidrocarburos condensan y se ven las gotas. Todo ello es opaco a la luz y se denomina humo blanco.

Se puede determinar también que el humo blanco es el resultado de un residuo con alto contenido de mineral no combustible, algún tipo de pigmento, óxidos metálicos que generan finas partículas que causan esa niebla blanca.

### **1.2.4.3. Fugas de humo de la cámara primaria de combustión**

Las fugas de humo a través de la puerta de carga u otras aperturas indican que hay presión diferencial positiva en la cámara primaria.

Las causas de la presión positiva pueden ser:

- El exceso de aire de combustión, por la carga de material muy volátil
- La temperatura muy alta de la cámara primaria
- Demasiada acumulación de ceniza dentro de la cámara (horno muy cargado)

### **1.2.4.4. Demasiado uso de combustible auxiliar**

El uso excesivo de gas es causal de alto consumo de energía y consecuente incremento de costos operativos. Principalmente se utiliza exceso de gas a causa de:

- Distribución inapropiada del aire en la cámara primaria
- Excesivas infiltraciones de aire por falta de hermeticidad en el horno
- Fugas de combustible
- Cargas mal preparadas
- Incinerador impropriamente cargado

### **1.2.4.5. Incinerado incompleto**

Esta falla se da o se presenta cuando se tiene demasiada carga y el residuo muy húmedo, se puede mencionar también que se da además del resultado de una distribución incorrecta del aire, así como de la aplicación

insuficiente de insuficiente inyección de aire (dentro de la cámara primaria), complementándose con esto mencionamos también un período de incineración insuficiente – así como una temperatura insuficiente.

### **1.3. Condiciones de permanencia en el área**

#### **1.3.1. Aspectos de seguridad industrial y salud ocupacional**

##### **1.3.1.1. Generalidades**

Recomendaciones generales sobre salud ocupacional

Con base a los factores de riesgo característicos del proceso de incineración, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Primeros auxilios: capacitar al personal con un curso de primeros auxilios
- Botiquín de primeros auxilios: dotar de este en un sitio de fácil acceso, visible, sin obstáculos y debidamente equipado
- Equipos auxiliares de emergencia: contar con una ducha de emergencia para facilitar la limpieza inmediata en caso de riesgo de contaminación por algún derrame sobre algún operador
- Exámenes periódicos de control: debe haber un seguimiento del estado de salud de los trabajadores (ficha médica, espirometría, control optométrico y ficha audiológica)

- Programa de vigilancia factor de riesgo ruido: determinar los niveles de ruido en la sección del horno incinerador
- Capacitación: establecer los siguientes temas como requerimiento de capacitación al personal que opere el incinerador: principios básicos de prevención y control de incendios, manejo de extintores, primeros auxilios básicos, elementos de protección personal (uso, mantenimiento y almacenamiento), uso de las hojas de seguridad de los productos a incinerar y conocimiento de su terminología.

### **1.3.1.2. ¿Qué es seguridad e higiene industrial?**

La seguridad e higiene industrial en el concepto moderno significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importantes y una imagen de modernización y filosofía de vida humana en el marco de la actividad laboral contemporánea.

La seguridad e higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general. Existen diferentes definiciones de la higiene industrial, aunque todas ellas tienen esencialmente el mismo significado y se orientan al mismo objetivo fundamental de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores, así como proteger el medio ambiente en general, a través de la adopción de medidas preventivas en el lugar de trabajo.

La seguridad e higiene industrial no ha sido todavía reconocida universalmente como una profesión; sin embargo, en muchos países está creándose un marco legislativo que propiciará su consolidación. El objetivo fundamental de la higiene industrial es el de prevenir las enfermedades profesionales, para conseguir dicho objetivo basa su actuación sobre las funciones del reconocimiento, la evaluación y el control de los factores ambientales del trabajo.

La seguridad e higiene Industrial se ocupan de proteger la salud de los trabajadores, controlando el entorno del trabajo para reducir o eliminar riesgos.

Los accidentes laborales o las condiciones de trabajo poco seguras pueden provocar enfermedades y lesiones temporales o permanentes e incluso causar la muerte. También ocasionan una reducción de la eficiencia y una pérdida de productividad de cada trabajador.

### **1.3.1.3. Accidentes de trabajo**

El accidente de trabajo se define como un suceso inesperado e indeseable que se origina en el ambiente ocupacional. Es el resultado de una falla en algún elemento físico del trabajo o por el desempeño inseguro de alguna(s) persona(s). Puede(n) presentarse o no, lesión(es) personal(es) o daños sobre las instalaciones, los equipos o los materiales. De todas maneras interrumpe la marcha normal del trabajo y está asociado con pérdidas de tiempo. En los casos de accidente de trabajo, el tiempo es irrelevante, ya que no influye en el efecto causado; éste aparece de manera instantánea en el momento del accidente. Véase figura 8.

Figura 8. **Accidentes de trabajo**



Fuente: [www.enciezadigital.com.20/abr/2010](http://www.enciezadigital.com.20/abr/2010).

#### **1.3.1.4. Accidentes con lesión**

Es el daño físico que produce un accidente a las personas, consecuencia de una serie de factores, cuyo resultado es el accidente mismo. Este ocurre por dos circunstancias, o por una de ellas cuando menos; el descuido de una persona y la existencia de riesgo físico o mecánico. A la primera se le llama acto inseguro y es la causa de la mayoría de los accidentes; a la segunda se le denomina condición insegura. Véase figura 9.

Figura 9. **Accidentes con lesión**



Fuente: [www.glasheenlow.com.20/abr/2010](http://www.glasheenlow.com.20/abr/2010).

#### **1.3.1.5. Accidentes sin lesión**

Este tipo de accidentes suelen desarrollarse también como incidentes, que sin haber generado lesiones han ocasionado daños materiales o han alterado la secuencia normal de desarrollo del trabajo, llegando incluso a detenerlo. Así por ejemplo, las averías se caracterizan por que acontecen sin haberlo previsto, alterando el proceso productivo y se diferencian de los accidentes, en que en estos últimos ha existido potencialidad lesiva sobre las personas, aunque no haya llegado a materializarse. Véase figura 10.

Figura 10. **Accidentes sin lesión**



Fuente: [www.epicadero.com.20/abr/2010](http://www.epicadero.com.20/abr/2010).

#### **1.3.1.6. Enfermedades ocupacionales**

Se denominan también como enfermedad profesional a una enfermedad adquirida en el puesto de trabajo en un trabajador por cuenta ajena, y que la enfermedad esté tipificada como tal, por la ley. Son ejemplos, la neumoconiosis, la alveolitis alérgica, la lumbalgia, el síndrome del túnel carpiano, la exposición profesional a gérmenes patógenos, diversos tipos de cáncer, etc. La disciplina dedicada a su prevención es la higiene industrial; la medicina del trabajo se especializa en la curación y rehabilitación de los trabajadores afectados; y la ergonomía se encarga del diseño productivo de los ambientes de trabajo para adaptarlos a las capacidades de los seres humanos.

#### **1.3.1.7. Actos inseguros**

Consisten en una situación que se presenta cuando el trabajador, su compañero o cualquier persona muestre un comportamiento peligrosamente o cometa errores que puedan generar accidentes sea por acción u omisión. Una acción peligrosa está asociada con: no saber, no poder o no querer. Véase figura 11.

Figura 11. **Actos inseguros**



Fuente: [www.latrola.net.20/abr/2010](http://www.latrola.net.20/abr/2010).

### **1.3.1.8. Condiciones inseguras**

Son situaciones que se presentan en: un edificio, o sus alrededores, o parte de los mismos, las instalaciones que se encuentran en el ámbito del trabajo, los procesos desarrollados, las máquinas y equipos utilizados o que se encuentran dentro del ámbito, los productos, en cualquier etapa del proceso de manufactura en que se encuentren, la materia prima o insumos que se utilicen o almacenen. Véase figura 12.

Figura 12. **Condiciones inseguras**



Fuente: [www.ahorainfo.com.ar.20/abr/2010](http://www.ahorainfo.com.ar.20/abr/2010).

#### **1.3.1.9. Primeros auxilios**

Los primeros auxilios son la asistencia inmediata que se presta a las víctimas de accidentes antes de la llegada de personal médico especializado. Su objetivo es detener y, si es posible, revertir el daño ocasionado. Consisten en una serie de medidas rápidas y sencillas, como liberar la vía aérea, aplicar presión sobre las heridas sangrantes o lavar las quemaduras químicas situadas en los ojos o en la piel.

Los factores principales que definen los servicios de primeros auxilios de un lugar de trabajo son los riesgos específicos de la actividad y la disponibilidad de asistencia médica definitiva.

Evidentemente, la asistencia que requiere una lesión causada por una sierra de gran potencia es radicalmente diferente de la que requiere la producida por la inhalación de un producto químico. Véase figura 13.

Figura 13. **Primeros auxilios**



Fuente: [www.training.itcilo.it.20/abr/2010](http://www.training.itcilo.it.20/abr/2010).

#### **1.3.1.10. Botiquín de primeros auxilios**

Todos los lugares de trabajo deben tener convenientemente instalados un botiquín médico-quirúrgico provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de urgencia, de conformidad con las normas que sobre el particular fijan el Ministerio de Trabajo y Bienestar Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, según la índole de trabajo, frecuencia y clase de riesgos y número de trabajadores. Estos botiquines deberán estar a cargo de personal adiestrado. Cuando la importancia del lugar de trabajo o la peligrosidad del trabajo que en éstos se realiza lo exija, debe disponerse de una

enfermería atendida por personal competente, para prestar los primeros auxilios a los trabajadores víctimas de accidentes de cualquier clase.

Se debe contar con un botiquín de primeros auxilios, un maletín de primeros auxilios relativamente sencillo.

Suele incluir los siguientes artículos:

- Apósitos adhesivos estériles empaquetados individualmente
- Vendas (y vendajes compresivos, cuando sea adecuado)
- Diferentes tipos de apósitos
- Apósitos estériles para quemaduras
- Gasas oculares estériles
- Vendajes triangulares
- Imperdibles
- Tijeras
- Solución antiséptica
- Algodón
- Agua oxigenada
- Apósito quirúrgico estéril
- Guantes descartables
- Una tarjeta con las instrucciones de primeros auxilios
- Bolsas de plástico estériles
- Posibilidad de obtener hielo

También se mencionan algunos antisépticos, vendas de tela, vendas adhesivas como curas, micropore o esparadrapo, gasa, tijeras, algodón, entre otros.

El acceso a los maletines de primeros auxilios debe ser siempre sencillo, y han de estar situados cerca de las áreas en las que puedan producirse accidentes, de modo que se pueda llegar a ellos en uno o dos minutos. Deben estar fabricados con materiales adecuados y proteger el contenido del calor, la humedad, el polvo y los usos inadecuados. Deben estar claramente identificados como material de primeros auxilios; en la mayoría de los países están marcados con una cruz blanca o una media luna blanca sobre un fondo verde con bordes blancos. Véase figura 14.

Figura 14. **Botiquín de primeros auxilios**



Fuente: [www.sanakit.com.ar.20/abr/2010](http://www.sanakit.com.ar.20/abr/2010).

#### **1.3.1.11. Sala de primeros auxilios**

Se debe disponer de una sala o una zona preparada para la administración de primeros auxilios. En muchos países este tipo de instalaciones están reguladas por la legislación. Habitualmente, las salas de primeros auxilios son obligatorias cuando hay más de 500 trabajadores en el lugar de trabajo o cuando existe un riesgo potencialmente alto o específico en el trabajo.

En otros casos, se debe disponer de algún tipo de instalación, aunque no es necesario que sea una sala sino, por ejemplo, una zona preparada con el material mínimo de una sala de primeros auxilios completa, o incluso una parte de un despacho con un asiento, un lavabo y un botiquín de primeros auxilios, en el caso de una empresa pequeña. Las características ideales de una sala de primeros auxilios son las siguientes:

- Que permita el acceso a camillas y ambulancias o a otros medios de transporte a un hospital.
- Que sea lo bastante grande para albergar una cama, con suficiente espacio alrededor para que el personal pueda trabajar en torno a ella.
- Que esté limpia, bien ventilada, bien iluminada y que se mantenga ordenada.
- Que esté reservada para la administración de primeros auxilios.
- Que esté claramente identificada como servicio de primeros auxilios, con la señalización correcta y bajo la responsabilidad del personal de primeros auxilios.
- Que disponga de agua corriente, preferiblemente fría y caliente, jabón y un cepillo de uñas. Si no hay agua corriente, deberá haber agua almacenada en recipientes desechables cerca del botiquín de primeros auxilios para el lavado y la irrigación ocular.

- Debe estar equipada con toallas, almohadas y mantas, ropa limpia que pueda utilizar el personal de primeros auxilios y un contenedor de residuos. Véase figura 15.

Figura 15. **Sala de primeros auxilios**



Fuente: [www.kaiyucan.com.20/abr/2010](http://www.kaiyucan.com.20/abr/2010).

### **1.3.1.12. Exámenes periódicos de control**

Control médico de los trabajadores expuestos a situaciones extremas de calor, mediante exámenes previos al ingreso y periódicos, impidiendo exposiciones excesivas a los que presenten problemas circulatorios o infecciones respiratorias.

Es recomendable que un médico evalúe a cada uno de los usuarios de equipos de protección respiratoria para determinar si pueden llevar estos equipos sin dificultad. Es el médico quien debe determinar en qué consistirá la evaluación médica, y puede exigir o no que esta evaluación de la salud incluya un reconocimiento médico.

Los nuevos trabajadores que se incorporan a la empresa son sometidos a un reconocimiento médico previo a dicha incorporación. Este reconocimiento está diseñado para poner de manifiesto los efectos de la exposición (química, física o biológica) presente en el lugar de trabajo. Conforme a los resultados de la evaluación previa a la incorporación, se formulan recomendaciones indicando la capacidad física para el trabajo y las restricciones específicas del puesto.

Estas recomendaciones tienen como finalidad reducir el riesgo de accidentes y enfermedades de los trabajadores. La educación para la salud forma parte del reconocimiento y su propósito es concienciar a los trabajadores de la posible repercusión en el hombre de los factores de riesgo que existen en el lugar del trabajo. Se hace también hincapié en las medidas para reducir los riesgos, especialmente los relacionados con la salud personal. Los programas vigentes de evaluación de la salud se basan en la exposición a factores de riesgo en el lugar de trabajo.

#### **1.3.1.13. Capacitación**

Establecer los siguientes temas como requerimiento de capacitación al personal que opere el incinerador: principios básicos de prevención y control de incendios, manejo de extintores, primeros auxilios básicos, elementos de protección personal (uso, mantenimiento y almacenamiento), uso de las hojas

de seguridad de los productos a incinerar y conocimiento de su terminología. Véase figura 16.

Figura 16. **Capacitación**



Fuente: [www.febontinyent.blogspot.com.20/abr/2010](http://www.febontinyent.blogspot.com.20/abr/2010).

#### **1.3.1.14. Elementos de protección personal**

La cuestión de la protección personal debe considerarse en el contexto de los métodos de control para la prevención de las lesiones y enfermedades profesionales. Para que la protección personal constituya una respuesta eficaz a un problema de riesgo profesional, es preciso conocer plenamente la naturaleza del propio riesgo y su relación con el medio ambiente de trabajo en su conjunto. Aunque esto parece tan obvio que apenas debería ser necesario mencionarlo, la sencillez aparente de muchos instrumentos protectores induce a prescindir de este paso de evaluación.

Las consecuencias de proporcionar dispositivos y equipos protectores inadecuados para los riesgos y el medio ambiente global de trabajo van desde la resistencia o la negativa a llevar un equipo que resulta inapropiado hasta la merma del rendimiento laboral y el riesgo de lesión e incluso muerte del trabajador. Para lograr un equilibrio adecuado entre riesgo y medida de protección, es preciso conocer la composición y magnitud (concentración) de los peligros (incluidos los agentes químicos, físicos y biológicos), el tiempo durante el cual debe el dispositivo ejercer un nivel determinado de protección y la naturaleza de la actividad física que puede realizarse mientras se usa el equipo.

Esta evaluación preliminar del peligro constituye una etapa de diagnóstico esencial que debe realizarse antes de elegir la protección adecuada. El equipo y los dispositivos de protección son elementos esenciales de toda estrategia de control del riesgo. Pueden utilizarse eficazmente si se conoce bien el lugar que ocupan en la jerarquía de control. El uso de equipos y dispositivos protectores debe apoyarse en un programa de protección personal que garantice el funcionamiento de la protección en las condiciones de uso previstas y que quienes deben llevarla sepan usarla correctamente en su actividad laboral.

Estos deben ser suministrados teniendo en cuenta los requerimientos específicos de los puestos de trabajo, homologación según las normas de control de calidad y el confort. Además, es necesario capacitar en su manejo, cuidado y mantenimiento, así como realizar el seguimiento de su utilización. Estos elementos de protección deben ser escogidos de acuerdo con las referencias específicas y su calidad. No importa si es más costoso uno que otro, lo importante es el nivel de prevención al que llegue.

Sin embargo, esta es la última alternativa de control. Principales EPP: 1. Protección para la cabeza, facial y visual. 2. Respiratoria, auditiva, en alturas, pies, manos y todo el cuerpo.

#### 1.3.1.14.1. Protectores de ojos y cara

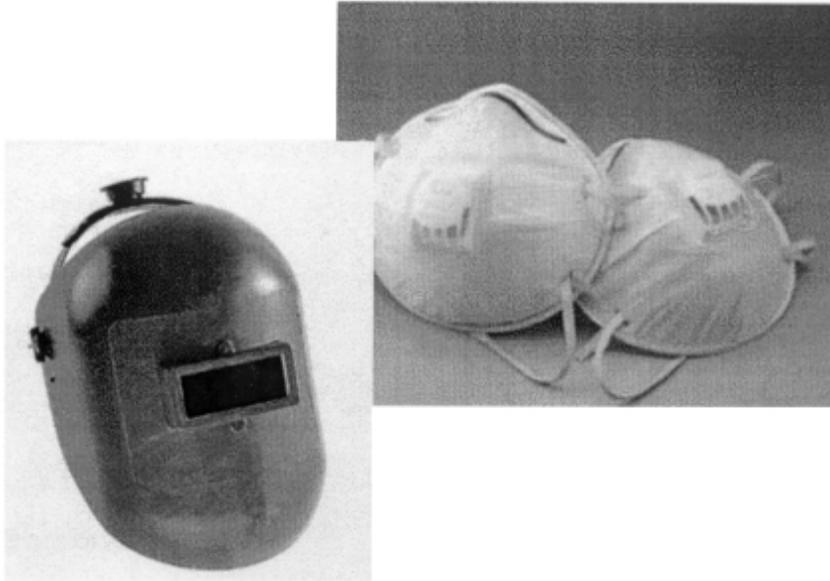
Para proteger los ojos y la cara se utilizan gafas con montura integral, pantallas faciales y elementos parecidos que impiden la penetración de partículas y cuerpos extraños, compuestos químicos corrosivos, humos, láseres y radiaciones. Véase figuras 17, 18, 19 y 20.

Figura 17. **Gafas de protección ocular, con y sin protectores laterales**



Fuente: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.p. 4.

Figura 18. **Pantallas faciales y mascarillas**



Fuente: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.p. 5.

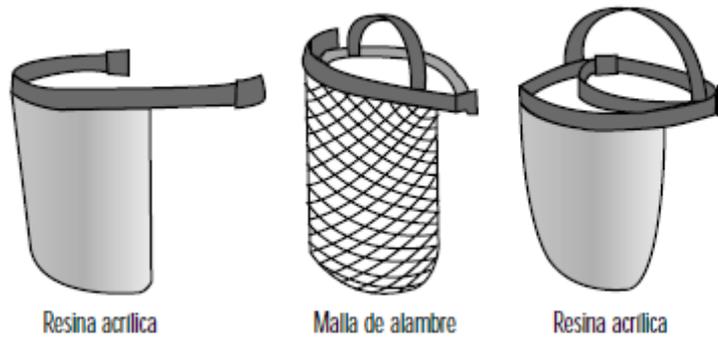
Figura 19. **Gafas de montura integral de protección ocular**



---

Fuente: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.p. 4.

Figura 20. **Pantallas faciales para trabajar a temperaturas elevadas**



---

Fuente: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.p. 4.

Con frecuencia es necesario proteger toda la cara frente a las radiaciones o los peligros de naturaleza mecánica, térmica o química. En ocasiones, una pantalla facial protege también los ojos, pero en muchos casos éstos exigen un protector específico, sea independiente o en forma de complemento del protector facial.

Son muchas las actividades profesionales que requieren protección de los ojos y la cara. Entre los peligros cabe citar las partículas volantes, los vapores y sólidos corrosivos, los líquidos o vapores utilizados para pulir, esmerilar, cortar, hacer voladuras, aplastar, galvanizar o realizar otras operaciones químicas, la luz intensa que se emplea en los trabajos con láser y la radiación ultravioleta o infrarroja que emiten los equipos de soldadura y los hornos.

- Gafas, con o sin protectores laterales
- Gafas con montura integral
- Pantallas que protegen las cuencas oculares y la parte central del rostro
- Tipo casco, que protegen por completo la parte frontal del rostro
- Pantallas protectoras de mano
- Capuchas que cubren por completo la cabeza, como los cascos de buzo

#### **1.3.1.14.2. Protectores de pies y piernas**

Las lesiones de pies y piernas son comunes en muchos sectores industriales. La caída de un objeto pesado puede lesionar el pie, en particular los dedos, en cualquier lugar de trabajo, pero sobre todo en industrias pesadas, como la minería, la fabricación de productos metálicos, la ingeniería, la construcción y el montaje.

Las quemaduras de las extremidades inferiores por metal fundido, chispas o compuestos químicos corrosivos son frecuentes en talleres de fundición, siderurgia del hierro y el acero, fabricación de productos químicos, etc. Los compuestos ácidos y alcalinos y muchos otros agentes pueden causar dermatitis o eccema.

Además, los pies pueden lesionarse al golpear contra algún objeto o al pisar en salientes afilados, como ocurre en el sector de la construcción. Las mejoras en el medio ambiente de trabajo han hecho de las perforaciones y laceraciones causadas por pisar inadvertidamente clavos salientes y otros objetos agudos un accidente menos común, pero continúan produciéndose lesiones por trabajar en suelos húmedos o inundados, sobre todo si se usa calzado inadecuado. El tipo de protección del pie y la pierna debe elegirse en función del peligro. En ciertas industrias ligeras pueden ser suficientes los zapatos normales. Muchas mujeres, por ejemplo, usan calzado que les resulta cómodo, como sandalias o zapatillas viejas o zapatos con tacones muy altos o desgastados. Esta práctica debe desaconsejarse, porque este tipo de calzado puede provocar accidentes.

En ocasiones bastan unos zapatos protectores o unos zuecos y en otros casos hay que usar botas o polainas. La altura del calzado —hasta el tobillo, la rodilla o el muslo— depende del peligro, pero también deben tenerse en cuenta la comodidad y la movilidad. Así, en algunos casos es mejor usar zapatos con polainas que botas altas.

Los zapatos y botas de protección pueden ser de cuero, caucho, caucho sintético o plástico y pueden estar cosidos. Las botas de caucho sintético protegen bien frente a las lesiones de origen químico.

El material no debe sufrir una reducción superior al 10% en la resistencia a la tensión o el alargamiento después de estar sumergido durante 48 horas a temperatura ambiente en una solución de ácido clorhídrico al 20%. En medios donde las quemaduras causadas por metales fundidos o productos químicos constituyan un peligro destacado, es importante que los zapatos o botas no tengan lengüeta y que los cordones salgan por la parte superior y no se enganchen por dentro.

Las polainas y espinilleras de caucho o metálicas sirven para proteger la pierna por encima de la línea del calzado, en especial frente al riesgo de quemaduras. A veces hay que utilizar rodilleras, sobre todo cuando el trabajo obliga a arrodillarse, como ocurre en algunos talleres de fundición y moldeo.

Cerca de fuentes de calor intenso hay que usar zapatos, botas o polainas protectoras aluminizadas. Véase figura 21 y 22.

Figura 21. **Protectores de pies**



Fuente: [www.rincondelvago.com.20/abr/2010](http://www.rincondelvago.com.20/abr/2010).

Figura 22. **Protectores de piernas**



Fuente: [www.dipsa.com.20/abr/2010](http://www.dipsa.com.20/abr/2010).

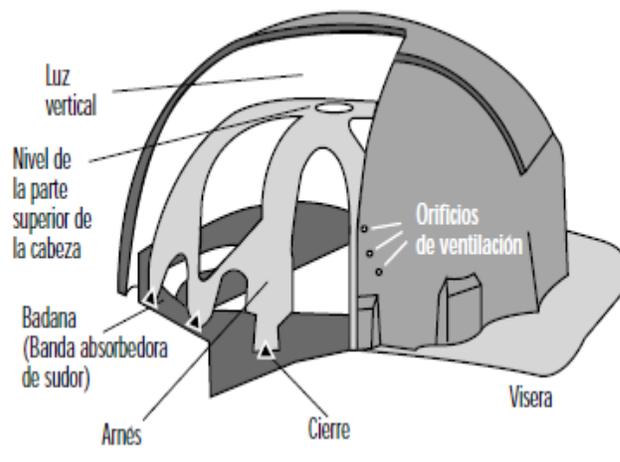
#### **1.3.1.14.3. Protección de la cabeza**

Las lesiones en la cabeza son bastante comunes en la industria y suponen entre el 3% y el 6% de todas las lesiones laborales en los países industrializados. Suelen ser graves y causan por término medio la pérdida de unas tres semanas de trabajo. Estas lesiones son casi siempre consecuencia de golpes provocados por el impacto de objetos contundentes, como herramientas o tornillos que caen desde varios metros de altura; en otros casos es el trabajador el que se golpea al caer al suelo o chocar contra algún objeto fijo.

Cascos de seguridad: el principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo usa de peligros y golpes mecánicos. También puede proteger frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica. Para reducir las consecuencias destructivas de los golpes en la cabeza, el casco debe cumplir las siguientes condiciones:

- Limitar la presión aplicada al cráneo distribuyendo la carga sobre la mayor superficie posible. Esto se logra dotándolos de un arnés lo suficientemente grande para que pueda adaptarse bien a las distintas formas del cráneo, combinado con un armazón duro de resistencia suficiente para evitar que la cabeza entre en contacto directo con objetos que caigan accidentalmente o contra los que golpee el usuario. Por tanto, el armazón debe resistir la deformación y la perforación. Véase figura 23.

Figura 23. **Protección de la cabeza**



Fuente: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.p. 8.

- Desviar los objetos que caigan por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada. Los cascos con rebordes salientes tienden a parar los objetos que caen en lugar de a desviarlos y, por tanto, absorben algo más de energía cinética que los totalmente lisos.
- Disipar y dispersar la posible energía que se les transmita de modo que no pase en su totalidad a la cabeza y el cuello. Esto se logra por medio revestimiento del arnés, que debe estar bien sujeto al armazón duro y absorber los golpes sin desprenderse de él. También debe ser suficientemente flexible para deformarse por efecto del impacto sin tocar la superficie interior del armazón. Esta deformación, que absorbe casi toda la energía del choque, está limitada por la cantidad de espacio libre entre el armazón duro y el cráneo, y por la elongación máxima que tolera el arnés antes de romperse. Por tanto, la rigidez o dureza del arnés debe atender tanto a la cantidad máxima de energía que puede absorber como a la tasa progresiva a la que el golpe puede transmitirse a la cabeza.

#### **1.3.1.14.4. Protección de los oídos**

No se sabe cuándo se observó por primera vez que taparse los oídos con las palmas de las manos o taponar los canales auditivos con los dedos reducía la intensidad del sonido no deseado —es decir, del ruido—, pero esta técnica elemental se ha utilizado durante muchas generaciones como última línea defensiva frente a los ruidos fuertes. Por desgracia, esta tecnología impide el uso de casi todas las demás. Los protectores de los oídos, una solución obvia al problema, reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo. Los tapones para los oídos se llevan en el canal auditivo externo.

Se comercializan tapones premoldeados de uno o varios tamaños normalizados que se ajustan al canal auditivo de casi todo el mundo. Los modelables se fabrican en un material blando que el usuario adapta a su canal auditivo de modo que forme una barrera acústica. Hay tapones Los tapones externos se sujetan aplicándolos contra la abertura del canal auditivo externo y ejercen un efecto similar al de taponarse los oídos con los dedos. Se fabrican en un único tamaño y se adaptan a la mayor parte de los oídos. Las orejeras están formadas por un arnés de cabeza de metal o de plástico que sujeta dos copas circumauriculares hechas casi siempre de plástico.

Este dispositivo encierra por completo el pabellón auditivo externo y se aplica herméticamente a la cabeza por medio de una almohadilla de espuma plástica o rellena de líquido, auditivos de vinilo, silicona, elastómeros, algodón y cera, lana de vidrio hilada y espumas de celda cerrada y recuperación lenta. Véase figura 24.

Figura 24. **Protección de los oídos**



Fuente: [www.tea.com.co.20/abr/2010](http://www.tea.com.co.20/abr/2010).

#### **1.3.1.14.5. Ropa protectora**

Hay varias categorías generales de riesgos para el cuerpo de los que es posible protegerse con ropa especializada; estas categorías comprenden los riesgos de naturaleza química, física y biológica. La ropa protectora es un medio de control utilizado habitualmente.

##### Ropa protectora

Delantales y mangas: este tipo, se utiliza en trabajos de soldadura por varias razones entre las cuales están la protección del calor y radiaciones al cuerpo y brazos.

##### Polainas

Estos artículos son usados para proteger al usuario en la parte inferior de las piernas de temperaturas altas y contactos eléctricos. Véase figura 25.

Figura 25. **Ropa protectora**



Fuente: <http://prevencionderiesgoschile-mely.blogspot.com.20/abr/2010>.

#### **1.3.1.14.6. Protección respiratoria**

En algunas industrias, el aire contaminado por polvos, humos, neblinas, vapores o gases potencialmente nocivos puede ser perjudicial para el trabajador. Es importante controlar la exposición a estos materiales para reducir el riesgo de enfermedades profesionales causadas por respirar el aire contaminado. Esto puede lograrse por medio de medidas de control técnico (encerrar o limitar la operación con ayuda de equipos de ventilación general y local y uso de materiales menos tóxicos). Cuando sea inviable aplicar medidas de control técnico eficaces o mientras se están implantando o evaluando, hay que usar equipos de protección respiratoria para proteger la salud del trabajador. Para que los equipos de protección respiratoria funcionen como está previsto, es necesario instaurar un programa adecuado y bien planificado de equipos de protección respiratoria. Ver figura 26.

Figura 26. **Protección respiratoria**



Fuente: [www.priconsa.com.20/abr/2010](http://www.priconsa.com.20/abr/2010).

#### **1.3.1.15. Protección contra incendios**

Según la química y la física del fuego un incendio es la manifestación de una combustión incontrolada. En ella intervienen materiales combustibles que forman parte de los edificios en que vivimos, trabajamos y jugamos o una amplia gama de gases, líquidos y sólidos que se utilizan en la industria y el comercio. Estos materiales, normalmente constituidos por carbono, se agruparán en el contexto de este estudio bajo la denominación de sustancias combustibles.

Aunque estas sustancias presentan gran variedad en cuanto a su estado químico y físico, cuando intervienen en un incendio responden a características comunes, si bien se diferencian en la facilidad con que se inicia éste (ignición), la velocidad con que se desarrolla (propagación de la llama) y la intensidad del mismo (velocidad de liberación de calor).

Los cinco tipos de extintores más usados son, en primer lugar, los de agua, otros los de espuma, polvo químico, los de dióxido de carbono y por último el llamado universal. Lo importante es que sean ubicados en un sitio estratégico, pero no en la misma fuente del posible incendio. De acuerdo con el Artículo 34 del Acuerdo Gubernativo No. 509-2001, todo lugar en donde se ubique un equipo de incineración, deberá contar con el equipo mínimo siguiente:

- Equipo de extintores contra incendios, tipo ABC, en condiciones óptimas de funcionamiento
- Mangueras para agua adecuadas para la mitigación de incendios
- Depósitos de arena y palas
- Equipo de seguridad industrial

Un incendio puede extinguirse de diferentes formas:

- Cortando el suministro de vapores combustibles; cortar el suministro de vapores combustibles, es claramente aplicable a los casos de incendio de chorros de gas en que el suministro de combustible puede cortarse fácilmente, pero también es el método más común y seguro para extinguir incendios de combustibles condensados. En los incendios con materiales sólidos, es necesario enfriar la superficie del material combustible por debajo de la temperatura de ignición para reducir el flujo de vapores hasta que ya no pueda mantenerse la llama. La forma más eficaz de conseguirlo es aplicar agua, de forma manual o mediante un sistema automático (rociadores, pulverizadores, etc.).
- Apagando la llama con extintores químicos (inhibición). Este método consiste en utilizar supresores químicos para extinguir la llama. En las reacciones que se producen en la llama intervienen radicales libres de alta

reactividad y existencia efímera pero que se regeneran continuamente a través de un proceso de ramificación de cadenas que conserva una concentración suficientemente alta para alimentar la reacción global (p. ej., una reacción del tipo R1) a alta velocidad. Los supresores químicos aplicados en cantidad suficiente provocan una fuerte reducción de la concentración de radicales y extinguen de forma eficaz las llamas. Los agentes más comunes de este tipo son los jabones y los polvos secos.

- Cortando el suministro de aire (oxígeno) del incendio (sofocación), La descripción que sigue representa una simplificación excesiva del proceso. Aunque al suprimir el suministro de aire lógicamente se extingue el incendio, en realidad sólo es necesario reducir la concentración de oxígeno por debajo de un nivel crítico. El ensayo del índice de oxígeno permite clasificar los materiales combustibles en función de la concentración mínima de oxígeno necesaria para mantener una llama en una mezcla de oxígeno/nitrógeno. Muchos materiales arden a temperatura ambiente (20 grados Celsius aprox.) a partir de concentraciones de oxígeno del 14% aproximadamente y en ausencia de fuentes de calor. La concentración crítica disminuye a medida que aumenta la temperatura.

Así, en un incendio que lleve ardiendo cierto tiempo, la llama se mantendrá aún en concentraciones bajas, próximas al 7%. Un incendio en una habitación puede ser controlado e incluso llegar a auto extinguirse si se limita el suministro de oxígeno manteniendo puertas y ventanas cerradas. Las llamas se apagarán, pero la combustión sin llama continuará con concentraciones de oxígeno más bajas. Si se deja entrar aire al abrir una puerta o romper una ventana antes de que la habitación se haya enfriado lo suficiente, puede producirse un fuerte reavivamiento del incendio conocido.

La supresión del aire es difícil de conseguir. Sin embargo, una atmósfera puede inactivarse mediante inundación total con un gas que no favorezca la combustión, como nitrógeno, dióxido de carbono o gases de un proceso de combustión (p. ej., motores de un barco), bajos en oxígeno y altos en dióxido de carbono. Esta técnica sólo puede utilizarse en espacios cerrados, dado que es necesario mantener la concentración del gas inerte hasta que se haya extinguido el incendio o hasta que puedan iniciarse las operaciones de extinción del mismo. La inundación total se aplica especialmente en las bodegas de buques y en las bibliotecas de libros antiguos.

- Insuflando aire; incluimos este método en la presente enumeración para completar el estudio. Una llama de una cerilla puede apagarse fácilmente aumentando la velocidad del aire en la proximidad de la llama por encima de un valor crítico. El mecanismo funciona desestabilizando la llama en las proximidades del material combustible. En principio, pueden controlarse incendios de mayor volumen de esta misma forma, aunque normalmente se requieren cargas explosivas para generar velocidades suficientemente altas, como en los incendios en pozos de petróleo. Por último, es importante resaltar que la facilidad de extinción de un incendio disminuye rápidamente a medida que éste progresa. Por tanto, una detección precoz permite su extinción con cantidades mínimas de supresor y limita las pérdidas. Al seleccionar un sistema de supresión hay que tener en cuenta la velocidad potencial de desarrollo del incendio y los sistemas de detección disponibles.

La prevención de incendios exige modificar el comportamiento humano, y para ello es necesario impartir una formación de seguridad frente a incendios a cargo de la dirección, utilizando los últimos avances en materia de formación y normativa, así como otros materiales pedagógicos.

En muchos países, estas estrategias son de obligado cumplimiento por ley y las empresas están obligadas a cumplir la normativa legal de prevención de incendios como parte de su compromiso de seguridad frente a los trabajadores.

Formación sobre seguridad contra incendios; para que un programa de seguridad contra incendios sea efectivo, debe existir un compromiso de política social en cuanto a la seguridad y poner en marcha un plan efectivo con las fases siguientes:

- Planificación (establecimiento de metas y objetivos).
- Diseño y aplicación.
- Evaluación del programa (para supervisar su efectividad). Véase figura 27.

Figura 27. **Protección contra incendios**



Fuente: [www.dpp-europe.com.20/jul/2010](http://www.dpp-europe.com.20/jul/2010).

### 1.3.1.16. Hojas de seguridad de productos

Una hoja de seguridad (HDS) proporciona información básica sobre un material o sustancia química determinada. Esta incluye, entre otros aspectos, las propiedades y riesgos del material, como usarlo de manera segura y que hacer en caso de una emergencia. El objetivo de este documento es el de proporcionar orientación para la comprensión e interpretación de la información presentada.

Las HDSs son esenciales para el desarrollo de programas integrales de uso y manejo seguro de los materiales. Las HDSs son preparadas por los fabricantes o proveedores de los materiales y, dado que su elaboración está orientada a diferentes usuarios, la información que se presenta es general y resumida.

La información de las HDSs está organizada en secciones. Los nombres y contenidos específicos de estas pueden variar de un proveedor de HDSs a otro, presentando, por lo general, las 16 secciones de las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS) del *American National Standards Institute (ANSI)*. Si se está empleando una hoja de datos de 8 secciones, similar a la recomendada por la *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*, la información presentada se puede localizar en este documento, aunque puede aparecer en orden diferente y bajo títulos ligeramente distintos.

#### Introducción

Cada producto químico o fitosanitario tiene sus propios peligros y cada uno exige distintas precauciones. La información concerniente a los mismos está normalizada y se la encuentra en las hojas de seguridad o MSDS de los

productos, por lo que surge la necesidad de tener las mismas disponibles y de exigirselas a los proveedores de las sustancias que se manejan a diario.

En estas se encuentra listada la siguiente información:

- ¿Cuál es el material y cuáles son sus peligros?
- ¿Qué se debe hacer si ocurre un problema mientras se trabaja, manipula o almacena el material?
- ¿Qué precauciones se deben tomar para evitar problemas al trabajar con esa sustancia?
- Información adicional del producto

#### Contenido

La ANSI (Instituto de Normalización de EEUU), para dar la información requerida, creó un formato estándar con los datos que debe tener la misma, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Identificación de la sustancia / preparación
- Composición / Información sobre ingredientes
- Identificación de peligro
- Primeros auxilios:
  - Inhalación
  - Contacto con la piel
  - Contacto con los ojos
  - Ingestión
- Medidas de lucha contra el fuego:
  - Peligro de explosión e incendio
  - Procedimientos especiales de lucha contra el fuego
  - Peligro productos combustibles
- Medidas sobre descargas accidentales:
  - Derrame sobre tierra
  - Derrame sobre agua

- Manipulación y almacenaje:
  - Temperatura de carga / descarga
  - Temperatura de almacenaje
- Controles de exposición y protección personal:
  - Límite de exposición ocupacional
  - Protección personal
- Propiedades fisicoquímicas:
  - Apariencia / olor
  - Densidad
  - Rango de ebullición
  - Viscosidad
  - Presión de vapor
  - Densidad del vapor
  - Relación de evaporación
  - Solubilidad en el agua
  - pH
  - Punto de inflamación
  - Límite de inflamabilidad en aire % volumen
  - Temperatura de auto ignición
  - Coeficiente de Partición ( octanol / agua )
- Estabilidad y reactividad:
  - Estabilidad (térmica / a la luz)
  - Condiciones a evitar
  - Materiales incompatibles
- Información Toxicológica:
  - Efectos de sobreexposición
  - Inhalación
  - Contacto con la piel
  - Contacto con los ojos

- Ingestión
- Información de toxicidad
- Agudo
- Crónico
- Información ecológica
- Consideraciones de disposición
- Información sobre el transporte:
  - Envases usuales de envío
  - Temperatura de transporte
- Información regulatoria:
  - Clasificación de sustancia peligrosa
  - Símbolo de peligro
  - Aviso de riesgo y seguridad
- Otra información
- Tipo de producto / usos:
  - Fuente de la información básica

#### Consideraciones adicionales

- Siempre hay que asegurarse que cada producto químico posea la correspondiente MSDS, como así también que cada nuevo producto que ingrese al depósito venga acompañado con la última versión de la hoja de seguridad.
- Debemos asegurar que las MSDS estén disponibles en los sitios donde se encuentran los químicos para ser consultadas en caso de necesidad.
- Leer la MSDS siempre antes de comenzar a trabajar con determinado producto nuevo o refrescar la información si es un producto familiar y del cual no estamos seguros de determinados aspectos.

### **1.3.1.17. Normas de almacenamiento**

En esta sección se presentan las precauciones generales a tomar en cuenta para el uso y manejo seguro de los materiales, incluido el equipo que pueda ser requerido. Todos los riesgos posibles (fuego, reactividad y salud) deben ser considerados durante el desarrollo de los procedimientos para el uso y manejo seguro de los materiales. Por ejemplo, para líquidos inflamables, las HDSs pueden sugerir recipientes sellados y aterrizados eléctricamente.

Las recomendaciones de almacenaje presentadas suministran un buen punto de partida para decidir dónde y cómo deben ser almacenados los materiales. Es importante también referirse a las secciones de combate de incendios y de estabilidad y reactividad de las HDSs.

Principalmente la información de esta sección está destinada, tanto a los profesionales responsables de las áreas de higiene y seguridad, como del diseño de las instalaciones de almacenamiento.

### **1.3.1.18. Permisos especiales**

Dentro de los permisos especiales mencionamos los permisos de acceso (espacio confinado) y los permisos de fuego (soldadura).

#### **1.3.1.18.1. Permisos de acceso**

El permiso de acceso para la entrada en espacios confinado, es un documento que indica cuáles son los peligros en el área cubierta por el permiso y cómo controlarlos, incluyendo una lista de las medidas de seguridad requeridas.

Antes de que alguien entre al área cubierta por el permiso, el supervisor de entrada, debe revisar la lista para asegurarse de que todos los pasos necesarios han sido tomados y luego firmará el permiso.

Un permiso de acceso deberá contener las siguientes partes: Información general, y peligros del espacio confinado.

Información general:

A pesar de que los permisos varían en tamaño, extensión y número de condiciones, es muy importante tener la información completa, especialmente si la persona que autoriza la entrada no estará encargada de la misma. Los permisos deben incluir:

- El área de permiso que cubre
- El propósito y fecha de la entrada
- El tiempo de vigencia de la autorización
- Los nombres de las personas autorizadas para entrar
- El nombre del ayudante que va a vigilar el área de trabajo y del supervisor
- Los peligros identificados en el área de trabajo
- Los métodos de control y aislamiento que van a ser utilizados
- Las condiciones aceptables para efectuar la entrada
- Los resultados de los exámenes iniciales y periódicos de atmósfera
- Los números telefónicos del personal de emergencia
- Los métodos de comunicación autorizados entre el supervisor y los trabajadores
- Los equipos que deben ser suministrados
- Información adicional necesaria
- Otros permisos, como el requerido para efectuar trabajos con calor

Trabajos en espacios confinados: actividades en fosas sépticas, colectores, y en general todos aquellos recintos confinados en los que la atmósfera pueda no ser respirable o convertirse en irrespirable a consecuencia del propio trabajo, por falta de oxígeno o por contaminación por productos tóxicos.

Trabajos en caliente: actividades que generen calor, llama abierta, chispas, arcos eléctricos o elevadas temperaturas en proximidad de líquidos, gases o polvos inflamables o en recipientes que contengan o hayan contenido tales productos. Algunos ejemplos son: soldadura, oxicorte, taladrado, radiales, etc.

Trabajos en frío: operaciones que normalmente no generan calor, pero son realizadas en instalaciones por las que circulan o se almacenan fluidos peligrosos: tóxicos, corrosivos, inflamables, reactivos, explosivos, biológicos, etc.

#### **1.3.1.18.2. Permisos de fuego**

Debe establecerse un permiso de trabajo con llama de soplete (permiso de fuego) de forma que tanto operarios de la empresa, como contratista, hayan de obtener tal permiso del Jefe de seguridad o del responsable correspondiente para poder efectuar el trabajo.

El permiso de trabajo no debe extenderse hasta que no se haya comprobado la adopción de medidas de seguridad previas a la realización del trabajo. El permiso de trabajo debe ser firmado por el responsable que lo extiende y el responsable de la realización del trabajo y en su caso debe ser enviadas copias al Jefe de la brigada de la empresa, al vigilante y al jefe de bomberos de la localidad.

Fecha:

Responsable extensión del permiso:

Responsable realización del trabajo:

Datos de identificación ejecutantes:

Tipo de trabajo:

Lugar exacto:

Fecha de ejecución:

Horario de ejecución:

- En el momento de la extensión de este permiso ya han sido adoptadas las medidas antes de la realización del trabajo
- El responsable se compromete a cumplir con las medidas durante y después de la realización del trabajo, en caso de accidente
- En el momento de la extensión de este permiso se debe dar aviso a:
  - Jefe de Seguridad
  - Jefe de Brigada
  - Jefe de Bomberos

Condiciones del permiso

- Una vez finalizado el trabajo se dará aviso a:
  - Jefe de Seguridad
  - Jefe de Brigada
  - Jefe de Bomberos
  - Vigilante Nocturno
- La vigilancia posterior a la realización del trabajo será ejecutada por:
  - Período inicial (1 h)
  - Período posterior (23 h)

Hoja de instrucciones

- Medidas a adoptar antes del trabajo

- Medidas a adoptar durante el trabajo
- Medidas a adoptar después del trabajo
- Medidas a adoptar en caso de accidente

Otros trabajos especiales: que supongan riesgos importantes para los trabajadores, la comunidad universitaria y/o las instalaciones de la UPV, y por ello requieran que los trabajadores estén debidamente acreditados y autorizados (por ejemplo: tareas susceptibles de provocar incendios o explosión; efectos irritantes o tóxicos; trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento; trabajos ocasionales en altura, están incluidos dentro de esta definición aquellos trabajos que se deban realizar en áreas sin protección, andamios, cubiertas, etc. con una altura superior a dos metros; y demás trabajo de especial riesgo).

#### **1.3.1.19. Señalización**

La señalización industrial es una de las condiciones más importantes de cualquier plan de emergencias y seguridad. Esta proporciona una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo, mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

La señalización es el lenguaje de comunicación destinado a transmitir al personal de una planta las advertencias, prohibiciones, obligaciones, informaciones, orientaciones y fundamentalmente las prioridades de paso, de acceso y de uso de las distintas partes de la vía.

Todo el personal, y no solo los individuos que se desarrollan dentro de las instalaciones deben saber cómo desempeñarse en una situación de riesgo o emergencia.

La correcta señalización de un establecimiento puede salvar vidas. Se debe determinar los puntos visuales y optimizar la relación de espacio distribución de elementos dentro de la planta. Las señalizaciones deben ser claras y simples, orientadas a la mayor visualización y advertencia de posibles riesgos.

La función de los colores y las señales de seguridad es atraer la atención sobre lugares, objetos o situaciones que puedan provocar accidentes u originar riesgos a la salud, así como indicar la ubicación de dispositivos o equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.

La normalización de señales y colores de seguridad sirve para evitar, en la medida de lo posible, el uso de palabras en la señalización de seguridad. Esto es necesario debido al comercio internacional así como a la aparición de grupos de trabajo que no tienen un lenguaje en común o que se trasladan de un establecimiento a otro.

Es importante colocar señales de información: los extintores, botiquín para los primeros auxilios, tuberías de combustible y eléctricas, áreas de trabajo, canecas para basura y el cuarto de control eléctrico del horno incinerador. Colocar señales de obligación: uso de elementos de protección personal. Colocar señales de prohibición: áreas restringidas, prohibido fumar y hacer fuego. Demarcar las zonas de almacenamiento de material a ser incinerado y las zonas de circulación peatonal.

#### **1.3.1.20. Reacción ante emergencias**

Los desastres y las emergencias de cualquier índole son acontecimientos que rompen la vida cotidiana de las personas y alteran el medio ambiente donde se desarrollan éstas, estas situaciones provocan en las personas

estados de alteración en su organismo y en sus emociones que de no ser controlados pueden desencadenar problemas físicos y/o mentales; a este estado de alteración se le denomina estrés, este puede llevar a ocasionar accidentes en el lugar de trabajo.

Las amenazas a la Salud Pública en Guatemala cambian constantemente. El surgimiento y re-surgimiento de enfermedades infecciosas, las amenazas ambientales y la posibilidad de un ataque biológico o químico son algunos de los peligros a la salud de la población, cabe mencionar que estos están a la orden del día dentro de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, ya sea por su mal manejo, o por la peligrosidad de los mismos, la cual se hace crítica al tener una mala gestión desde los hospitales o puntos de origen. Por tanto, es de vital importancia que todos los profesionales de la salud pública en nuestro país estén informados sobre estas amenazas y los más recientes procesos de manejo de emergencias y desastres.

#### **1.3.1.21. Realización de simulacros**

Un ejercicio de simulacro presenta una situación determinada de emergencia y una serie de retos para los participantes que deben responder, usando los conceptos y habilidades desarrollados durante los procesos de planeación y capacitación. El ejercicio debe ser supervisado y evaluado por especialistas en respuesta en casos de emergencia que sean externos al proyecto. Véase figura 28.

Figura 28. Realización de simulacros



Fuente: [www.utp.edu.co.20/jul/2010](http://www.utp.edu.co.20/jul/2010).



## 2. FASE DE INVESTIGACIÓN (ANÁLISIS DE RIESGOS)

### 2.1. Bioseguridad

¿Cuál es el objetivo general de la bioseguridad? Minimizar el riesgo potencial de accidentes laborales en el manejo de los residuos patogénicos. El riesgo biológico para el equipo de salud existe desde que el primer ser humano ayuda a otro a recuperar su salud. Es importante entonces, identificar los riesgos con anterioridad para determinar el uso de barreras de protección adecuadas.

El conjunto de medidas, normas y procedimientos destinados a minimizar y/o controlar dicho riesgo biológico es la bioseguridad, quedando claro que el riesgo cero no existe. Pero, qué significa bioseguridad: vamos a definir el vocablo compuesto. Se trata de una traducción literal de su homónimo en inglés: *biosecurity*. Seguridad: calidad de seguro, libre y exento de todo peligro, daño o riesgo; más *bio*: conjunto de todos los seres humanos. Al construir la palabra evocamos inmediatamente el concepto de protección a la de la vida, situación que puede lograrse en parte evitando accidentes.

#### 2.1.1. Factores de riesgo

Los factores de riesgo son aquellos riesgos que afectan la salud de una persona en un ambiente de trabajo, entre estos se pueden encontrar:

- Acto inseguro: es una situación que se presenta cuando el trabajador, su compañero o cualquier persona se comporte peligrosamente o cometa

errores que puedan generar accidentes sea por acción u omisión. Una acción insegura está asociada con: no saber, no poder o no querer.

- Condición insegura: es una situación que se presenta en: un edificio, o sus alrededores, o parte de los mismos, las instalaciones que se encuentran en el ámbito del trabajo, los procesos desarrollados, las máquinas y equipos utilizados o que se encuentran dentro del ámbito, los productos, en cualquier etapa del proceso de manufactura en que se encuentren, la materia prima o insumos que se utilicen o almacenen.

Los factores de riesgo se subdividen en:

#### **2.1.1.1. Factor de riesgo físico**

Esta clasificación comprende a todos aquellos factores ambientales, de naturaleza física, que al ser percibidos por las personas pueden llegar a tener efectos nocivos, según sea la intensidad, concentración y exposición de los mismos; entre éstos están:

- Iluminación
- Temperaturas extremas
- Ruido
- Vibraciones
- Presión anormal
- Radiaciones (ionizantes y no ionizantes)

El personal que opera los incineradores se ven expuestos a los factores anteriormente mencionados, también corren el riesgo de sufrir quemaduras al manipular las bolsas con desechos, tanto en el ingreso al horno incinerador; así como dentro de la cámara primaria, esto debido a que el ingreso de los

desechos al incinerador se hace de forma manual, la compuerta se abre y se ingresan las bolsas con desechos, quedando los operadores directamente expuestos a la radiación y temperaturas extremas de las llamas.

### **2.1.1.2. Factor de riesgo químico**

De acuerdo con esta clasificación se abarcan a todos aquellos elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso (inhalación, absorción o ingestión), puede provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sintéticas, según sea su grado de concentración y el tiempo de exposición. Estas sustancias se clasifican en dos grupos:

- Según el estado físico en que se encuentra.
  - Gases y vapores
  - Líquidos
  - Sólidos
  - Humos
  - Polvos
  - Neblinas
  
- Según los efectos que producen en el organismo:
  - Productores de neumoconiosis
  - Productores de alergias
  - Anestésicos y narcóticos
  - Cancerígenos
  - Asfixiantes
  - Irritantes
  - Tóxicos

El personal operativo y técnico se ve expuesto a los factores antes mencionados al momento de realizar cualquier tarea de mantenimiento, se ven expuestos al humo, gases y vapores que emanan las chimeneas de los incineradores en operación, se ven expuestos también a los líquidos bioinfecciosos que se derraman a la hora de descargar las bolsas de desechos, corriendo el riesgo de infectarse e intoxicarse a la hora de tener contacto con alguna herida o mucosa expuesta.

### **2.1.1.3. Factor de riesgo biológico**

Se refiere a un grupo de microorganismos (hongos, virus, bacterias, parásitos), que están presentes en determinados ambientes laborales y que al ingresar al organismo desencadenan enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones.

Estos se pueden encontrar en:

- Servicios higiénicos – sanitarios
- Materias primas
- Instrumentos
- Desechos industriales

Los servicios higiénicos no son adecuados para el tipo de operación que se realiza en la planta. La materia prima con que se trabaja en la planta no es más que los desechos sólidos hospitalarios, los cuales contienen sustancias bioinfecciosas las cuales ponen en riesgo la salud de los operadores, al no contar estos desechos con el tratamiento adecuado. Los desechos sólidos hospitalarios que se encuentran dentro de la planta se encuentran a la intemperie, y no cuentan con un medio de almacenamiento o centro de acopio

poniendo en riesgo adicional a los operarios, incumpliendo con esto las normas establecidas en el Acuerdo Gubernativo 509-2001.

#### **2.1.1.4. Factor de riesgo físico-químico**

Este tipo de factor de riesgo abarca todos aquellos objetos, elementos, sustancias, fuentes de calor o sistemas eléctricos que bajo ciertas circunstancias de inflamabilidad, combustibilidad o defectos, respectivamente, pueden desencadenar incendios y explosiones que traen como consecuencia lesiones personales y daños materiales.

Se clasifican, entre otras, las existentes en:

- Sustancias químicas reactivas
- Elementos combustibles
- Incompatibilidad físico-química en el almacenamiento de materias primas

Los operadores deben tener en cuenta este tipo de riesgo a la hora de realizar los procesos de precalentamiento y operación de los incineradores, teniendo en cuenta el control del suministro de los combustibles utilizados para el funcionamiento de los mismos (diesel y gas), y así poder evitar una explosión o un incendio

#### **2.1.1.5. Factor de riesgo mecánico**

Comprende a todos aquellos objetos, máquinas, equipos, herramientas e instalaciones que por atropamiento o golpes pueden provocar lesiones (amputaciones, heridas, traumatismo) y/o daños materiales.

Estos se encuentran básicamente en:

- Sistemas de transmisión de fuerza y puntos de operación
- Estado de las herramientas eléctricas y manuales

Todo el personal presente dentro de la planta debe de tomar las precauciones necesarias al momento de moverse dentro de la misma, portando su equipo de protección personal respectivo, a modo de evitar topar con alguna herramienta o provocarse una lesión al tener contacto con algún punto de operación.

#### **2.1.1.6. Factor de riesgo ergonómico**

Este factor involucra todos aquellos agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo, o los elementos de trabajo a la fisonomía humana. Representan factor de riesgo los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas, cuyo peso, tamaño, forma y diseño puede provocar sobreesfuerzo, así como posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares.

Estos se pueden encontrar en:

- Diseño de puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas
- Características de los objetos (peso, tamaño y forma)
- Carga física
- Sobreesfuerzo
- Movimientos repetitivos de una articulación
- Estiramientos frecuentes de brazos con carga
- Posturas prolongadas e incómodas de pie o sentado
- Flexión del tronco

Los operadores se ven expuestos a este tipo de riesgo al manipular las

bolsas de DSH al momento de bajarlas del camión que las transporta, adicionalmente al tomarlas para colocarlas dentro de la cámara primaria del incinerador, también están expuestos a la hora de maniobrar la varilla con la que mueven las bolsas que se están quemando dentro del horno incinerador.

#### **2.1.1.7. Factor de riesgo eléctrico**

Se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas, equipos e instalaciones locativas que conducen o generan energía dinámica o estática y que al entrar en contacto con las personas pueden provocar, entre otras lesiones, quemaduras, shock, fibrilación ventricular, según sea la intensidad de la corriente y el tiempo de contacto. Se encuentran en:

- Redes de distribución
- Cajas de distribución
- Empalmes, tomas, interruptores eléctricos

Los operarios de los incineradores pueden verse expuestos a un choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto), así como también por quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico, asimismo, pueden ocasionárseles caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico. Pueden verse expuestos a incendios o explosiones originados por la electricidad.

#### **2.1.1.8. Factor de riesgo arquitectónico**

Las características de diseño, construcción, mantenimiento y deterioro de las instalaciones locativas pueden ocasionar lesiones a los trabajadores o incomodidades para desarrollar el trabajo, así como daños a los materiales de la empresa, como:

- Pisos, escaleras, barandas, plataformas y andamios defectuosos o en mal estado
- Muros, puertas y ventanas defectuosas o en mal estado
- Techos defectuosos o en mal estado
- Superficie del piso deslizante o en mal estado
- Falta de orden y aseo
- Señalización y demarcación deficiente, inexistente o inadecuada

En este factor incide mucho el cómo está construida la estructura de la planta, ya que este define la comodidad y la seguridad en la que los operadores pueden realizar sus tareas adecuadamente. Sin embargo, la misma estructura puede presentar daños leves en lo que son; grietas en los pisos, escaleras y en los muros, barandas separadas u oxidadas, pisos lisos y señalización deficiente.

### **2.1.2. Equipo de bioseguridad utilizado en incineración**

Para disminuir cualquier riesgo de infección y contaminación por contacto directo con los desechos que se tratan en la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, así como de los gases de combustión generados dentro

de la planta, se debe utilizar el equipo de bioseguridad adecuado, el cual se lista a continuación:

- Guantes impermeables, gruesos y resistentes a altas temperaturas
- Mascarilla adecuada al nivel de concentración de gases tóxicos en el ambiente y el tiempo de exposición
- Camisa manga larga
- Zapatos con punta de acero

- Gafas protectoras
- Delantal impermeable

### **2.1.3. Medidas de higiene y seguridad**

- Lavarse las manos adecuadamente y de forma constante.
- Usar guantes de nitrilo para descargar de los camiones y guantes de asbesto para ingresar las bolsas al incinerador.
- Usar una mascarilla adecuada al nivel de concentración de gases tóxicos en el ambiente y el tiempo de exposición.
- Usar delantal protector.
- Utilizar camisa manga larga.
- Manejar cuidadosamente los elementos punzocortantes.
- Utilizar zapatos con punta de acero.
- Mantener el lugar de trabajo en óptimas condiciones de higiene y orden.
- Evitar fumar, beber y comer en el sitio de trabajo.
- No tocarse el cuerpo cuando tiene colocados los guantes.
- No portar el uniforme de trabajo en la calle.
- No llevar la ropa de trabajo a su casa.
- Cubrir toda herida que presente el trabajador, por pequeña que sea.
- Mantener actualizado su esquema de vacunación de hepatitis B.
- No se deben realizar bromas o juegos en el área de trabajo que pongan en riesgo el equipo y la integridad del personal.
- No mantener animales que puedan entrar en contacto con los DSH dentro del área de trabajo.
- No se deben cargar las bolsas con DSH sobre la espalda, ni pegada al cuerpo.
- No se deben arrastrar las bolsas con DSH.

- Se deben realizar exámenes físicos al personal 1 ó 2 veces al año.
- No utilizar anillos, pulseras, cadenas o relojes.

## **2.2. Seguridad industrial**

### **2.2.1. Equipo de seguridad industrial utilizado en incineración**

Dentro de los elementos de la seguridad industrial hay uno de suma importancia y es aquel relacionado con los riesgos de incendio. Es bien sabido que para que se presente un incendio se debe contar con oxígeno, calor y combustible.

Existen cuatro categorías de incendios, identificados por letras así:

- Clase A: producidos a partir de combustibles sólidos.
- Clase B: producidos a partir de combustibles líquidos.
- Clase C: producidos a partir de equipos eléctricos, conductores o redes energizadas.
- Clase D: producidos por metales como magnesio, titanio, sodio etc. Para contrarrestar estos tipos de conflagraciones se cuenta con los extintores, que son aparatos portátiles diseñados especialmente para combatir incendios incipientes. Son de tres tipos: enfriadores, de recubrimiento y sofocantes. Véase tabla I.

Tabla I. Tipos de fuego

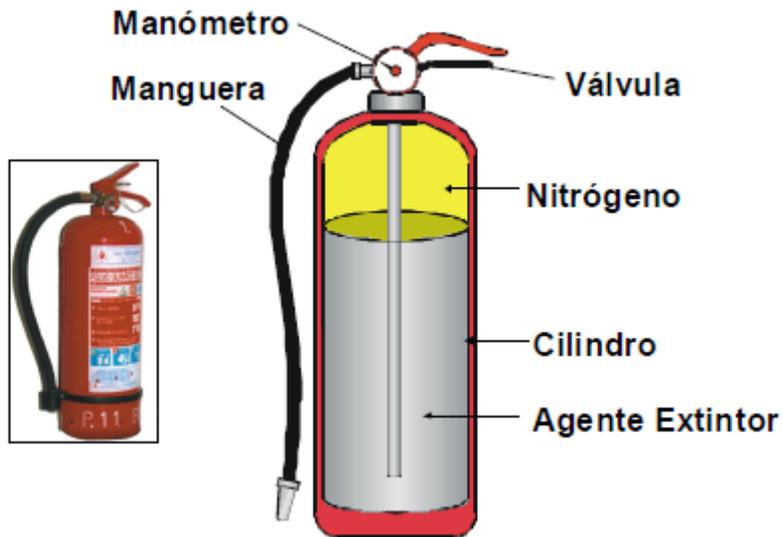
CLASES DE FUEGO		AGENTES EXTINTORES							Forma de acción	Observaciones
Identificación	Materiales combustibles	Agua	Espuma AFFF	Potásico	Polvo químico ABC	CO <sub>2</sub>	Polvos especiales			
	Papeles, maderas, cartones, textiles, desperdicios, etc.	SI	SI	NO	SI	NO	NO	Enfriamiento. Interrupción de reacción en cadena Sofocación		
	Nafta, gasolina, pintura, aceites y otros líquidos inflamables	NO	SI	SI	SI	SI	NO	Interrupción de reacción en cadena Sofocación	No usar agua en chorros sólo en niebla	
	Butano, propano, y otros gases	NO	NO	SI	SI	SI	NO			
	Equipos e instalaciones eléctricas	NO	NO	SI	SI	SI	NO	Interrupción de reacción en cadena Sofocación	No usar agua espuma (buenos conductores)	
	Metales combustibles, magnesio, sodio, etc.	NO	NO	NO	NO	NO	SI	Absorción de calor Sofocación	No usar extintores comunes. Seleccionar el producto adecuado para cada metal	

Fuente: <http://es.rs-online.com.20/abr/2010>.

### 2.2.1.1. Extintores de polvo químico seco

Se trata de un gas inerte, incoloro, inodoro, no corrosivo, no conductor de la electricidad y 50% más pesado que el aire. Se emplea en extintores portátiles o en instalaciones fijas contenidos en recipientes a presión. Extingue al bajar la temperatura y reduce la concentración de oxígeno del aire, siendo poco efectivo al aire libre y peligroso en lugares cerrados si no se provee de una ventilación adecuada. Por su propiedad dieléctrica y el no producir daños, ya que desaparece fácilmente, lo hace un excelente extintor para los circuitos eléctricos y electrónicos, laboratorios, manufactura de alimentos, etc. Véase figura 29.

Figura 29. **Extintor de polvo químico seco**



Fuente: [www.bomberosconcepcion.cl/cursosnivel1.20/abr/2010](http://www.bomberosconcepcion.cl/cursosnivel1.20/abr/2010).

#### **2.2.1.1.1. Operación de un extintor de polvo químico seco**

Acercarse a favor del viento, para que este aleje el humo y aumente el alcance de extinción. Si hay mucho calor usar cortina de polvo químico seco (P.Q.S.) como protección, luego se debe atacar primero el borde más cercano para alejar las llamas. Mantener descarga máxima. Dirigir el chorro a la base de la llama. El fuego avanza si se aplica en forma intermitente. Barrer rápidamente la tobera de lado a lado muñequando. Atacar toda la parte frontal del fuego antes de avanzar, para evitar quedar atrapado. Mantenerse lo suficiente apartado del fuego para asegurarse que la cortina de polvo abarque mas, pues al atacar una pequeña parte aumenta el peligro de quedar atrapado por atrás.

Las cañerías presurizadas deben atacarse en el ángulo recto de la filtración. El flujo de líquido debe ser cortado para minimizar los riesgos de explosión. Cuando el fuego esta extinguido, se recomienda apartarse y verificar que no haya reignición. Si hay cenizas ardiendo, aplicar nuevamente el polvo químico seco. Los fuegos que involucran filtraciones por gravedad de productos de líquidos combustibles deben ser extinguidos, primero, el derrame inferior y luego el resto del fuego. Véase figura 30.

Figura 30. **Operación de un extintor de polvo químico seco**

- **Paso 1:** Retire el pasador o seguro de la manilla del extintor.
- **Paso 2:** Diríjase a la zona de fuego.
- **Paso 3:** Accione el gatillo y dirija la descarga (Manguera) a la base del fuego.



Fuente: [www.bomberosconcepcion.cl/cursosnivel1.20/abr/2010](http://www.bomberosconcepcion.cl/cursosnivel1.20/abr/2010).

## **2.2.2. Señalización**

Se entiende por señalización, el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a unas circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar, etc.) que se pretenden resaltar. La señalización empleada como técnica de seguridad puede clasificarse en función del sentido por el que se percibe en:

- Óptica
- Acústica
- Olfativa
- Táctil

### **2.2.2.1. Colores de seguridad**

La percepción adecuada de las señales se realiza a través de un proceso visual en el que los siguientes factores se combinan:

- La luz como energía radiante.
- El ojo como receptor de esta energía radiante y formador de imágenes.
- Los objetos como modificadores de la energía radiante.
- El cerebro como intérprete de los mensajes que recibe en forma de impulsos nerviosos y como traductor de la imagen formada sobre la retina, comparándola con otras archivadas en la memoria.

La aplicación de los colores de seguridad se hace directamente sobre los objetos, partes de edificios, elementos de máquinas, equipos o dispositivos, los colores aplicables son los siguientes: véase tabla II.

## Rojo

El color rojo denota parada o prohibición e identifica además los elementos contra incendio. Se usa para indicar dispositivos de parada de emergencia o dispositivos relacionados con la seguridad cuyo uso está prohibido en circunstancias normales, por ejemplo:

- Botones de alarma.
- Botones, pulsador o palancas de parada de emergencia.
- Botones o palanca que accionen sistema de seguridad contra incendio (rociadores, inyección de gas extintor, etc.).

También se usa para señalar la ubicación de equipos contra incendio como por ejemplo:

- Matafuegos
- Baldes o recipientes para arena o polvo extintor
- Nichos, hidrantes o soportes de mangas
- Cajas de frazadas

## Amarillo

Se usará solo o combinado con bandas de color negro, de igual ancho, inclinadas 45° respecto de la horizontal para indicar precaución o advertir sobre riesgos en:

- Partes de máquinas que puedan golpear, cortar, electrocutar o dañar de cualquier otro modo; además se usará para enfatizar dichos riesgos en caso de quitarse las protecciones o tapas, también para indicar los límites de carrera de partes móviles.

- Interior o bordes de puertas o tapas que deben permanecer habitualmente cerradas, por ejemplo, tapas de cajas de llaves, fusibles o conexiones eléctricas, contacto del marco de las puertas cerradas (puerta de la caja de escalera y de la antecámara del ascensor contra incendio), de tapas de piso o de inspección.
- Desniveles que puedan originar caídas, por ejemplo: primer y último tramo de escalera, bordes de plataformas, fosas, etc.
- Barreras o vallas, barandas, pilares, postes, partes salientes de instalaciones o artefacto que se prolonguen dentro de las áreas de pasajes normales y que puedan ser chocados o golpeados.
- Partes salientes de equipos de construcciones o movimiento de materiales (paragolpes, plumas), de topadoras, tractores, grúas, zorras auto elevadores, etc.).

## Verde

El color verde denota condición segura. Se usa en elementos de seguridad general, excepto incendio, por ejemplo en:

- Puertas de acceso a salas de primeros auxilios
- Puertas o salidas de emergencia
- Botiquines
- Armarios con elementos de seguridad
- Armarios con elementos de protección personal
- Camillas
- Duchas de seguridad
- Lavaojos, etc.

Azul

El color azul denota obligación. Se aplica sobre aquellas partes de artefactos cuya remoción o accionamiento implique la obligación de proceder con precaución, por ejemplo:

- Tapas de tableros eléctricos
- Tapas de cajas de engranajes
- Cajas de comando de aparejos y máquinas
- Utilización de equipos de protección personal, etc.

Tabla II. **Colores de seguridad**

Tipo	Significado	Características
Prohibición	Prohíbe un comportamiento que puede comportar un peligro	Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda rojos
Obligación	Señal que obliga a un comportamiento determinado	Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul
Advertencia	Advierte de un riesgo o peligro	Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo <b>Excepción:</b> el fondo de la señal sobre " <b>materias nocivas o irritantes</b> " será de color <b>naranja</b> para evitar confusiones con otras señales
Salvamento o socorro	Indicación relativa a salidas de socorro o primeros auxilios, o a los dispositivos de salvamento	Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde
Equipos de lucha contra incendios	Indican la ubicación o lugar en que se encuentran los dispositivos o instrumentos de lucha contra incendios como extintores, mangueras, etc.	Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo
Indicativa	Proporciona informaciones distintas a las anteriormente indicadas	Forma rectangular o cuadrada.

Fuente: <http://es.rs-online.com.20/abr/2010>.

### **2.2.2.2. Características intrínsecas**

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

### **2.2.2.3. Requisitos de utilización**

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

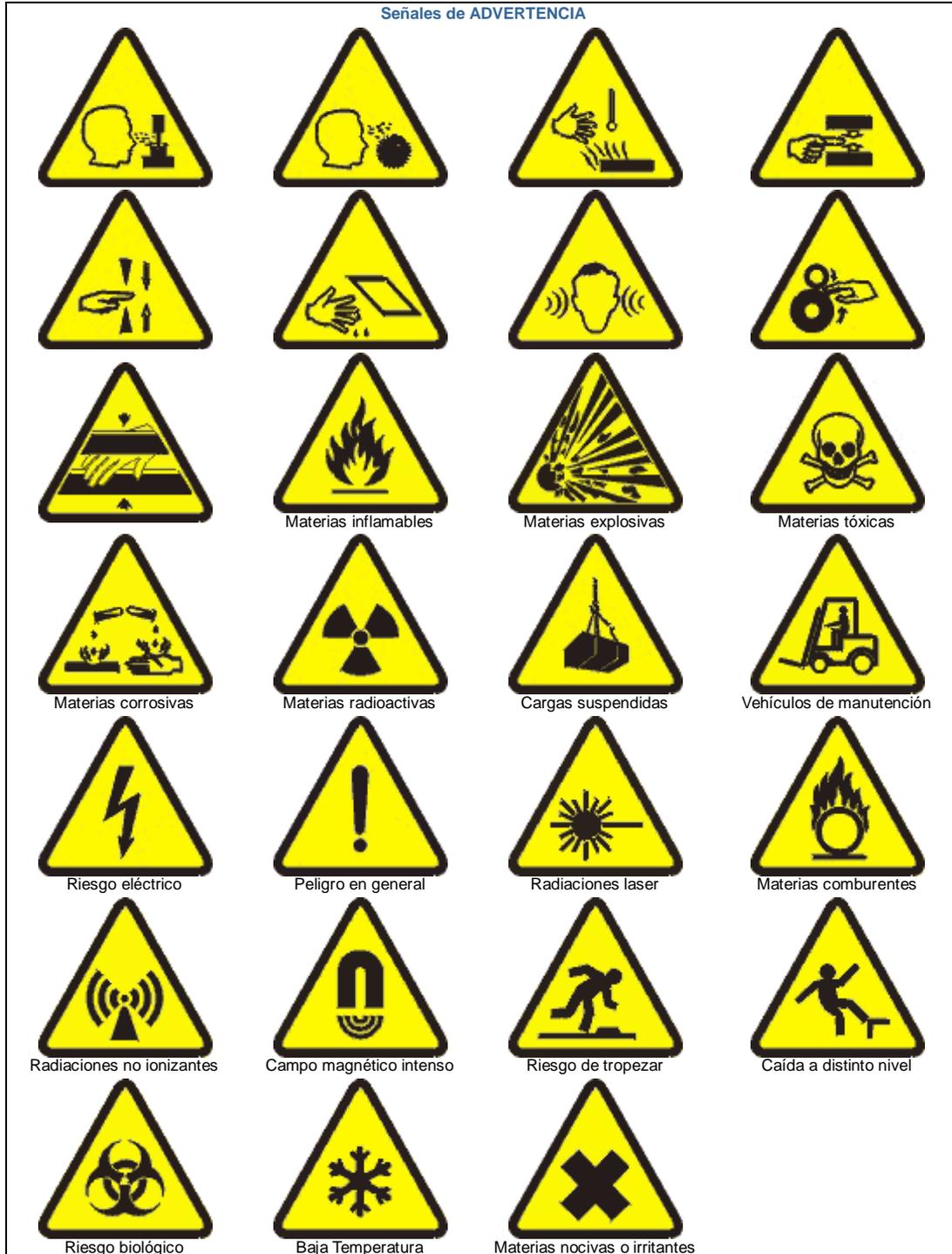
Para evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

#### **2.2.2.4. Señales de advertencia**

Tienen por misión advertirnos de un peligro.

Poseen una forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros. Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera. Véase figura 31.

Figura 31. Señales de advertencia



Fuente: [www.grafimetal.com.20/abr/2010](http://www.grafimetal.com.20/abr/2010).

#### **2.2.2.5. Señales de obligación**

Se encargarán de indicarnos cuando realizar alguna acción para así evitar un accidente.

Tienen forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). Véase figura 32.

Figura 32. Señales de obligación



Fuente: [www.grafimetal.com.20/abr/2010](http://www.grafimetal.com.20/abr/2010).

### **2.2.2.6. Señales de prohibición**

Tienen por objeto el prohibir acciones o situaciones.

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma  $45^\circ$  respecto a la horizontal), rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal). Véase figura 33.

Figura 33. Señales de prohibición



Fuente: [www.grafimetal.com.20/abr/2010](http://www.grafimetal.com.20/abr/2010).

### 2.2.2.7. Señales relativas a equipos de lucha contra incendios

Están concebidas para indicarnos la "ubicación o lugar donde se encuentran" los dispositivos o instrumentos de lucha contra incendios como extintores, mangueras, etc.

Tienen forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). Véase figura 34.

Figura 34. Señales relativas a equipos de lucha contra incendios



Fuente: [www.grafimetal.com.20/abr/2010](http://www.grafimetal.com.20/abr/2010).

### 2.2.2.8. Señales de salvamento o socorro

Están concebidas para advertirnos del lugar donde se encuentran salidas de emergencia, lugares de primeros auxilios o de llamadas de socorro, emplazamiento para lavados o duchas de descontaminación etc.

Tienen forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Véase figura 35.

Figura 35. Señales de salvamento o socorro



Fuente: [www.grafimetal.com.20/abr/2010](http://www.grafimetal.com.20/abr/2010).

## **2.3. Reglamentos y leyes**

Son normas que velan por el mantenimiento del equilibrio ecológico, la calidad del medio ambiente, la protección de la vida, la salud ocupacional y la integridad corporal de los trabajadores.

### **2.3.1. Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo**

El reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo tiene por objeto regular las condiciones generales de higiene y seguridad en que deberán ejecutar sus labores los trabajadores de patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, con el fin de proteger su vida, su salud y su integridad corporal.

### **2.3.2. Reglamento sobre protección relativa a accidentes**

En caso de accidente el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, otorga protección a sus afiliados y a los familiares de estos, de conformidad con las disposiciones del reglamento sobre protección relativa a accidentes.

### **2.3.3. Acuerdo Gubernativo No. 509-2001**

El Acuerdo Gubernativo No. 509-2001 tiene como finalidad el dar cumplimiento a lo preceptuado en el Artículo 106 del Código de Salud, así como de las disposiciones relativas a la preservación del medio ambiente contenidas en la ley del Organismo Ejecutivo y la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en cuanto a las descargas y emisiones al ambiente;

concernientes, particularmente, al manejo de desechos que comprende la recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos provenientes de los hospitales públicos o privados, centros de atención médica autónomos o semiautónomos y de atención veterinaria.

### **3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL. (DISEÑO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y PERMANENCIA EN EL ÁREA)**

Se tiene contemplado en esta fase, establecer el diseño para el manual de procedimientos de operación de los incineradores, así como las normas de permanencia dentro de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios.

#### **3.1. Diseño del manual de procedimientos para la operación de un incinerador**

Dentro del diseño de este manual se enumerarán los pasos para la correcta operación de un incinerador, con el fin de lograr una correcta operación para evitar y controlar fallas que se presenten durante la operación del mismo.

##### **3.1.1. Pre calentamiento**

En esta fase se opera el equipo inicialmente sin ninguna carga, a modo de lograr una completa combustión.

##### **3.1.1.1. Identificación y descripción del procedimiento**

De primera instancia, se comenzará con la fase de pre calentamiento, en la que los equipos iniciarán actividades sin carga, para obtener una combustión completa y bajo condiciones estrictas de seguridad.

En la cámara primaria o de ignición, se produce el encendido y volatilización de los residuos, con una oxidación parcial de los mismos, ya que la misma trabajará siempre con defecto de aire. La temperatura de la cámara primaria se controla regulando el caudal de aire inyectado a la misma que reaccionará con los combustibles presentes. En caso de tratarse de residuos de bajo poder calorífico, la cámara primaria dispone de un quemador a base de diesel para el incinerador principal, y gas LP para los incineradores secundarios, el cuál aportará las calorías necesarias. La temperatura normal de trabajo de la cámara primaria es de 800 a 900 grados Celsius.

Los gases combustibles generados en la cámara primaria pasan a la cámara secundaria donde son combustionados completamente. El tiempo de residencia de los gases en la cámara secundaria será de aproximadamente 2 segundos a una temperatura desde 1100 a 1300 grados Celsius complementando así las normas nacionales sobre tratamiento de residuos peligrosos establecidas en el reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios bajo el Acuerdo Gubernativo núm. 509-2001.

La temperatura de la cámara secundaria se controla mediante el ingreso de aire en exceso para la combustión. Un potente quemador ayuda al mantenimiento de la temperatura de trabajo cuando los residuos incinerados son de bajo poder calorífico, o cuando el incinerador no trabaja a plena carga.

Este procedimiento es básico para la correcta operación del horno incinerador, a continuación se detallan los pasos a seguir para el precalentamiento, arranque y operación del Incinerador. El precalentamiento debe de durar como mínimo 30 minutos, se requiere de temperaturas y tiempos de exposición mínimos para asegurar la destrucción de todos los microorganismos presentes.

Los parámetros que se deben tener en cuenta para este tipo de tratamiento son la temperatura, presión y tiempo; a fin de garantizar la esterilización completa de los residuos biocontaminados.

A continuación se describe el proceso del precalentamiento:

- Abrir la puerta grande (de mantenimiento).
- Inspeccionar visualmente el revestimiento del refractario verificando la existencia de daños serios. Si encuentra algún problema con uno de ellos infórmelo al departamento de mantenimiento.
- Poner el interruptor de “Selector de Servicio”, en el panel de control, en el modo manual, “*man*”.
- Abrir el panel de control.
- Poner el interruptor de “Quemador del Reactor” en el modo manual, “*man*”.
- Verificar que se escuche que el motor arranque, está operando y observar de lejos, a través de la puerta abierta, que hay una llama en la parte superior del incinerador.
- Una vez verificado que funciona, apagar, retornando el interruptor al modo de apagado, “*off*”.
- Poner el interruptor de “Quemador de Cámara Primaria” en el modo manual, “*man*”.
- Verificar que el motor arranque, y observar de lejos, a través de la puerta abierta, que hay una llama en la cámara primaria del incinerador.
- Una vez verificado el buen funcionamiento, apagarlo, retornando el interruptor al modo de apagado, “*off*”.
- Poner el interruptor de “Inyección de Agua” en el modo encendido, “*enc/on*”.
- Verificar que se observa, a través de la puerta abierta, que hay una dispersión de agua (no goteo) dentro de la cámara primaria del incinerador.

- Una vez que verificado que funciona, apagar, retornando el interruptor al modo de apagado, “*apagado/off*”.
- Poner el interruptor de “Soplante Aire de Combustión” en el modo manual, “*man*”.
- Verificar que se escuche que el motor arranque, está operando y observar de lejos, a través de la puerta abierta, que hay inyección de aire (ingreso de chorros de aires) en la parte inferior del incinerador.
- Una vez verificado que funciona, apagar, retornando el interruptor al modo de apagado, “*apagado/off*”.
- Colocar el “Selector de Servicio” en automático, “*auto*”.
- Luego de finalizar estos chequeos el incinerador está listo para el arranque.
- Chequear las fijaciones de los reguladores de temperatura y las fijaciones del interruptor de desperdicio si se proporcionan. Si es necesario llevar a cabo el proceso de limpieza.
- Encender el interruptor de energía. (Este interruptor debe dejarse encendido continuamente excepto durante la limpieza).
- Cerrar todas las puertas.
- Presionar o girar el botón de “encendido”. La luz roja de “incinerador encendido” se encenderá y ambos, los quemadores de las cámaras alta y baja y los sopletes se encenderán.
- Permitir que el incinerador se precaliente por un mínimo de 15 minutos antes de cargarlo con los desechos.
- Abrir la puerta de carga lentamente y cargar los desechos. El soplete y el quemador(es) inferiores se apagaran cuando la puerta se abra. Si el incinerador está equipado con una cortina de aire, el soplete permanecerá encendido y el aire será desviado para abastecer la cortina.
- Cerrar la puerta de carga lentamente. El quemador (es) y el soplete volverán a prenderse.

Nota: siempre se debe de abrir y cerrar la puerta de cargo lentamente para evitar bocanadas de fuego o humo.

Para una operación óptima, el incinerador no debe ser llenado más allá del 50% de su capacidad y la frecuencia de carga no debe ser mayor de una vez cada 15 minutos.

Una hora aproximadamente después de haber empezado, el cronómetro de encendido ajustable apagará el quemador(es) de la cámara baja. Estos pueden ser vueltos a encender y operados por más tiempo reactivando el botón de encendido.

El ciclo de quemado es regulado por un cronómetro de fijación continua ajustable. Durante una quema normal el quemador(es) de la cámara baja no estará encendido.

### **3.1.2. Control de temperatura**

En este procedimiento se debe de mantener la cámara primaria en una temperatura mínima suficiente como para que suceda la combustión deseada, para poder eliminar los microorganismos y que se pueda esterilizar la ceniza.

#### **3.1.2.1. Identificación y descripción del procedimiento**

La cámara primaria y la secundaria deben alcanzar distintos niveles de temperatura, porque sus funciones son diferentes. Involucra operaciones secuenciales en dos cámaras separadas. La cámara primaria debe ser mantenida en una temperatura mínima suficiente como para que suceda la

combustión con oxígeno en defecto, de manera de eliminar los microorganismos y esterilizar la ceniza. La temperatura de la cámara primaria deberá ser de 760 a 870 grados Celsius con un 30 a 80% del aire estequiométrico. Los rangos de temperatura establecidos en el Acuerdo Gubernativo 509-2001 están comprendidos para la baja temperatura por 850 grados Celsius. Generalmente se somete a una temperatura mínima entre los 850 y 1300 grados Celsius y para la alta temperatura ( $\pm$  1.200 grados Celsius, mínimo 1.300 grados Celsius, según el Acuerdo Gubernativo 509-2001).

Los controles de temperatura y tiempo instalados en el incinerador permiten que el equipo realice automáticamente las secuencias de purga, encendido y apagado de los quemadores, permitiendo al operario la ejecución de otras tareas diferentes a incinerar durante el proceso que dura aproximadamente una hora; una vez el equipo se apague automáticamente, el operario puede cargarlo nuevamente o si lo considera conveniente hacer extracción de cenizas, así podrá empezar un nuevo ciclo de incineración.

El quemador de la cámara de post-combustión, al iniciar el proceso, debe haber entrado en operación unos diez o quince minutos antes, con el fin de tener dicha cámara una temperatura adecuada (850 grados Celsius mínimo) para ejecutar adecuadamente la labor de post-quemado y no permitir la emisión de humos, olores ni partículas residuales. Las cenizas resultantes del proceso, así como los materiales metálicos cuyo punto de sublimación está por encima de la temperatura de operación del equipo, quedan completamente esterilizadas y su disposición final en rellenos sanitarios es perfectamente posible sin riesgo alguno de contaminación.

### **3.1.3. Preparación del residuo**

Acá se preparan y clasifican los residuos que se incinerarán, tomando en cuenta sus contenidos calóricos, ya que con base a estos parámetros son ingresados al horno incinerador.

#### **3.1.3.1. Identificación y descripción del procedimiento**

Esta sección identifica la preparación y clasificación de los residuos que van a ser incinerados, dicha clasificación se da de acuerdo a sus contenidos calóricos (humedad y volatilidad), de acuerdo a estos parámetros son ingresados los residuos al horno, para su posterior incineración.

Se preparan los residuos de la siguiente forma:

- Patogénico: alta humedad y baja volatilidad (bajo poder calórico)
- Hospitalario: baja humedad y alta volatilidad (alto poder calórico)
- Industrial: baja humedad, alta volatilidad y alto contenido de cloro
- Domiciliario: muy alta humedad y baja volatilidad

Preparación ideal de residuo para lograr una incineración controlada: 10% - 20% de alto poder calórico.

#### **3.1.4. Carga del residuo (cantidad y frecuencia)**

Operación que realiza seleccionando los distintos residuos analizando sus características y propiedades.

### **3.1.4.1. Identificación y descripción del procedimiento**

El operador tiene la opción de seleccionar los distintos ítems incluidos en una carga en particular. Las propiedades que deben ser consideradas son las siguientes:

- Valor energético
- Mezcla (contenido)
- Contenido de plásticos
- Cantidad de residuos

El valor energético afecta la performance del incinerador. Una carga con un alto poder energético puede exceder la capacidad térmica del incinerador. El resultado es una combustión excesiva que deriva en un daño en la fumistería (paredes de ladrillo refractario) y en excesivas emisiones por la chimenea (humo negro).

Cuando se agregan cargas muy húmedas, caen las temperaturas a causa del intento de evaporación del líquido (se apaga el incinerador) y se debe utilizar combustible adicional para elevar la temperatura. Esto causa que se quemé el líquido, pero no se alcance a quemar el sólido. La temperatura cae y el operador cree que el residuo ya ha sido incinerado y realiza una nueva carga sobre la carga anterior "cruda". Residuos plásticos (blíster de medicamentos, guantes, etc.) son un ejemplo de materiales con alto poder calórico. Grandes cantidades de plásticos conteniendo compuestos de Cl. (PVC), deben ser distribuidas en pequeñas cargas, para evitar la formación de humo (por los volátiles) y de HCl.

La cámara primaria y la secundaria deben alcanzar distintos niveles de temperatura, porque sus funciones son diferentes. Involucra operaciones secuenciales en dos cámaras separadas. La cámara primaria debe ser mantenida en una temperatura mínima suficiente como para que suceda la combustión con oxígeno en defecto, de manera de eliminar los microorganismos y esterilizar la ceniza. Solo enviará a la cámara secundaria residuo volátil que debe ser combustionado para ser eliminado.

La destrucción de microorganismos depende de la temperatura y del tiempo de exposición del residuo. La temperatura de la cámara primaria deberá ser de 760 a 870 grados Celsius con un 30 a 80% del aire estequiométrico. Cuando se tratan residuos con altos contenidos de plásticos ocurre *cracking* de hidrocarburos livianos que pueden afectar los gases de combustión, la cámara secundaria no los puede procesar (se satura) y en consecuencia se tienen emisiones de humo por la chimenea.

Se aconseja en ese caso trabajar con temperaturas de cámara primaria de 540 a 650 grados Celsius.

Al realizar cargas grandes de materiales altamente combustibles (gomas, plásticos, etc.), ocurre una combustión demasiado rápida como para poder ser absorbida por la cámara secundaria, por lo que se aconseja cargar estos materiales en proporciones cercanas al 10% de la carga total.

Algunos fabricantes de Incineradores incluyen inyección de agua en la cámara primaria para evitar los sobrecalentamientos de los refractarios. Del oxígeno total utilizado en el incinerador se debería considerar:

- 20% para la cámara primaria
- 80% para la cámara secundaria

La cámara secundaria sirve para completar el proceso de combustión. Es importante trabajar en un rango de temperaturas alrededor de los 1200 grados Celsius. Si baja la temperatura puede haber una descarga a la atmósfera de productos potencialmente tóxicos y si la temperatura es demasiado alta se podría dañar la fumistería del equipo.

Tres componentes son importantes para la destrucción del residuo:

- Temperaturas del orden de los 1200 grados Celsius
- Tiempos de residencia de 2 segundos
- Turbulencia

Es más conveniente trabajar con cargas pequeñas frecuentes que con cargas grandes. El operador deberá lograr una mezcla de alto, medio y bajo poder calórico.

### **3.1.5. Combustión del residuo**

Consiste en un tratamiento térmico en presencia de aire transformándose en constituyentes gaseosos, los cuales se liberan a la atmósfera y en un residuo sólido relativamente no combustible.

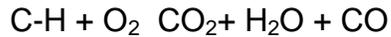
#### **3.1.5.1. Identificación y descripción del procedimiento**

El residuo patogénico tiene una fracción orgánica de carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Otros elementos encontrados son: metales, azufre (S), nitrógeno (N) y cloro (Cl).

Combustión completa



Combustión incompleta



Los compuestos orgánicos con cloro (Cl), (Ej.: blísteres) forman gases de ácido clorhídrico (HCl) y cloro gaseoso (Cl<sub>2</sub>). Los compuestos con azufre (S) reaccionan directamente para formar gases de óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>). Los compuestos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son producto del aire y del residuo. Tanto los SO<sub>2</sub> como los NO<sub>x</sub> son los causales de la llamada lluvia ácida. Si aumenta el aire, aumenta el oxígeno y la combustión se completa seguro, pero también si aumenta el aire, se enfría la cámara secundaria, no da tiempo a la combustión y se produce arrastre de partículas. Es importante llegar a un equilibrio de aire para que se complete la combustión, pero que no se enfríe la cámara secundaria.

### **3.1.6. Tratamiento de los gases de combustión**

Mediante un tratamiento fisicoquímico se lavan los gases hasta separar los sólidos de las cenizas. Esto se realiza mediante agentes neutralizantes de los gases de emisión.

#### **3.1.6.1. Identificación y descripción del procedimiento**

Los gases provenientes de la cámara secundaria del horno ingresan al proceso de lavado de gases, a fin de retener material particulado y gases de combustión. La temperatura desciende abruptamente a niveles permisibles para su emisión.

Se agregan agentes neutralizantes de los gases de emisión (soda cáustica, cal, etc.). La corriente gaseosa es inducida a través de una turbina hacia la salida de la chimenea. El agua de lavado de gases residual recibe tratamiento fisicoquímico (coagulación – floculación) a fin de separar el sólido (ceniza) del líquido (agua de proceso).

A efectos de cumplir con los estándares de emisión que se manejan a nivel internacional, los incineradores deben contar con sofisticados sistemas de tratamiento de emisiones gaseosas y el correspondiente sistema de control. El sistema de tratamiento y control de emisiones constituye uno de los elementos clave en las plantas de incineración, siendo uno de los componentes mayoritarios del costo total (aproximadamente entre la mitad y un tercio del costo, dependiendo de la escala).

Los constituyentes de los residuos, las condiciones de operación y el sistema de tratamiento de emisiones utilizado son los que determinan el tipo de sustancias y la concentración en los gases que se emiten a la atmósfera. Por ejemplo, los niveles de ácido clorhídrico y dióxido de azufre emitidos están directamente relacionados con el contenido de cloruros y sulfuros de los residuos.

Adicionalmente el contenido de cloro en los residuos contribuye a la formación de dioxinas y furanos. Los sistemas de tratamiento deben garantizar la remoción de contaminantes tales como el ácido clorhídrico originado por la presencia de cloro en los residuos, cenizas volantes de muy pequeño diámetro (menores de 1 micra) y óxidos de azufre entre otros.

Las emisiones gaseosas son emitidas a la atmósfera por medio de chimeneas, las cuales se diseñan de modo que no exista contaminación atmosférica significativa a nivel de suelo, protegiendo así la salud humana y el medio ambiente. Las instalaciones deben contar con medidores que permitan el monitoreo continuo de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, ácido clorhídrico, compuestos orgánicos volátiles y material particulado.

Adicionalmente se deben realizar monitoreos periódicos de metales pesados, dioxinas y furanos.

### **3.1.7. Manipulación de las cenizas residuales**

Al final de la combustión y el lavado de gases debe de separarse las cenizas resultantes para colocarlas en una fosa adecuada para su depositación.

#### **3.1.7.1. Identificación y descripción del procedimiento**

El mejor método para evitar la polución del ambiente, es evitar la generación de polutantes; esa es la principal característica de un incinerador de cámara múltiple para desechos patológicos. Es de vital importancia el manejo adecuado del incinerador, siendo la descarga de contaminantes una función del diseño del equipo y la acción del operador.

Las cenizas no se deben enfriar con agua dentro del horno, porque no termina su tiempo de incineración y acorta la vida útil de la fumistería. Se debe extraer del incinerador con una pala chata para no dañar el material refractario.

Se deben de colocar las cenizas en un recipiente metálico y enfriarla con agua para evitar emisiones fugitivas. Hay que tomar en cuenta que; las cenizas deben ser color gris. Si las cenizas tienen color negro indica que no ha sido correctamente tratado el residuo.

Las cenizas resultantes del proceso de incineración, así como los materiales metálicos cuyo punto de sublimación está por encima de la temperatura de operación del equipo, quedan completamente esterilizadas y su disposición final en rellenos sanitarios es perfectamente posible sin riesgo alguno de contaminación.

Al inicio de una nueva jornada de incineración se deberá proceder a la extracción de cenizas y limpieza de la cámara primaria. Los restos pueden conservar temperatura, por lo que no deberán utilizarse contenedores plásticos u otros combustibles. Puede ser una buena práctica la humectación de los residuos antes de su disposición final.

Luego las cenizas obtenidas no representan ninguna peligrosidad y pueden ser dispuestas según los requerimientos locales para disposición final.

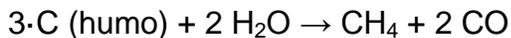
### **3.1.8. Problemas o fallas en la operación de un incinerador**

Como en todo equipo de incineración pueden darse fallas o problemas ya sea por desperfectos del mismo o por una incorrecta operación por parte de los operarios, a continuación se muestran algunas posibles fallas y las soluciones sugeridas.

### 3.1.8.1. Humo negro a la salida de la chimenea

Las combustiones incorrectas, ya sean de sólidos o de líquidos, conducen a parciales pirolisis y a la formación de coque. El problema de la formación del humo radica en la mala, o inexistente combustión de los compuestos orgánicos. De ahí la necesidad de la cámara de oxidación y postcombustión. Si el fenómeno persiste, un método alternativo de eliminación es la inyección de vapor (se requiere gran cantidad, de 20 a 80 kg por 100 kg de gas).

Ello da lugar a la reacción:



Humo negro a la salida de la chimenea.

a- Humo negro a la salida de la chimenea

Estamos en presencia de material carbonoso no quemado.

La combustión incompleta usualmente es debida a:

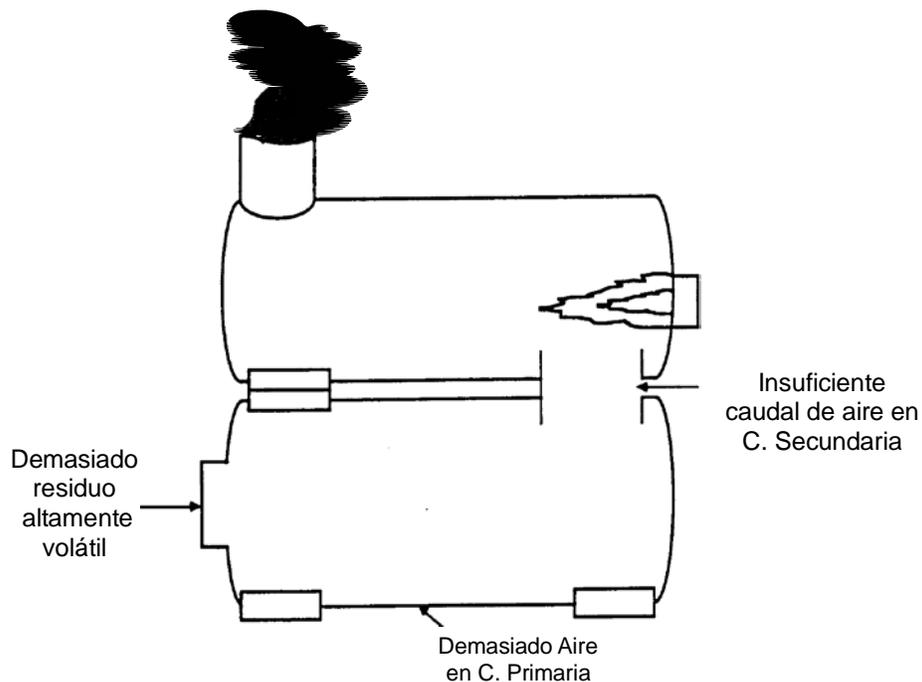
- Incinerador muy cargado
- Carga reciente de elementos con alto poder calórico (Ej.: plásticos)
- Temperatura de la cámara primaria muy alta

¿Qué se debe de hacer?

- Chequear/incrementar el aire de la cámara secundaria
- Chequear/disminuir el aire de la cámara primaria (reducirá la temperatura de la cámara primaria)
- Chequear/incrementar la temperatura de la cámara secundaria

Esos pasos deberían eliminar la presencia de humo negro. Si así no ocurriere, se debe de evaluar la composición de la carga. Cuando se incinere materiales altamente combustibles (Ej.: gomas, plásticos, etc.), debe hacerse en pequeñas proporciones para evitar combustión rápida y elevaciones bruscas de temperatura. Generalmente los materiales altamente combustibles se deben cargar al 10% del peso de la carga total. Véase figura 36.

Figura 36. **Humo negro a la salida de la chimenea**



Fuente: FABIÁN, Mariano. Curso de operador de incineradores (teoría).p. 14.

### 3.1.8.2. **Humo blanco a la salida de la chimenea**

El humo blanco a la salida de la chimenea se identifica por las siguientes posibles fallas:

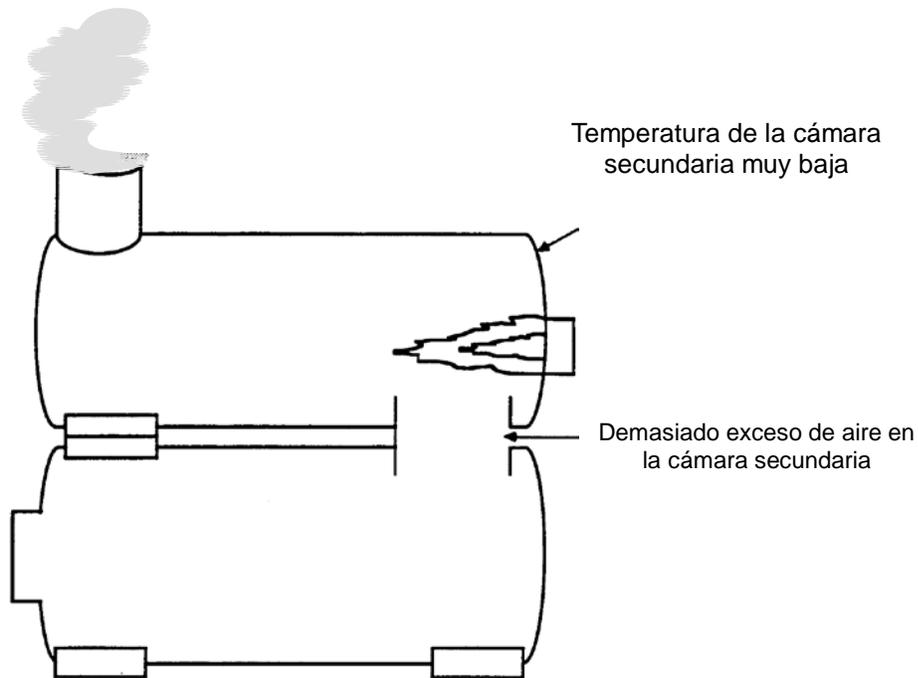
Se debe a una insuficiente temperatura del horno. Así algunos hidrocarburos se volatilizan y llegan a la chimenea en forma de este compuesto químico. Si la temperatura de la chimenea está entre 150 y 270 grados Celsius, muchos de estos hidrocarburos condensan y se ven las gotas. Todo ello es opaco a la luz y se denomina humo blanco.

¿Qué se debe de hacer?

- Chequear que el quemador secundario esté operando y que la temperatura esté en 1200 grados Celsius.
- Chequear/bajar el aire de la cámara primaria.
- Bajar el aire de la cámara secundaria.
- Graduar la regulación del quemador secundario (mezcla aire/combustible).

Si todos estos ajustes fallan, revisar la carga. Probablemente el humo blanco es el resultado de un residuo con alto contenido de mineral no combustible, algún tipo de pigmento, óxidos metálicos que generan finas partículas que causan esa niebla blanca. Véase figura 37.

Figura 37. **Humo blanco a la salida de la chimenea**



Fuente: FABIÁN, Mariano. Curso de operador de incineradores (teoría).p. 15.

### 3.1.8.3. Fugas de humo de la cámara primaria de combustión

Las fugas de humo a través de la puerta de carga u otras aperturas indican que hay presión diferencial positiva en la cámara primaria.

Las causas de la presión positiva pueden ser:

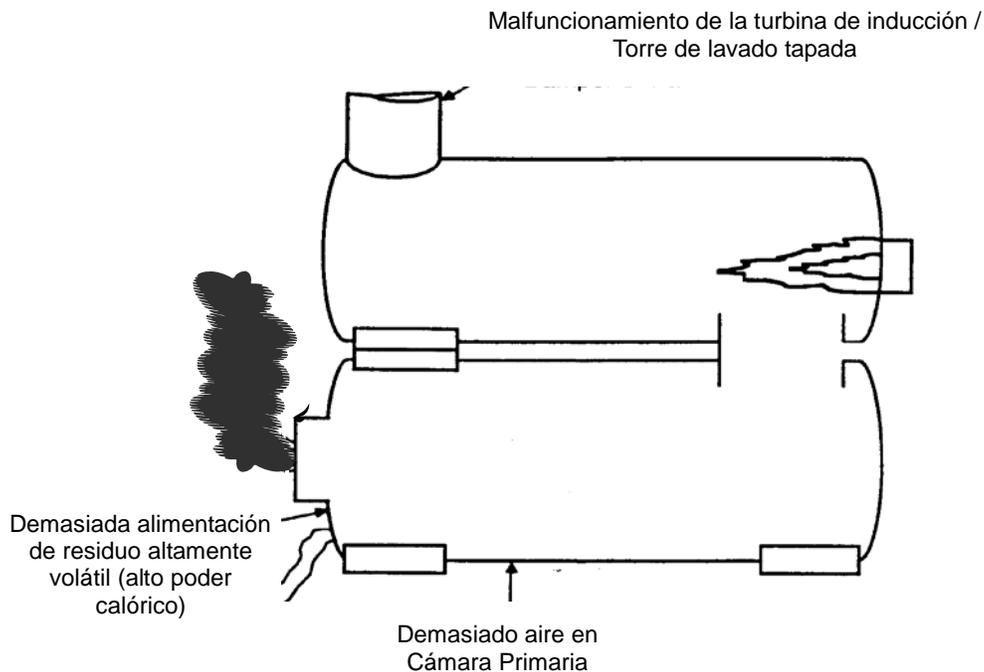
- El exceso de aire de combustión, por la carga de material muy volátil
- La temperatura muy alta de la cámara primaria
- Demasiada acumulación de ceniza dentro de la cámara (horno muy cargado)

¿Qué se debe de hacer?

- Chequear/disminuir el aire del soplador primario
- Disminuir el ritmo de carga
- Descargar ceniza
- Chequear inducción de la turbina
- Chequear filtros tapados (separadores de gota)

Si la presión positiva persiste, deberá ser programado un mantenimiento correctivo a fin de chequear posibles obstrucciones del tiraje (caída de refractario/cámara secundaria tapada con escorias, filtros tapados con hollín, etc.). Véase figura 38.

Figura 38. **Fugas de humo de la cámara primaria de combustión**



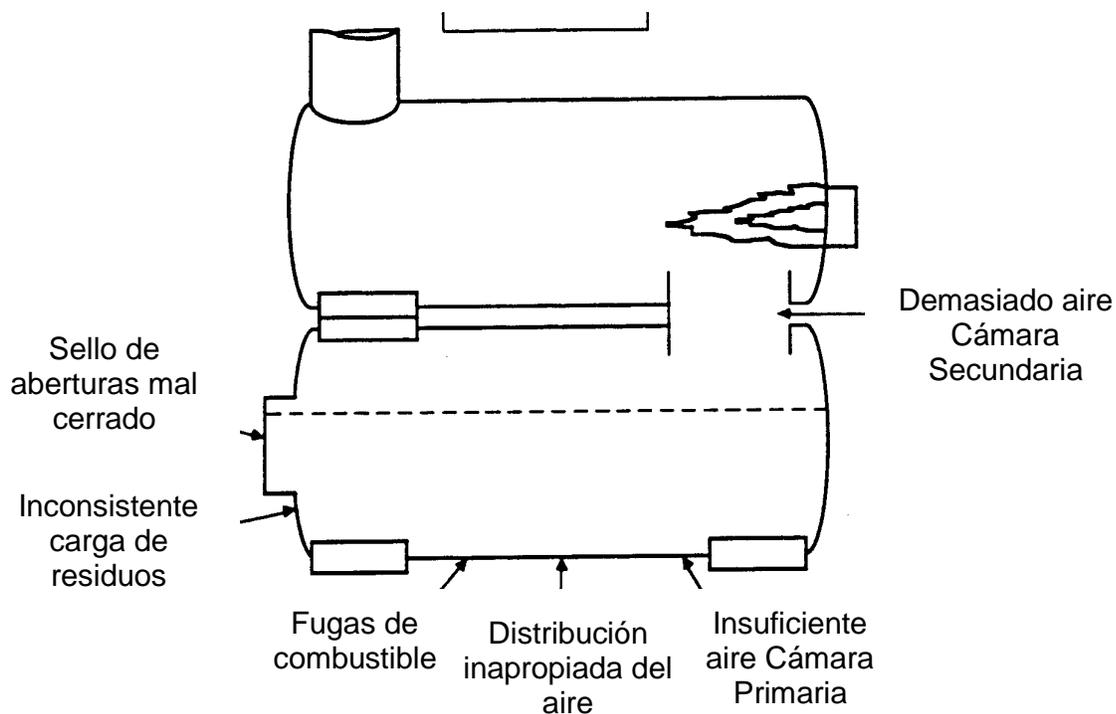
Fuente: FABIÁN, Mariano. Curso de operador de incineradores (teoría).p. 16.

### 3.1.8.4. Demasiado uso de combustible auxiliar

El uso excesivo de gas es causal de alto consumo de energía y consecuente incremento de costos operativos Véase figura 39. Principalmente se utiliza exceso de gas a causa de:

- Distribución inapropiada del aire en la cámara primaria
- Excesivas infiltraciones de aire por falta de hermeticidad en el horno
- Fugas de combustible
- Cargas mal preparadas
- Incinerador impropriadamente cargado

Figura 39. Demasiado uso de combustible auxiliar

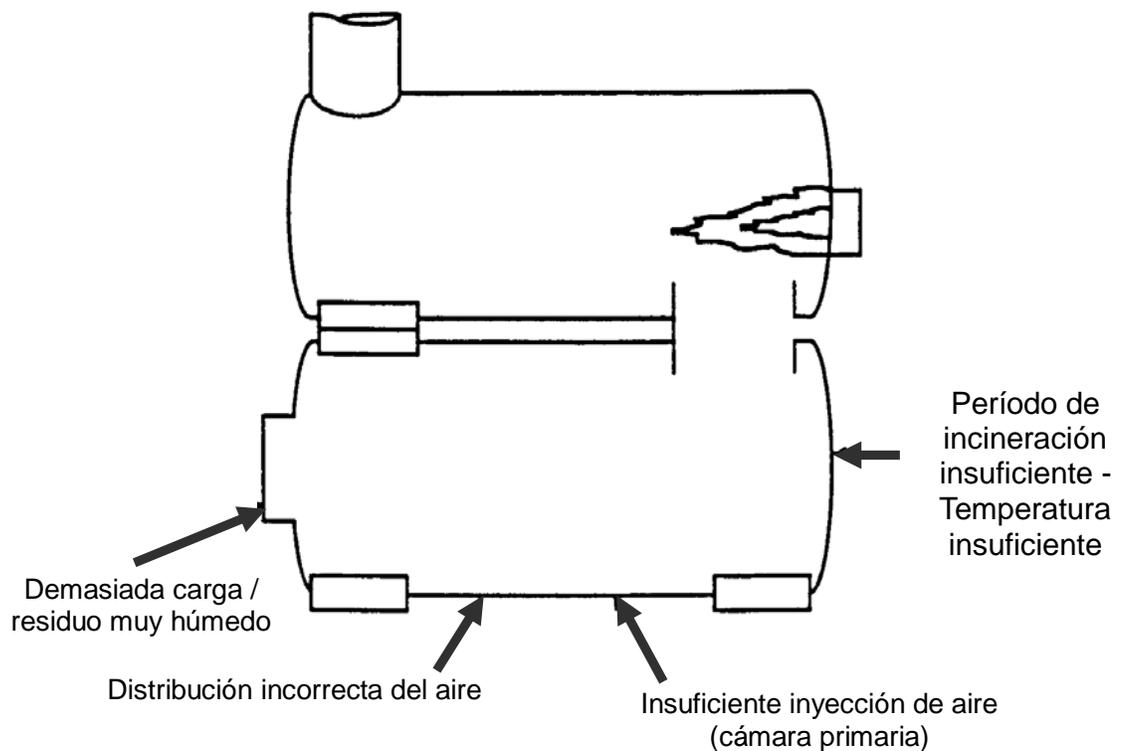


Fuente: FABIÁN, Mariano. Curso de operador de incineradores (teoría).p. 17.

### 3.1.8.5 Incinerado incompleto

- Cuando se tiene demasiada carga y el residuo muy húmedo
- Además de una distribución incorrecta del aire
- Insuficiente inyección de aire (cámara primaria)
- Período de incineración insuficiente -temperatura insuficiente

Figura 40. **Incinerado incompleto**



Fuente: FABIÁN, Mariano. Curso de operador de incineradores (teoría).p. 18.

Durante la operación de la planta se deban tomar las siguientes medidas:

- Capacitar al personal responsable del manejo y operación del incinerador
- Elaborar actas de incineración, reportando tipo de residuo, cantidad y periodicidad de incineración
- Fecha de incineración y condiciones de operación
- Efectuar control y monitoreo de cenizas realizando semestralmente una caracterización compuesta de las cenizas generadas en el proceso de incineración. El contenido orgánico de las cenizas no debe exceder el 5%. Dado que estas cenizas contienen metales pesados, dioxinas y furanos, serán dispuestas finalmente en rellenos, Igualmente se debe implementar mediante el programa de salud ocupacional, todas las medidas de higiene y seguridad industrial que garanticen la protección de los trabajadores que participen en cada proceso de incineración.

La incineración no afecta los metales pesados (plomo, cromo, cadmio, mercurio), los cuales permanecen intactos a la salida del proceso. Adicionalmente cuando se incineran residuos hospitalarios que han estado en contacto con compuestos donadores de cloro se producen y expulsan al medio ambiente dioxinas y furanos convirtiéndose un potencial problema de salud pública en razón a: Su alta estabilidad: permanecen en el aire, el agua y el suelo cientos de años, resistiendo los procesos de degradación físicos o químicos. Hasta el siglo 20 no existían en cantidad apreciable en la naturaleza, por lo que los seres vivos no han aprendido a metabolizarlas y detoxificarlas, y resisten por tanto la degradación biológica.

Son más solubles en grasas que en agua, por lo que tienden a bioacumularse (migran desde el ambiente a los tejidos de los seres vivos); luego, ellas también pueden biomagnificarse para ascender a concentraciones más altas o sucesivos niveles tróficos de la cadena alimenticia.

Tienen capacidad de desplazarse grandes distancias, y tienen alta toxicidad para animales y seres humanos. A altas o bajas dosis las dioxinas y los furanos causan daños tanto en la salud pública como en el medio ambiente. Muchos de estos contaminantes se absorben o depositan en cosechas de alimentos, y por acumulación en los tejidos de peces y animales, incluyendo carne, leche y huevos.

Efectos a corto plazo: lesiones en la piel, tales como cloroacné y manchas oscuras en ella (hiperpigmentación), y alteraciones en las funciones del hígado.

Efectos a largo plazo: cáncer, diabetes, daños neurológicos (desorden en el aprendizaje, y efectos en el comportamiento), deterioro en el sistema reproductivo (pérdida del esperma, defectos de nacimiento, disminución en las hormonas sexuales masculinas), disminución en la respuesta inmune, endometriosis y trastornos endocrinos. Por lo anterior, es de suma importancia el no realizar procesos de incineración usando productos que contengan cloro cuando dicho residuo después se vayan a incinerar.

Para garantizar que los procesos de incineración que se realicen en la Planta de TDSH no generen problemas de contaminación ambiental, se deben tener en cuenta las recomendaciones que se relacionan a continuación: el equipo instalado debe cumplir los requerimientos exigidos por la normativas vigentes (Acuerdo Gubernativo 59-2001), tales como material del equipo, altura de la chimenea, temperaturas mínimas de combustión, sistemas eléctricos requeridos y demás.

## **3.2. Diseño del manual de procedimientos para la permanencia en el área de la planta de TDSH.**

### **3.2.1. Elementos de protección personal**

#### **3.2.1.1. Identificación y descripción**

En términos generales, la protección de los trabajadores tiene cuatro componentes:

- Identificación de los riesgos
- Capacitación, educación, y difusión de la información necesaria
- Provisión de los elementos de seguridad y protección personal
- Instrucciones y procedimientos específicos para todas las tareas de trabajo.

Los elementos básicos de salud y seguridad ocupacional para el manejo de residuos patológicos son los indicados en azul, sin perjuicio de los otros que deben ir reglamentariamente:

- Botiquín (Agua oxigenada, vendas, tela adhesiva, gasa, tabillas inmovilización).
- Manual de seguridad
- Formularios para la anotación e investigación de los accidentes.
- Fichas de seguridad
- Uniforme, zapatos de seguridad y cascos
- Protección ocular
- Faja de protección para la espalda
- Herramientas de uso común (palas, escobas, horquetas, balde)
- Extintores (tipo ABC)

- Máscara de protección respiratoria con filtro para vapores orgánicos

El lavado y desinfección deberá hacerse mediante un escobillado y utilizando un desinfectante y debe ser realizado en un lugar adecuado donde los residuos del lavado sean debidamente dispuestos, evitando que las aguas residuales generen un foco de contaminación (de manera provisoria en el sitio actual de lavado en la Planta de TDSH).

- Mascarillas desechables
- Elementos para controlar derrame (bolsas plásticas y material absorbente)
- Guantes (látex)
- Guantes desechables
- Jabón antiséptico
- Conos para delimitar áreas de derrame

Los elementos de protección personal deberá proporcionarlos la Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente a sus trabajadores, libre de costo, ser adecuados al riesgo a cubrir y el adiestramiento necesario para su correcto empleo, debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte, los trabajadores deberán usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

Usar en forma permanente los elementos de protección personal, (mascarilla desechable, guantes de látex, pechera plástica, casco protector). La Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente deberá también hacerse cargo del lavado de la ropa de trabajo si así fuere necesario y adoptar las medidas que impidan que el trabajador la saque del lugar de trabajo. El traslado de la ropa para efectuar su lavado debe realizarse en bolsa plástica sellada.

Jamás llevar ropa de trabajo a la casa.

El equipo de protección personal adicional consistirá en guantes, botas punta de acero y suela antideslizante, ropa de trabajo adecuada pantalón de lona de doble remache, camisa para uso industrial manga larga, gafas, casco. Hay que tener mucho cuidado en estas instalaciones la ropa no hay que llevarla a casa y los zapatos hay que dejarlos afuera, tipo médico. No importando la hora que llegue a casa, deberá bañarse.

Medidas de seguridad:

Todo lugar en donde se ubique un equipo de incineración, deberá contar con el equipo mínimo siguiente:

- Equipo de extintores contra incendios, tipo ABC, en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Mangueras para agua adecuadas para la mitigación de incendios.
- Depósitos de arena y palas.
- Equipo de seguridad industrial.
- Protección contra incendios: instalar extintores en lugares seleccionados y ubicados de acuerdo al tipo de riesgo.
- Normas de almacenamiento: dejar una distancia prudencial entre los diversos ambientes del incinerador.
- Señalización y demarcación: colocar señales de información: los extintores, botiquín para los primeros auxilios, tuberías de combustible y eléctricas, áreas de trabajo, canecas para basura y el cuarto de control eléctrico del horno incinerador. Colocar señales de obligación: uso de elementos de protección personal. Colocar señales de prohibición: áreas restringidas, prohibido fumar y hacer fuego. Demarcar las zonas de almacenamiento de material a ser incinerado y las zonas de circulación peatonal.

## **3.2.2. Protección contra incendios**

### **3.2.2.1. Identificación y descripción**

Dentro de la identificación de la protección contra incendios, se tomarán en cuenta las siguientes medidas de seguridad contra incendios:

¿Qué hacer en caso de incendio?

Antes:

- No almacene material inflamable
- No sobrecargue los sistemas eléctricos
- Identifique las rutas de evacuación y asegúrese de que estén libres de obstáculos.
- Participe activa y responsablemente en los simulacros de incendio
- Recuerde los números telefónicos de emergencia

Durante:

- Conserve la calma y no grite, para evitar que cunda el pánico.
- Abandone el lugar en forma ordenada y diríjase hacia las zonas seguras.
- Ayude a evacuar a las demás personas.
- Si sabes manejar un extintor, busque el más cercano y trate de controlar el fuego.
- Verifique que la puerta por donde va a salir no presente algún calentamiento, de ser así, busca otra ruta de escape.
- Si hay humo, y está en un espacio cerrado, colóquese lo más cerca posible del piso, tapándose la boca y nariz con un trapo húmedo.
- No pierda el tiempo buscando objetos personales.

Después:

- Aléjese lo más que pueda de la zona donde ocurre el incendio
- No interfiera en las actividades de los bomberos y rescatistas
- De acuerdo con sus condiciones personales, colabore en la atención de los heridos

### **3.2.3. Señalización**

#### **3.2.3.1. Identificación y descripción**

Al identificar la señalización nos enfocamos en identificar la protección frente al riesgo, analizando los siguientes aspectos.

Señalización:

La utilización de la señalización en el campo de la prevención de riesgos laborales, tiene como objetivos:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produce una situación de emergencia
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de medios e instalaciones de evacuación, protección, emergencia y primeros auxilios
- Orientar e informar a los trabajadores que efectúan maniobras peligrosas.
- Definir rutas predeterminadas para una evacuación ordenada.
- Identificación de desechos sólidos hospitalarios.

Los recipientes reusables y los desechables deben usar los siguientes colores:

- Rojo: para desechos infecciosos especiales
- Negro: para desechos comunes
- Gris: para desechos reciclables: papel, cartón, plástico, vidrio, etc.
- Amarillo: para desechos radioactivos

Nota: en algunos países se usan otros colores para la identificación de los desechos.

Las fundas rojas en lo posible deben ser marcadas con el símbolo de desecho biopeligroso. Si no hay fundas plásticas de estos colores, pueden usarse de un solo color pero claramente identificadas con los símbolos o con rótulos de cinta adhesiva.

### **3.2.4. Reacción ante emergencias**

#### **3.2.4.1. Identificación y descripción**

Constantemente se suscitan en el mundo eventos naturales o eventos generados por el ser humano que impactan severamente a un número considerable de personas y recursos. Los medios de comunicación constantemente reseñan terremotos, deslizamientos de tierra, inundaciones, tormentas, huracanes, derrames, contaminación y terrorismo, entre muchos otros desastres.

Muchos de estos eventos se convierten en grandes retos para los gobiernos y los ciudadanos debido a las pérdidas humanas y materiales que los acompañan. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, si se hubiera contado con la preparación adecuada, se hubieran podido prevenir o aminorar significativamente las pérdidas y los daños.

Los gobiernos y los ciudadanos deben estar siempre preparados para enfrentar estas situaciones. La preparación ante emergencias y desastres conlleva unas estrategias útiles y efectivas para prevenir y enfrentar situaciones que pueden ser devastadoras. La preparación ofrece a la población herramientas para reducir el impacto ante una posible emergencia, fortalece su capacidad para enfrentarla en el momento en que ocurra y le ayuda a recuperarse después del evento. Estas estrategias son necesarias para evitar situaciones que puedan amenazar la salud pública del país.

Identificación de reacción ante emergencias.

#### Actuación en caso de emergencia

Para evitar la confusión durante una emergencia, es fundamental que todas las personas conozcan su papel y el de los demás en caso de emergencia. Deberá elaborarse y divulgarse un plan de emergencia bien estudiado, con el que deberá familiarizarse todo el personal. En dicho plan se indicarán de forma concreta y clara las responsabilidades de cada persona y la correspondiente jerarquía de mando. Un plan de emergencia debe incluir como mínimo:

- El nombre de la industria.
- La dirección de las instalaciones, con número de teléfono y plano de localización.
- El objetivo del plan de emergencia y la fecha efectiva de su entrada en vigor.
- El área cubierta y un plano de localización.
- La organización de emergencia, indicando la jerarquía de mando encabezada por su director.
- Los sistemas contra incendios y los equipos móviles y portátiles, detallados.

- Detalles de la disponibilidad de asistencia.
- Las alarmas contra incendios y los equipos de comunicación.
- La actuación en caso de emergencia, definiendo por separado y de forma concreta las acciones que debe emprender:
  - La persona que detecta el incendio
  - El cuerpo de bomberos particular de la empresa
  - El jefe de la sección implicada en la emergencia
  - Los jefes de otras secciones no implicadas en la emergencia
  - La organización de seguridad
  - El jefe de bomberos, en su caso
  - El director de la empresa
  - Otros
- La jerarquía de mando en la escena del accidente. Se considerarán todas las situaciones posibles, indicando claramente la persona que debe asumir el mando en cada caso y las circunstancias en que debe solicitarse ayuda a otra organización.
- Las medidas que deben tomarse después del incendio. Se indicarán las responsabilidades en materia de:
  - Reposición o relleno de todos los sistemas, equipos y fuentes de agua de protección contra incendios.
  - Investigación de la causa del incendio o la explosión.
  - Preparación y presentación de los informes.
  - Adopción de medidas que eviten que vuelva a producirse una emergencia similar.

Cuando se dispone de un plan de asistencia mutua, debe enviarse a todas las unidades participantes una copia del plan de emergencia y recibir a cambio los planes de sus instalaciones respectivas.

## Protocolos de evacuación

Como resultado de una explosión o un incendio pueden producirse situaciones que requieran la ejecución de un plan de emergencia. Una explosión puede ir seguida o no de incendio, pero en la mayoría de los casos genera un efecto devastador que puede herir e incluso causar la muerte a las personas que se encuentren en sus proximidades y/o causar daños materiales en las instalaciones, según el caso. Una explosión puede producir también una confusión generalizada, que provoque la parada inmediata de los procesos de fabricación o de parte de ellos y el desplazamiento simultáneo de gran cantidad de personas. Si no se consigue controlar y organizar inmediatamente la situación, se crean situaciones de pánico que pueden dar lugar a daños personales y materiales de mayor magnitud.

### Como actuar antes (Prevención)

- Las personas y sus familias deberán conocer con antelación las áreas de seguridad tanto internas como externas en sus domicilios u oficinas
- Deben limpiar los bordes de sus techos de objetos contundentes (macetas, maderas u otros)
- Realice una evaluación de la estructura de su casa u oficina
- Señalizar las zonas de escape y de seguridad
- Tener siempre a mano un pequeño botiquín, una linterna y un radio a pilas
- Tenga un pequeño stock de alimento enlatado con vencimiento vigente

### Autoridades

- Evaluar las edificaciones y determinar los inmuebles de alto riesgo
- Reubicar con urgencia a los pobladores de las laderas de cerro y riveras de los ríos que presentaran riesgo.

- Realizar simulacros con el objetivo de que los participantes conozcan como actuar en caso de producirse un sismo.
- Realizar inspecciones permanentes a los locales públicos a fin de verificar que estos cuente con medidas preventivas y estructuras seguras.
- Realizar reparto de volantes con estas recomendaciones

#### Durante

- Acudir a las zonas de seguridad ya establecidas
- Manténgase alejado de vidrios y cornisas
- En lo posible evite el pánico y trate de mantener la calma
- No salir corriendo en zona de paso vehicular
- Si está manejando detenga su vehículo
- Si esta en un edificio no utilice el ascensor, siempre la escalera
- Estar atentos a menores de edad, minusválidos y personas de la tercera edad

#### Después

- Recuerde que cuando ocurre un sismo de magnitud siempre hay replicas
- Apague el sistema eléctrico y de gas
- Antes de reingresar a su domicilio u oficina evalúe los daños en su estructura
- Colabore con las autoridades
- Tenga siempre los números de emergencias a la mano
- Siempre ser solidarios con las víctimas

Finalmente, es necesario recordar que del esfuerzo que hoy hagamos en temas preventivos dependerá la tranquilidad y seguridad de la población.

- Procedimientos básicos de primeros auxilios

Frente a un accidente o siniestro de emergencia es de vital importancia una atención pronta y adecuada, prestada por cualquier persona que incluso no tenga conocimientos de medicina, pero sí de primeros auxilios con los cual se puede salvar la vida del accidentado o en su defecto evitarle secuelas de incapacidad de por vida. Por tanto, es necesario tener en cuenta las siguientes normas básicas:

- Mantener una actitud serena, tranquila y confiada. evitando el pánico, a fin de actuar rápida y cuidadosamente.
- Inmovilizar a la persona afectada, sobre todo si se trata de heridas y fracturas, toda vez que los movimientos pueden complicar su estado de salud, salvo que su condición haga urgente su traslado para recibir atención personalizada.
- Utilizar compresas, vendajes o tablillas, según sea el caso para inmovilizar al herido.
- Tratar de diagnosticar la causa exacta de lo ocurrido, preguntando a la víctima o a los testigos.
- No proporcionar agua ni alcohol al accidentado, ya que podemos asfixiarlo
- Examinar rápida y cuidadosamente al accidentado, soltando o aflojando las prendas que puedan dificultar la respiración y circulación (corbata, cinturón, sostén, etc.)
- Colocar su cabeza de costado, si esta inconsciente, y abrigarlo con lo que se tenga a la mano para evitar enfriamiento.
- Utilizar solo las medidas y técnicas apropiadas para brindar los primeros auxilios, no emplear maniobras forzadas que puedan ocasionar daños irreparables.
- Si fuera necesario pedir ayuda médica de personas calificadas

Por otro lado, lo primero que debemos tener en cuenta al examinar un accidentado son sus signos vitales:

- Temperatura

Se mide con el termómetro, los valores normales son:

- Temperatura axilar 37 grados Celsius
- Temperatura oral 37.2 grados Celsius
- Temperatura rectal 37.5 grados Celsius

Asimismo, se debe indicar que en la actualidad existen diferentes tipos de termómetros digitales, mercurios (orales y rectales), frontales.

- Frecuencia respiratoria

Es el número de respiraciones en un minuto. Los valores normales son de 12 a 16 por minuto. Existen dos momentos: la inspiración y la expiración. El primero es cuando se toma aire y el segundo cuando lo exhalamos.

- Pulso

Es la manifestación de la onda cardiaca a través de los vasos sanguíneos y coincide con la frecuencia cardiaca. Existen diferentes lugares donde se puede tomar o medir el pulso: arteria radial, femoral, poplítea, pedía, carotídea.

- Presión arterial

Presión, significa la fuerza que hace la sangre sobre las paredes de los vasos; los valores normales son de 120/80 mm/Hg y la presión promedio es de 100. Existen dos valores la sistólica o presión alta, que es el momento donde aparecen los latidos cardiacos y la presión diastólica o presión baja que es cuando se dejan de escuchar los ruidos cardiacos.

Los primeros auxilios consisten en la aplicación experta de principios aceptados de tratamiento médico en el momento y el lugar en que se produce un accidente. Es el método aprobado para tratar a la víctima de un accidente hasta que se la pueda poner en manos de un médico para el tratamiento definitivo de la lesión. El equipo mínimo de primeros auxilios consta de un botiquín, ropa protectora y equipo de seguridad para la persona que presta los primeros auxilios, y equipo para la irrigación ocular.

- El botiquín de primeros auxilios

El maletín propiamente dicho debe estar hecho de un material que mantenga el contenido sin polvo ni humedad. Debe guardarse en un lugar bien visible y ser fácilmente reconocible. Por convenio internacional, el botiquín de primeros auxilios se identifica mediante una cruz blanca sobre fondo verde o una cruz roja sobre fondo blanco.

El botiquín de primeros auxilios debe contener lo siguiente:

- Hoja de instrucciones con orientaciones generales
- Apósitos estériles adhesivos, empaquetados individualmente y de distintos tamaños
- Parches oculares estériles con cintas
- Vendas triangulares
- Compresas estériles para heridas
- Imperdibles
- Una selección de apósitos estériles no medicados
- Un manual de primeros auxilios, por ejemplo publicado por la Cruz Roja Internacional

El equipo de protección de la persona que presta los primeros auxilios incluye lo siguiente:

- Una gasa para la boca para realizar la respiración boca a boca
- Guantes y otras protecciones de barrera contra la exposición a la sangre
- Un estuche de limpieza para los derrames de sangre

También debe disponerse de material para la irrigación ocular; el personal estará debidamente adiestrado en su utilización.

Al preguntar a los empleados sobre la presencia de un botiquín de primeros auxilios y/o enfermería en el área de producción, el 100% de éstos indicó que no existe ninguno de los dos, situación que provoca, de acuerdo a lo manifestado por los trabajadores en entrevistas informales, que deban salir a comprar medicinas o llevarlas de su casa para usarlas cuando sufren de dolores de cabeza, estómago, cuerpo o algún resfriado. La falta de un botiquín de primeros auxilios tanto en el área de producción como en el resto de la empresa fue corroborada por el supervisor del área en una entrevista realizada manifestando que en los casos en que ocurre un accidente el procedimiento usual es que el empleado sea trasladado inmediatamente al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), sin brindársele ningún tipo de asistencia médica previa.

#### Medidas para el control de derrames o fugas de DSH

Para proceder ante un derrame o fuga de un residuo tóxico y peligroso, se deben considerar los siguientes pasos, considerando siempre:

Paso 1: evaluar el incidente.

Paso 2: asegurar el área y notificar el incidente.

Paso 3: controlar el derrame.

Paso 4: limpiar la zona contaminada.

Paso 5: retirar materiales contaminados.

Paso 6: incinerar inmediatamente.

Paso 7: registrar el incidente.

Paso 1: evaluar el incidente:

- Localizar el origen del derrame o fuga
- Identificar rápidamente la categoría del residuo derramado (de etiqueta del envase o de solicitud de retiro respectiva en cabina del camión)
- Identificar inmediatamente el o los compuestos químicos (de etiqueta del envase o solicitud de retiro respectiva en cabina del camión)

Paso 2: asegurar el área y notificar el incidente

El chofer del camión, en calidad de jefe de grupo de trabajo, procederá inmediatamente a:

- Alertar a todos los operarios del camión sobre el derrame
- Apagar todo equipo o fuente de ignición
- Notificar el incidente al supervisor de turno
- Evitar el contacto directo con los residuos derramados
- El incinerador no deberá permanecer encendido sin la presencia de un operario responsable de la incineración
- Los operarios recolectores procederán a:
  - Alertar del derrame a toda persona cercana al área
  - Ventilar el área, si procede
  - Señalizar y acordonar, en lo posible con barreras o cintas, rodeando la zona contaminada

Paso 3: controlar el derrame

El personal sólo podrá proceder a controlar el derrame, si Los elementos mínimos corresponden a: ropa adecuada impermeable y resistente a los

productos químicos, guantes adecuados por categoría de incompatibilidades de residuos lentes de seguridad y mascarilla para protección respiratoria con filtro para vapores orgánicos.

Intentar detener el derrame o fuga sólo si se cuenta con protección personal y materiales apropiados.

Como material de urgencia inicial antes de contar con medios apropiados y para evitar se disperse el residuo, se pueden utilizar materiales como: tierra en primera instancia, o géneros, arena, papeles.

La tierra es la mejor opción de urgencia para controlar un derrame o inicio de incendio. Para poder utilizarla rápidamente será necesario mantener mínimo dos palas en el camión recolector.

Para controlar el derrame sobre superficie impermeable (cemento, lata, pisos) es necesario:

- Rodear rápidamente el derrame con tierra, comenzando sobre menor cota de suelo en caso de pendiente.
- Esparcir tierra sobre el residuo, siempre desde el borde hacia el centro del derrame.
- Formar capas de tierra hasta que la tierra absorba todo el residuo. Usan elementos de protección personal adecuados y se encuentran debidamente capacitados.

Jamás utilizar agua sobre un derrame o principio de incendio.

Para controlar el derrame sobre superficie permeable (césped, arena, aserrín, tierra), es necesario:

- Cavar alrededor del derrame con tierra, comenzando sobre menor cota de suelo en caso de pendiente.
- La pala se entierra inclinada (aprox. 45°) a una distancia de 20 cm del borde del derrame y se hace palanca hacia el centro del derrame para ir formando un pequeño muro de contención y cuneta triangular.
- Seguir cavando hasta rodear completamente el derrame.
- Esparcir tierra sobre el residuo, siempre desde el borde hacia el centro del derrame.
- Formar capas de tierra hasta que la tierra absorba todo el residuo.

En caso de principio de incendio, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- En caso de incendio, sólo actuar si se cuenta con el medio de extinción de incendio apropiado (Tipo ABC).
- En caso de duda, utilizar tierra.
- informar inmediatamente a las unidades de control de incendios (Bomberos) para consultar las fichas de seguridad química con el objetivo de determinar exactamente los riesgos asociados, medidas de control, tipo de materiales y equipos a utilizar.
- Luego de controlada la situación se deberá registrar el acontecimiento correspondiente al residuo derramado (lugar, fecha, hora, causa, incidentes, tipo de control adoptado, volumen derramado, unidades involucradas, etc.) y entregar al supervisor de turno.
- Todo el material absorbente con residuos deberá ser dispuesto en bolsas plásticas gruesas o doble bolsa para ser incinerado inmediatamente.

Paso 4: limpiar la zona contaminada

Tras cada incidente se deberá limpiar la zona contaminada. Las acciones a seguir corresponden a:

- Recoger y disponer en bolsas plásticas gruesas todo material absorbente contaminado.
- Todos los productos recogidos deben tratarse como residuos tóxicos y peligrosos.
- Este residuo deberá ser entregado para ser inmediatamente incinerado.
- Disponer de una zona de descontaminación para el personal y equipos.
- Lavar los equipos y ropa utilizada (a cargo del empleador).
- Las personas que intervinieron en la descontaminación deben ducharse y cambiarse de ropa.

Jamás utilizar agua sobre un derrame o principio de incendio.

#### Controles de salud

Los funcionarios que están expuestos durante el cumplimiento de sus labores a sustancias tóxicas o peligrosas deben someterse en forma regular a controles médicos preventivos y a los que se indiquen en el reglamento de Gestión de DSH del Área de Salud si corresponde.

### **3.2.5. Simulacros**

#### **3.2.5.1. Identificación y descripción**

Un ejercicio de simulacro presenta una situación determinada de emergencia y una serie de retos para los participantes que deben responder, usando los conceptos y habilidades desarrollados durante los procesos de planeación y capacitación. El ejercicio debe ser supervisado y evaluado por especialistas en respuesta en casos de emergencia que sean externos al proyecto.

Debe hacerse un esfuerzo para que el simulacro sea tan real como sea posible. La situación o situaciones deben elegirse cuidadosamente, recuerde que el ejercicio no requiere presentar eventos tipo el peor caso posible para obtener los resultados deseados. El uso de juegos pirotécnicos, humo o líquidos para simular explosiones, fuego y derrames añadirán realismo. Normalmente se aconseja ocultar el área donde se realizará el simulacro o prepararla lejos del personal que va a ser probado para que obtengan verdadera práctica en lo que concierne a la respuesta ante lo inesperado. Sin embargo, si va a llevarse a cabo un simulacro de grandes dimensiones en un sitio donde la población en general pueda percatarse de lo que ocurre o incluso resultar afectado, debe avisarse a la comunidad con la suficiente anticipación, a través de los medios de comunicación, de que va a realizarse un simulacro y así evitar el riesgo de que el ejercicio sea confundido con una emergencia real.

Los simulacros a nivel nacional han contado con la participación del Ministerio de Educación –MINEDUC- y otras instituciones del Sistema CONRED, afines a la educación en reducción de desastres (Programas y Proyectos de Desarrollo Integral –PRODI-), Oficina de Asistencia al Exterior para Desastres –OFDA-, CARE, *Catholic Relief Service* –CRS-, Compañeros de las Américas, Visión Mundial, Cuerpo de Paz, los cuerpos de socorro (Cuerpo de Bomberos Municipales, Cuerpo de Bomberos Voluntarios, Cruz Roja Guatemalteca), Acción contra el Hambre y el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales de América Central –CEPREDENAC-, bajo la coordinación de la Secretaría Ejecutiva de CONRED, entre otros.

Debido a que las reacciones psicológicas de algunos empleados ante los siniestros pueden ser perjudiciales para la situación, se deben realizar simulacros constantes que ayuden a instruir y preparar a los trabajadores de la unidad de análisis para actuar de manera adecuada en los casos de

emergencia. Se recomienda que se lleven a cabo simulacros generales para casos de incendio, sismo y derrames de productos químicos. En ellos deberá participar la totalidad de empleados del área involucrada, únicamente deberán conocer de su desarrollo los miembros de las brigadas de evacuación, incendio y primeros auxilios para que sean lo más cercanos a la realidad. Se recomienda que se realicen por lo menos 3 veces al año. El coordinador del simulacro deberá evaluar el desempeño de las personas en cuanto a tiempo, comportamiento o dificultades que se presentaron durante el desarrollo y tendrá una duración máxima de 3 minutos. Posteriormente éste dará a conocer el resultado a todo el personal haciendo énfasis en los puntos débiles detectados y como proceder para mejorarlos.

#### Descripción del procedimiento para realizar simulacros

- El encargado deberá activar la campana de emergencia
- Al escuchar el sonido de alarma los empleados del área deberán proceder a evacuar inmediatamente, los miembros de la brigada de evacuación, solicitarán el desalojo de las áreas dirigiéndose a las salidas de emergencia que indica la ruta de evacuación, haciéndolo en forma ordenada y apresurada, pero sin correr, hasta llegar al punto de reunión 150.
- Los empleados miembros de la brigada de evacuación verificarán que todos los trabajadores hayan abandonado las instalaciones.
- Una vez en el punto de reunión la brigada de evacuación cotejará la lista del número total y nombres de empleados, para verificar la presencia de todos.
- Terminada la verificación de personal, el encargado de coordinar el ejercicio dará la señal de retorno a las áreas de trabajo

- El regreso a las instalaciones deberá ser guiado también por la brigada de evacuación para que se realice de forma ordenada.

Para que los simulacros sean efectuados de la manera más correcta y eficaz se sugiere la asistencia de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), quienes proporcionan asesoramiento en lo relacionado a los terremotos, sismos y simulacros.

## **4. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

### **4.1. Objetivo principal**

Proporcionar una herramienta efectiva que dé a conocer las normas de seguridad con respecto a la permanencia en la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, así como los procedimientos para realizar una correcta operación de los incineradores y poder encontrar una solución efectiva ante cualquier incidente o falla que se presente en la operación de los mismos.

Asimismo se dan a conocer aspectos relativos a bioseguridad, como la prevención de riesgos en el contacto con los distintos tipos de desechos al utilizar correctamente el equipo de protección personal, así como los distintos factores de riesgo a los cuales están expuestos los operarios, además de la forma en la cual pueden estar expuestos a accidentes, pero sobretodo los métodos sobre cómo prevenirlos o manejarlo en el caso que ocurran.

### **4.2. Bioseguridad**

Conjunto de medidas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos. El significado de la palabra bioseguridad se entiende por sus componentes: "*bio*" de *bios* (griego) que significa vida, y seguridad que se refiere a la calidad de ser seguro, libre de daño, riesgo o peligro. Por lo tanto, bioseguridad es la calidad de que la vida sea libre de daño, riesgo o peligro.

No obstante, existen otros significados asociados a la palabra "Bioseguridad" que se derivan de asociaciones en la subconsciencia con los otros sentidos de las palabras "seguro" y "seguridad" definidos en el diccionario (Sopena 1981) como la calidad de ser: cierto, indudable, confiable; ajeno de sospecha; firme, constante, sólido.

### **4.3. Seguridad industrial**

Es la técnica que estudia y normatiza la prevención de actos y condiciones inseguras causantes de los accidentes de trabajo. Se conoce también como el conjunto de normas que desarrollan una serie de prescripciones técnicas a las instalaciones industriales y energéticas que tienen como principal objetivo la seguridad de los usuarios, por lo tanto se rigen por normas de seguridad industrial reglamentos de baja tensión, alta tensión, calefacción, gas, protección contra incendios, aparatos a presión, instalaciones petrolíferas, etc., que se instalen tanto en edificios de uso industrial como de uso no industrial.

#### **4.3.1. Ventajas**

- Aumentar el tiempo disponible para producir, evitando la repetición del accidente.
- Reducir el costo de las lesiones, incendios, daños a la propiedad, crea un mejor ambiente laboral.
- La reducción de los riesgos laborales automáticamente disminuirá los costos de operación y aumentaría las ganancias.
- Aumentar el tiempo disponible para producir, evitando la repetición del accidente.

- Reducir el costo de las lesiones, incendios, daños a la propiedad, crea un mejor ambiente laboral.

#### **4.4. Normas y reglamentos**

Son normas que velan por el mantenimiento del equilibrio ecológico, la calidad del medio ambiente, la protección de la vida, la salud ocupacional y la integridad corporal de los trabajadores. Entre estas se mencionan el Reglamento relativo a protección contra accidentes, establecido por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y el Acuerdo Gubernativo 509-2001, el cual contempla el Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios.

#### **4.5. Incineración**

Es una de las tecnologías térmicas existentes para el tratamiento de residuos. Incineración es la quema de materiales a alta temperatura (generalmente superior a 900°C), mezclados con una cantidad apropiada de aire durante un tiempo predeterminado. En el caso de incineración de los residuos sólidos, los compuestos orgánicos son reducidos a sus constituyentes minerales, principalmente dióxido de carbono gaseoso, vapor de agua y sólidos inorgánicos (cenizas).

Esta combustión se realiza en una instalación que suele llamarse planta de incineración, proyectada y construida para tal fin.

Entre sus ventajas y desventajas se pueden mencionar a continuación las siguientes:

Ventajas:

- Reduce el volumen en un 90%

- Eliminación total de patógenos si se opera adecuadamente
- Alto grado de efectividad
- Destruye cualquier material que contiene carbón orgánico
- Aplicable a cualquier tipo de residuo
- Los restos son irreconocibles y definitivamente no reciclables
- Permite el tratamiento de residuos anatómicos y patológicos

Desventajas:

- Alto costo en combustible
- Riesgo en la operación
- Costo de mantenimiento elevado
- Conlleva el riesgo de posibles emisiones y sustancias tóxicas en la atmósfera.

Desde tiempos remotos, cuando se quemaban los cadáveres de alguna epidemia, se ha asumido que la incineración es la manera más eficaz de librarse totalmente de cualquier riesgo de contagio o propagación de una enfermedad. Pero el funcionamiento de incineradores de residuos hospitalarios para su tratamiento ha logrado que nunca haya sido más apropiado el popular dicho de que " el remedio es peor que la enfermedad ", debido a las tóxicas emisiones que provienen a un de lo que emplean la más moderna tecnología, como se ha dado en llamar la incineración.

Muchas de las emisiones de las chimeneas de los incineradores son sustancias persistentes y bioacumulativas como las dioxinas, responsables según creciente evidencia científica de problemas en el sistema inmunológico, mal formaciones congénitas, alteraciones en el sistema endocrino y cáncer.

La incineración trae fundamentalmente dos tipos de problemas: causa alteraciones en la salud pública y se debe de mantener en funcionamiento por largos periodos de tiempo para que sea rentable. Los incineradores de residuos hospitalarios liberan al medio ambiente productos de combustión incompleta (PICs) entre los que se encuentran las dioxinas y los furanos, metales pesados y residuos sin quemar.

Además de las emisiones de la chimenea, los incineradores de residuos producen cenizas y efluentes líquidos. Por lo anterior es fundamental aclarar que la técnica de la incineración propiamente dicha puede y ha ayudado a disminuir los problemas que se presentan por la generación de residuos sólidos, específicamente los hospitalarios, sin embargo, es una técnica altamente costosa que requiere datos exactos de temperatura, tiempo de residencia y exceso de oxígeno para que funcione correctamente. A continuación se expone en qué consiste el proceso de incineración:

La incineración es un proceso de quemado a alta temperatura en el que los residuos combustibles son reducidos a residuos inertes (cenizas).

La incineración tiene lugar en un horno que consiste en una estructura cerrada, revestida con productos refractarios, equipada con rejillas y abastecida con cantidades excesivas de aire en la que tiene lugar el quemado. Las temperaturas en el horno se aproximan a los 955 grados Celsius.

La cámara de combustión es una estructura cerrada revestida con productos refractarios, algunas veces unida al horno, en la que tiene lugar un quemado más completo de material residual de cenizas volantes y materiales gaseosos.

Hay una cámara secundaria, una cámara grande, aislada, que permite que los gases de combustión se expandan y reduzcan su velocidad, mientras las partículas se puedan depositar previamente a la emisión de gases a la chimenea.

Los principales factores que influyen en la destrucción de los residuos en esta fase son:

**Temperatura:** en la incineración, el objetivo es suministrar energía suficiente para que ocurra la ruptura de los enlaces entre los átomos del residuo, y luego, la recombinación que permite formar principalmente CO<sub>2</sub> y agua, sustancias bastante estables. La necesidad de mantener la temperatura correcta de incineración exige un control automático de la temperatura en las dos cámaras, generalmente con alarma para la temperatura baja y el bloqueo automático del suministro de residuos.

**Tiempo:** la absorción de la energía suministrada al residuo por la quema del combustible es rápida, pero no instantánea. El tiempo de 0,8 a 2 segundos, exigido como tiempo de residencia de los gases, es necesario para que ocurran las reacciones químicas de destrucción de los compuestos tóxicos.

Las variaciones en la cantidad de residuos alimentados o en la presión en el interior del incinerador, pueden provocar la reducción del tiempo de permanencia, perjudicando la incineración.

**Turbulencia:** es necesario que todo el material, al pasar por la cámara de combustión, permanezca expuesto a la temperatura de incineración durante la misma cantidad de tiempo. Ninguna porción deberá pasar «más rápido», ya que el tiempo de residencia debe ser mantenido. Por lo que, la cámara secundaria se dimensiona con el objetivo de que permita el paso turbulento de los gases, garantizando una mezcla adecuada.

Los procesos relativos para la operación de un incinerador consisten en:

- **Pre calentamiento**  
En este proceso los equipos iniciarán actividades sin carga, para obtener una combustión completa y bajo condiciones estrictas de seguridad.
- **Control de temperatura**  
La cámara primaria y la secundaria deben alcanzar distintos niveles de temperatura, porque sus funciones son diferentes. Involucra operaciones secuenciales en dos cámaras separadas. La cámara primaria debe ser mantenida en una temperatura mínima suficiente como para que suceda la combustión con oxígeno en defecto, de manera de eliminar los microorganismos y esterilizar la ceniza.
- **Preparación del residuo**  
Se preparan los residuos en base a su humedad, volatilidad y contenidos de elementos químicos como el cloro.
- **Carga del residuo (cantidad y frecuencia)**  
Identifica la preparación y clasificación de los residuos que van a ser incinerados, dicha clasificación se da de acuerdo a sus contenidos calóricos (humedad y volatilidad), de acuerdo a estos parámetros son ingresados los residuos al horno, para su posterior incineración.
- **Combustión del residuo**  
En esta fase, que dura de 30 a 120 minutos a una temperatura de 500 a 800°C, ocurren el secado, el calentamiento, la liberación de sustancias volátiles y la transformación del residuo remanente en cenizas.

- Tratamiento de los gases de combustión

Los gases provenientes de la cámara secundaria del horno ingresan al proceso de *lavado de gases*, a fin de retener material particulado y gases de combustión. La temperatura desciende abruptamente a niveles permisibles para su emisión.

- Manipulación de las cenizas residuales

Las cenizas no se deben enfriar con agua dentro del horno, porque no termina su tiempo de incineración y acorta la vida útil de la fumistería. Se debe extraer del incinerador con una pala chata para no dañar el material refractario. Se deben de colocar las cenizas en un recipiente metálico y enfriarla con agua, para evitar emisiones fugitivas.

## CONCLUSIONES

1. Se evidenció la ausencia de personal capacitado y adiestrado, tanto en el manejo de desechos como en la operación y mantenimiento de los incineradores. Por lo tanto, se justifica el desarrollo de un programa periódico de capacitación y de auditoría.
2. En la prevención de desastres de origen natural o tecnológico, La señalización es uno de los aspectos más importantes.
3. Las señales de seguridad son un medio eficaz para prevenir accidentes y salvaguardar vidas y bienes ante siniestros de cualquier magnitud.
4. Las pérdidas de vidas y bienes no son producidas únicamente por el fenómeno, sino también por el incumplimiento y poca importancia que se les da a estas señales.
5. La normalización de señales y colores de seguridad sirve para evitar, en la medida de lo posible, el uso de palabras en la señalización de seguridad.
6. Las medidas de prevención son siempre más efectivas que las medidas de protección.



## RECOMENDACIONES

1. Al jefe de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, debe de adquirir equipo adicional para complementar el manejo de los desechos sólidos hospitalarios, este equipo comprende autoclaves y trituradores, para tratar los envases de vidrio y así triturarlos posteriormente, porque estos al ser ingresados dentro de las cámaras de combustión de los incineradores pueden generar explosiones y por consiguiente dañar las paredes de los mismos.
2. Mantener una constante capacitación para los operadores sobre bioseguridad y normas de seguridad dentro del área de operación de los incineradores, para minimizar riesgos bioinfecciosos y de accidentes.
3. Concientizar al personal tanto operativo como de mantenimiento sobre la importancia del cumplimiento de las normas de señalización, para prevenir incidentes y accidentes.
4. A los operarios se les recomienda cumplir con los procedimientos de operación de los incineradores, así como con las normas de seguridad dentro de la planta, llevando a cabo todas las actividades y tareas que sugiere este manual, con el fin de preservar los equipos y la salud y seguridad de los operadores y jefes de planta.

5. Trasladar a un lugar adecuado los depósitos de combustible diesel y gas licuado del equipo de incineradores, ya que su actual posición compromete la seguridad de la operación de los mismos y de los operadores, porque representa un alto riesgo de explosión e incendio por encontrarse a una distancia bastante reducida sobre la compuerta de ingreso de los desechos al incinerador.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CLEAVER, Brooks. *Manual for the Pyrolytic Incinerator. Operation, Maintenance, and Parts*. EEUU Publication No. CEK 6826. September 1988. p.
2. FABIÁN, Mariano. *Hornos semi-pirólíticos (por aire controlado)*, Curso de operador de incineradores (teoría), (22): 35-42. 2007.
3. Guatemala, ministerio de salud pública y asistencia social, *Disposiciones generales*, Acuerdo Gubernativo No. 509-2001, Enero 2001.núm. 1, 12.
4. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, *Objeto*, Junta Directiva, *Reglamento Sobre Protección Relativa a Accidentes*, (23): 2. 1995.
5. MICHEL, Hansenne.; *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. 4a ed. Madrid. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones. 4720 p.
6. MOTA CHI, Guillermo Enrique. *Propuesta de un programa para la operación y mantenimiento de incineradores en Hospitales Nacionales*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Noviembre, 2005. p.56

7. National Service Center for Environmental Publications (NSCEP). *Capital and O & M Cost Relationships for Hazardous Waste Incineration*. Cincinnati OH 45268, Hazardous Waste Engineering, Research Laboratory, United States, February 1985. Disponible en Web: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/30004CFX.TXT>
  
8. NEULICHT, R. M.; et al. *Operation and Maintenance of Hospital Medical Waste Incinerators*. Control Technology Center (EPA). January 1990  
Disponible en Web: <http://www.p2pays.org/ref/15/14256.pdf>
  
9. PERALTA, Carlos Enrique, *Disposiciones generales*, Reglamento General Sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, Palacio Nacional, Guatemala 1957, (31): 4.

## APÉNDICE A

Capacitación a coordinadores de hospitales: manejo de desechos sólidos hospitalarios.



Fuente: Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente.



## APÉNDICE B

Capacitación a trabajadores de la planta: bioseguridad y normas de seguridad.



Fuente: Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente.



Fuente: Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente.



### APÉNDICE C: Operación de incineradores

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		
ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS LA VERBENA		
<b>OPERACION DE INCINERADORES</b>		
<b>RUTINA DIARIA</b>		
Inspección realizada por:		Fecha:
Incinerador No.:		
Actividades a realizar:		
No	Actividad:	Observaciones:
1	Pre calentamiento del Incinerador	
2	Arranque	
3	Apertura de puerta de cargado	
4	Inspección de soplador y quemadores primarios antes del cargado.	
5	Cronometrar ciclo de quemado	
6	Control de temperaturas	
7	Preparación del residuo	
8	Carga del residuo	
9	Tratamiento de gases de combustión	
10	Manipulación de cenizas	
Observaciones generales:		

Fuente: elaboración propia.



### APÉNDICE D: Equipo de protección personal

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS LA VERBENA		
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
RUTINA SEMANAL		
Inspección realizada por:		Fecha:
Actividades a realizar: chequeo de equipo de protección personal		
No	Tipo de equipo	Observaciones:
1	Tapones auditivos	
2	Careta	
3	Respirador o máscara con filtro de vapores orgánicos	
4	Delantal de caucho	
5	Zapatos (botas) de seguridad de suela resistente a Aceites	
6	Botas de caucho para reempaques	
7	Guantes de caucho y carnaza	
8	Gafas de seguridad	
9	Pantalones y camisas	
10	Casco protector	
Observaciones generales:		

Fuente: elaboración propia.



### APÉNDICE E: Equipo contra incendios

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS LA VERBENA		
<b>EQUIPO CONTRA INCENDIOS</b>		
RUTINA MENSUAL		
Inspección realizada por:		Fecha:
Actividades a realizar: Revisión de equipo básico contra riesgos (accidentes, incendios)		
No	Actividad:	Observaciones:
1	Equipo de extintores contra incendios, tipo ABC, en condiciones óptimas de funcionamiento:	
2	Mangueras para agua adecuadas para la mitigación de incendios.	
3	Depósitos de arena y palas	
4	Equipo de seguridad industrial.	
5	Carretas	
6	Botiquín	
7	Formularios para la anotación e investigación de los accidentes	
8	Fichas de seguridad	
Observaciones generales:		

Fuente: elaboración propia.