



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

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
INCINERADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS
SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**

Jeyder Daniel García Pineda

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, mayo de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
INCINERADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS
SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JEYDER DANIEL GARCÍA PINEDA

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola De López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Sanabria Solchaga
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
INCINERADORES DE 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 25 de agosto de 2009.


Jeyder Daniel García Pineda



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 24 de febrero de 2010
REF.EPS.DOC.152.02.10.

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 **Jeyder Daniel García Pineda** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **200412803**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS INCINERADORES 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





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 24 de febrero de 2010
REF.EPS.D.387.01.10

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 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS INCINERADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jeyder Daniel García Pineda** 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.

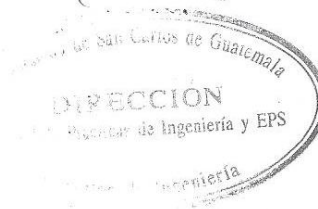
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña 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 DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS INCINERADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA del estudiante Jeyder Daniel García Pineda, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, mayo de 2010

JCCP/behdei



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 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS INCINERADORES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS, LA VERBENA**, presentado por el estudiante universitario **Jeyder Daniel García Pineda**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, abril de 2010

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

A ti, oh Dios de mis padres, te doy gracias y te alabo, porque me has dado sabiduría y fuerza.

MIS PADRES

Daniel García del Cid y María Antonia Pineda de García, porque por su amor, sacrificios y apoyo incondicional, he logrado llegar a este momento tan importante en mi vida.

MIS HERMANOS

Milvia Sujey y Lusbin Noel, por su cariño y apoyo.

MI NOVIA

Mónica Sussethe Sum de la Cruz, por ser mi fuente de amor y motivo de superación.

MIS AMIGOS

Miguel Sum y Silvia de la Cruz, gracias por todos sus consejos y apoyo.

MIS MAESTROS

Por haber compartido sus conocimientos incondicionalmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. MARCO TEÓRICO	
1.1. Incineración	1
1.1.1. Preparación del residuo	4
1.1.2. Carga del residuo	4
1.1.3. Combustión del residuo	6
1.1.4. Tratamiento de gases de combustión	7
1.1.5. Manipulación de las cenizas residuales	8
1.2. Partes de un incinerador	9
1.2.1. Cámara de combustión	9
1.2.2. Cámara de post-combustión	10
1.2.3. Cuerpo principal	11
1.2.4. Quemadores	11
1.2.5. Tablero de control	12
1.2.6. Chimenea	12
1.3. Mantenimiento	13
1.3.1. Definición	13
1.3.2. Tipos de mantenimiento	14
1.4. Mantenimiento preventivo	15
1.4.1. Función	15

1.4.2.	Ventajas	15
1.4.3.	Desventajas	16
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN (ANÁLISIS DE RIESGO)	
2.1.	Bioseguridad	17
2.1.1.	Factores de riesgo	17
2.1.1.1.	Factores de riesgo físico	18
2.1.1.2.	Factores de riesgo químico	19
2.1.1.3.	Factores de riesgo biológico	21
2.1.1.4.	Factores de riesgo fisiológico	22
2.1.1.5.	Factores de riesgo mecánico	23
2.1.1.6.	Factores de riesgo eléctrico	24
2.1.1.7.	Factores de riesgo físico-químico	25
2.1.1.8.	Factores de riesgo arquitectónico	26
2.1.1.9.	Factores de riesgo general	27
2.1.2.	Equipo de bioseguridad utilizado en incineración	27
2.1.3.	Medidas de seguridad e higiene	28
2.2.	Seguridad Industrial	29
2.2.1.	Equipo de seguridad industrial utilizado en Incineración	29
2.2.2.	Señalización	31
2.2.2.1.	Colores de seguridad	32
2.2.2.2.	Características intrínsecas	33
2.2.2.3.	Requisitos de utilización	34
2.2.2.4.	Señales de advertencia	35
2.2.2.5.	Señales de prohibición	36
2.2.2.6.	Señales de obligación	37
2.2.2.7.	Señales relativas a equipos contra incendios	37

2.2.2.8.	Señales de salvamento o socorro	38
2.2.3.	Ejemplos de actos inseguros	40
2.3.	Reglamentos y leyes	40
2.3.1.	Acuerdo Gubernativo No. 509-2001	41
2.3.2.	Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo	41
2.3.3.	Reglamento sobre protección relativa a accidentes	42

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO)

3.1.	Incineradores	43
3.1.1.	Quemadores	44
3.1.2.	Sopladores de aire	45
3.1.3.	Cámara de combustión	45
3.1.4.	Cámara de post-combustión	45
3.1.5.	Cuerpo principal	46
3.1.6.	Tablero de control	46
3.1.7.	Turbina de extracción de aire	47
3.3.	Diseño de fichas de control	47
3.3.1.	Rutinas de mantenimiento	48
3.3.1.1.	Rutina de mantenimiento diario	48
3.3.1.2.	Rutina de mantenimiento semanal	49
3.3.1.3.	Rutina de mantenimiento mensual	50
3.3.1.4.	Rutina de mantenimiento bimensual	51
3.3.1.5.	Rutina de mantenimiento semestral	52
3.3.2.	Orden de trabajo	53
3.3.3.	Reporte de anomalías y fallas	54
3.3.4.	Historial	55

CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	61
BIBLIOGRAFÍA	63
APÉNDICES	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Señales de advertencia	35
2	Señales de prohibición	36
3	Señales de obligación	37
4	Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios	38
5	Señales de salvamento o socorro	39

TABLAS

I	Colores de seguridad	33
II	Rutina de mantenimiento diario	48
III	Rutina de mantenimiento semanal	49
IV	Rutina de mantenimiento mensual	50
V	Rutina de mantenimiento bimensual	51
VI	Rutina de mantenimiento semestral	52
VII	Orden de trabajo	53
VIII	Reporte de anomalías y fallas	54
IX	Historial	55

GLOSARIO

Dioxinas	Las dioxinas son compuestos químicos obtenidos a partir de procesos de combustión que implican al cloro.
Furano	Es un líquido claro, incoloro, altamente inflamable y muy volátil, con un punto de ebullición cercano al de la temperatura ambiente.
Patógeno	Que produce enfermedad
Patológico	Que constituye una enfermedad o es síntoma de ella.
Blíster	Envase para manufacturados pequeños que consiste en un soporte de cartón o cartulina sobre el que va una lámina pegada, de plástico transparente con cavidades en las que se alojan los distintos artículos.
PVC	Policloruro de vinilo
Lluvia ácida	Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre emitidos por fábricas, centrales eléctricas y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo.

En interacción con el vapor de agua, estos gases forman ácido sulfúrico y ácidos nítricos. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida.

HCL

Ácido Clorhídrico

Floculación

Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.

Pirolisis

Es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno.

Neumoconiosis

La neumoconiosis es un conjunto de enfermedades pulmonares producidas por la inhalación de polvo y la consecuente deposición de residuos sólidos inorgánicos o partículas orgánicas en los bronquios, los ganglios linfáticos y/o el parénquima pulmonar, con o sin disfunción respiratoria asociada.

DSH

Desecho sólido hospitalario.

Conflagración

Incendio, fuego grande.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, área de salud, Guatemala central, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, entre el año 2009 y 2010 y en el participaron los operadores de los incineradores, la persona encargada de la planta, así como los técnicos encargados de realizar el mantenimiento.

El propósito del presente fue diseñar y dar a conocer a la persona encargada de la planta, un plan de mantenimiento preventivo que pretende que los incineradores brinden el servicio para el cual fueron diseñados, en forma constante y de óptima calidad, siguiendo las normas establecidas, y que las personas que realicen el mantenimiento, minimicen los actos inseguros que se pueden presentar al momento de su realización.

Para ello fue necesaria la descripción de las actividades que se deben realizar a cada incinerador, así como su frecuencia, también se determinaron los actos inseguros presentes en el mantenimiento, se creó conciencia en los operarios de la importancia de la utilización del equipo de bioseguridad dentro de la planta y el acatamiento de normas de bioseguridad.

La planta no contaba con un plan de mantenimiento preventivo para los incineradores, por lo tanto su funcionamiento normal se veía afectado, lo cual ponía en riesgo la salud de los operarios y personas que entran en contacto con los gases que son expulsados de los incineradores, los operadores de los incineradores fueron capacitados en aspectos relativos a bioseguridad y a la implementación del plan de mantenimiento preventivo que se diseñó para los incineradores.

OBJETIVOS

- **General:**

Dar a conocer a la persona encargada de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios del área de salud, Guatemala central, un plan de mantenimiento preventivo que pretende que los incineradores brinden el servicio para el cual fueron diseñados, en forma constante y de buena calidad, siguiendo las normas establecidas, y que las personas que realicen el mantenimiento minimicen los actos inseguros que se pueden presentar al momento de su realización.

- **Específicos:**

1. Describir las actividades a realizar a cada uno de los incineradores y su frecuencia.
2. Determinar los actos inseguros que se pueden presentar al momento de realizar el mantenimiento.
3. Crear conciencia en los operarios de la importancia de la utilización del equipo de bioseguridad dentro de la planta.
4. Crear una cultura de mantenimiento preventivo en lugar de mantenimiento correctivo dentro de la planta.

INTRODUCCIÓN

El programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es una proyección hacia los distintos sectores del país que permite al estudiante y futuro profesional, confrontar la teoría con la práctica en un campo real de aplicación en búsqueda de soluciones a problemas específicos.

El Ejercicio Profesional Supervisado desarrollado entre el mes de agosto del 2009 y enero del 2010, en la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social estuvo orientado al diseño de un plan de mantenimiento para la planta, la realización de un análisis de riesgos para los técnicos encargados del mantenimiento y a la capacitación de los operarios de la planta en aspectos de bioseguridad.

Con los resultados obtenidos a través del desarrollo del E.P.S. se procedió a la redacción del presente informe, cuyo contenido involucra tres capítulos que en forma general contienen:

Capítulo I. Trata sobre aspectos teóricos de incineración, componentes de un incinerador, mantenimiento y mantenimiento preventivo.

Capítulo II. Desarrolla aspectos relacionados a bioseguridad como lo son los factores de riesgos, equipo de bioseguridad utilizado en incineración, medidas de seguridad e higiene y señalización industrial.

Capítulo III. En este se muestra el plan de mantenimiento diseñado para la planta, describiendo las actividades y frecuencia de realización, el formato de órdenes de trabajo, reportes de anomalías y fallas y del historial.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Incineración

Consiste en destruir los desechos (en este caso desechos sólidos hospitalarios) mediante un proceso de combustión, en el cual éstos son reducidos a cenizas.

Con los incineradores se pueden tratar la mayoría de los desechos sólidos peligrosos, incluyendo los farmacéuticos y los químico-orgánicos, pero no los desechos radiactivos ni los contenedores presurizados.

Los incineradores están equipados con una cámara primaria y otra secundaria de combustión, provistas de quemadores, capaces de alcanzar la combustión completa de los desechos y una amplia destrucción de las sustancias químicas nocivas y tóxicas (dioxina, furanos, etc.). En la cámara de combustión primaria se debe alcanzar una temperatura mínima de 850 °C. En la cámara de combustión secundaria se alcanzan temperaturas de alrededor de 1.100 °C (1.300 °C, según el Acuerdo Gubernativo No. 509-2001) y se opera con un tiempo de permanencia de los humos de un mínimo de dos segundos. Para tratar el flujo de gases y las partículas arrastradas, antes de que sean liberados a la atmósfera, en algunos incineradores se agregan torres de lavado químico, ciclones, filtros, etc.

Los incineradores operan con máxima eficiencia cuando los desechos que se queman tienen un poder calorífico suficientemente alto, es decir, cuando la combustión produce una cantidad de calor suficiente para evaporar la humedad de los desechos y mantener la temperatura de combustión sin añadir más combustible.

En general, es preferible que los incineradores operen continuamente, ya que los cambios de temperatura, provocados por los paros, deterioran rápidamente los revestimientos refractarios.

Un incinerador de funcionamiento continuo o discontinuo, cuidadosamente operado funcionará por muchos años; necesita un plan de mantenimiento preventivo constante, así como un mantenimiento correctivo de la fumistería porque es algo que se arruina debido a las malas prácticas de ingreso de los desechos a los incineradores.

Para evitar que los paros previstos (e imprevistos) puedan causar grandes acumulaciones de desechos, sería deseable disponer de un segundo incinerador capaz de tratar los desechos sólidos hospitalarios peligrosos, por el período de paro del incinerador principal. En la planta esto no representa ningún problema porque se cuenta con tres incineradores.

Ventajas:

- Destruye cualquier material que contiene carbón orgánico, incluyendo los patógenos
- Produce una reducción importante en el volumen de los desechos
- Los restos son irreconocibles y definitivamente no reciclables
- Bajo ciertas condiciones, permite el tratamiento de residuos químicos y farmacéuticos
- Permite el tratamiento de residuos anatómicos y patológicos

Desventajas:

- Cuesta 2 ó 3 veces más que cualquier otro sistema
- Supone un elevado costo de funcionamiento por el consumo de combustible (sobre todo si se cargan desechos con algo de contenido de humedad)
- Necesita un constante mantenimiento
- Necesita operadores bien capacitados
- Conlleva el riesgo de posibles emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera

Los procesos relativos a la incineración pueden ser separados en los siguientes pasos: ¹

- Preparación del residuo
- Carga del residuo
- Combustión del residuo
- Tratamiento de los gases de combustión
- Manipulación de las cenizas residuales.

1.1.1. Preparación del residuo

La preparación ideal de residuo para lograr una incineración controlada es 10% - 20% de alto poder calórico.

- 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

1.1.2. Carga del residuo

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 el desempeño 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 el material 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 horno) 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 carta sobre la carga anterior no incinerada en su totalidad.

Residuos plásticos (blísteres de medicamentos, guantes, etc.) son un ejemplo de materiales con alto poder calórico. Grandes cantidades de plásticos conteniendo compuestos de PVC, deben ser distribuidas en pequeñas cargas para evitar la formación de humo (por los volátiles) y de HCL.

El operador deberá lograr una mezcla de alto, medio y bajo poder calórico.

Se debe considerar especialmente:

- Cómo cargar el producto
- Con qué frecuencia

Sabemos que el operador del horno no puede tener un control exhaustivo del residuo, es decir, no conoce el contenido de la bolsa, pero puede clasificar con alta certeza el residuo por tipo. Debe realizar la carga teniendo en cuenta el poder calórico y la humedad del residuo.

El operador debe identificar los cambios significativos relacionados con la composición del residuo para modificar y adaptar los procedimientos de carga. En general los recipientes livianos suelen contener alto contenido de plásticos, bolsas, etc. Estos se queman rápidamente y elevan la temperatura en forma inmediata (porque tienen alto poder calórico). Los recipientes pesados suelen contener sangre, orina, fluidos de diálisis, materiales de cirugía, piezas anatómicas, etc. Estos se queman más lentamente y tienden a disminuir la temperatura (porque tienen bajo poder calórico).

1.1.3. 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).

Los compuestos orgánicos con cloro (Cl) como los blísteres, forman gases de ácido clorhídrico (HCL) y cloro gaseoso (Cl_2). Los compuestos con azufre (S) reaccionan directamente para formar gases de óxidos de azufre (SO_2). Los compuestos de Nitrógeno (NO_x) son producto del aire y del residuo.

Tanto los SO_2 como los NO_x son los causales de la llamada “lluvia ácida”.

Si aumenta el aire, aumenta el oxígeno y la combustión se completa, 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.

1.1.4. Tratamiento de gases de combustión

Los gases provenientes de la cámara secundaria del horno ingresan al proceso de “lavado de gases” a fin de retener partículas de material y gases de combustión.

La temperatura desciende abruptamente a niveles permisibles para su emisión. Se deben agregar 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 debe recibir tratamiento fisicoquímico (coagulación – floculación) a fin de separar el sólido (ceniza) del líquido (agua de proceso).

1.1.5. Manipulación de las cenizas residuales

La ceniza no se debe enfriar con agua dentro del horno, porque no termina su tiempo de incineración y acorta la vida útil del material refractario.

Se debe extraer del horno con una pala chata para no dañar el refractario. Colocar la ceniza en un recipiente metálico y enfriarla con agua para evitar emisiones fugitivas.

La ceniza debe ser color gris. Si la ceniza tiene color negro indica que no ha sido correctamente tratado el residuo.

1.2. Partes de un incinerador

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

1.2.1. Cámara de combustión

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 quemé 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. Cámara de post-combustión

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 (± 1.200 °C, mínimo 1.300 °C, según el Acuerdo Gubernativo 509-2001)
- Exceso de aire (100%)
- Turbulencia (alto tiempo de residencia, mínimo 2 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.

1.2.3. 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 el 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.

1.2.4. Quemadores

Los quemadores, de los que 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 poder 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 así como al ventilador de aire.

1.2.5. 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.

1.2.6. Chimenea

Es un sistema utilizado para evacuar los gases resultados de la incineración de los desechos, es de acero en forma cilíndrica y posee recubrimiento refractario en su interior, según la capacidad del incinerador así serán las dimensiones de la chimenea (altura y diámetro).

1.3. Mantenimiento

El mantenimiento no es una función miscelánea, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

1.3.1. Definición

Se considera que mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y brinde el servicio para lo que fue diseñado.

El objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando los equipos, instalaciones, etc. Éste es el punto esencial y no como erróneamente creen muchos, que el mantenimiento está obligado a la conservación de tales elementos. El servicio es lo más importante y luego la maquinaria que lo proporciona. Por tal motivo se deben equilibrar, en las labores de mantenimiento, los factores esenciales siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Costos mínimos de mantenimiento

La adquisición de equipo nuevo acarrea costos elevados, sobre todo que inicialmente su depreciación es acelerada, aunque esto se compensa con los costos de mantenimiento bajos, pues la expectativa de falla es menor.

Conforme se envejece el equipo, sus componentes se desgastan, aumentando la frecuencia de falla y como consecuencia, los gastos de mantenimiento son mayores. Un buen servicio de conservación de instalaciones y equipos busca reducir al mínimo las suspensiones del trabajo, al mismo tiempo que hace más eficaz el empleo de los recursos humanos, a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible.

1.3.2. Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento cero horas
- Mantenimiento en uso

1.4. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido.

1.4.1. Función

La función del mantenimiento preventivo es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

1.4.2. Ventajas

Entre las ventajas que presenta el mantenimiento preventivo, tenemos:

- Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo
- Incremento de la vida útil de los equipos y maquinaria de producción
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos

1.4.3. Desventajas

Entre sus pocas desventajas se hallan:

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN (ANÁLISIS DE RIESGO)

2.1. Bioseguridad

La bioseguridad es mas que todo, sentido común. Es minimizar el riesgo potencial de accidentes laborales en el manejo de residuos patogénicos. Es la protección de la vida.

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 podemos 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 peligrosa esta asociada con: no saber, no poder o no querer.

- Condición peligrosa: 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 maquinas 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:

- Factores de riesgo físico
- Factores de riesgo químico
- Factores de riesgo biológico
- Factores de riesgo fisiológico o ergonómico
- Factores de riesgo mecánico
- Factores de riesgo eléctrico
- Factores de riesgo físico-químico
- Factores de riesgo locativo
- Factores de riesgo general

2.1.1.1. Factores de riesgo físico

Se refiere 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:

- ruido
- iluminación
- temperaturas extremas
- vibraciones
- radiaciones
- presión anormal

El mantenimiento a los incineradores se realiza estando a una temperatura ambiente, pero en caso de una reparación de emergencia, se debe tomar en cuenta la temperatura a la que se encuentran los componentes para así no sufrir ninguna quemadura. Los operadores de los incineradores son los que mayormente corren el riesgo de sufrir quemaduras porque el ingreso de los desechos al incinerador se hace de forma manual, la compuerta se abre y se ingresan las bolsas con desechos y los operadores quedan directamente expuestos a las llamas.

2.1.1.2. Factores de riesgo químico

Abarca a todos aquellos elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso (inhalación, absorción o ingestión), pueden provocar intoxicación, quemaduras o lesiones sistémicas, según sea su grado de concentración y el tiempo de exposición. Estas sustancias se han clasificado en dos grupos:

Según el estado físico en que se encuentran:

- Sólidos
- Polvos
- Líquidos
- Humos
- Gases y vapores
- Neblinas

Según los efectos que producen en el organismo:

- Irritantes
- Asfixiantes
- Anestésicos y narcóticos
- Tóxicos
- Productores de neumoconiosis
- Productores de alergias
- Cancerígenos

El mantenimiento de los incineradores se realiza en la misma área de trabajo, pero como no se puede realizar el mantenimiento a los tres incineradores al mismo tiempo, uno o dos incineradores siguen en funcionamiento, por lo tanto, los técnicos que realizan el mantenimiento están expuestos al humo, gases y vapores que son expulsados por la chimenea y compuerta de el o los incineradores en funcionamiento.

Los técnicos también están expuestos a líquidos bioinfecciosos que se derraman en el área de descarga de las bolsas y también el hollín acumulado en el área, por lo tanto, se corre el riesgo de intoxicación e infección al entrar en contacto directo por un largo tiempo con el humo, gases y vapores, y en el caso del hollín y líquidos bioinfecciosos al entrar en contacto directo con heridas abiertas o mucosas.

2.1.1.3. Factores 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

La materia prima con que se trabaja en la planta son los desechos sólidos hospitalarios, que contienen desechos bioinfecciosos y ponen en riesgo constante a los operadores de los incineradores, así como a los técnicos que realizan el mantenimiento, ya que si a los desechos no se les da el tratamiento adecuado, no dejan de ser peligrosos y pueden causar infecciones.

Los técnicos corren el riesgo de contraer una infección al sufrir una cortadura y entrar en contacto con el hollín que se encuentra depositado en los componentes a los cuales deben dar mantenimiento, así también con los desechos aún sin ser tratados, ya que estos se encuentran dentro del área de incineración a la intemperie por no existir un centro de acopio.

2.1.1.4. Factores de riesgo fisiológico

Involucra todos aquellos 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)

Los técnicos que realizan el mantenimiento de los incineradores corren el riesgo de sufrir fatiga física si no se utilizan las herramientas adecuadas para levantar partes pesadas de los incineradores, como por ejemplo las compuertas de ingreso de los desechos.

Los operadores de los incineradores, son los que hacen esfuerzos constantes al ingresar las bolsas con desechos a los incineradores, para evitar cualquier riesgo de lesión, se debe saber la forma adecuada de levantar las bolsas y objetos pesados.

2.1.1.5. Factores de riesgo mecánico

Contempla todos los factores presentes en objetos, máquinas, equipos, herramientas, que pueden ocasionar accidentes laborales, por falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, carencia de guardas de seguridad en el sistema de transmisión de fuerza, punto de operación y partes móviles, falta de herramientas de trabajo y elementos de protección personal

Estos se encuentran básicamente en:

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

Debido a las herramientas que los técnicos utilizan para realizar el mantenimiento o reparaciones a los incineradores, ellos corren el riesgo de sufrir lesiones si no se les da el uso adecuado y si no se utiliza el equipo de protección adecuado, como por ejemplo al momento de cortar con una pulidora se deben utilizar gafas para protección de los ojos.

2.1.1.6. Factores 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 entran en contacto con las personas pueden provocar, entre otras lesiones, quemaduras, shock, fibrilación ventricular.

Según la intensidad y el tiempo de contacto, se encuentran en:

- Redes de distribución
- Cajas de distribución
- Empalmes
- Tomas
- Interruptores eléctricos

Los técnicos encargados de realizar el mantenimiento deben desconectar la alimentación de energía eléctrica antes de realizar el mantenimiento a componentes eléctricos y tomar las precauciones necesarias al realizar mediciones o ajustes estando la alimentación conectada.

2.1.1.7. Factores de riesgo físico-químico

Este grupo incluye todos aquellos objetos, elementos, sustancias, fuentes de calor, que en ciertas circunstancias especiales de inflamabilidad, combustibilidad o de defectos, pueden desencadenar incendios y/o explosiones y generar lesiones personales y daños materiales. Pueden presentarse por:

Se clasifican, entre otras, las existentes en:

- Incompatibilidad físico-química en el almacenamiento de materias primas.
- Presencia de materias y sustancias combustibles.
- Presencia de sustancias químicas reactivas.

Debido a que los incineradores funcionan con un elemento combustible, los técnicos deben tomar en cuenta el riesgo que corren si no se toman las precauciones necesarias al momento de realizar el mantenimiento a los quemadores, el paso de combustible (diesel o gas, dependiendo del incinerador a trabajar) en las tuberías debe ser interrumpido para así evitar riesgos de incendios o explosiones.

2.1.1.8. Factores de riesgo arquitectónico

Depende de las condiciones de la zona geográfica, las instalaciones de trabajo, que bajo circunstancias no adecuadas pueden ocasionar accidentes de trabajo o pérdidas para la planta

Se incluyen:

- Desorden, señalización o ubicación adecuada de extintores, pisos en mal estado, irregulares, resbalosos o húmedos, carencia de señalización de vías de evacuación, almacenamiento inadecuado.

El área de trabajo debe mantenerse en óptimas condiciones de limpieza, ya que un piso sucio representa un gran riesgo de caídas y si aparte de líquidos se mantienen objetos punzocortantes en el suelo, esto aumenta el riesgo porque no sería solo el golpe de la caída sino también podría resultar en una infección.

Los pisos deben mantenerse limpios y tener superficies antideslizantes en lugares donde deban transitar los trabajadores, deben evitar el estancamiento de líquidos y el espacio sobre el piso alrededor de los incineradores debe ser suficiente para permitir las labores propias de los operadores.

2.1.1.9. Factor de riesgo general

Se refiere a la forma de almacenamiento, señalización, orden y aseo de las instalaciones, equipos y materiales.

El área de trabajo debe ser señalizada y mantenida en orden y limpieza, ya que el desorden representa riesgos porque los operarios o técnicos podrían tropezar y caer sobre objetos punzocortantes o líquidos bioinfecciosos.

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 seguridad e higiene

- 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 o 2 veces al año
- No utilizar anillos, pulseras, cadenas o relojes

2.2. Seguridad industrial

La Seguridad Industrial es la encargada del estudio de normas y métodos tendientes a garantizar una producción que contemple el mínimo de riesgos tanto del factor humano como en los elementos (equipo, herramientas, edificaciones, etc.).

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.

Los cinco tipos de extintores más usados son, en primer lugar, los de agua, otros los de espuma, polvo químico, los de bióxido 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; y
- Equipo de seguridad industrial.

Otro de los factores de cuidado es la accidentalidad laboral, que se entiende como el suceso imprevisto y repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produce una lesión orgánica perturbadora, ejemplo de estos son: caídas, golpes, compresiones etc.

Se identifica como origen de los accidentes en primer lugar al elemento humano que por negligencia, por ignorancia, exceso de trabajo, exceso de autoconfianza, falta de interés o desatención, prisa, movimientos innecesarios, mala visión, mala audición, problemas socio económicos etc. Comete errores que ponen en peligro su integridad física.

Otro punto donde se generan los accidentes está definido por las condiciones de trabajo. Iluminación deficiente, mala ventilación, desaseo, falta de orden en el lugar de trabajo etc.

2.2.2. Señalización

Señalizar implica indicar en forma clara y sin lugar a dudas, acciones, lugares y normas. La Señalización industrial es una de las condiciones más importantes de cualquier plan de emergencias y seguridad. No solo los individuos que se desempeñan en 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 posible.

La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio, deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva y deberá ser, según los casos, limpiada, mantenida y verificada regularmente, y reparada o sustituida cuando sea necesario, de forma que conserve en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

2.2.2.1. Colores de seguridad

Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En la tabla I se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso.²

Tabla I. **Colores de seguridad**

Color	Significado	Indicaciones y precisión
Rojo 	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro – Alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia, Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
Amarillo o anaranjado 	Señal de advertencia	Atención, Precaución, Verificación.
Azul 	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde 	Señal de salvamento o auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Fuente: R. Juan Carlos. Real Decreto 485/1997. Pág. 8

2.2.2.2. Características intrínsecas

Los pictogramas serán lo más sencillos posibles, evitando detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, 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 medioambientales y sus dimensiones 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 apropiada con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad 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.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización, no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

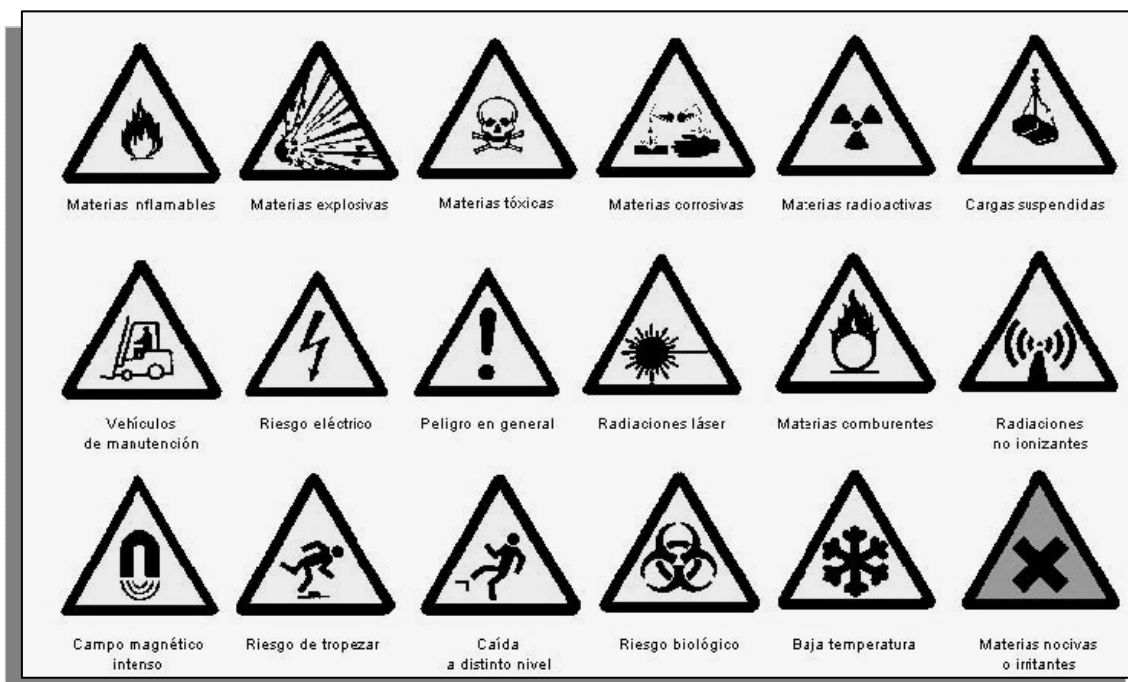
Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que la justificaba.

2.2.2.4. Señales de advertencia

Son de forma triangular, pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal) con 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. Ver figura 1.

Figura 1. Señales de advertencia



Fuente: R. Juan Carlos. Real Decreto 485/1997. Pág. 10

2.2.2.5. Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, borde y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal). Ver figura 2.

Figura 2. Señales de prohibición



Fuente: R. Juan Carlos. Real Decreto 485/1997. Pág. 10

2.2.2.6. Señales de obligación

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá incluir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.). Ver figura 3.

Figura 3. Señales de obligación



Fuente: R. Juan Carlos. Real Decreto 485/1997. Pág. 11

2.2.2.7. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.). Ver figura 4.

Figura 4. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios



Fuente: R. Juan Carlos. Real Decreto 485/1997. Pág. 11

2.2.2.8. Señales de salvamento o socorro

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). Ver figura 5.

Figura 5. Señales de salvamento o socorro



Fuente: R. Juan Carlos. Real Decreto 485/1997. Pág. 12

2.2.3. Ejemplos de actos inseguros

- Usar herramientas y equipos defectuosos
- Usar el equipo o el material en funciones para lo que no están indicados
- Limpiar y lubricar equipos en movimiento
- Usar las manos en lugar de herramientas
- Omitir el uso del equipo de bioseguridad, ropa de trabajo, llevar el pelo suelto, mangas largas, relojes, anillos, zapatos de tacón alto
- Adoptar posturas inseguras
- Colocarse debajo de cargas suspendidas
- Hacer bromas, reñir, promover resbalones o caídas
- No inmovilizar los controles eléctricos cuando una maquinaria entra en reparación
- Hacer inoperantes los dispositivos de seguridad
- Trabajar a velocidades inseguras
- Soldar, reparar tanques o recipientes sin tener en cuenta la presencia de vapores, gases, combustibles y sustancias químicas peligrosas

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. 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

2.3.2. 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.⁴

2.3.3. 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.⁵

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO)

3.1. Incineradores

La planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios cuenta con tres incineradores, de los cuales no se tiene un historial, datos técnicos, manuales de servicio, manuales de operación ni un plan de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo en los incineradores permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de los equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación, entre una larga lista de ventajas.

El mantenimiento preventivo se organiza en rutinas, las cuales son descritas a continuación.

3.1.1. Quemadores

Diariamente se deben hacer inspecciones visuales y auditivas de los quemadores para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento, también se deben inspeccionar las tuberías para detectar el estado de las mismas y fugas de combustible.

Semanalmente se deben limpiar las boquillas que se ensucian constantemente debido a que se acumulan partículas de hollín y suciedad que se encuentra en el combustible, también se deben limpiar y calibrar los electrodos ya que estos se desajustan constantemente debido a la vibración y los movimientos bruscos provocados por el arranque de los motores eléctricos.

Mensualmente se deben desarmar completamente los quemadores para realizar una limpieza completa y revisión de los componentes de los mismos.

Semestralmente se deben desarmar los quemadores, limpiar las boquillas, verificar el desgaste de las piezas de la bomba, balance y estado del ventilador, ajustar los electrodos.

3.1.2. Sopladores de aire

Diariamente se debe realizar una inspección visual y auditiva de los sopladores de aire para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento.

Mensualmente se deben desarmar y limpiar los sopladores.

3.1.3. Cámara de combustión

Diariamente, al final de cada jornada de trabajo se deben extraer las cenizas residuales en la cámara de combustión y se debe revisar el estado del material refractario.

Anualmente se deben realizar todas las reparaciones del material refractario de la cámara de combustión.

3.1.4. Cámara de post-combustión

Diariamente, al final de cada jornada de trabajo se deben extraer las cenizas residuales en la cámara de post-combustión y se debe revisar el estado del material refractario.

Anualmente se deben realizar todas las reparaciones del material refractario de la cámara de post-combustión.

3.1.5. Cuerpo principal

Diariamente se debe realizar la limpieza externa del cuerpo de los incineradores.

Semanalmente se deben hacer revisiones visuales de todo el cuerpo de cada incinerador para detectar si existe deterioro en el mismo. Se debe revisar el correcto funcionamiento de la cortina de agua.

Semestralmente se deben reapretar todos los tornillos de los incineradores, ya que debido a la vibración tienden a aflojarse.

3.1.6. Tablero de control

Diariamente se debe realizar una limpieza exterior de cada tablero de control, revisar el correcto funcionamiento de las luces piloto e interruptores.

Mensualmente se deben revisar las condiciones del cableado y empalmes de todos los circuitos eléctricos.

3.1.7. Turbinas de extracción de aire

Diariamente se debe realizar una inspección visual y auditiva de cada turbina para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento, también se debe limpiar todo su exterior.

Mensualmente se debe limpiar completamente cada turbina y revisar el estado de las piezas internas.

Bimensualmente se deben lubricar los cojinetes de la turbina.

3.2. Diseño de fichas de control

Para lograr obtener con el paso del tiempo un historial que permita a los técnicos encargados del mantenimiento de la PTDSH predecir el tiempo aproximado para realizar el mantenimiento de los incineradores o el cambio de cierta pieza, es necesario realizar un reporte y archivarlo después de haber llevado a cabo cada rutina de mantenimiento y luego generar órdenes de trabajo según las anomalías que se encuentren después de realizada cada rutina.

3.2.1. Rutinas de mantenimiento

3.2.1.1. Rutina de mantenimiento diario

Tabla II. Rutina de mantenimiento diario

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL		
ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
MANTENIMIENTO		
RUTINA DIARIA		
Inspección realizada por:		Fecha:
Incinerador No.:		
Actividades a realizar:		
No.	Actividad:	Observaciones:
1	Inspección visual de tuberías para detectar estado de las mismas y fugas de combustible.	
2	Inspección visual y auditiva del soplador de aire primario para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento.	
3	Inspección visual y auditiva del soplador de aire secundario para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento.	
4	Inspección visual y auditiva de quemador primario para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento.	
5	Inspección visual y auditiva de quemador Secundario para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento.	
6	Inspección visual y auditiva de turbina para detectar vibraciones y ruidos extraños en el funcionamiento.	
7	Revisión del correcto funcionamiento de la cortina de agua.	
8	Limpieza superficial e interna del equipo.	
Observaciones generales:		

3.2.1.2. Rutina de mantenimiento semanal

Tabla III. Rutina de mantenimiento semanal

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
MANTENIMIENTO		
RUTINA SEMANAL		
Inspección realizada por:		Fecha:
Incinerador No.:		
Actividades a realizar:		
No.	Actividad:	Observaciones:
1	Limpieza de boquilla de quemador principal.	
2	Limpieza de boquilla de quemador secundario.	
3	Limpieza y calibración de electrodos de quemador primario.	
4	Limpieza y calibración de electrodos de quemador secundario.	
5	Limpieza general superficial e interna de todo el equipo.	
6	Limpieza de la turbina.	
7	Revisión del estado del refractario	
8	Revisión del correcto funcionamiento de la cortina de agua	
9	Inspección visual externa en busca de grietas o partes dañadas por el calor.	
10	Limpieza superficial e interna del equipo.	
Observaciones generales:		

3.2.1.3. Rutina de mantenimiento mensual

Tabla IV. Rutina de mantenimiento mensual

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
MANTENIMIENTO		
RUTINA MENSUAL		
Inspección realizada por:		Fecha:
Incinerador No.:		
Actividades a realizar:		
No.	Actividad:	Observaciones:
1	Limpieza de boquilla de quemador principal.	
2	Limpieza de boquilla de quemador secundario.	
3	Limpieza y calibración de electrodos de quemador primario.	
4	Limpieza y calibración de electrodos de quemador secundario.	
5	Limpieza general superficial e interna de todo el equipo.	
6	Limpieza de la turbina.	
7	Revisión del estado del refractario	
8	Revisión del correcto funcionamiento de la cortina de agua	
9	Inspección visual externa en busca de grietas o partes dañadas por el calor.	
10	Limpieza superficial e interna del equipo.	
Observaciones generales:		

3.2.1.4. Rutina de mantenimiento bimensual

Tabla V. Rutina de mantenimiento bimensual

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
MANTENIMIENTO		
RUTINA BIMENSUAL		
Inspección realizada por:		Fecha:
Incinerador No.:		
Actividades a realizar:		
No.	Actividad:	Observaciones:
1	Limpieza completa y revisión de motores eléctricos.	
2	Engrase de cojinetes de motores eléctricos	
3	Mantenimiento de quemador principal. Desarmado total y limpieza, incluyendo ventilador.	
4	Limpieza de boquilla de quemador principal.	
5	Limpieza de boquilla de quemador secundario.	
6	Limpieza y calibración de electrodos de quemador primario.	
7	Limpieza y calibración de electrodos de quemador secundario.	
8	Limpieza general superficial e interna de todo el equipo.	
9	Limpieza de la turbina.	
10	Revisión del estado del refractario	
11	Revisión del correcto funcionamiento de la cortina de agua	
12	Inspección visual externa en busca de grietas o partes dañadas por el calor.	
13	Limpieza superficial e interna del equipo.	
Observaciones generales:		

3.2.1.5. Rutina de mantenimiento semestral

Tabla VI. Rutina de mantenimiento semestral

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
MANTENIMIENTO		
RUTINA SEMESTRAL		
Inspección realizada por:		Fecha:
Incinerador No.:		
Actividades a realizar:		
No.	Actividad:	Observaciones:
1	Limpieza completa y revisión de motores eléctricos.	
2	Engrase de cojinetes de motores eléctricos	
3	Desarmado y limpieza total de la bomba (verificar el desgaste de las piezas con movimiento)	
4	Mantenimiento de quemador principal. Desarmado total y limpieza, incluyendo ventilador.	
5	Limpieza de boquilla de quemador principal.	
6	Limpieza de boquilla de quemador secundario.	
7	Limpieza y calibración de electrodos de quemador primario.	
8	Limpieza y calibración de electrodos de quemador secundario.	
9	Limpieza general superficial e interna de todo el equipo.	
10	Limpieza de la turbina.	
11	Revisión del estado del refractario	
12	Revisión del correcto funcionamiento de la cortina de agua	
13	Inspección visual externa en busca de grietas o partes dañadas por el calor.	
14	Limpieza superficial e interna del equipo.	
15	Reapretado de todos los tornillos	
16	Revisión visual de las condiciones del cableado y empalmes de circuitos eléctricos.	
Observaciones generales:		

3.2.2. Orden de trabajo

Tabla VII. **Orden de trabajo**

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
ORDEN DE TRABAJO		
No. de orden:		
Solicitado por:		Fecha de solicitud:
Realizado por:		Fecha de realización:
Hora de inicio:		Hora de finalización:
Actividades a realizar:		
No.	Actividad:	Observaciones:
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
Observaciones generales:		
<ul style="list-style-type: none"> • Repuestos y materiales utilizados • Herramientas utilizadas 		

3.2.3. Reporte de anomalías y fallas

Tabla VIII. Reporte de anomalías y fallas

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL ÁREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS		
REPORTE DE ANOMALIAS Y FALLAS		
No. de reporte:		
Rutina realizada por:		Fecha:
Reporte realizado por:		Fecha de realización:
Anomalías y fallas encontradas		
Incinerador No.	Ubicación y descripción de la anomalía o falla	Observaciones:
Observaciones generales:		

CONCLUSIONES

1. Debido a que el mantenimiento preventivo es una actividad programada de inspecciones, ajustes, limpieza, etc., que deben llevarse a cabo en forma periódica, se diseñó un plan para la planta, el cual está organizado en rutinas que se deben realizar de forma diaria, semanal, mensual, bimensual y semestral
2. Los factores de riesgo que se presentan a los encargados de realizar el mantenimiento así como a los operadores de los incineradores de la planta de tratamiento nunca podrán ser reducidos a cero, pero siguiendo las normas de bioseguridad e higiene pueden reducirse considerablemente.
3. El plan de mantenimiento propuesto fue puesto en práctica en la planta a partir del mes de febrero del presente año, logrando así, dar inicio a una cultura orientada al mantenimiento preventivo de los incineradores de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios, área de salud, Guatemala central.
4. Debido a que el personal operativo de la planta tenía poco conocimiento sobre los riesgos a los que está expuesto, fue necesario capacitarlo sobre medidas de bioseguridad.

5. Al no contar con un proceso planificado de mantenimiento en la planta, fue necesario capacitar al personal sobre la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

6. Debido a que los coordinadores del área de DSH de los Hospitales del Área Central de Guatemala tenían poco conocimiento sobre el manejo de los mismos, fue necesario capacitarlos en aspectos de separación, embalaje, recolección, transporte y almacenamiento de dichos desechos.

RECOMENDACIONES

Al jefe de planta:

1. Proveer a los trabajadores todo el equipo necesario para su protección y seguridad, para minimizar los riesgos a los que están expuestos.
2. Velar porque los trabajadores cuenten con una capacitación constante, ya que si ellos cuentan con un alto conocimiento de las labores desempeñadas, se logrará un desempeño óptimo y se minimizarán los riesgos bioinfecciosos debido al desconocimiento de los mismos.
3. Trasladar el depósito de combustible diesel, ya que la posición actual representa un alto riesgo de incendio por encontrarse a muy poca distancia sobre la compuerta de ingreso de los desechos al incinerador.

Al técnico de mantenimiento:

4. Llevar a cabo todas las actividades descritas en el plan de mantenimiento y documentar su realización para así poder crear con el paso del tiempo un historial de mantenimiento.

Al personal de operarios:

5. Utilizar adecuadamente todos los equipos de protección personal, para minimizar los riesgos a los que están expuestos.

REFERENCIAS

- 1 Fabián Mariano, "Hornos semi-pirolíticos (por aire controlado)", Curso de operador de incineradores (teoría), (22): 9-13. 2005
- 2 R. Juan Carlos, "Anexo I – III", Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, (21): 8-12. 1997.
- 3 Junta Directiva del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, "Objeto", Reglamento Sobre Protección Relativa a Accidentes, (23): 2. 1995
- 4 Bolaños Duarte Mario R., "Disposiciones generales", Acuerdo Gubernativo No. 509-2001, (12): 1. 2001
- 5 Peralta Carlos Enrique, "Disposiciones generales", Reglamento General Sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, (31): 4

BIBLIOGRAFÍA

1. García Garrido, Santiago. **Organización y gestión integral de mantenimiento.** Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A. 2007. 320 pp.
2. Grimaldi, John. **La seguridad industrial: su administración.** 2^a ed. Mexico: Alfaomega, 1996. 743 pp.
3. <http://www.mantenimientomundial.com>, diciembre 2009.
4. <http://www.solomantenimiento.com>, diciembre 2009.
5. Lourival, Tavares. **Administración moderna de mantenimiento.** 1^a ed. Brasil: Datastream, 2000.
6. **Plan integral de seguridad hospitalaria.** Colombia: s.e. 1996.

APÉNDICES

Capacitación a trabajadores de la planta: Bioseguridad y normas de seguridad



Capacitación a coordinadores de hospitales: Manejo de desechos sólidos hospitalarios



Capacitación a trabajadores de la planta: Implementación de plan de mantenimiento

