



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

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL,
EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN DEL CEMENTERIO LA VERBENA**

Rudy Ricardo López Machán

Asesorado por el Ing. Edgar Antonio Búrbano López

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL,
EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN DEL CEMENTERIO LA VERBENA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RUDY RICARDO LÓPEZ MACHÁN

ASESORADO POR EL ING. EDGAR ANTONIO BÚRBANO LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford de Hernández
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
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:

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN DEL CEMENTERIO LA VERBENA

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

Rudy Ricardo López Machán

Guatemala, 9 de Abril 2013

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas.
Director de la Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me da muchos gusto saludarlo y desearle éxito al frente de tan digno cargo.

Fui propuesto para asesorar el trabajo de graduación del estudiante de Ingeniería industrial Rudy Ricardo López Machán, titulado: Estudio y Análisis de Control de Consumo Diesel, en el Área de Incineración del Cementerio la Verbena, tema que le fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo 2011.

Considero que han cumplido los objetivos propuesto al inicio del trabajo por lo que recomiendo se apruebe este trabajo de graduación en el entendido que el autor y el suscrito es el responsable de las conclusiones y recomendaciones del mismo.

Atentamente,


Ingeniero Edgar Antonio Burbano López
No. de colegiado 5609

ING. EDGAR BÚRBANO
Colegiado No. 5609



REF.REV.EMI.208.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN DEL CEMENTERIO LA VERBENA**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Ricardo López Machán**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424

Guatemala, noviembre de 2013.

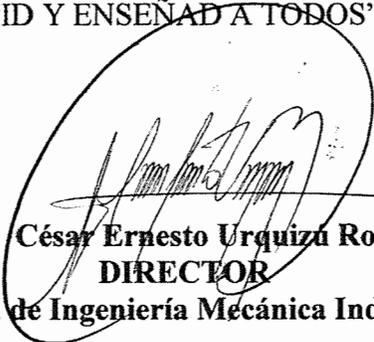
/mgp



REF.DIR.EMI.022.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN DEL CEMENTERIO LA VERBENA**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Ricardo López Machán**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



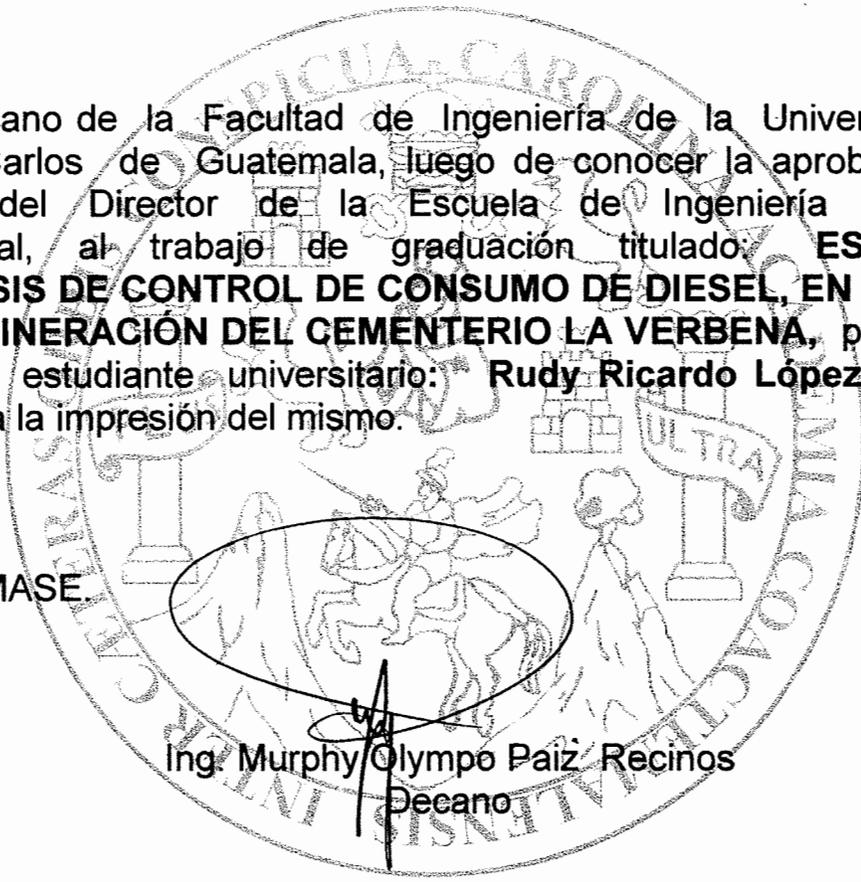
Guatemala, febrero de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN DEL CEMENTERIO LA VERBENA**, presentado por el estudiante universitario: **Rudy Ricardo López Machán**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, febrero de 2014

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios Nuestro Señor** Por acompañarme con su presencia durante todos los días, darme las bendiciones y el conocimiento necesario para poder llegar hasta donde ahora me encuentro.
- Mis padres** Mi padre Ricardo López Castellanos y a mi madre Elena Machán Patzán, por su apoyo y cariño para con mi familia sin esperar nada a cambio.
- Mis hermanas** Irma Janeth, Klansy Marleny y Silvia Mariela López Machan, por cariño y ayuda brindada en todo momento en forma incondicional.
- Mi sobrino** Edgar Fernando Rodríguez López a quien espero poder ser un ejemplo a imitar para toda su vida
- Todos mis familiares** Por sus palabras de ánimo, consejos y apoyo. A mis queridos abuelos paternos y maternos, tíos, tías, primos, primas, por acompañarme en toda su vida.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis amigos	En especial a Víctor López, Hugo Blas, Manolo Blas, Michael Donis, Moisés Sum, Lilian Beatriz; porque siempre conté con su ayuda cuando los necesité.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Estructura organizacional	3
1.1.1. Organigrama de administración.....	3
1.1.2. Organigrama de gerencia	4
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Visión.....	5
1.1.5. Ubicación.....	5
1.1.6. Aspectos legales.....	6
1.2. Conceptos de estática de fluidos para la elaboración del indicador de consumo.....	7
1.2.1. Definición de fluido	7
1.2.2. Propiedades de los fluidos.....	9
1.2.3. Presión para líquidos iguales.....	10
1.2.4. Ecuación de Bernoulli	11
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TRABAJO.....	13
2.1. Descripción del área de trabajo	13
2.2. Análisis del personal.....	20
2.3. Jornada de trabajo.....	21

2.4.	Maquinaria y vehículos que se utilizan en área de incineración	22
2.4.1.	Carretilla de mano	22
2.4.2.	Incineradores.....	23
2.4.2.1.	Capacidad del incinerador.....	24
2.4.2.2.	Consumo del incinerador.....	27
2.4.3.	Vehículos.....	38
2.4.4.	Depósito (cisterna) de almacenaje de diesel.....	40
2.4.4.1.	Capacidad de la cisterna.....	40
3.	ESTUDIO Y ANÁLISIS DE UN MEDIDOR PARA EL CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN.....	43
3.1.	Construir un indicador de combustible	43
3.1.1.	Para determinar el nivel de consumo diario de diesel en la cisterna.....	43
3.1.2.	Colocar un prefiltro (colador) para quitar particular extrañas que contenga el diesel cuando el abastecimiento sea manual.....	53
3.1.3.	Limpieza del indicador en cisterna cuando este se observe opaco o sucio o se observe que hay mala lectura debido a obstrucciones.....	53
3.1.4.	Revisión de los ventiladores centrífugos del incinerador para la buena combustión del diesel	54
3.1.5.	Una buena iluminación.....	54
3.1.6.	Lámparas de emergencia en caso de corte de energía eléctrica.....	56
3.1.7.	Mantenimiento preventivo de los equipos	57
3.1.8.	Materiales a utilizar para su construcción o elaboración.....	58

3.1.9.	Riesgos para su instalación	59
3.1.9.1.	Acto y condición inseguros	59
3.1.9.2.	Definición de acto inseguro.....	59
3.1.9.3.	Definición de condición insegura	59
3.1.9.4.	Soldar soporte del indicador de consumo de diesel en cisterna	60
3.2.	Elaboración de hojas de control de diesel	60
3.2.1.	Para recepción de combustible diesel	60
3.2.2.	Para consumo diario de combustible diesel.....	62
3.2.3.	Existencia en almacenamiento	64
3.2.4.	Capacitación	66
3.3.	Análisis financieros	66
4.	IMPLANTACIÓN ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN.....	83
4.1.	Establecer la capacidad de almacenaje en la cisterna	83
4.1.1.	Colocar el depósito en un lugar estable completamente a nivel.....	83
4.1.2.	Mantener el depósito fuera del alcance de las llamas de fuego	84
4.1.3.	Adaptar un indicador de consumo diesel a la cisterna	85
4.1.4.	Diagrama de flujo de proceso para la eliminación de los desechos sólidos hospitalarios.....	86
4.1.5.	Estudio de tiempos	86
4.1.5.1.	Diagrama de hombre máquina	86
4.1.5.2.	Diagrama flujo.....	88
4.1.6.	Cronograma del proyecto	89

5.	SEGUIMIENTO.....	91
5.1.	Estandarización para incinerar los desechos sólidos hospitalarios para ahorro de combustible.....	91
5.1.1.	Tipo de desecho.....	98
5.1.1.1.	Bioinfeccioso	98
5.1.1.2.	Punzocortantes.....	99
5.1.1.3.	Placentas.....	99
5.1.1.4.	Viales.....	99
5.1.1.5.	Desechos hospitalarios especiales.....	100
5.1.1.6.	Desechos comunes	101
5.1.2.	Tiempo de precalentamiento del incinerador.....	101
5.1.3.	Pesar desechos antes de incinerar	101
5.1.3.1.	Hoja de control de desecho (en libras).....	102
5.1.4.	Tiempo que se tarda para el tratamiento de desecho hospitalario	103
6.	IMPACTO AMBIENTAL	105
6.1.	Análisis de combustión y control de contaminantes.....	105
6.2.	Institución encargada que realizan análisis impacto ambiental en emisiones SO ₂ (Dióxido de carbono) debido a la combustión e incineración	105
6.3.	Medidas de mitigación.....	107
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	3
2.	Jerarquía del personal.....	4
3.	Planta de incineración	5
4.	Líquidos incomprensibles.....	8
5.	Propiedades de fluidos.....	10
6.	Diagrama de Bernoulli.....	11
7.	Utilización de equipo de protección personal bioinfeccioso	13
8.	Cisterna para el abastecimiento de combustible.....	15
9.	Tanque de combustible esta encima del incinerador	15
10.	Tanque de combustible.....	16
11.	Materiales combustibles ordinarios	17
12.	Líquidos inflamables, grasas y gases.....	18
13.	Equipos eléctricos energizados.....	18
14.	Diagrama de distribución.....	19
15.	Charla de capacitación.....	21
16.	Carretilla de mano	22
17.	Hidrolavadora	23
18.	Quemador diesel para incinerador	25
19.	Incinerador	26
20.	Cámara de combustión	26
21.	Quemador	28
22.	Boquilla	28
23.	Galones consumidos por día.....	32

24.	Combustible consumido durante mayo	32
25.	Desechos tratados durante 2010-1013 planta de incineración (desecho en libras).....	36
26.	Precio de combustible por año.....	37
27.	Transporte de los desechos.....	38
28.	Bolsa de desechos.....	39
29.	Etiqueta	39
30.	Depósito de almacenaje.....	41
31.	Medidor de nivel.....	43
32.	Varilla graduada.....	44
33.	Medidor de cinta y plomada	45
34.	Medidor flotante	46
35.	Propuesta de cisterna	47
36.	Falta iluminación	55
37.	Lámparas de emergencia	57
38.	Aviso combustible en uso	65
39.	Diagrama A	68
40.	Diagrama B	72
41.	Posición actual de la cisterna.....	84
42.	Diesel colocado sobre el incinerador	85
43.	Diagrama hombre máquina.....	87
44.	Diagrama de flujo	88
45.	Cronograma	89
46.	Tipos de residuos.....	94
47.	Separación de desechos.....	94

TABLAS

I.	Variación durante el 2010	29
II.	Producción de desechos sólidos hospitalarios durante el 2011	29
III.	Variación durante el 2011	30
IV.	Producción de desechos sólidos hospitalarios durante 2011.....	30
V.	Datos de galones utilizados durante mayo 2011.....	31
VI.	Variación durante el 2012	33
VII.	Producción de desechos sólidos hospitalarios durante 2012.....	34
VIII.	Producción de desechos sólidos hospitalarios durante 2013 (durante los primeros 3 meses).....	34
IX.	Variación durante el primer trimestre 2013	34
X.	Eliminación desechos sólidos hospitalarios (desechos en libras)	35
XI.	Consumo diesel (galones)	36
XII.	Calibración y ajuste cisterna de almacenamiento combustible diesel planta de incineración de desechos sólidos hospitalarios.....	48
XIII.	Materiales y costos	58
XIV.	Hoja de recepción combustible diesel (en galones)	61
XV.	Hoja de control de consumo combustible diesel (en galones)	63
XVI.	Hoja para la autorización de combustible	65
XVII.	Producción promedio mensual de 32 centros de salud.....	66
XVIII.	Producción mensual a 6 hospitales nacionales.....	67
XIX.	Inversión para el indicador de consumo.....	67
XX.	Consumo diesel (galones)	69
XXI.	Eliminación desechos sólidos hospitalarios (desechos en libras)	69
XXII.	Cálculo del costo anual	75
XXIII.	Inversión inicial.....	76
XXIV.	Personas beneficiadas.....	77
XXV.	Costos de quemador nuevo	78

XXVI.	Beneficiados por año	78
XXVII.	Hoja de control.....	102
XXVIII.	Consumo de combustible	103

GLOSARIO

Ácido clorhídrico (HCl) En la industria química se forman grandes cantidades de ácido clorhídrico en las reacciones orgánicas de cloración de las sustancias orgánicas con cloro elemental: al disminuir el pH provoca la muerte de toda la flora y fauna).

Centros de salud Sigla CS establecimiento de salud, que coordina y articula la prestación de servicios con los centros comunitarios, puestos de salud y con otros servicios de mayor complejidad y capacidad resolutive, localizados en su área de influencia. Están ubicados en las microregiones municipales, cubriendo a un promedio de 20 000 habitantes. El número de estos centros en un municipio, dependerá de la cantidad de habitantes y su porcentaje rural, esto con el fin de acercarlos a las comunidades y distribuirlos de una forma equitativa. Los servicios que se prestan son similares a los prestados en CC y PS, adicionalmente los centros de salud, brindan atención médica, odontológica, psicológica y realizan pruebas de laboratorio para el apoyo diagnóstico.

Ceñirse Acercarse o ajusta

Desenergizar	Dejar sin energía totalmente uno o más conductores de corriente eléctrica, para realizar reparaciones, adiciones o extensiones de los mismos de manera segura.
Diseminar	Dispersar, sin orden alguno, elementos de algo por distintos lugares para que queden separados.
DSH	Desechos Sólidos Hospitalarios.
Ente generador	Es la persona natural o jurídico que produce residuos hospitalarios o similares en desarrollo de las actividades habituales, manejo e instalaciones relacionadas con la prestación de servicios de salud en cualquiera de los niveles de atención.
Exclusión	Apartar o quitar a alguien o algo de un lugar o de un grupo.
Hg	Es un elemento químico de número atómico 80. Su símbolo (Hg) es un metal pesado plateado que a temperatura ambiente. Es un líquido inoloro dañino por inhalación, ingestión y contacto: se trata de un producto muy irritante para la piel, ojos y vías respiratorias. Es incompatible con el ácido nítrico concentrado, el acetileno, el amoníaco, el cloro y los metales. El sistema nervioso es muy sensible a todas las formas de mercurio. Los vapores de mercurio metálico son más nocivas y la exposición

a altos niveles de mercurio metálico, inorgánico u orgánico, puede dañar permanentemente el cerebro, los riñones y al feto en desarrollo. Efectos sobre el funcionamiento del cerebro: irritabilidad, timidez, temblores, cambios en los problemas de visión o audición, y en la memoria.

PDSH

Planta de Desechos Sólidos Hospitalarios.

Plomo

Su símbolo es Pb (del latín *plumbum*) y su número atómico es 82 según la tabla actual. Las sales de plomo entran en el medio ambiente a través de los tubos de escape (principalmente los defectuosos) de los camiones, motos, aviones, barcos y aerodeslizadores y casi todos los tipos de vehículos motorizados que utilicen derivados del petróleo como combustible, siendo las partículas de mayor tamaño, las que quedarán retenidas en el suelo y en las aguas superficiales, provocando su acumulación en organismos acuáticos y terrestres, y con la posibilidad de llegar hasta el hombre a través de la cadena alimenticia. Las pequeñas partículas quedan suspendidas en la atmósfera, pudiendo llegar al suelo y al agua a través de la lluvia ácida.

Puesto de salud	Sigla PS establecimiento que cuenta con las mismas características del centro comunitario de salud, pero que adicionalmente funciona como sede de los equipos de apoyo técnico a los equipos comunitarios, ubicados dentro de cada territorio, a través de los cuales cubre a un promedio de 10 000 habitantes.
Remoción	Cuando se quita, borra, elimina, obvia o se aparta algo, lo que se esta haciendo es removiéndolo.
Trancado	Terminología utilizada en la industria al referirse a desconectar los sistemas eléctricos y bloquear partes mecánicas de un equipo.
Tratamiento	Toda operación de transformación de residuos peligrosos, realizada con el objetivo de minimizar los riesgos inherentes a los residuos tratados.
Zona crítica	Aquellas que por sus condiciones topográficas, determinan la densidad poblacional.

RESUMEN

Los desechos sólidos a incinerar son de procedencia y naturaleza variable, por lo que la determinación de sus características y las cantidades de los desechos generados, permite establecer su grado de peligrosidad para el manejo, el volumen de residuos a evacuar, así como establecer la periodicidad de recolección, transporte y la alternativa de métodos de tratamiento sanitariamente seguros.

Para determinar las características del sistema del tren de aseo es necesario conocer de forma relevante la composición de los residuos, la cantidad de estos producidos por la unidad generadora y totales, así como la forma de manejo intrahospitalario.

Regularmente las cantidades se reportan en función de la cantidad de entidades a servir. Con ello, puede estimarse la densidad de los residuos y frecuencia de producción de los mismos, y los recursos logísticos, humanos y físicos para la adecuada recolección y transporte; así como la disposición final.

Para conocer las características de los residuos que se generan se realizó un muestreo de campo, por parte del autor, con el objeto de determinar la naturaleza, peso, volumen y densidad de dichos residuos.

OBJETIVOS

General

Elaborar estudio y análisis de control de consumo de diesel, en el área de incineración del cementerio La Verbena.

Específicos

1. Colocar un indicador de consumo de combustible en el depósito, que tenga una escala en centímetros o pulgadas para poder hacer la conversión en galones (tabla de calibración).
2. Mejorar el sistema de recepción y despacho de combustibles.
3. Realizar un análisis del lugar de almacenaje del combustible contribuyendo a la conservación del ambiente en caso de un derrame, mitigando los riesgos en el trasiego del combustible.
4. Revisión en forma visual y física de las propiedades características del diesel, para su aceptación y almacenamiento.
5. Elaborar los formatos que se adecuen a las necesidades en el lugar de trabajo (departamento) para la mejor recolección de datos en el manejo del diesel.

6. Establecer las instituciones o empresas encargadas de extender el certificado de emisión de gases, para verificar si en la descarga de humo que hace el incinerador esta entre los permitidos.
7. Establecer mejoras en la recepción y almacenamiento de combustible.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación constituye la aplicación de los conocimientos y métodos que se han adquirido a lo largo de la carrera, para que el estudiante tenga las herramientas necesarias y pueda plantear la solución a los problemas o situaciones que se den en el área industrial. El trabajo consistirá en el estudio y análisis de consumo de diesel en la planta de incineración del cementerio La Verbena del área de Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente, que se dedica al transporte y tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios, la planta se encuentra ubicada en la 11 avenida A 12 – 1, zona 7.

La extracción de los desechos hospitalarios nacionales es llevada a la planta para su tratamiento y eliminación final, ayudando al sector hospitalario que así lo necesite en el área del departamento de Guatemala.

Para eliminar los desechos sólidos hospitalarios se utiliza el combustible diesel que es necesario para el funcionamiento del equipo de incineración en el tratamiento final de los desechos. Para este procedimiento es fundamental conocer el tipo de desecho que se va a incinerar, no aumentando el consumo de combustible en forma innecesaria.

Contribuyendo al buen manejo energético, que es la materia prima principal, se realizará el estudio y análisis del consumo de diesel, así como el buen almacenamiento del combustible, con este estudio se pretende crear en el personal operativo la cultura de ahorro y aprovechamiento del combustible para maximizar la productividad.

1. ANTECEDENTES GENERALES

El Área de Salud Guatemala Central a través de la Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios es la encargada de la verificación del cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 509-2001 Sobre Manejo y Manipulación Adecuada de los Desechos Sólidos Hospitalarios, Mecanismos de Control y Vigilancia que se generan al momento de brindar servicios de recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos hospitalarios.

El proyecto de manejo de desechos sólidos hospitalarios se inició en 1991 con la cooperación italiana a través del proyecto ALA 91/33. Pero fue retomado por el Área de Salud Guatemala Central en enero del 2002, luego de la publicación del Acuerdo Gubernativo 509-2001 Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos Hospitalarios

A inicios del 2008, la planta de tratamiento se encontraba a punto de colapsar y en un abandono total. Se sensibilizó a las autoridades de la importancia y beneficio de fortalecer la planta de tratamiento, por lo que se coordinó con las autoridades del hospital San Juan de Dios y Roosevelt, solicitar una audiencia al señor viceministro administrativo para realizar el planteamiento del proyecto de fortalecimiento de la planta, lo cual se dio en el mes de septiembre de 2008.

Se inició con el reforzamiento de la Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios de la planta de tratamiento ubicado en el interior del cementerio La Verbena, zona 7 de la ciudad de Guatemala, departamento de Guatemala, hasta la presente fecha.

La Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios brinda un servicio de calidad, eficiente y eficaz, actuando con responsabilidad, por la salud del paciente, los trabajadores del área de salud y velando por el cuidado del medio ambiente.

Se establecieron lineamientos básicos para el adecuado manejo de los residuos o desechos sólidos hospitalarios. Se crearon mecanismos de inducción, capacitación, supervisión, control, vigilancia, seguimiento, evaluación, recolección, transporte, disposición final y sanción.

La Unidad de Control y Vigilancia de la Salud y Medio Ambiente es la encargada de establecer asesoría, gestión de riesgos, control de vectores, Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios y planta de incineración en las actividades de: supervisión, monitoreo, evaluación en áreas de salud, centros de salud, puesto de salud, maternidades, clínicas periféricas, clínicas de especialidades, hospitales: Amatlán, Roosevelt, San Juan de Dios, San Vicente, Salud Mental, Infantil de Infectología, Ortopedia y Rehabilitación, Unidades Inter Institucionales, UNICAR (Unidad Nacional de Cirugía Cardiovascular), UNAERC (Unidad Nacional del Enfermo Renal Crónico), UNOP (Unidad Nacional de Oncológica Pediátrica), Oftalmología.

La Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios establece como desechos cada material generado 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.

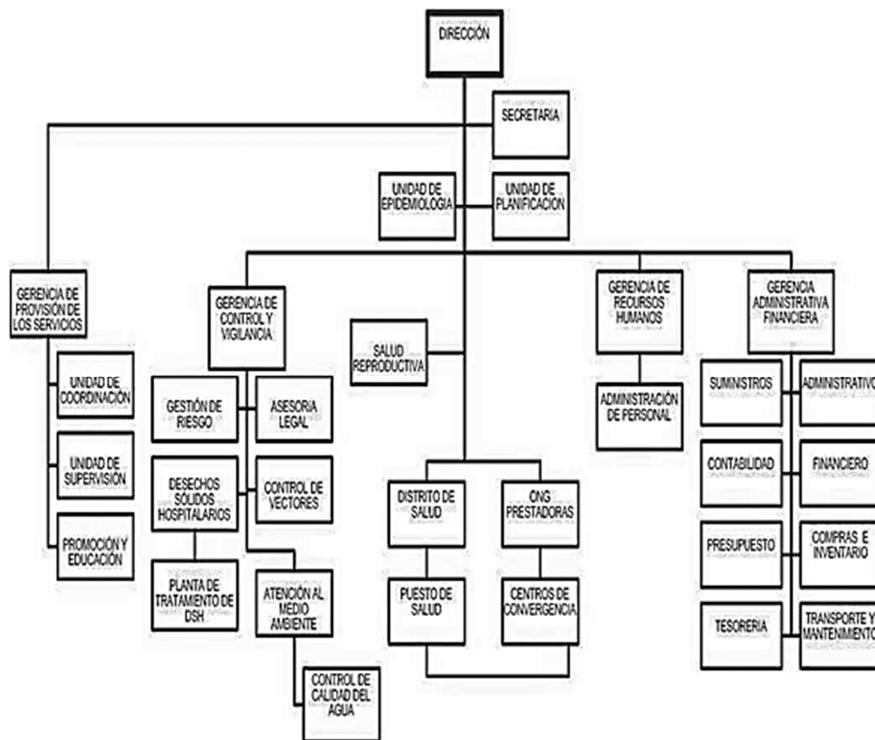
1.1. Estructura organizacional

Es un concepto fundamentalmente jerárquico de subordinación dentro de las entidades que colaboran y contribuyen a servir a un objetivo común

1.1.1. Organigrama de administración

Es la representación gráfica de la estructura de la organización. Representan las estructuras departamentales y, en algunos casos, las personas que las dirigen.

Figura 1. Organigrama



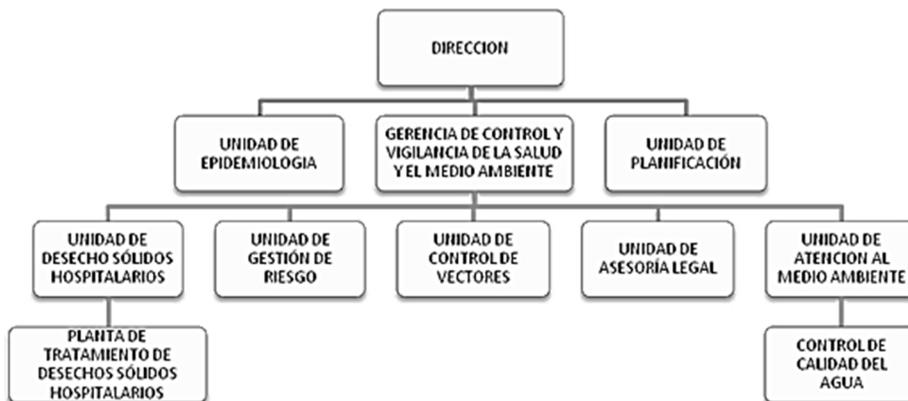
Fuente: Dirección Área de Salud Guatemala Central.

Se utiliza el organigrama vertical porque es más fácil de comprender e indica en forma objetiva las jerarquías del personal.

1.1.2. Organigrama de gerencia

Se utiliza organigrama vertical porque representa con toda facilidad una pirámide jerárquica, ya que las unidades se desplazan, de arriba hacia abajo en una graduación descendente, ya que es fácil de comprender e indica en forma objetiva el lugar que ocupa el personal.

Figura 2. Jerarquía del personal



Fuente: Dirección Área de Salud Guatemala Central.

1.1.3. Misión

“Coordinar con los entes generadores las actividades propicias para cumplir con lo establecido por la ley respecto al manejo de desechos sólidos hospitalarios, en todas las etapas comprendidas en el proceso, trabajando en equipo, con eficacia y eficiencia, a fin de mejorar y proteger la salud de las personas y el medio ambiente.”

1.1.4. Visión

“Trabajar en pro del mejoramiento de la salud y el ambiente, mediante una gestión organizada, altamente profesional y con tecnología moderna, para el manejo adecuado de los desechos sólidos hospitalarios que se generan en las instituciones que conforman la red de servicios del área de salud de Guatemala, y otros entes generadores que así lo soliciten, dando un servicio de calidad y ética.”

1.1.5. Ubicación

La planta de incineración se encuentra ubicada al final y dentro del cementerio La Verbena, 11 av. y 14 calle, zona 7 colonia La Verbena ciudad de Guatemala del departamento de Guatemala.

Figura 3. Planta de incineración



Fuente: cementerio La Verbena.

1.1.6. Aspectos legales

El actual reglamento interno de la institución 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 de gases al ambiente; particularmente a la actividad de incineración de los desechos hospitalarios que comprende la recolección, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos, provenientes de los hospitales públicos o privados, centro de atención médica autónomos o semiautónomos y de atención veterinaria. Los desechos generados por los mataderos o rastros deben manejarse de conformidad con el reglamento que para efecto se emita.

Para dar cumplimiento a las leyes indicadas con anterioridad, este reglamento regula los aspectos relacionados con la generación, clasificación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos hospitalarios que por su naturaleza se consideran tóxicos, radiactivos o capaces de diseminar elementos patógenos, así como los desechos que se producen en las actividades normales de los centros de atención de salud, humana o animal, tales como: hospitales públicos y privados, clínicas, laboratorios y cualquier otro establecimiento de atención veterinaria y de salud.

1.2. Conceptos de estática de fluidos para la elaboración del indicador de consumo

La materia ordinaria se presenta en alguno de los 3 estados siguientes: sólido, líquido o gaseoso. Existe un cuarto estado de la materia denominado plasma, que es esencialmente un gas ionizado con igual número de cargas positivas que negativas.

1.2.1. Definición de fluido

Los fluidos son capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contiene. Cuando están en equilibrio, los fluidos no pueden soportar fuerzas tangenciales o cortantes. Todos los fluidos son comprensibles en cierto grado y ofrecen poca resistencia a los cambios de forma.

Para clasificar a los materiales que se encuentran en la naturaleza se pueden utilizar diversos criterios. Desde el punto de vista de la ingeniería, uno de los más interesantes, lo constituye aquel que considera el comportamiento de los elementos frente a situaciones especiales. De aquí la definición que interesa es la de fluidos, la cual se clasifica en líquidos y gases.

Los líquidos son incompresibles debido a que su volumen no disminuye al ejercerle fuerzas grandes. Otra propiedad es que ejercen presión sobre los cuerpos sumergidos en ellos o sobre las paredes del recipiente que los contiene. Esta presión es llamada presión hidrostática.

Figura 4. **Líquidos incompresibles**



Fuente <http://ignaciamoralesepe.blogspot.com/>. Consulta: 10 de enero de 2013.

Los gases, por el contrario, constan de partículas en movimiento bien separadas que chocan unas con otras y tratan de dispersarse, de tal modo que los gases no tienen forma ni volumen definido. Y así adquieren la forma del recipiente que los contenga y tienden a ocupar el mayor volumen (son muy expandibles).

Los gases son compresibles es decir que su volumen disminuye cuando sobre ellos se aplican fuerzas, un ejemplo; cuando se ejerce fuerza sobre el émbolo de una jeringa.

Presión de un fluido: se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y actúa normalmente a cualquier superficie plana. En el mismo plano horizontal, el valor de la presión en un líquido, es igual en cualquier punto.

La diferencia de presiones entre dos puntos a distintos niveles en un líquido viene dado por:

$$P_2 - P_1 = \gamma (h_2 - h_1)$$

Donde: γ = peso específico del líquido y $h_2 - h_1$ = diferencia en elevación.

Si el punto 1 esta en la superficie libre del líquido y h es positiva hacia abajo, la ecuación anterior se forma en:

$$P = \gamma h \text{ (manométrica)}$$

Estas ecuaciones son aplicables en tanto γ , se mantenga constante (o varíe tan ligeramente con h que no introduzca un error significativo en el resultado).

Carga o altura de presión h

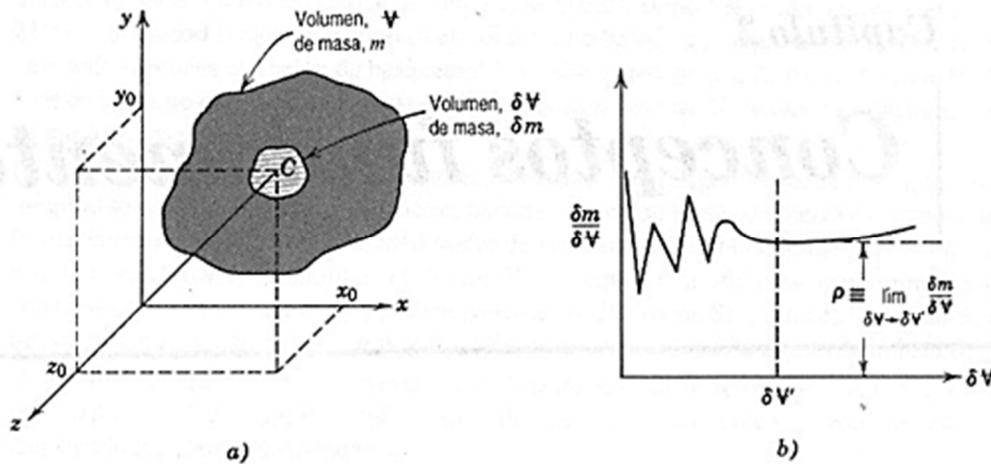
La altura de presión h representa la altura de un fluido homogéneo que produzca la presión dada así:

$$h = P / \gamma$$

1.2.2. Propiedades de los fluidos

Se considera que cada propiedad del fluido tiene un valor definido en cada punto en el espacio. Por ello, las propiedades de los fluidos se consideran la densidad, temperatura, velocidad.

Figura 5. Propiedades de fluidos



Fuente: Robert W. Fox Introducción a la mecánica de fluidos.

1.2.3. Presión para líquidos iguales

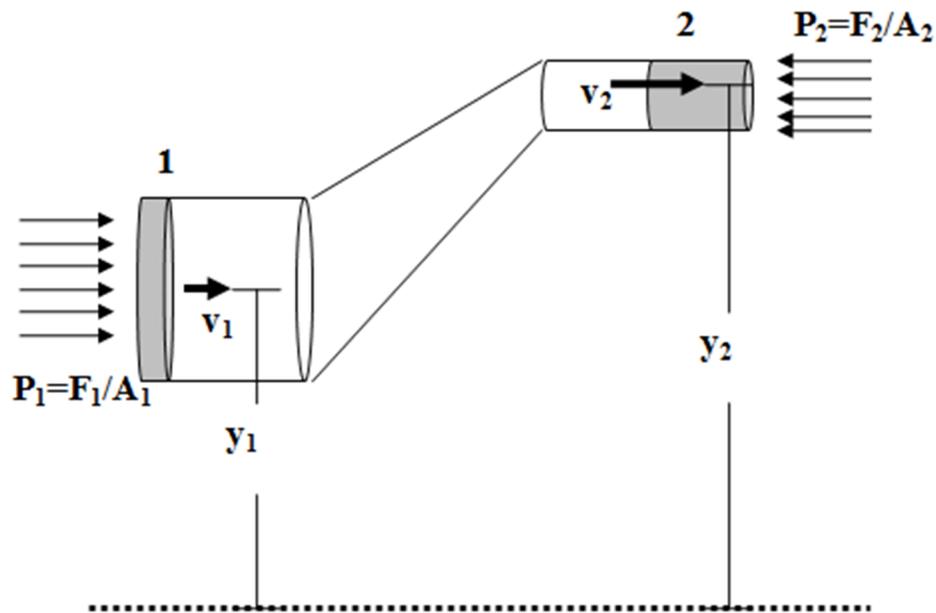
El manómetro es un dispositivo simple y de poco costo que se usa frecuentemente en medir presiones. Las situaciones que se deben analizar en un manómetro de tubo son las siguientes:

- Dos puntos cualquiera en una longitud continua del mismo líquido, están en la misma presión.
- La presión aumenta conforme desciende en una columna de líquido.

1.2.4. Ecuación de Bernoulli

Es la ecuación de continuidad con el principio de la conservación de masa. Para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente por unidad de tiempo, es constante. Esta puede calcularse como:

Figura 6. Diagrama de Bernoulli



Fuente: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/dinamica_fluidos/ap01_hidrodinamica.php.

Consulta: 15 de enero de 2013.

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 = \text{constante}$$

$$w_1 A_1 V_1 = w_2 A_2 V_2 \quad (\text{en kg/seg})$$

La parte sombreada de la izquierda (zona 1) representa un elemento de volumen de líquido que fluye hacia el interior del tubo con una velocidad V_1 . El área de la sección recta del tubo en esta zona es A_1 . El volumen de líquido que entra en el tubo en el tiempo Δt es $\Delta V = A_1 V_1 \Delta t$.

Como se está admitiendo que el fluido es incompresible, debe salir del tubo en la zona 2, un volumen igual de fluido. Si la velocidad del fluido en este punto es v_2 y el área correspondiente de la sección recta vale A_2 , el volumen es $\Delta V = A_2 V_2 \Delta t$. Como estos volúmenes deben ser iguales se tiene $A_1 V_1 \Delta t = A_2 V_2 \Delta t$. y por tanto:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

Ecuación de continuidad

El producto $Q = Av$ es una magnitud denominada flujo de volumen Q , gasto o caudal. Las dimensiones de Q , son las de volumen/tiempo (p.e. litros por minuto). En el flujo estacionario de un fluido incompresible, el caudal es el mismo en todos los puntos de fluido.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TRABAJO

2.1. Descripción del área de trabajo

La Unidad de Desechos Hospitalarios es la encargada de vigilar y transportar los sólidos producidos por los hospitales y centros de salud hasta la planta de incineración. Cuenta con 2 incineradores de gas propano y un incinerador diesel, el cual tiene una capacidad de quemar 1 000 libras por hora y un cisterna de almacenamiento de manufacturación artesanal sin ningún tipo de indicador para establecer la cantidad de combustible, en esta estación laboran 6 operarios que tienen a su cargo el pesaje, traslado y quemado de los desechos dentro de la planta. Para la manipulación de los desechos utilizan equipo de protección personal especial bioinfeccioso para este tipo de trabajo.

Figura 7. Utilización de equipo de protección personal bioinfeccioso



Fuente: cementerio La Verbena.

A esta planta de tratamiento final de Desechos Sólidos Hospitalarios (DSH) se le hizo recientemente una auditoria del buen uso de combustible. Además una de las recomendaciones hechas por los auditores es la de establecer la cantidad real de combustible usada por cada día de trabajo (jornada), esta recomendación surgió de las visitas y observaciones a la planta de incineración.

El problema que se encontró en la planta de incineración es cómo establecer la cantidad de diesel consumido en la cisterna, el cual es llenado manualmente, problema que se incurre porque cuando llenan la cisterna no saben cuánto hay en ese momento, además el sistema de control prácticamente es nula, pues aún cuando hay combustible no se puede saber qué cantidad de combustible existe en reserva al arrancar y con cuánto se termina.

Cuando fue instalado el incinerador diesel a este, le fue donada una cisterna para el abastecimiento de combustible y poder operar el incinerador, esta fuente de abastecimiento no contiene ningún tipo de medidor para establecer la cantidad de galones almacenados o una placa que especifique la capacidad de almacenamiento.

Figura 8. **Cisterna para el abastecimiento de combustible**



Fuente: cementerio La Verbena.

Figura 9. **Tanque de combustible esta encima del incinerador**



Fuente: cementerio La Verbena.

Como se observa en las figuras 8, 9 y 10, el tanque de combustible esta encima del incinerador, el cual puede ocasionar un grave problema, debido a que cuando se le instale el indicador de consumo, este podría dañarle partes esenciales en la toma de datos y opacarse o dañarse en el lugar (ambiente) que esta situado.

Figura 10. **Tanque de combustible**



Fuente: cementerio La Verbena.

Como parte del plan de acción de seguridad y prevención de accidentes dentro de la planta de incineración, el personal cuenta con equipo para combatir un incendio:

- El equipo de extintores, el cual es revisado una vez al año por una empresa especializada en servicio técnico en equipos y sistemas contra incendio.
- Equipo de seguridad industrial para el trabajo de incineración.
- Depósitos de arena húmeda para ahogar el fuego.
- Números de emergencia de bomberos voluntarios y municipales.

Equipo de extintores contra incendios tipo ABC, esta clase de extintor involucra:

- Incendios clase A

Involucran materiales combustibles ordinarios, tales como madera, ropa, papel, goma y algunos plásticos. El agua es utilizada para efectos del enfriamiento, a fin de reducir temperatura de los materiales incendiados por debajo de su temperatura de ignición.

Figura 11. **Materiales combustibles ordinarios**



<http://www.monografias.com/trabajos23/incendios/incen>. Consulta: 15 de enero de 2013.

- Incendios clase B

Involucran líquidos inflamables, grasas y gases. El efecto de sofocación por exclusión del oxígeno es el más efectivo. Otro método de extinción incluye la remoción del combustible y reducción de la temperatura.

Figura 12. **Líquidos inflamables, grasas y gases**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos23/incendios/ince>. Consulta: 15 de enero de 2013.

- Incendios clase C

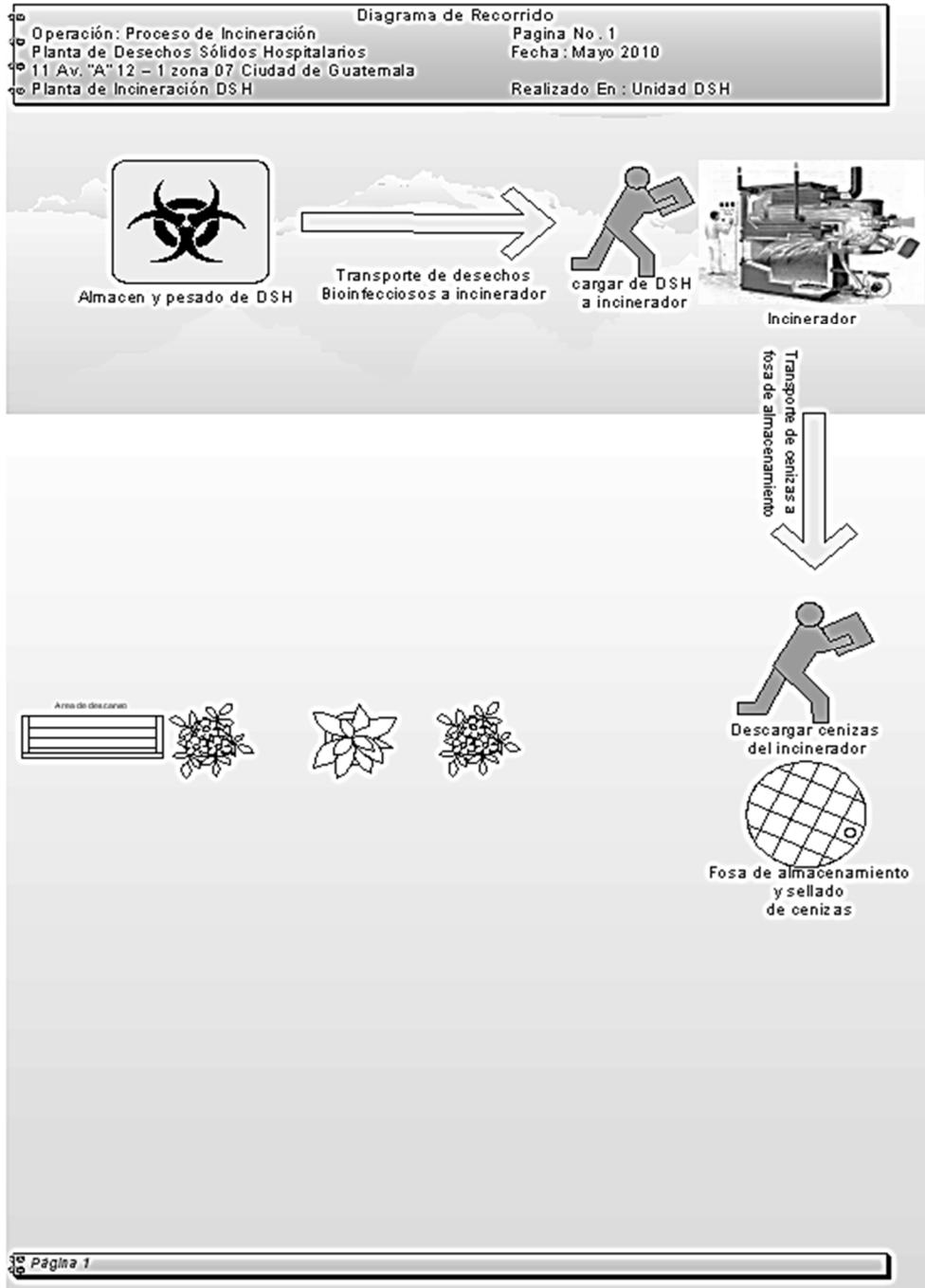
Este involucra equipos eléctricos energizados. Este tipo de incendios pueden ser controlados por medio de un agente extintor no conductor. El procedimiento de seguridad, es el de tratar de desenergizar los circuitos de alto voltaje y tratarlo como un incendio clase C.

Figura 13. **Equipos eléctricos energizados**



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos23/incendios/inc>. Consulta: 15 de enero de 2013.

Figura 14. Diagrama de distribución



Fuente: elaboración propia.

2.2. Análisis del personal

Los trabajadores de la planta de tratamiento de desechos sólidos hospitalarios pertenecen a la Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios. La Gerencia de Control y Vigilancia de la Salud y el Medio Ambiente es el ente Rector de la Planta Tratamiento de Desechos Sólidos Hospitalarios (TDSH) La Verbena.

La planta de incineración cuenta con 6 trabajadores que tiene como actividades revisar y anotar de qué institución proviene cada desecho, ellos pesan en libras (o kilos) todas las bolsas sin abrirlas, para luego ser transportadas al incinerador.

El inconveniente que se tiene en la planta es de no contar con un contrato de abastecimiento de combustible con una empresa, esto se debe a que cada institución a quien se le presta el servicio, debe proporcionar 15 o 20 galones de combustible diesel para realizar la eliminación de los desechos que cada institución genera, el cual será enviado a la planta de incineración en los últimos días de cada mes.

La persona encargada del incinerador deberá de abastecer de combustible en forma manual a la cisterna, debido a que es transportado en recipientes (depósitos con una capacidad de 55 galones), siendo almacenado fuera del área de trabajo evitando la exposición a temperaturas elevadas. Para ello reciben una charla de capacitación o retroalimentación un día al mes en el manejo y manipulación de combustible y desechos bioinfeccioso; el objetivo de la reunión es establecer si los métodos de seguridad están siendo empleados o aplicados por el personal de planta para crear en el área de trabajo un ambiente seguro libre de accidentes.

Figura 15. **Charla de capacitación**



Fuentes: Área de Salud Guatemala Central.

Como complemento de seguridad en la planta de incineración reciben capacitación de cómo actuar en caso de un siniestro o accidente, el cual es proporcionado por las autoridades de control y vigilancia de la salud y medio ambiente con apoyo de los bomberos, quienes capacitan en el manejo de los extintores, primeros auxilios y evacuación de una persona herida.

2.3. Jornada de trabajo

La jornada laboral es de 8 horas diarias de lunes a viernes, en casos especiales cuando la cantidad de desecho generado por las instituciones es demasiada, se trabaja fin de semana debido a la política de cero almacenamiento para evitar los focos de contaminación.

Se suspenderán permisos y descansos en caso de una catástrofe o emergencia declarada en la ciudad de Guatemala procediendo a atender a los hospitales y centros de salud en la recolección y traslado del desecho hacia la planta de incineración, con el objetivo de prevenir focos de contaminación y la proliferación de plagas (insectos y/o roedores) debido a la acumulación de los desechos.

2.4. Maquinaria y vehículos que se utilizan en área de incineración

En estos se utilizan los compuestos orgánicos de los residuos para producir energía en plantas de incineración de residuos o como combustibles alternativos en hornos de cemento o, incluso, centrales eléctricas alimentadas con carbón.

2.4.1. Carretilla de mano

Estas son utilizadas para el traslado de los desechos del punto de almacenamiento hasta el incinerador, evitando el contacto físico con el producto (desecho).

Figura 16. **Carretilla de mano**



Fuente: <http://jamillan.com/lengua/08/diablos-y-artefactos>. Consulta: 15 de enero de 2013.

Al terminar el turno de trabajo se procede a lavar con agua clorada al 3 por ciento de hipoclorito de sodio, utilizando una hidrolavadora para desinfectar. Esto se realiza para evitar atraer insectos no deseables, el cual es provocado por los fluidos (sangre, placenta) que se filtran por las bolsas de resguardo o que se encuentran perforadas por la mala manipulación que se dieran en los centros de asistencia.

Figura 17. **Hidrolavadora**



Fuente: Barnes de Centroamérica, S.A.

2.4.2. Incineradores

El volumen máximo con la que opera el incinerador por hora es de 1 000 libras a una temperatura de 850 a 1 200 grados Celsius. Esta temperatura es necesaria para obtener un residuo en ceniza esterilizada en el proceso de

eliminación. Surge como necesidad de transformar los residuos o desechos producidos por el hombre para disminuir la contaminación a nivel de suelos, agua y aire, estos residuos son transformados en materia inerte o inocuo (no hace daño). El propósito de la incineración es destruir todos los compuestos orgánicos peligrosos y evitar la emisión de gases peligrosos a la atmósfera.

2.4.2.1. Capacidad del incinerador

La temperatura a la que opera un incinerador es de 850 a 1 200 grados Celsius, la cual es necesaria para obtener un residuo en ceniza esterilizada en el proceso de eliminación de los desechos sólidos hospitalarios. La planta de incineración cuenta con un incinerador que opera con combustible diesel, el cual tiene una capacidad para eliminar 1 000 libras de desechos por hora, esta capacidad se alcanza cuando la temperatura ha llegado a 1 200 grados Celsius es por esta razón que se considera un punto crítico, el cual se debe monitorear.

El proceso de incineración se detalla de la siguiente forma:

El desecho hospitalario es introducido a la cámara principal de ladrillo refractario, con resistencia a las temperaturas altas, cuya finalidad es retener el calor producido por los quemadores.

Los quemadores: pueden existir uno o más según el tamaño de la cámara del incinerador o las temperaturas que se desean alcanzar. Contiene unas boquillas donde se pulveriza el combustible en una mezcla con aire a presión, el cual se encenderá mediante una chispa producida por un sistema eléctrico que es parte del equipo. Las temperaturas de operación de la cámara primaria deben oscilar entre 600 y 850 grados Celsius.

Figura 18. **Quemador diesel para incinerador**



Fuente: cementerio La Verbena.

La cámara secundaria es de menor tamaño que la primera consiste en una estructura refractaria que soporta mayores temperaturas, en esta los gases producto de la combustión de material sólido de la primera cámara son incinerados mediante un quemador que alcanza temperaturas que son superiores a los 1 200 Celsius.

Los gases de combustión de la cámara secundaria pasan finalmente a través de un sistema llamado cortina de agua. Su función es la de retener las partículas en suspensión y enfriar los gases de combustión. Los gases y las partículas enfriadas pasan a través de un filtro antes de ser descargados al ambiente.

Figura 19. **Incinerador**



Fuente: cementerio La Verbena.

Figura 20. **Cámara de combustión**



Fuente: cementerio La Verbena.

2.4.2.2. Consumo del incinerador

La planta de incineración de desechos sólidos hospitalarios es la encargada de proporcionar a cualquier institución nacional que presta atención médica a la población guatemalteca. Los servicios que proporciona es la de proporcionar bolsas (con logotipo bioinfeccioso) para empacar los residuos sólidos, etiquetas, transporte y tratamiento final (incineración).

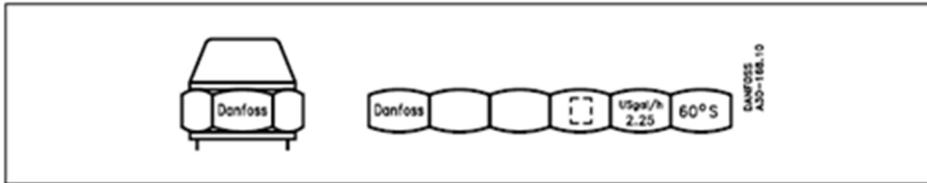
El combustible utilizado en el incinerador se obtiene por aportación de las instituciones quienes firman un convenio con la Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios que van de 5 a 25 galones diesel mensuales, este aporte variara dependiendo de la cantidad de desecho generado.

El combustible es almacenado en depósito (contenedores) para su resguardo en la planta de incineración debido a la variación en el precio de los combustibles. El presupuesto de los entes generadores se han visto afectados para la aportación del diesel mensual.

Por lo cual la Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios a cargo del área de Salud Guatemala Central, ha pedido realizar un estudio y control de consumo de diesel, y se procederá a establecer los cambios de precio del combustible que afectan a la aportación de combustible.

Para el estudio y control de consumo diesel se ha establecido que el incinerador utiliza un quemador, el cual utiliza una boquilla de pulverización que consume para su operación 1 galón por hora (galones por hora) estos datos se pueden obtener en la boquilla o en la placa de operación del quemador, un ejemplo es el que se observa en la siguiente figura.

Figura 21. **Quemador**



Fuente: Danfoss Burner component.

Figura 22. **Boquilla**



Fuente: Imagen Danfoss Burner component.

Dependiendo del uso que se dé al quemador, la boquilla tiende a sufrir desgaste, el cual afecta la pulverización del diesel aumentando el consumo de combustible, esta boquilla deberá ser reemplazada por otra.

El comportamiento en los precios de combustible diesel puede afectar el envío o aporte del combustible hacia la planta de incineración, lo cual daña el presupuesto de cada institución, este comportamiento se puede observar en las siguientes tablas de comportamiento y variación:

En el 2010 la cantidad de diesel utilizado en la planta de incineración en un mes, trabajando 18 horas en la planta de incineración durante 30 días, utilizando una boquilla que consume 1 galón por hora. Esta unidad ha establecido que para incinerar una libra de desecho hospitalario tiene un costo promedio de Q. 1,14 (un quetzal con catorce centavos).

Tabla I. **Variación durante el 2010**

Cantidad de galones utilizados durante el año	6 480 galones
Costo por galón	Q. 25,00
Costo total por año	Q. 162 000,00

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Se ha establecido la cantidad diaria de combustible a través de un método empírico, que consiste en abastecer a la cisterna con el combustible que se utilizará en la jornada determinando que para incinerar los residuos generados por los hospitales y dependiendo del desecho que será destruido, utilizarán el combustible necesario por día y poder realizar el trabajo, se puede observar la cantidad de galones consumidos en cada jornada de trabajo.

Tabla II. **Producción de desechos sólidos hospitalarios durante el 2011**

DESECHO	Año 2010 (Libras)	Costo (Quetzales)
Bioinfeccioso	2 220 156	Q. 2 530 978,00
Punzocortante	90 350	Q. 102 999,00
Especial	166 815	Q. 190 169,00
Placentas	62 537	Q. 71 292,00
TOTAL	2 539 858	Q. 2 895 438,00

Fuente: planta de DSH.

Tabla III. Variación durante el 2011

Cantidad de galones utilizados durante el año	7 128 galones
Costo por galón	Q. 25,00
Costo total por año	Q 178 200,00

Fuente: planta de DSH.

Tabla IV. Producción de desechos sólidos hospitalarios durante 2011

Desecho	Año 2011 (Libras)	Costo (Quetzales)
Bioinfeccioso	2 671 476	Q. 3 045 483,00
Punzocortante	87 799	Q. 100 091,00
Especial	168 958	Q. 192 612,00
Placentas	44 553	Q. 50 791,00
Total	2 972 787	Q. 3 388 977,00

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

En la planta de incineración han establecido la cantidad diaria de combustible a través de un método empírico. Consiste en abastecer a la cisterna únicamente con el combustible que se utilizará en la jornada, determinando que para incinerar los residuos generados por los hospitales y dependiendo del desecho que será destruido, utilizarán el combustible necesario por día y poder realizar el trabajo. Los siguientes datos se puede observar la cantidad de galones consumidos en cada jornada de trabajo en la planta de incineración:

Tabla V. **Datos de galones utilizados durante el mes de mayo 2011**

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
14	15	15	14	15
14	15	16	17	15
14	15	14	13	15
14	15	14	14	17

Fuente: planta de DS.

Al ordenar los datos en orden cronológico se establece que el promedio de combustible utilizado en el incinerador es de 14,6 galones, con un máximo de 17 galones, lo que excede al promedio en 2,4 galones. Estos son utilizados cuando se programa la incineración de placenta, debido a que este desecho no proporciona poder calorífico, por lo cual se debe esperar que el incinerador alcance su temperatura máxima para poderlo eliminar. La cantidad mínima de 13 galones con una variación de 1,6 abajo del promedio, se debe a que este desecho proporciona un alto poder calorífico (ejemplo: jeringas descartables, algodón con alcohol, vendas, gasas, equipos intravenosos) por lo que el tiempo que lleva para eliminar este desecho es rápido.

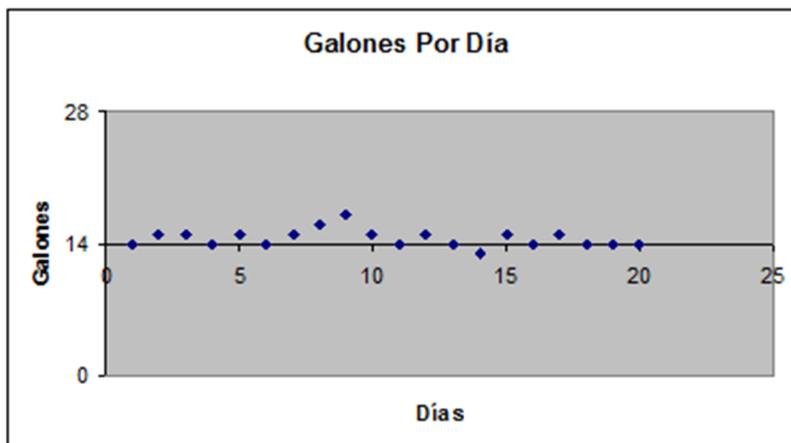
Es necesario aclarar que algunos desechos orgánicos extraídos y transportado fuera del límite de la ciudad capital y pertenece al dominio (alcance) a la planta de desechos sólidos, son transportados por un camión refrigerado, esto se hace para evitar que estos entren en descomposición por la distancia que recorre y altas temperaturas que se encuentran en la carretera, por lo que aumenta el tiempo de eliminación y combustible.

Figura 23. **Galones consumidos por día**

Total de días trabajados	Galones	Total de días trabajados	Galones
1	14	17	15
2	15	18	14
3	15	19	14
4	14	20	14
5	15		
6	14		
7	15		
8	16		
9	17		
10	15		
11	14		
12	15		
13	14		
14	13		
15	15		
16	14		

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Combustible consumido durante mayo**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 24 se observa que la cantidad de galones de combustible consumidos durante el mes de mayo utilizando una boquilla de 1 galón por hora, lo cual se mantiene estable, reflejando una mayor atención y mantenimiento en el equipo.

- Durante el 2012

Durante los primeros meses de este año, los operadores en la planta de incineración han sentido olor a diesel, por lo cual se realizó una inspección a todo el equipo de incineración. Se comprobó que la parte del quemador sufre de anomalías, debido al desgaste que se tuvo en la boquilla que atomiza el combustible, la cual fue reemplazada la de 1 galón por hora, por una boquilla de 5 galones por hora. Esto se debió a que las empresas (o empresas) dedican a la venta de repuesto y quemadores únicamente tienen en *stock* en ese momento boquillas de 5 a 10 galones por hora de consumo y debido a que es una parte esencial y necesaria para no parar de incinerar, se decidió comprar la boquilla de 5 galones por hora para este tipo de quemador para seguir trabajando.

Tabla VI. **Variación durante el 2012**

Cantidad de galones utilizados durante el año	7 128 galones
Costo por galón	Q. 25.00
Costo total por año	Q. 178 200,00

Fuente: área de Salud Guatemala Central.

Tabla VII. **Producción de desechos sólidos hospitalarios durante 2012**

DESECHO	Año 2012 (Libras)	Costo (Quetzales)
Bioinfeccioso	2 373 099	Q. 73 566 072,00
Punzocortante	81 342	Q. 2 521 611,00
Especial	171 765	Q. 5 324 725,00
Placentas	41 382	Q. 1 282 839,00
TOTAL	2 667 589	Q. 82 695 247,00

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Tabla VIII. **Producción de desechos sólidos hospitalarios durante 2013
(durante los primeros 3 meses)**

DESECHO	Año 2013 (libras)	Costo (Quetzales)
Bioinfeccioso	605 394	Q. 690 149,00
Punzocortante	21 624	Q. 24 652,00
Especial	42 295	Q. 48 216,00
Placentas	12 373	Q. 14 105,00
TOTAL	681 686	Q. 777 122,00

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Tabla IX. **Variación durante el primer trimestre 2013**

Cantidad de galones utilizados durante 3 meses	1 960 galones
Costo por galón	Q. 27,60
Costo total durante 3 meses	Q. 54 096.00

Fuente: Área de Salud Guatemala Central, precio del combustible dato de Prensa Libre.

En la siguiente tabla se podrá observar que cada año los entes generadores aumentan su producción, esto se debe a que la población ha llegado a pedir y recibir atención médica debido a la violencia, enfermedades respiratorias por el cambio climático y enfermedad común.

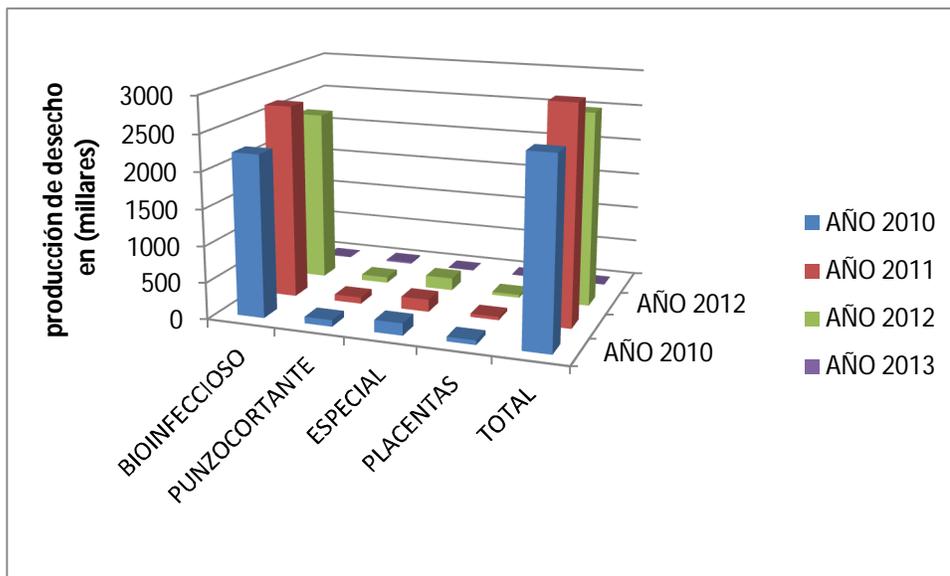
Tabla X. **Eliminación desechos sólidos hospitalarios (desechos en libras)**

DESECHO	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013
Bioinfeccioso	2 220 156	2 671 476	2 373 099	605 394
Punzocortante	90 350	87 799	81 342	21 624
Especial	166 815	168 958	171 765	42 295
Placentas	62 537	44 553	41 382	12 373
TOTAL	2 539 858	2 972 787	2 667 589	681 686

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Los servicios de atención en los hospitales y centros de asistencia nacional aumentan 5,02 y 17,45 por ciento en el 2010 hasta el 2012. En el 2011 tuvo un incremento debido a desastres naturales, enfermedades y casos de gripes a nivel nacional, en 2013 aún cuando es un trimestre la proyección hasta fin de año se esperaría tener un total de desechos de 2 726 744,00 con un incremento 2,33 por ciento en comparación con el año pasado.

Figura 25. **Desechos tratados durante 2010-2013 planta de incineración (desecho en libras)**



Fuente: elaboración propia.

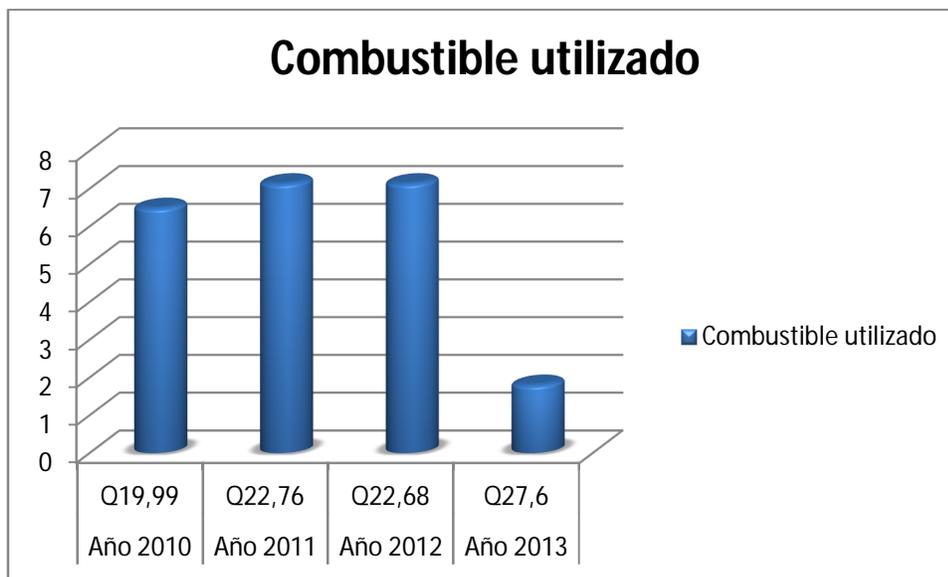
En esta gráfica en los últimos 4 años, la tendencia de los desechos sólidos hospitalarios tratado en la planta de incineración del cementerio La Verbena de la zona 7 de la ciudad de Guatemala.

Tabla XI. **Consumo diesel (galones)**

Combustible	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013
Precio	Q. 19,99	Q. 22,76	Q. 22,68	Q. 27,6
Galones utilizados	6 480	7 128	7 128	1 797

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Precio de combustible por año



Fuente: elaboración propia.

Los cambios en los precios de los combustibles han variado, lo cual afecta a la planta de incineración por ser una institución que opera con aporte de combustible proporcionado por las instituciones que se suscriben, para que se les preste el servicio de incineración de desechos sólidos hospitalarios.

Al observar que cada año aumenta el precio del diesel, los entes generadores ven afectado su presupuesto debido a que ellos deben proporcionar una cantidad de galones exactos que se les solicita al mes para la quema de su desecho.

Al finalizar el 2013 se espera que la cantidad de combustible utilizado sea 7,188 galones de diesel para poder destruir un total de desechos hospitalarios de 2 726 744 libras (dos millones setecientos veintiséis mil setecientos cuarenta y cuatro libras).

2.4.3. Vehículos

Posee vehículos livianos que sirven para el transporte de los desechos hospitalarios hasta la planta de incineración, para ser clasificado y pesado. Además transportan el combustible que es proporcionado por los diferentes hospitales para la destrucción de sus propios desechos generados.

Figura 27. Transporte de los desechos



Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Las responsabilidades que tiene el piloto de transporte de desechos bioinfeccioso es verificar y vigilar que cada bolsa de desechos lleve el nombre del área generadora con su respectiva etiqueta y asegurada que este especificado el tipo de residuo que contiene. En caso de que se encuentren anomalías en las bolsas (perforación o filtración de líquidos) se procederá a informar al coordinador y al encargado del centro para que se resguarde en otra bolsa.

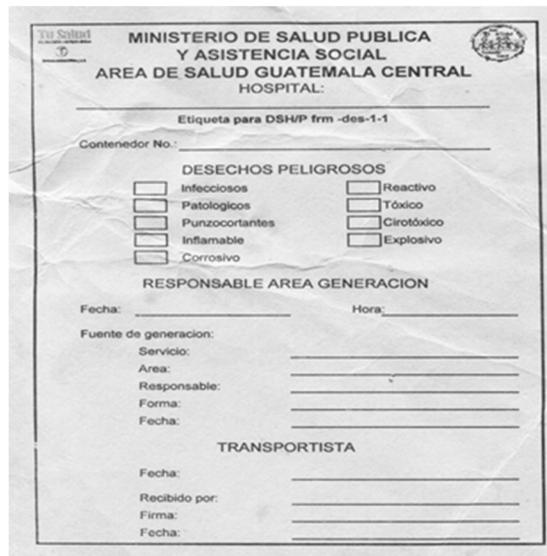
La etiqueta que se muestra debe ser llenada por los entes generadores de desechos, donde se señala el tipo de desecho que se va enviar a la planta de incineración, esta debe ser colocada y atada a $\frac{3}{4}$ (tres cuartos) de la capacidad del contenedor (bolsa).

Figura 28. **Bolsa de desechos**



Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Figura 29. **Etiqueta**



MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
Y ASISTENCIA SOCIAL
AREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL
HOSPITAL:

Etiqueta para DSHP frm -des-1-1

Contenedor No: _____

DESECHOS PELIGROSOS

<input type="checkbox"/> Infecciosos	<input type="checkbox"/> Reactivo
<input type="checkbox"/> Patológicos	<input type="checkbox"/> Tóxico
<input type="checkbox"/> Punzocortantes	<input type="checkbox"/> Citotóxico
<input type="checkbox"/> Inflamable	<input type="checkbox"/> Explosivo
<input type="checkbox"/> Corrosivo	

RESPONSABLE AREA GENERACION

Fecha: _____ Hora: _____

Fuente de generacion:

Servicio: _____

Area: _____

Responsable: _____

Forma: _____

Fecha: _____

TRANSPORTISTA

Fecha: _____

Recibido por: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

Terminada la jornada de trabajo, el vehículo pasa por el proceso de desinfección con agua clorada al 3 por ciento y equipo de hidrolavadora, la limpieza es realizada por el piloto que traslada los desechos hospitalarios hacia la planta. Para esta actividad debe utilizar equipo de protección bioinfeccioso, el cual debe proporcionarlo el encargado de la planta de incineración.

2.4.4. Depósito (cisterna) de almacenaje de diesel

Los tanques de combustible diesel, deben estar diseñados y construidos de acuerdo a los estándares reconocidos a nivel nacional. Los tanques deben estar alejados de los límites de propiedad, edificios importantes, vías públicas y otros tanques.

2.4.4.1. Capacidad de la cisterna

La capacidad de almacenaje que tiene la cisterna es de 313 galones, este fue calculado para establecer la cantidad de combustible que puede almacenar, el que servirá para el indicador de combustible que se le instalará para establecer cuanto de combustible estará utilizado diariamente sin necesidad de abastecer a la cisterna, únicamente con los galones necesarios para la destrucción de los desechos.

Con este indicador se evitará que el personal abastezca a la cisterna en forma periódica, evitando accidentes por derrame de combustible, paros innecesarios y reportes continuos por falta combustible.

Figura 30. **Depósito de almacenaje**



Fuente: cementerio La Verbena.

3. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE UN MEDIDOR PARA EL CONTROL DE CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN

3.1. Construir un indicador de combustible

Existe variedades de indicadores (medidores) de combustible, para establecer la cantidad de combustible almacenada en la cisterna. Estos instrumentos permiten establecer a qué altura esta el fluido o sólido de manera directa desde un punto de referencia.

3.1.1. Para determinar el nivel de consumo diario de diesel en la cisterna

Medidor de sonda: consiste en una regla o varilla de acero graduada o aforada, esta se introduce en el depósito del fluido, el cual se debe encontrar a presión atmosférica, cabe resaltar que la parte inferior de la varilla debe llegar a la superficie del depósito.

Figura 31. **Medidor de nivel**

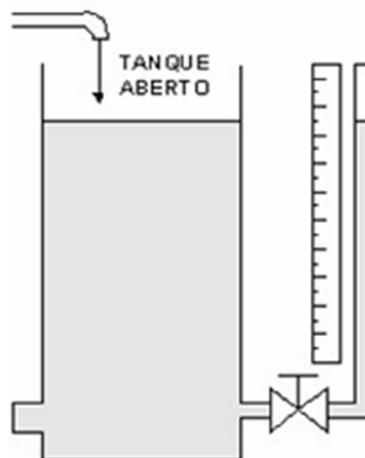


Este método es efectivo y ampliamente utilizado para medir el nivel en los tanques de una gasolinera, pero no es muy práctico si el contenido a medir es tóxico o corrosivo, ya que el individuo que introduce la varilla debe estar de pie sobre la abertura del tanque para manejarla. La determinación del nivel se efectúa al introducir la varilla en el tanque observando a que longitud de la varilla se encuentra mojada por el líquido.

- Medidor con una varilla graduada

En su extremo inferior posee un gancho que se sumerge en el seno del líquido contenido en el tanque. Luego este se levanta hasta que rompa la superficie del líquido, de modo que la distancia desde esta superficie hasta la parte superior del tanque representa indirectamente el nivel. Este instrumento se emplea generalmente en tanques de agua que se encuentran a presión atmosférica.

Figura 32. **Varilla graduada**



- Medidor de cinta y plomada

Es un sistema parecido a los anteriores, consta de una cinta graduada y un plomo en la punta. Se emplea cuando es difícil que la regla tenga acceso al fondo del estanque.

Figura 33. **Medidor de cinta y plomada**



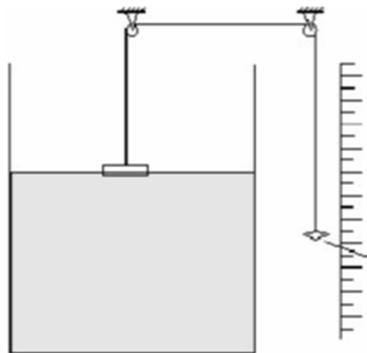
Fuente: www.industriaynegocios.cl/Academicos/.../Nivel_Liquido/pag2.htm

- Medidor flotante

Este indicador tiene un flotador ubicado en el seno del líquido y conectado al exterior del tanque: indicando directamente el nivel sobre una escala graduada. Es el modelo más antiguo y más usado en tanques de capacidad grande. Tiene el inconveniente que las partes móviles están expuestas al fluido y pueden romperse. El flotador debe mantenerse limpio. El flotador es de un material más liviano que el fluido por lo que sigue el movimiento del líquido.

La escala, contrapeso, el flotador puede tener formas muy variadas y estar hechos o contruidos por materiales muy diversos según sea el tipo de fluido. Los instrumentos del flotador tienen una precisión de 0,5 por ciento. Son adecuados en la medida de niveles en tanques abiertos y cerrados a presión o a vacío y son independientes del peso específico del líquido. El problema que se puede encontrar con esta clase de indicador que el flotador pueda trabarse en el tubo guía y dañarse ante olas bruscas en la superficie del líquido cuando este abasteciéndose.

Figura 34. **Medidor flotante**

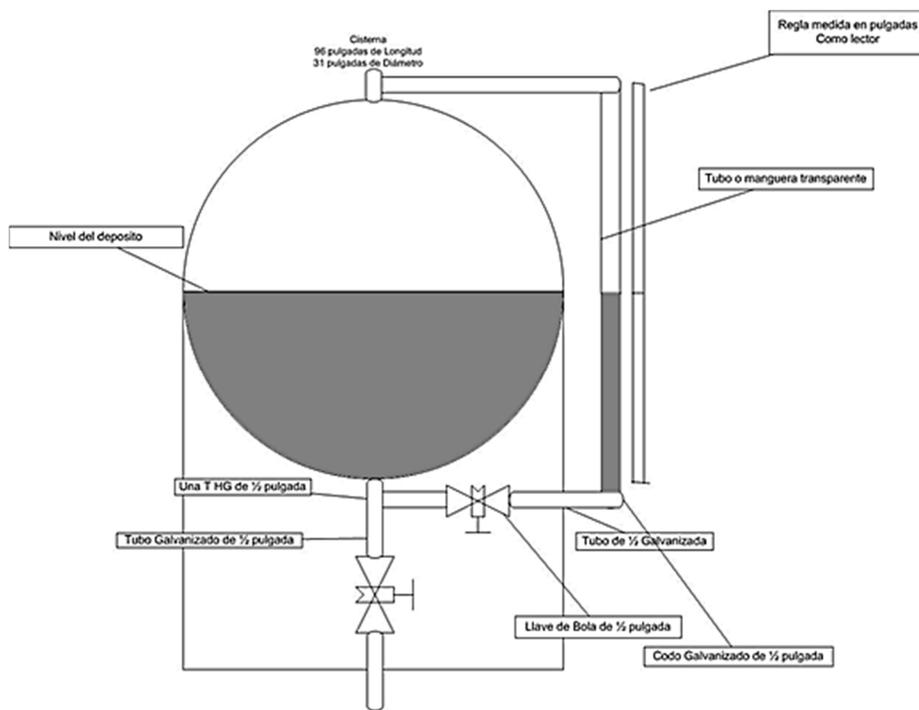


www.industriaynegocios.cl/Academicos/.../Nivel_Liquido/pag2.htm.

Se le ha propuesto a la unidad de DSH y planta de incineración un indicador de consumo de combustible para la cisterna, con este indicador se podrá establecer la cantidad de combustible usado en la etapa de incineración de los desechos hospitalarios. Con la instalación de un indicador de consumo se observará en forma rápida el operario a qué altura se encuentra el combustible al empezar y al finalizar la jornada de trabajo. El indicador tendrá una cinta con medidas en centímetros o pulgadas para establecer a qué nivel ha ascendido o descendido la cisterna cuando se abastezca y se empiece a operar el incinerador.

El indicador contará con una tabla de conversión de los galones que se encuentran almacenados en la cisterna, el cual se podrá observar y leer en la marca del indicador de cuantos centímetros (o pulgadas) ha alcanzado el combustible en el medidor de la cisterna y con ello establecer la cantidad de galones existentes.

Figura 35. **Propuesta de cisterna**



Fuente: elaboración propia.

Para calcular la cantidad de combustible que se almacena en la cisterna es importante establecer la cantidad máxima de galones que la cisterna puede almacenar, para esto realizará y genera la tabla de calibración y ajuste de combustible.

Esta tabla de ajuste y calibración tiene como objetivo conocer cuánto de combustible hay por pulgada en el diámetro de la cisterna. Un ajuste más exacto se realizará desde una variación 1/8 hasta 31 pulgadas del diámetro total, una vez obtenidos los resultados de cada cálculo se procede a convertir a galones.

Esta tabla ayudará a la planta de incineración y al operador del incinerador a conocer la cantidad de combustible antes de comenzar a realizar sus labores de incineración. Al terminar el turno, el operador deberá establecer la cantidad de combustible utilizado en la destrucción de los desechos sólidos hospitalarios, para lo cual deberá ser uso de esta tabla para calcular la cantidad de diesel que quedará almacenada en la cisterna.

Tabla XII. Calibración y ajuste cisterna de almacenamiento combustible diesel planta de incineración de desechos sólidos hospitalarios

Diámetro: 31 pulgadas.

Longitud: 96 pulgadas.

Dirección y ubicación de la cisterna: 11 Av. "A" 12 – 1, zona 7

DIÁMETRO	GALONES	DIÁMETRO	GALONES
1/8	0,0051000	3 1/8	3,18749255
1/4	0,0204000	3 1/4	3,4475919
3/8	0,0458999	3 3/8	3,7178913
1/2	0,0815998	3 1/2	3,9983907
5/8	0,1274997	3 5/8	4,2890900
3/4	0,1835996	3 3/4	4,5899893
7/8	0,2498994	3 7/8	4,9010885
1	0,3263992	4	5,2223878
1 1/8	0,4130990	4 1/8	5,5538870

Continuación de la tabla XII.

DIÁMETRO	GALONES	DIÁMETRO	GALONES
1 ¼	0,5099988	4 1/4	5,8955862
1 3/8	0,6170986	4 3/8	6,2474854
1 ½	0,7343983	4 1/2	6,6095845
1 5/8	0,8618980	4 5/8	6,9818837
1 ¾	0,9995977	4 3/4	7,3643828
1 7/8	1,1474973	4 7/8	7,7570819
2	1,3055969	5	8,1599809
2 1/8	1,4738966	5 1/8	8,5730800
2 ¼	1,6523961	5 1/4	8,9963790
2 3/8	1,8410957	5 3/8	9,4298779
2 ½	2,0399952	5 1/2	9,8735769
2 5/8	2,2490947	5 5/8	10,3274758
2 ¾	2,4683942	5 3/4	10,7915748
2 7/8	2,6978937	5 7/8	11,2658737
3	2,9375931	6	11,7503725
10 1/8	33,4610218	14 1/8	65,1217477
10 ¼	34,2923198	14 1/4	66,2794450
10 3/8	35,1338178	14 3/8	67,4473423
10 ½	35,9855159	14 1/2	68,6254395
10 5/8	36,8474138	14 5/8	69,8137367
10 ¾	37,7195118	14 3/4	71,0122339
10 7/8	38,6018097	14 7/8	72,2209311
11	39,4943076	15	73,4398283
11 1/8	40,3970055	15 1/8	74,6689254
11 ¼	41,3099034	15 1/4	75,9082225
11 3/8	42,2330012	15 3/8	77,1577196
11 ½	43,1662991	15 1/2	78,4174166
11 5/8	44,1097969	15 5/8	79,6873137
11 ¾	45,0634946	15 3/4	80,9674107
11 7/8	46,0273924	15 7/8	82,2577076

Continuación de la tabla XII.

DIÁMETRO	GALONES	DIÁMETRO	GALONES
12	47,0014901	16	83,5582046
12 1/8	47,9857878	16 1/8	84,8689015
12 ¼	48,9802855	16 1/4	86,1897985
12 3/8	49,9849831	16 3/8	87,5208953
12 ½	50,9998807	16 1/2	88,8621922
12 5/8	52,0249783	16 5/8	90,2136890
12 ¾	53,0602759	16 3/4	91,5753859
12 7/8	54,1057735	16 7/8	92,9472826
13	55,1614710	17	94,3293794
13 1/8	56.2273685	17 1/8	95,7216762
13 ¼	57.3034660	17 1/4	97,1241729
13 3/8	58.3897635	17 3/8	98,5368696
13 ½	59.4862609	17 1/2	99,9597663
13 5/8	60.5929583	17 5/8	101,3928629
13 ¾	61.7098557	17 3/4	102,8361595
13 7/8	62.8369531	17 7/8	104,2896561
14	63.9742504	18	105,7533527
18 1/8	107,2272493	23 1/8	174,5470918
18 ¼	108,7113458	23 1/4	176,4391874
18 3/8	110,2056423	23 3/8	178,3414830
18 ½	111,7101388	23 1/2	180,2539785
18 5/8	113,2248352	23 5/8	182,1766740
18 ¾	114,7497317	23 3/4	184,1095695
18 7/8	116,2848281	23 7/8	186,0526649
19	117,8301245	24	188,0059604
19 1/8	119,3856208	24 1/8	189,9694558
19 1/4	120,9513172	24 1/4	191,9431512
19 3/8	122,5272135	24 3/8	193,9270465
19 1/2	124,1133098	24 1/2	195,9211419
19 5/8	125,7096060	24 5/8	197,9254372
19 3/4	127,3161023	24 3/4	199,9399325
19 7/8	128,9327985	24 7/8	201,9646277

Continuación de la tabla XII.

DIÁMETRO	GALONES	DIÁMETRO	GALONES
20	130,5596947	25	203,9995230
20 1/8	132,1967909	25 1/8	206,0446182
20 1/4	133,8440870	25 1/4	208,0999134
20 3/8	135,5015831	25 3/8	210,1654085
20 1/2	137,1692792	25 1/2	212,2411037
20 5/8	138,8471753	25 5/8	214,3269988
20 3/4	140,5352714	25 3/4	216,4230939
20 7/8	142,2335674	25 7/8	218,5293890
21	143,9420634	26	220,6458840
21 1/8	145,6607594	26 1/8	222,7725791
21 1/4	147,3896553	26 1/4	224,9094741
21 3/8	149,1287513	26 3/8	227,0565690
21 1/2	150,8780472	26 1/2	229,2138640
21 5/8	152,6375431	26 5/8	231,3813589
21 3/4	154,4072389	26 3/4	233,5590538
21 7/8	156,1871348	26 7/8	235,7469487
22	157,9772306	27	237,9450436
22 1/8	159,7775264	27 1/8	240,1533384
22 1/4	161,5880221	27 1/4	242,3718332
22 3/8	163,4087179	27 3/8	244,6005280
22 1/2	165,2396136	27 1/2	246,8394228
22 5/8	167,0807093	27 5/8	249,0885175
22 3/4	168,9320050	27 3/4	251,3478122
22 7/8	170,7935006	27 7/8	253,6173069
23	172,6651962	28	255, 8970016
28 1/8	258,1868962		
28 1/4	260,4869909		
28 3/8	262,7972855		
28 1/2	265,1177800		
28 5/8	267,4484746		
28 3/4	269,7893691		
28 7/8	272,1404636		
29	274,5017581		

Continuación de la tabla XII.

29 1/8	276,8732525
29 1/4	279,2549470
29 3/8	281,6468414
29 1/2	284,0489358
29 5/8	286,4612301
29 3/4	288,8837245
29 7/8	291,3164188
30	293,7593131
30 1/8	296,2124073
30 1/4	298,6757016
30 3/8	301,1491958
30 1/2	303,6328900
30 5/8	306,1267841
30 3/4	308,6308783
30 7/8	311,1451724
31	313,6696665

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento para calcular la cantidad de combustible en la cisterna:

- Pararse al frente de la cisterna donde esta el indicador.
- Limpiar en caso necesario la parte donde se obtendrá la lectura del combustible sin utilizar solventes.
- Tomar la lectura inicial del indicador antes de comenzar a operar el incinerador, este primer dato debe ser buscado en la tabla de ajuste y calibración de combustible para obtener la cantidad de galones diesel que hay en la cisterna.

- Para obtener la cantidad de combustible consumida deberá tomar la lectura final del indicador y buscarla en la tabla de ajuste y calibración, la cantidad de galones utilizados, una vez obtenida, se procede a calcular :

Combustible consumido = Combustible inicial - Combustible final

3.1.2. Colocar un prefiltro (colador) para quitar particular extrañas que contenga el diesel cuando el abastecimiento sea manual

El combustible es trasladado en depósitos (canecas) o en envases de 5 galones del centro de despacho autorizados por el Ministerio de Salud hacia la planta de incineración. El combustible que sale del lugar puede contener algunas impurezas al ser trasladado y esto que puede afectar los quemadores del incinerador, esto se logrará evitar, colando el diesel cuando es llenado en forma manual el depósito.

3.1.3. Limpieza del indicador en cisterna cuando este se observe opaco o sucio o se observe que hay mala lectura debido a obstrucciones

Esta se hará en forma periódica o cuando se necesite debido a que en el indicador se observan partículas que ocasionan que la lectura sea mala o que manche la parte transparente del incitador.

En caso que no se pueda corregir la opacidad deberá proceder a cambiar la parte del indicador dañada, debiendo tener las precauciones de seguridad al realizar este trabajo para evitar un accidente.

3.1.4. Revisión de los ventiladores centrífugos del incinerador para la buena combustión del diesel

El ambiente en que se trabaja y las partículas que se generan por destrucción de los desechos, ocasionan que se obstruyan los ventiladores del incinerador, dando como resultado falta de oxígeno en las cámaras del incinerador y por lo tanto la eliminación del desecho no se completa, aumentando el consumo de combustible.

Cuando se disponga a corregir el problema de los ventiladores o a reemplazarlos por nuevos, deberá tener el cuidado de trancar las líneas de conducción de energía para evitar una descarga eléctrica.

3.1.5. Una buena iluminación

Toda iluminación es esencial en cualquier área de trabajo, más cuando se trabaja en jornada nocturna, como se observa en esta parte de la instalación, la iluminación artificial es prácticamente nula, debido a la ubicación en la que están instaladas.

Una buena iluminación ayuda a realizar un buen trabajo y es esencial para la seguridad y salud de los trabajadores. Sin suficiente iluminación artificial los trabajadores sufrirán de la vista aumentando el riesgo de accidentes.

Figura 36. **Falta iluminación**



Fuente: elaboración propia.

En la intensidad del alumbrado se debe tener en cuenta la calidad de la luz (focos), un mal alumbrado disminuye la visibilidad y el contraste de los colores, los cuales son producidos por los parpadeos de las lámparas y las sombras producidas. La forma adecuada de obtener una buena iluminación se puede obtener como sigue:

- Reducir el deslumbramiento mediante la instalación de un número adecuado de fuentes de luz para lograr la iluminación total requerida.
- Utilizar lámparas y focos de calidad e intensidad de iluminación.

- Eliminación de toda sombra; es decir, lograr el nivel correcto de iluminación en todos los puntos de trabajo.
- Emplear el alumbrado más eficiente que proporcione la calidad y cantidad de luz adecuada en el sitio de trabajo, como las lámparas tipo fluorescente (ahorradoras) diseñadas para disminuir el consumo de energía y de mayor intensidad de iluminación.
- La cantidad de iluminación que se necesita para trabajos donde se operan con maquinaria y donde también se combina con el trabajo manual se utiliza una iluminancia de 500 – 750 – 1 000 lumen, estos deberán combinar con colores de pintura en las paredes para obtener la mayor visibilidad; como el color amarillo donde la refractancia que tiene es alta que da una sensación de frescura y el color verde en la parte baja de la pared para tener una sensación de tranquilidad y estabilidad.

3.1.6. Lámparas de emergencia en caso de corte de energía eléctrica

Las lámparas de emergencia son un equipo de seguridad industrial necesaria, el cual ayudará al trabajador de la planta a visualizar y a moverse entre los equipos de trabajo para que sean apagados apropiadamente en caso de un corte de energía eléctrica. Ayuda al personal a evacuar el área de trabajo para evitar tropezar con los objetos que obstruyan el camino hacia un lugar seguro.

Figura 37. **Lámparas de emergencia**



Fuente: <http://grupovaneska.com/secofuego>

Esta clase de lámpara es utilizada en tareas que exigen poco esfuerzo visual como: en escaleras, recibidores, cuartos de aseo, lugares de servicio, almacenamiento y evacuación de personal. La duración de este equipo de protección es de 10 a 12 horas con una intensidad de iluminación de 10 lúmenes.

3.1.7. Mantenimiento preventivo de los equipos

El mantenimiento de cada una de las partes del equipo de incineración debe hacerse en forma periódica y en forma general, el cual contribuirá al ahorro del combustible, y establecer que partes del incinerador están siendo desgastadas o picadas para ser corregidas, reparadas o reemplazarlas.

Las principales partes que debe tener mantenimiento el incinerador son:

- El suministro del aire para la combustión, lo cual deberá revisarse el ventilador de los quemadores y ventiladores del incinerador.
- No deben presentar salidas de gases o llamas por las puertas de carga.
- En el incinerador no debe permitirse la generación de malos olores, esto dependerá que tan completa haya sido la combustión de los desechos en la cámara primaria y secundaria (revisión periódica de las temperaturas).

3.1.8. Materiales a utilizar para su construcción o elaboración

A continuación se detalla la lista de materiales, así como un estimado de los precios que se usarán en la construcción, estos hay que actualizarlos cuando se vaya a realizar la construcción.

Tabla XIII. **Materiales y costos**

Materiales	Costo
Una llave de bola de ½ pulgada	Q. 58,00
Una T de hierro galvanizada de ½ pulgada	Q. 7,00
Dos codos de hierro galvanizado ½ pulgada	Q. 10,00
3 niples de ½ pulgada medir para el lado Donde se instalara el nivel c/u	Q. 75,00
Manguera de 1 pulgada transparente	Q. 10,00
2 abrazaderas de 1 ½ pulgada para prensar c/u	Q. 30,00
Manguera para visualizar el nivel de diesel	Q. 10,00
1 niple de ½ X 4 pulgadas	Q. 8,00

Fuente: elaboración propia.

3.1.9. Riesgos para su instalación

Es la vulnerabilidad ante un posible potencial de perjuicio o daño para las unidades o personas. Cuanto mayor es la vulnerabilidad, mayor es el riesgo, pero cuanto más factible es el perjuicio o daño, mayor es el peligro.

3.1.9.1. Acto y condición inseguros

Se refiere a la situación (condición) o ambiente en que se realizará un trabajo, así como las técnicas para la reducción, control y eliminación de accidentes, incluso enfermedades del trabajo. Esto radica en lograr evitar el dolor físico y el temor a sufrir accidentes.

3.1.9.2. Definición de acto inseguro

Es cuando interviene directamente la persona en un acto, que no cuenta con la seguridad requerida y que su situación es considerada de riesgo para él, la gente que lo rodea o a la misma empresa.

3.1.9.3. Definición de condición insegura

Son las instalaciones, equipos de trabajo, maquinaria y herramientas que no están en condiciones de ser usados y de realizar el trabajo. Se refiere a un área o espacio en el que se detecta un riesgo latente para realizar un trabajo.

3.1.9.4. Soldar soporte del indicador de consumo de diesel en cisterna

Al soldar el soporte para el indicador en la cisterna se debe hacerlo en un espacio libre y alejado del equipo de incineración, evacuando el combustible y reemplazando con agua. Esto se hace por las emanaciones de gases que se generan al soldar y al hacer contacto con llamas, este puede provocar una explosión.

3.2. Elaboración de hojas de control de diesel

La hoja de control u hoja de recolección de datos o de registro le servirá a la planta de incineración como documento de respaldo para llevar la cantidad de combustible utilizado para la disposición final de los desechos. El personal de planta será el responsable de vigilar y velar por la seguridad del combustible.

3.2.1. Para recepción de combustible diesel

En caso de accidente por un derrame de combustible, la planta de incineración deberá registrar y documentar el accidente con el día, hora y el año, estableciendo la causa y factores que intervinieron o influyeron en el problema, especificando la magnitud del daño. Deberá especificar las acciones que se realizó para corregir el problema.

El propósito de la elaboración de esta hoja de recepción de combustible es el de llevar el control de las instituciones que envían el combustible a la planta para ser usada en la destrucción de los desechos sólidos que ellos mismos generan (centros de salud y hospitales nacionales).

3.2.2. Para consumo diario de combustible diesel

La unidad de desechos sólidos hospitalarios es la encargada de recibir el combustible para la destrucción de desechos de 32 centros de salud y 7 hospitales nacionales, con el cual se firmó un convenio para el aporte del combustible mismo que se llevará a la planta de incineración ubicada en el interior del cementerio La Verbena de la zona 7 para su almacenamiento y posterior uso.

Para tener un control del diesel utilizado en la planta de incineración se ha generado una hoja de consumo diario, el cual se anotará la cantidad de galones utilizados en cada jornada de trabajo cada vez que se destruyan desechos sólidos hospitalarios. Los datos que se obtienen son ingresados en una hoja electrónica Excel para realizar los cálculos y gráficas que se adecuen a las necesidades de la planta. Un ejemplo de cómo se puede operar la información generada por la planta sobre la cantidad máxima, mínima y promedio diesel de utilizado en un mes.

3.2.3. Existencia en almacenamiento

Conocer la cantidad de combustible almacenado es parte del control y una herramienta útil para no movilizar o usar combustible dentro de la planta de incineración sin autorización. Esto se puede realizar con avisos u hojas de autorización, que son utilizados por empresas que lo hacen necesario para no caer en errores de consumo o almacenamiento.

Estos avisos deberán ser colocados en una parte visibles y que no se caigan, para que el personal sepa qué contenedores de combustible pueden utilizar o no. La leyenda deberá tener letra mayúscula y que sobresalgan lo mayor posible, las letras NO UTILIZAR deben estar en hoja de color rojo. Cuando el combustible no ha sido autorizado para ser utilizado en la incineración los desechos.

La hoja, para la autorización de combustible, deberá llevar la leyenda; aviso combustible en uso o en consumo. El objetivo es el de evitar que el personal abra diferentes contenedores. Esta hoja será puesta en el contenedor en la que se anotará la fecha de almacenamiento del combustible, la fecha en la que se autoriza para el uso del contenedor, nombre de quien lo autoriza y observaciones en esta se anotará, si encontró alguna anomalía el contenedor o por emergencia se tuvo que utilizar.

Estos avisos deberán tener como se muestra en el siguiente esquema:

Figura 38. **Aviso combustible en uso**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Hoja para la autorización de combustible**

Fecha del almacenamiento (Total de galones)	Fecha de autorización (Total de galones)	Persona que lo autoriza el contenedor	Persona que lo va a utilizar	observaciones

Firma y sello persona encargada

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Capacitación

Para la implementación del nuevo sistema de control de combustible se reunirá al personal de planta y coordinación de desechos sólidos hospitalarios para dar a conocer los nuevos formatos de recepción y consumo, instruyéndolos en cómo deben leer el nivel de consumo y la forma de calcular los ascensos y descensos cuando se este usando el incinerador para la destrucción de los desechos, o cuando abastezcan de combustible a la cisterna. Las hojas deberán llevar un orden correlativo para tener un control de las hojas emitidas evitando extravíos.

3.3. Análisis financieros

Para establecer VAN, TIR, Relación B/C; la planta de incineración presta servicio a 32 centros de salud, los cuales producen desechos con un promedio mensual:

Tabla XVII. Producción promedio mensual de 32 centros de salud

DESECHO	TOTAL LIBRAS	%	PROMEDIO / MES
Común	453 050	56,95	37 754
Bioinfeccioso	249 873	31,41	20 823
Punzocortante	22 627	2,84	1 886
Especial	45 138	5,67	3 761
Placentas	24 783	3,12	2 065
TOTAL	795 472	100,00	66 289

Fuente: Datos del área de Salud Guatemala Central D.S.H.

Y a 6 hospitales del departamento de Guatemala, quienes producen un desecho mensual de:

Tabla XVIII. **Producción mensual a 6 hospitales nacionales**

DESECHO	%	TOTAL EN LIBRAS	PROMEDIO/ MES (LIBRAS)
Común	52,35	2 414 352	402 392
Bioinfeccioso	42,72	1 970 277	328 380
Punzocortante	1,47	67 721	11 287
Especial	2,64	121 678	20 280
Placenta	0,82	37 752	6 292
TOTAL	100,00	4 611 781	762 338

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

La inversión que se incurre para implementar el indicador de consumo en la cisterna es:

Tabla XIX. **Inversión para el indicador de consumo**

Cantidad Invertida	Q. 208,00
Mano de Obra	Q. 1 800,00
Mantenimiento anual	Q. 1 200,00

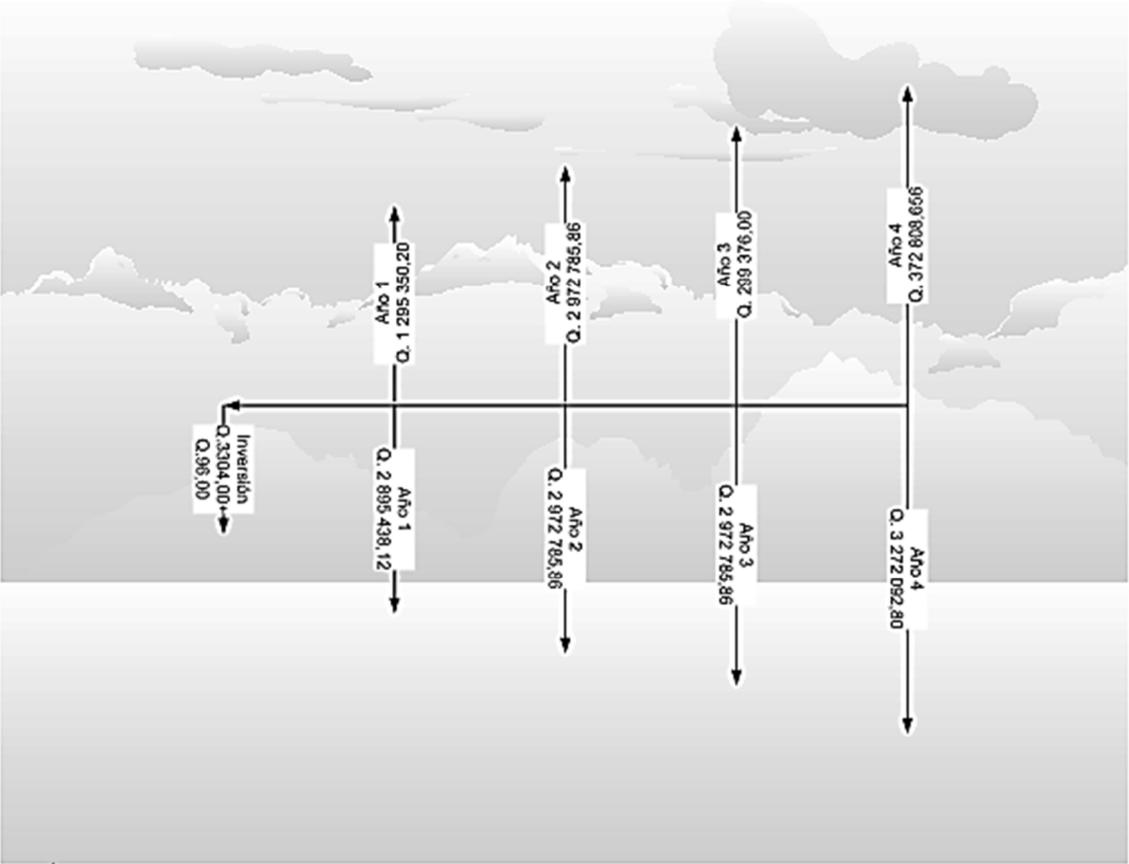
Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

- Propuesta A

La unidad de desechos sólidos hospitalarios y la planta de incineración, el reemplazo de la boquilla del quemador. Su función es la de mantener la

temperatura en el incinerador y pulverizar el diesel. Esta parte del quemador sufre desgaste por el trabajo que realiza y puede aumentar el consumo de combustible. El valor de la boquilla en promedio es de Q. 96,00 más un costo de inversión para el indicador de consumo de Q. 3 304,00.

Figura 39. Diagrama A



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Consumo diesel (galones)**

Combustible	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Año 2013
Precio	Q. 19,99	Q. 22,76	Q. 22,68	Q. 27, 60
Galones utilizados	6480	7128	13200	13507,56
Total en efectivo	Q. 129 535,20	Q. 162 233,28	Q 299 376,00	Q. 372 808,56

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Eliminación desechos sólidos hospitalarios (desechos en libras)**

Tabla 18

DESECHO	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013
BIOINFECCIOSO	2 220 156	2 671 476	2 373 099	605 394
PUNZOCORTANTE	90 350	87 799	81 342	21 624
ESPECIAL	166 815	168 958	171 765	42 295
PLACENTAS	62 537	44 553	41 382	12 373
Total en libras	2 539 858	2 972 787	2 667 589	681 686

Fuente: elaboración propia.

El costo que genera la eliminación de los desechos sólidos hospitalarios es de Q. 1,14 (un Quetzal con catorce centavos) este es dato proporcionado por planta de incineración y la unidad de desechos sólidos hospitalarios.

- Análisis financiero

VAN (Valor Actual Neto o Valor Presente Neto) fórmula:

$$P=F [1/(1+i)^n]$$

Para el análisis financiero se utilizaron los siguientes datos:

$$i=10 \%$$

$$n= 4 \text{ años}$$

$$VPN= Q.129\ 535,20*(P/F;10\%;1)$$

$$Q. 162\ 233,28*(P/F;10\%;2)$$

$$Q. 299\ 376,00*(P/F;10\%;3)$$

$$Q. 372\ 808,65*(P/F;10\%;4)$$

$$Q. -3304,00$$

$$Q. -2\ 895\ 438,12(P/F;10\%;1)$$

$$Q.-29\ 727\ 850,86*(P/F;10\%;2)$$

$$Q. -3\ 201\ 106,80*(P/F;10\%;3)$$

$$Q -3\ 272\ 092,80*(P/F;10\%;4)$$

$$VPN= Q. \quad 696\ 227,55$$

$$Q. \quad -3\ 304,00$$

$$Q. -31\ 840\ 610,59$$

$$VPB= Q -31\ 147\ 687,04$$

- Relación beneficio costo (B/C)

$$B/C= VPN \text{ ingresos} / VPN \text{ costos}$$

$$B/C= Q. 696\ 227,55 / Q. 31\ 147\ 687,04$$

$$B/C= Q. 0,021863755$$

- Tasa de retorno

Para $i=15\%$

VPN egresos=VPN ingresos

$0=VPN \text{ ingresos}-VPN \text{ egresos}$

$0= Q. 623\,786,59$

$Q. -28\,975\,211,81$

$0= Q. -28\,351\,425,22$

Para $i=10\%$

VPN egresos=VPN ingresos

$0=VPN \text{ ingresos}-VPN \text{ egresos}$

$0= Q. -31\,147\,687,04$

Para $i=5\%$

VPN egresos=VPN ingresos

$0=VPN \text{ ingresos}-VPN \text{ egresos}$

$0= Q. 845\,814,97$

$Q. -3\,304,00$

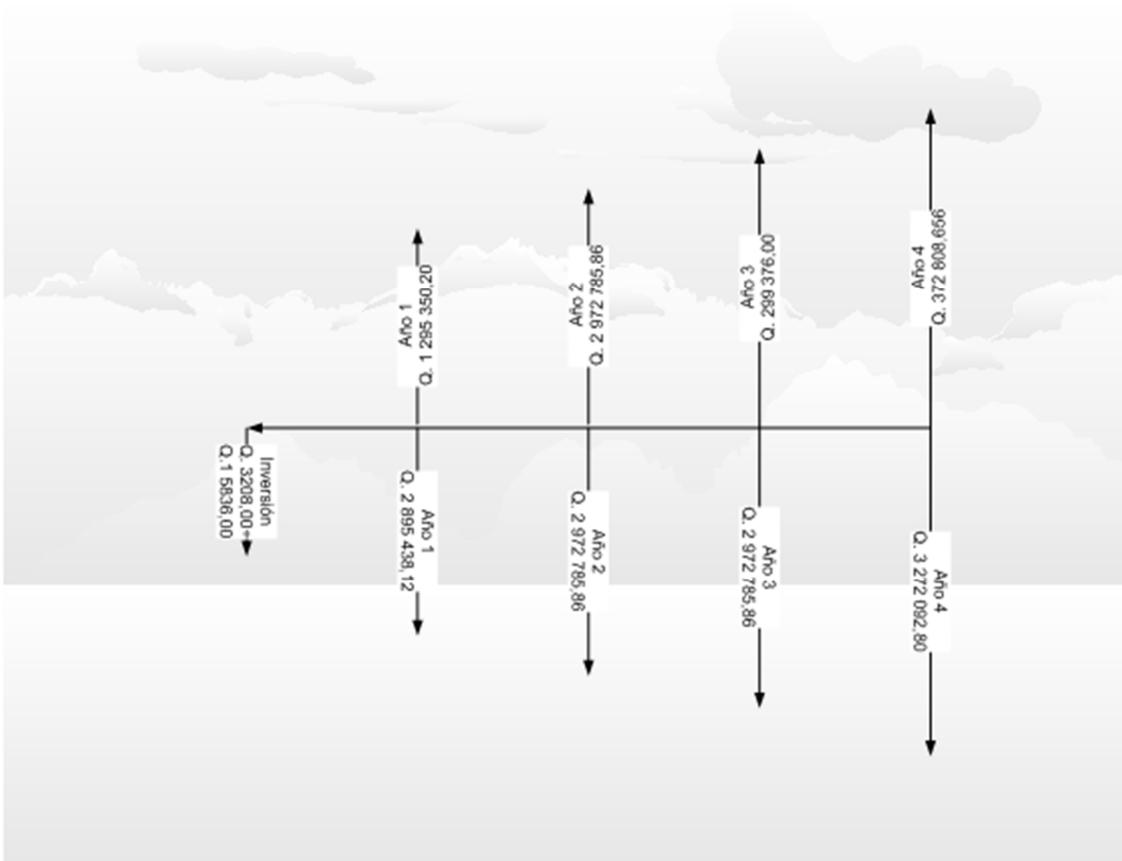
$Q. -37\,234\,751,03$

$0= Q. -36\,392\,240,06$

- Propuesta B

Compra de un quemador nuevo cuyo valor es Q.15 833,00

Figura 40. Diagrama B



Fuente: elaboración propia.

- Análisis financiero

Van (valor actual neto o valor presente neto)

Formula:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

Para el análisis financiero se utilizaron los siguientes datos:

$i = 10\%$

$n = 4$ años

VPN= Q. 129 535,20*(P/F;10%;1)
 Q. 162 233,28*(P/F;10%;2)
 Q. 299 376.00*(P/F;10%;3)
 Q. 372 808,65*(P/F;10%;4)
 Q. -18 594,00
 Q. -2 895 438,12(P/F;10%;1)
 Q. -29 727 850,86*(P/F;10%;2)
 Q. -3 201 106,80*(P/F;10%;3)
 Q. -3 272 092,80(P/F;10%;4)]

VPN= Q. 696 227,55
 Q. -1 859 400,00
 Q. -31 840 610,59
 VPB= Q. -33 003 783,04

- Relación beneficio costo (B/C)

B/C= VPN ingresos / VPN costos
 B/C=Q. 696 227, 55 / Q. 33 00 378,04
 B/C=Q. 0,0206595

- Tasa de retorno

Prueba $i=10\%$
 VPN egresos=VPN ingresos
 $0=VPN \text{ ingresos}-VPN \text{ egresos}$
 $0= Q. 696 .227,55$
 Q. -18 594,00
 Q. -31 840 610,59

0= Q. -31 162 977,04

Para $i=5\%$

VPN egresos=VPN ingresos

0=VPN ingresos-VPN egresos

0= Q. 783 013,09

Q. -18 594,00

Q. -35 178 792,43

0= Q. -34 414 373,34

Para $i=15\%$

VPN egresos=VPN ingresos

0=VPN ingresos-VPN egresos

0= Q. 623 786,59

Q. -18 594,00

Q. -28 971 907,81

0= Q. -28 366 715,22

- Análisis económica social del proyecto

Para calcular el costo anual equivalente para los distintos distritos, centros de salud y hospitales a donde acude la población guatemalteca para ser atendidos por los médicos, en las 37 instituciones nacionales que presta el servicio de extracción y eliminación de desechos sólidos hospitalarios.

Tabla XXII. Cálculo del costo anual

Rubro	Costo anual 2010
Energía eléctrica	Q. 13 949,32
Insumos de limpieza y papelería	Q. 7 340,82
Combustible para vehículos	Q. 87 163,97
costo de mantenimiento del incinerador diesel	Q. 14 400,00
Teléfono	Q. 22 711,56
Equipo de bioseguridad	Q. 6000,00
Agua	Q. 45 358,03
Salario de personal.	Q. 487 827,36
Total	Q. 670 801,74

Rubro	Costo anual 2011
Energía eléctrica	Q. 14 312,81
Insumos de limpieza y papelería	Q. 7 340,82
Combustible para vehículos	Q. 87 163,97
costo de mantenimiento del incinerador diesel	Q. 14 400,00
Teléfono	Q. 7 991,38
Equipo de bioseguridad	Q. 63 912,50
Agua	Q. 11 339,50
Salario de personal de planta	Q. 487 827,36
Total	Q. 686 296,96

Rubro	Costo anual 2012
Energía eléctrica	Q. 15 792,1
Insumos de limpieza y papelería	Q. 7 450,00
Combustible para vehículos	Q. 87163,97
costo de mantenimiento del incinerador diesel	Q. 14 400,00
Teléfono	Q. 7 123,05
Equipo de bioseguridad	Q. 62 817,96
Agua	Q. 11 339,50
Salario de personal de planta	Q. 487 827,36
Total	Q. 69 3913,94

Continuación de la tabla XXII.

Rubro	Costo anual 2013
Energía eléctrica	Q. 15 792,10
Insumos de limpieza y papelería	Q. 7 450,00
Combustible para vehículos	Q. 87 163,97
costo de mantenimiento del incinerador diesel	Q. 14 400,00
Teléfono	Q. 7 123,05
Equipo de bioseguridad	Q. 63 912,50
Agua	Q. 11 339,50
Salario de personal de planta	Q. 48 7827,36
Total	Q. 695 008,48

Fuente: elaboración propia.

- Propuesta A

Compra de boquilla

Tabla XXIII. **Inversión inicial**

costo de la boquilla	Q. 96,00
Materiales para el indicador	Q. 208,00
Mano de obra	Q. 1 800,00
Mantenimiento anual	Q. 1 200,00
Total	Q. 3 304,00

Fuente: elaboración propia.

A una tasa de descuento de $r=0,12$

$n=4$ años

El número de personas beneficiadas por año y que llegan a los centros de asistencia a urgencias se estable en la siguiente tabla:

Tabla XXIV. **Personas beneficiadas**

	Año 0	Año 1
Beneficiarios*	0	1 058 528
Costos*	3 304,00.	670 801,74

	Año 2	Año 3	Año 4
Beneficiarios*	1 311 623	3 154 727	3 851 683
Costos*	686 296,96	69 3913,94	695 008,48

Fuente: elaboración propia.

Costo anual equivalente

$$CAE = (Q. 1\ 147\ 636,53 + 3304,00) \times (\text{Factor P a A}, n=4, 12\%)$$

$$CAE = Q. 1\ 150\ 940,53 \times (3,0373)$$

$$CAE = Q. 3\ 495\ 751,67$$

Promedio de beneficiarios anuales = #B

$$\#B = \frac{1\ 058\ 528 + 1\ 311\ 623 + 3\ 154\ 727 + 3\ 851\ 683}{4} = \frac{8\ 376\ 561}{4}$$

$$\#B = 2\ 094\ 140 \text{ pacientes/año}$$

El costo de atender a un beneficiario

$$A1 = \frac{CAE}{\#B} = \frac{\text{Costo anual equivalente}}{\text{Promedio anual de beneficiarios}}$$

$$\frac{\text{CAE}}{\#B} = \frac{3\,495\,751.67}{2\,094\,140.25}$$

$$A1 = \frac{\text{CAE}}{\#B} = 1.66/\text{paciente}$$

- Propuesta B
Compra de un quemador nuevo:

Tabla XXV. **Costos de quemador nuevo**

Costo del quemador nuevo	Q. 15 833,00
Materiales para el indicador	Q. 208,00
Mano de obra	Q. 1 800,00
Mantenimiento anual	Q. 1 200,00
Total	Q. 19 041,00

Fuente: elaboración propia.

El número de personas beneficiadas por año y llegan a los centros de asistencia a urgencias se estable en la siguiente tabla.

Tabla XXVI. **Beneficiados por año**

	Año 0	Año 1
Beneficiarios*	0	1 058 528
Costos*	19 041,00	670 801,74

	Año 2	Año 3	Año 4
Beneficiarios*	1 311 623	3 154 727	3 851 683
Costos*	686 296,96	69 3913,94	695 008,48

Fuente: elaboración propia.

A una tasa de descuento de $r=0,12$

Para $n=4$ años

$CAE = (2,081,646.55 + 19041)(\text{Factor de P a A, } n=4, 12\%)$

$CAE = (2100687.55)(3.0373)$

$CAE = 6\,380\,418.294$

- Promedio de beneficiarios anuales = #B

$$\#B = \frac{1\,058\,528 + 1\,311\,623 + 3\,154\,727 + 2\,851\,683}{4} = \frac{8\,376\,561}{4}$$

$\#B = 2\,094\,140$ pacientes/año

El costo de atender a un beneficiario

$$A1 = \frac{CAE}{\#B} = \frac{\text{Costo anual equivalente}}{\text{Promedio anual de beneficiarios}}$$

$$A1 = \frac{CAE}{\#B} = \frac{6\,380\,418.294}{2\,094\,140}$$

$$A1 = \frac{CAE}{\#B} = 3.04 \text{ /paciente}$$

- Razón precio social de cuenta (RPC)

Razón precio social de cuenta también llamado precio oculto es un indicador que permite establecer que tanto se invierte en una persona que se beneficia del proyecto. El costo que se genera para la eliminación de los desechos sólidos hospitalarios por la planta de incineración es a un precio

social de Q. 1,14 y el precio que maneja la iniciativa privada es de Q. 2,50 en el perímetro de la ciudad capital.

$$\text{RPC} = \text{Precio social} / \text{Precio de mercado}$$

$$\text{RPC} = 1,14 / 2,50$$

$$\text{RPC} = 0,456$$

Al invertir Q.3 304,00 en la propuesta A, el costo oculto que se le esta destinando a los pacientes es Q. 1 506,62 cuando hacen uso del servicio hospitalario nacional al implementar el proyecto.

Al invertir Q.19 041,00 en la propuesta B, el costo oculto que se le esta destinado a los pacientes es Q. 8 682,69 cuando hacen uso del servicio hospitalario nacional.

- Comparación de propuestas

Al comparar el CAEA y el CAEB se puede observar que la propuesta A, es la mejor por tener un costo de CAE de Q. 3 495 751,67 y que el costo de la propuesta CAEB es 6 380 418,29 es un costo alto por lo cual se rechaza la propuesta B.

La mejor opción es la propuesta A, porque es barato cambiar la boquilla del quemador pero dependerá del criterio de la persona que evaluará el daño al quemador, que tiene el incinerador actualmente. Se verificará si el equipo ha sufrido picadoras en el cañón donde se lanza la llama.

Se dejará a discreción la compra del repuesto para el quemador, el cual estará a cargo de la unidad de mantenimiento de Salud Pública quien hará las

cotizaciones y deberá hacerla llegar al departamento de compras del área de salud Guatemala central.

El beneficio que se obtiene es de $B/C = 0,021863755$, lo que significa que el proyecto no es rentable para el desembolso de dinero. Eliminar los desechos sólidos de los centros de salud, hospitales nacionales y clínicas periféricas es ventajoso, porque al contratar el servicio de extracción a una empresa privada. El costo por libra de desecho sólido hospitalario es de Q. 2,50, si esta se encuentra en el perímetro de la ciudad de Guatemala. Si la empresa que proporciona el servicio en otro departamento, el costo por extracción por libra, dependerá de la distancia que tenga que recorrer el vehículo recolector.

Al evaluar con diferentes porcentajes para la Tasa de Interés de Retorno (TIR), se puede concluir que la inversión en el proyecto no es recuperable. Pero las ventajas (beneficios) que se obtendrán al implementar este sistema de control de consumo diesel son:

- El indicador de nivel de combustible muestra la altura exacta en el cual se encuentra el combustible en el tanque (cisterna), y se puede establecer cuando se debe de abastecer de combustible, para que el operador siga realizando su trabajo sin hacer paros prolongados para abastecerlo.
- Se evitará que el personal cargue de combustible periódicamente a la cisterna, previniendo el derrame del diesel en el área de trabajo, para evitar condiciones y actos inseguros.

- Llevar un programa de eliminación de desechos sólidos hospitalarios. Para conocer la cantidad de combustible que existe en la cisterna.
- Los centros de asistencia que se benefician con este proyecto en el departamento de Guatemala son: centros de salud, puesto de salud, maternidades, clínicas periféricas, clínicas de especialidades, hospitales nacionales: Amatitlán, Roosevelt, San Juan de Dios, San Vicente, Salud Mental, Infantil de Infectología, Ortopedia y Rehabilitación, Unidades Inter Institucionales, Unidad Nacional De Cirugía Cardiovascular (UNICAR), Unidad Nacional Del Enfermo Renal Crónico (UNAERC), Unidad Nacional de Oncológica Pediatría (UNOP), Oftalmología.

4. IMPLANTACIÓN ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CONTROL CONSUMO DE DIESEL, EN EL ÁREA DE INCINERACIÓN

4.1. Establecer la capacidad de almacenaje en la cisterna

Como el depósito de almacenaje no pertenece a ninguna empresa reconocida de abastecimiento de combustibles, no posee en ninguna parte la cantidad máxima de almacenaje, por lo cual se estableció que la cantidad máxima en galones es de 313 galones.

4.1.1. Colocar el depósito en un lugar estable completamente a nivel

La cisterna deberá colocarse en un lugar estable y a nivel, para que no se acumule combustible más en una parte que en otra, y que el indicador de nivel no se altere y proporcione datos erróneos en la altura en que se encuentra el diesel. Cuando la persona que obtenga el dato del combustible almacenado lo busque en la hoja de calibración y ajuste de la cisterna para que no exista un dato de almacenaje de galones equivocado.

Figura 41. **Posición actual de la cisterna**



Fuente: cementerio La Verbena.

4.1.2. Mantener el depósito fuera del alcance de las llamas de fuego

Como se observa en la fotografía, la cisterna de almacenamiento diesel esta colocada arriba del incinerador, el riesgo de tener un incendio es alto, pone en peligro la integridad del personal y la planta de tratamiento. Para corregir este problema es necesario que el tanque de almacenamiento se aleje del equipo de incineración.

Debe corregirse la base del quemador del incinerador, debido a que los tornillos se rompieron, por lo cual se las han ingeniado en poner un tonel y un block para sostenerlo, provocando una condición insegura y un ambiente en el trabajo con riesgos que ocurran accidentes cuando este encendido el quemador por las llamas (flama) que arroja.

Figura 42. **Diesel colocado sobre el incinerador**



Fuente: cementerio La Verbena.

4.1.3. Adaptar un indicador de consumo diesel a la cisterna

El indicador de combustible será un instrumento de medición, con el que se observará cuanto se está consumiendo de combustible en cada hora o jornada de trabajo y servirá como un punto crítico de seguridad industrial para establecer si hay algún problema mecánico o eléctrico que esté sucediendo en el incinerador.

El propósito es vigilar y controlar la cantidad de desecho eliminado y la cantidad de combustible usado, el cual proporcionará si ha ocurrido alguna falla en la destrucción de los desechos, provocado por sobre carga o eliminación de placetas no programadas que algunas bolsas llevan y que no coinciden con la etiqueta de la institución generadora.

Este indicador de consumo podrá establecer si el personal de planta esta siguiendo el método de destrucción establecida o la clasificación de los desechos sólidos dentro de los centros de producción (generador), no se esta siguiendo.

4.1.4. Diagrama de flujo de proceso para la eliminación de los desechos sólidos hospitalarios

El diagrama para la de eliminación de los desechos hospitalarios servirá a la planta y a la unidad de desechos sólidos como referencia del proceso que se esta implementando, el cual se observa posteriormente en el diagrama de flujo (ver sección 4.1.6.2).

4.1.5. Estudio de tiempos

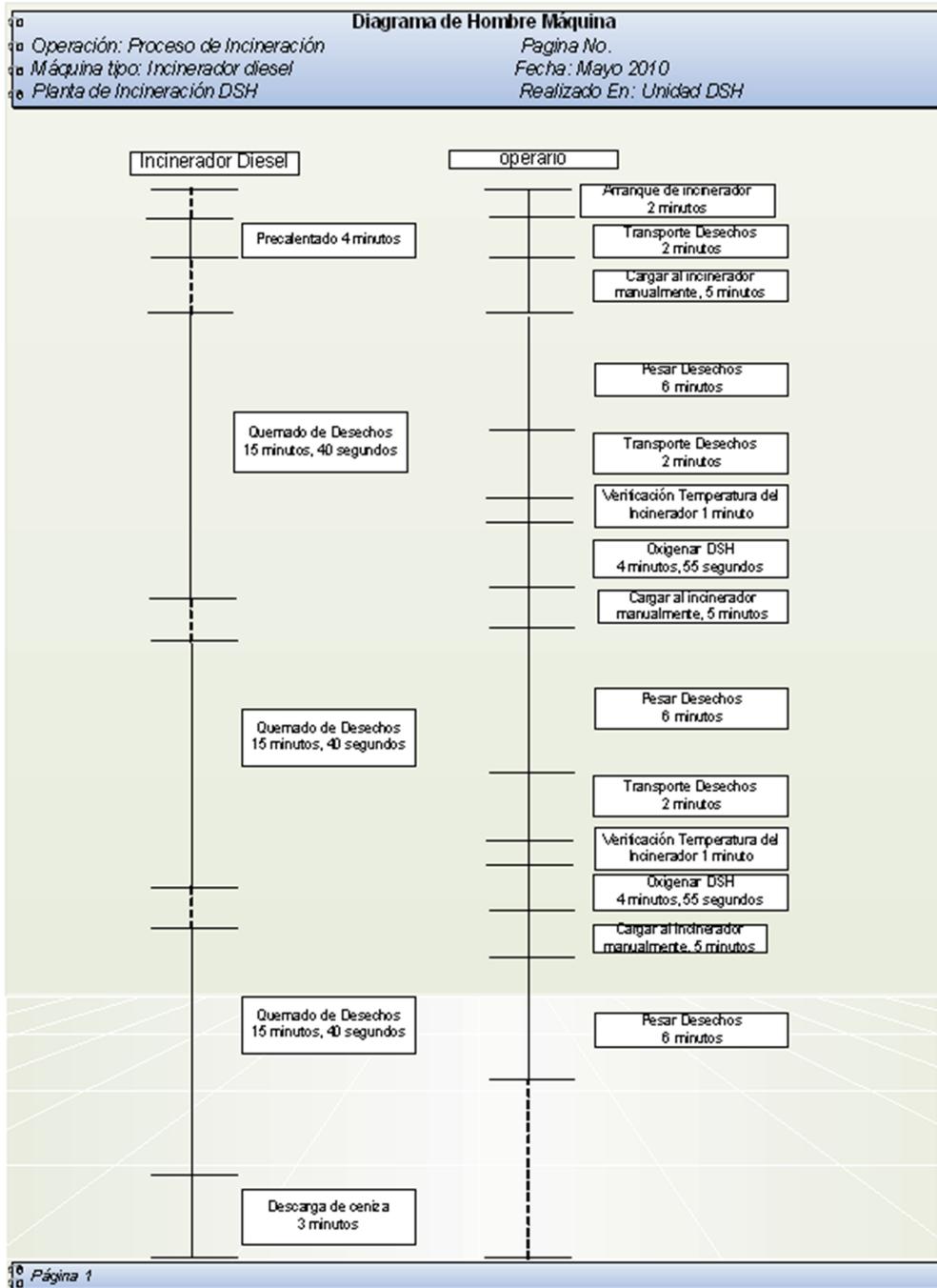
Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones. El tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

4.1.5.1. Diagrama de hombre máquina

El diagrama hombre máquina muestra que el operador del incinerador diesel tiene una actividad productiva en la planta de incineración de 52 minutos y 52 segundos y un segundo (1 segundo), tiempo de ocio de 7 minutos y 59 segundos de inactividad.

El tiempo que se mantiene operando el incinerador es de 54 minutos con desechos altos en generación calorífica, pero aumenta el tiempo cuando combinan los desechos altos en humedad.

Figura 43. Diagrama hombre máquina

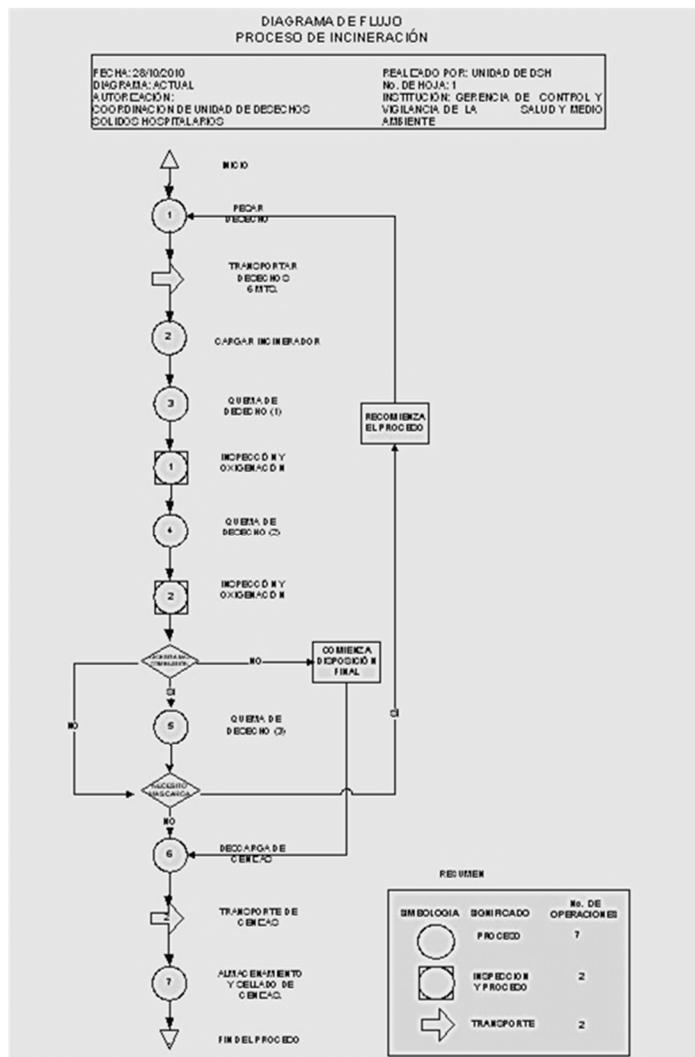


Fuente: elaboración propia.

4.1.5.2. Diagrama flujo

Es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.

Figura 44. Diagrama de flujo

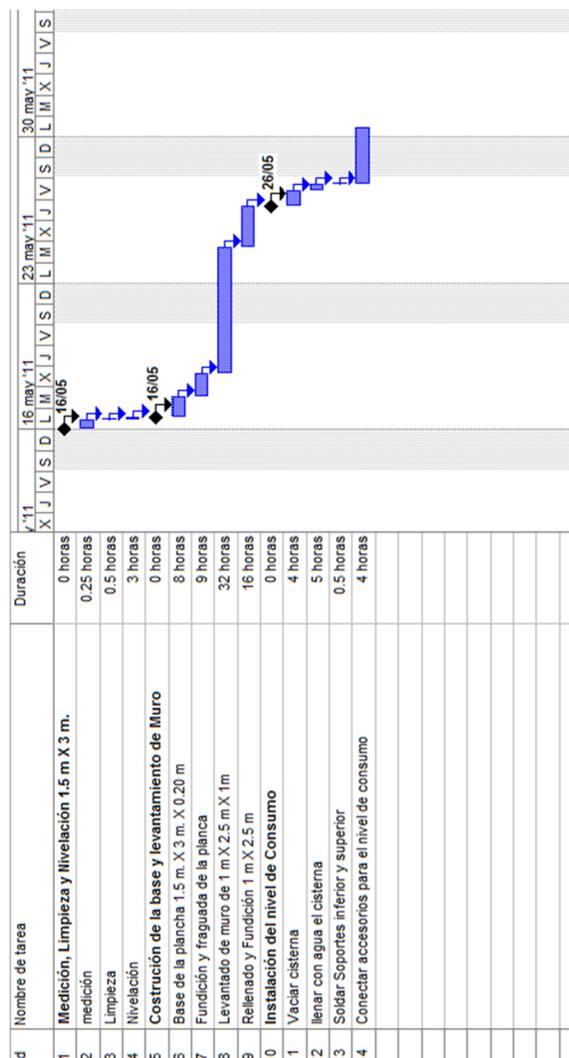


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio 2003.

4.1.6. Cronograma del proyecto

Es una lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final. Proporciona una representación gráfica.

Figura 45. Cronograma



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Project 2003.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Estandarización para incinerar los desechos sólidos hospitalarios para ahorro de combustible

El propósito es establecer las acciones a seguir para el tratamiento de los desechos sólidos hospitalarios con el fin de mejorar el método de eliminación y ahorrar combustible.

El cual va orientado al jefe de planta y operadores de planta de incineración en el cementerio La Verbena zona 7 de la ciudad de Guatemala.

Objetivos

- Identificación de residuos (clasificación por tipo) que se incinera.
- Conocimiento del método que se implementará para el tratamiento de residuos peligrosos disponibles.
- Información general de los diferentes tipos de incineradores que se usa en la planta de incineración.
- Seguridad industrial que se implementará para el manejo de los desechos sólidos hospitalarios, para su debido tratamiento final.
- Rango de temperaturas a que opera el incinerador.

- Paso 1

Recepción de los desechos sólidos hospitalarios en la planta de incineración La Verbena.

Para el tratamiento y buen uso de la fuente de calor que los desechos proporcionan en el momento de ser incinerados se separarán conforme a la etiqueta con que se identifica el desecho producido (generado) por las instituciones que se le presta el servicio. Esta se encuentra amarrada y colocada en una bolsa roja para los desechos y residuos bioinfecciosos proporcionadas por la planta de incineración.

- Paso 1.1

La revisión de los desechos se debe realizar con mucho cuidado debido a al riesgo que corre al ser manipulado.

- Paso 1.2

Es terminantemente prohibido la manipulación y transporte de los desechos sólidos hospitalarios sin contar con el respectivo equipo de seguridad.

- Paso 1.3

Debe revisarse y observarse cuidadosamente que las bolsas y los guardianes no estén rotos.

- Paso 1.4

Deben separarse los desechos de alto valor energético haciendo un balance adecuado para el mejor aprovechamiento del calor que estos producen.

- Paso 1.4.1

Se establecen 2 tipos de desecho de contenido energético y se define como desechos pesados y livianos.

- ✓ Paso 1.4.1.1

Los desechos livianos suelen contener alto contenido de plásticos, bolsas, y otros. Estos se queman rápidamente y elevan la temperatura en forma inmediata (porque tienen alto poder calorífico).

- ✓ Paso 1.4.1.2

Los desechos pesados suelen contener sangre, orina, fluidos de diálisis, materiales de cirugía, piezas anatómicas. Estos se queman más lentamente y tienden a disminuir la temperatura (por que tienen bajo poder calórico).

Como regla general, se realiza un balance calórico mezclando contenedores livianos y pesados en cada carga.

Figura 46. **Tipos de residuos**

Componente del residuo	Densidad (lb/pie3)	Valor energético (BTU/lb)
Piezas anatómicas	50 – 75	800 – 3 500
Plásticos	5 – 144	13 860 – 20 000
Agujas y elementos cortantes	450 – 600	0 – 60
Alcohol y desinfectantes	48 – 62	10 980 – 14 000
Viales	175 – 225	0

Fuente: elaboración propia.

- Paso 2

Pesar los desechos hospitalarios en libras para un mejor control separando (segregar) los bioinfecciosos, punzo cortantes y placentas.

Figura 47. **Separación de desechos**



Fuente: elaboración propia.

- Paso 3

Pre calentamiento del incinerador

Es necesario para asegurar que la temperatura en la cabina secundaria sea lo suficientemente alta para quemar los gases recibidos de la cabina primaria. Un adecuado ciclo de pre calentamiento previene que los gases acumulados en la cámara secundaria del incinerador salgan a la atmósfera. El tiempo aproximado de pre calentamiento será de 5 a 10 minutos. Asegurándose de que la puerta de la cabina primaria este completamente cerrada durante el ciclo de pre calentamiento.

- Paso 4

Cargado de incinerador

Se usan carretillas para llevar los desechos hasta el incinerador levantando la puerta de la cámara primaria. Se debe tomar todas las precauciones y usar el equipo de seguridad industrial para evitar accidentes. Al colocar los desechos en el incinerador se procederá a cerrar la puerta de la cámara primaria.

- Paso 5

Verificar y controlar la temperatura del incinerador para los desechos sólidos, referirse a manual de operadores de incineradores, Área de Salud Guatemala central, Unidad de Desechos Sólidos Hospitalarios.

- Paso 6

Oxigenación

Es un procedimiento muy importante para la eliminación de los desechos sólidos hospitalarios. Este consiste en revolver los desechos dentro del incinerador, se realiza para que los desechos no se peguen en la cama de metal, donde se coloca el desecho y logra que arda homogéneamente y evita que únicamente se quemé (arda) una parte del desecho y aumente el consumo de combustible.

- Paso 7

Se procederá a realizar los pasos 2, 4, 5, 6 se hará cuando el volumen de los desechos en el incinerador haya disminuido considerablemente.

- Paso 8

Enfriamiento

Antes de retirar las cenizas del incinerador, se deberá esperar que la temperatura del incinerador baje por lo menos hasta 371 grados Celsius, para evitar que las paredes refractarias se dañen o provocar emisiones de gases tóxicas.

- Paso 9

Limpieza y mantenimiento

La limpieza y extracción de los restos incinerados de la cabina primaria pueden empezar 20 minutos después del ciclo de enfriamiento, para ser depositada en una fosa para ser enterrada y sellada con una capa de concreto.

Es responsabilidad del operador realizar los pasos anteriores descritos para evitar accidentes, haciendo uso del equipo de protección personal bioinfeccioso tales como: guantes, máscara antigás, casco, pala y ropa adecuada para el retiro de las cenizas.

Precaución: nunca realice este procedimiento solo. Deberá hacerlo en compañía (en pareja), en caso de fallar las normas de seguridad descritas.

- Paso 10

Procedimientos de limpieza

- Abrir la puerta en su totalidad e inserte los seguros.
- Usar los cepillos y herramientas de operación proporcionada en la planta de incineración, barra cuidadosamente todos los restos incinerados a la charola del frente de la unidad.
- Observar el piso para asegurarse de que todos los restos (incluyendo cualquier pieza de metal que este presente) sea removido.
- Quitar los seguros de la puerta, y cierre la puerta.

- Abrir las puertas del compartimiento de limpieza y quite la charola con los restos incinerados.

Precaución: Si el piso esta caliente después de una incineración, barra cuidadosamente para evitar dañar la superficie. Las partículas pequeñas se adhieren al piso, pero no trate de quitarlas, estas partículas pueden ser material plástico que se hará líquido durante el proceso de incineración.

- Paso 11

Comunique al jefe de planta o encargado que ha concluido con la limpieza del incinerador para su supervisión y aprobación, comunicando cualquier anomalía observada en la etapa de limpieza, dando el seguimiento respectivo para su corrección o reparación.

5.1.1. Tipo de desecho

Se genera todo tipo de residuos y cada uno de ellos ha de sufrir un tratamiento diferente, residuos urbanos, biosanitarios, citostáticos, químicos y radiactivos, entre otros.

5.1.1.1. Bioinfeccioso

Son los que provienen de elementos utilizados por o con el enfermo, que se encuentran húmedos y/o con líquidos biológicos (vómitos, orina, materia fecal, sangre, bilis, contenido intestinal, pus, expectoración, líquidos de drenaje).

Se clasifican en:

- Materiales provenientes de salas de aislamiento
- Materiales biológicos
- Sangre humana y productos derivados

5.1.1.2. Punzocortantes

Ampollas, jeringas, hojas de bisturí, objetos cortantes o punzocortantes y material descartable usado; elementos impregnados con sangre u otras sustancias putrescibles que no se esterilizan.

5.1.1.3. Placentas

Desechos provenientes de áreas de internación, emergencias, salas de parto, laboratorios clínicos, bacteriológicos, anatomía patológica de investigación, consultorios odontológicos y cuerpos de animales de experimentación y sus excrementos. Incluyendo los desechos alimentarios de áreas infectocontagiosas. Incluyen restos de sangre y derivados, de cultivos de laboratorio.

5.1.1.4. Viales

Son todos aquellos desechos que no están en contacto directo con pacientes, pero por su fecha de vencimiento ya no se pueden utilizar; tales como agujas, jeringas, medicamentos.

5.1.1.5. Desechos hospitalarios especiales

Son los desechos generados durante las actividades auxiliares de los centros 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.

- Desechos químicos peligrosos. Sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivos, reactivas, genotóxicas o mutagénicas, tales como quimioterapéuticos, antineoplásicos, productos químicos no utilizados, plaguicidas, solventes, ácidos cítrico 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.
- Desechos farmacéuticos. Medicamentos vencidos, contaminados, desactualizados no utilizados.
- Desechos radiactivos. Materiales radiactivos o contaminados con radio núcleos con baja actividad, provenientes de laboratorios de investigación química y biológica, laboratorios de análisis clínicos y servicios de medicina nuclear. Los desechos radiactivos 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.

5.1.1.6. Desechos comunes

Son todos los desechos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales, que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores; no representan 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 restaurante, tales como envases, restos de preparación de comida, comida no servidas o no consumidas; desechos de los pacientes que no presentan patología infecciosa. Desechos tales como platos de plástico, servilletas y otros.

5.1.2. Tiempo de precalentamiento del incinerador

Es necesario para asegurar que la temperatura en la cabina secundaria sea lo suficientemente alta para quemar los gases recibidos de la cabina primaria. Un adecuado ciclo de precalentamiento previene que emisiones de gases salgan a la atmósfera, además reduce el riesgo de dañar el ladrillo refractario debido al cambio brusco de temperatura.

5.1.3. Pesar desechos antes de incinerar

En toda actividad donde se trata de maximizar los recursos que se tienen en la planta de incineración. La principal materia prima es el combustible diesel, al realizar un trabajo de eliminación de los desechos hospitalarios se debe tener control de cómo se realiza la destrucción de los residuos y el tiempo que

lleva, al realizar este tipo de vigilancia, se podrá establecer tiempo, y cantidad de desechos incinerados (ver anexos).

5.1.3.1. Hoja de control de desecho (en libras)

El principal propósito de generar esta hoja de control de incineración de desechos es la de establecer como punto crítico la primera hora, debido a que cuando se carga el incinerador, a pesar de haber precalentado su temperatura, es baja, por lo cual se deben utilizar más materiales que generen calor como los desechos especiales (cartón, madera, papel, plásticos) que se utiliza en los hospitales pero que no tienen contacto con los pacientes.

Tabla XXVII. Hoja de control

FECHA: _____ HORAS UTILIZADAS: _____
 OPERADOR: _____

DESECHOS	DESECHO PESADO (LIBRAS)	QUEMADO	CANTIDAD DE GALONES UTILIZADOS
BIOINFECCIOSO			
PUNZO CORTANTE			
PLACENTAS			
ESPECIALES			

Fuente: Área de Salud Guatemala Central.

5.1.4. Tiempo que se tarda para el tratamiento de desecho hospitalario

El tiempo de suspensión para la eliminación de los desechos dependerá de la proporción y balance calorífico de cada carga en el incinerador, para la incineración de los desechos sólidos hospitalarios es de una hora (1 hora) el no seguir el procedimiento aumenta el consumo de combustible.

Tabla XXVIII. Consumo de combustible

Componente del Residuo	Densidad (lb./pie3)	Valor Energético (BTU/lb)
Piezas anatómicas (placentas)	50 – 75	800 – 3 500
Plásticos	5 – 144	13 860 – 20 000
Agujas y elementos cortantes	450 – 600	0 – 60
Alcohol y desinfectantes	48 – 62	10 980 – 14 000
Viales	175 – 225	0

Fuente: Manual de incineración planta de incineración.

6. IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Análisis de combustión y control de contaminantes

Las emisiones y mediciones se harán conforme a los procedimientos establecidos en normas internacionales que sean reconocidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, que para efecto se emitan o se encuentren vigentes. Los resultados derivados de las mediciones deberán presentarse al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, así como al Ministerio de Salud Pública y asistencia Social para su revisión, vigilancia y control de las condiciones ambientales.

El análisis de combustión y emisión de gases será realizado por la empresa o institución debidamente autorizada encargadas de extender el certificado. El control de contaminantes deberá realizarse por lo menos una vez al año como mínimo para mantener la contaminación en el estándar adecuado de emisión, ver anexo de niveles permisibles de contaminación.

6.2. Institución encargada que realizan análisis impacto ambiental en emisiones SO₂ (dióxido de carbono) debido a la combustión e incineración

La medición de los gases que son generados por la destrucción de los DSH y actividades comerciales (empresas privadas) se hará conforme a los procedimientos en normas internacionales que sean reconocidas por el

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales y del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; los cuales se encuentren vigentes.

Las instituciones que apoyan y que tienen a su cargo el control de la contaminación generada por fábricas o instituciones, que generen o emanen humo por sus chimeneas, estas instituciones son:

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Dirección: 20 calle 28-58 zona 10, edificio MARN, 1er. nivel, Torre I

Teléfono: 1 560 o (502) 24 230 500

E-mail: clegal@marn.gob.gt

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es la encargada de proteger el ambiente, la emanación de humo a la atmosfera, usualmente es por el uso de calderas que funcionan a base de combustible fósil. Esto solo sucede en el arranque de la caldera cuando estas se encuentran en buen funcionamiento, de lo contrario si el humo se mantiene a lo largo del día es porque a la caldera no se le da el mantenimiento correspondiente o el combustible fósil no se encuentra en buenas condiciones.

En caso de haber una denuncia por vecinos a una empresa por emanaciones de humo al ambiente, se realiza una inspección a esta empresa o institución para verificar si existe el hecho generador, al entrevistar al representante legal de la empresa se le solicita el Estudio de Impacto Ambiental, de no contar con este, se le informa que debe realizar uno.

Para darle seguimiento, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuenta con instrumentos para medir la contaminación por descargas de humo al ambiente producido por las chimeneas, para el cual se programará un

monitoreo de los compromisos ambientales establecidos en el estudio de impacto ambiental para verificar su estado actual.

En caso de encontrar una nueva anomalía, esta institución procederá a sugerir a la empresa de colocar en su equipo filtros de retención de partículas de polvo, programándose una nueva fecha para inspección y monitoreo.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) utiliza la figura de auditorías ambientales como instrumento de control. Estas son voluntarias y el interesado se somete a controles periódicos.

El Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, (INSIVUMEH) es una entidad que ejerce control y vigilancia en el cumplimiento de las normas de protección atmosférica (ambiente).

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene a cargo el monitoreo del aire.

6.3. Medidas de mitigación

Para un buen control de consumo de diesel es necesario observar el tipo de humo que se esta generando. Esto indicará si los desechos están siendo quemados adecuadamente o se esta utilizado combustible innecesariamente., para lo cual se realizará el siguiente procedimiento para corregir la descarga de humo en la salida de la chimenea.

- Humo negro a la salida de la chimenea

Esta en presencia de material carbonoso no quemado. La combustión incompleta usualmente debido a:

- Horno muy cargado
 - Carga reciente de elementos con alto poder calorífico.
 - Temperatura de la cámara primaria muy alta.
- Acciones para corregir la salida de humo negro
 - Verificar o incrementar el aire de la cámara secundaria
 - Verificar o 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 evaluar la composición de la carga.

Cuando se debe incinerar materiales altamente combustibles (Ejemplo: gomas, plásticos) debe hacerse en pequeñas proporciones para evitar combustión rápida y elevaciones bruscas de temperatura. Generalmente los materiales altamente combustible se deben cargar al 10 por ciento del peso de la carga total.

- Humo blanco a la salida de la chimenea

Indica la presencia de aerosoles en el afluente gaseoso. Hay muchas causas para este problema:

- El excesivo ingreso de aire en las cámaras causa esta atomización del residuo.
- La operación con cámara secundaria a baja temperatura (Ejemplo: demasiado aire por quemador fuera de punto). Esto causa el enfriamiento prematuro del gas de combustión.
- Acciones para corregirlo
 - Verificar que el quemador secundario este operando y que la temperatura esté en 1 200 grados Celsius
 - Verificar el aire de la cámara primaria.
 - Bajar el aire de la cámara secundaria.
 - Graduar la regulación del quemador secundario (mezcla aire por combustible).

Si todos estos ajustes fallan se debe 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.

CONCLUSIONES

1. El lector (medidor o indicador) proporcionará en forma visual y real el consumo diario de combustible y almacenamiento en la cisterna, este proporcionará a la planta de incineración llevar un registro (bitácora) cuanto combustible utiliza para incinerar los desechos sólidos hospitalarios, que será anotada en las hojas de control de consumo, los cuales deben ser digitadas y graficadas en Excel para poder visualizar los picos altos y bajos del combustible utilizado cada mes.
2. Para el personal asignado al incinerador diesel, el nuevo método de control de consumo servirá para establecer la cantidad de combustible utilizada para la eliminación de los desechos sólidos y determinar si es necesario abastecer a la cisterna antes que comience el nuevo turno en la planta de incineración.
3. Con este nuevo sistema de control se podrá establecer para futuros convenios con otras instituciones que requieran los servicios de incineración que cantidad de combustible se le debe entregar a la planta de incineración para la destrucción de los desechos que estos generen.
4. Las hojas de control deberán llevar un orden correlativo para poder tener una vigilancia de las hojas emitidas, con firmas, sello del encargado de coordinación de desechos sólidos y jefe de planta.

5. El beneficio que se obtendrá con la instalación del indicador de consumo es la de maximizar el combustible y poder programar bien el tipo de desecho a destruir para no caer en el exceso (o despilfarro) de combustible contribuyendo con los niveles permisibles de contaminante generado por el incinerador (ver anexo los niveles contaminantes).

6. La buena recepción de combustible conlleva una buena administración, para lo cual se debe llevar a un lugar con buena ventilación y que este techado. Además para establecer un buen control del uso diario de combustible cuando este sea llevado a la cisterna, debiendo colocar a cada tonel donde se almacena el combustible un rótulo donde se especifique que está en consumo con el objetivo de no abrir innecesariamente los contenedores (toneles) para no alterar la cantidad almacenada de combustible.

7. La emanación de humo a la atmósfera descarga dióxido de carbono (SO_2) a través de las chimeneas, el cual contribuye a los efectos del cambio climático y calentamiento global, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), es la encargada de controlar, inspeccionar y monitorear auxiliándose con instituciones que ejercen control y vigilancia de la calidad de aire.

RECOMENDACIONES

1. Se debe reacondicionar el sistema eléctrico y resguardando de los cables para que no toquen las partes metálicas del incinerador, y no causar accidentes laborales o un incendio, con consecuencias graves al personal o equipo de incineración.
2. Deben rehabilitarse los ventiladores de los incineradores para corregir su mal funcionamiento, el cual provoca que aumente el consumo de combustible, debido a que la combustión no es la adecuada dentro de los incineradores.
3. Debe instalarse un buen sistema de alumbrado dentro del área de incineración ya que solo cuenta con dos Sealed Beam (silbines) los cuales no proporcionan una buena visibilidad y no cubren todo el área de trabajo. Es recomendable utilizar bombillas o tubos de gas neón del tipo ahorrador de energía para evitar aumento de consumo de energía eléctrica,
4. Se deben instalar lámparas de emergencia en caso de que hubiera cortes de energía eléctrica para poder buscar un lugar apropiado y resguardo del personal que este trabajando en los incineradores.

5. Los extintores no deben estar en el suelo, debido que pueden sufrir daños por el paso de los trabajadores que por llevar desechos en la carretilla no vean donde se encuentra, o que cuando haya un incendio no lo encuentren en el lugar donde ellos lo dejaron, pues no tiene un área estratégica. La altura apropiada para colocar el extintor es de 1,50 metros, estos deben ser colocados con sus respectivos resguardos para evitar que sufran las inclemencias del ambiente.

6. Se deberá revisar en forma visual el combustible cuando este sea dado por la institución o el centro de despacho autorizado, esto se realizará para evitar que estos lleven partículas extrañas que tapen el quemador del incinerador o que el combustible lleve agua debido a que el centro de despacho no purga el sistema y lo deja pasar.

BIBLIOGRAFÍA

1. FOX, Robert W.; MCDONALD, Alan T. *Introducción a la mecánica de fluidos*. Nueva York: McGraw-Hill, 1983. 678 p.
2. GODOY GÁLVEZ, Pedro Luis. *Ahorro energético en sistemas de vapor, ventilación y aire acondicionado en una empresa productora de cigarrillos* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 166 p.
3. GUTIÉRREZ PULIDO Humberto *Calidad total y productividad*. 2a. Ed. Nueva York: Mc Graw Hill, 2007. 300 p.
4. LEZANA CHAJÓN, Luis Alberto. *Análisis de operación y funcionamiento de un clarificador de agua, oriunda de lavado de gases en calderas de ingenio La Unión, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 150 p.
5. MONROY PERALTA, Fredy Mauricio. *Evaluación del incinerador de la verbena* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 200 p.

6. MOTA CHI, Guillermo. *Propuesta de un programa para la operación y mantenimiento de incineradores en hospitales nacionales*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 187 p.
7. MOTT Robert L. *Mecánica de Fluidos Aplicada*. México: Prentice Hall, 2005. 300 p.
8. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial, métodos, standares y diseño del trabajo*. 11 ed. México: Alfa Omega, 2000. 250 p.
9. RAMÍREZ JUÁREZ Juan Carlos. *Disposición final de los desechos sólidos hospitalarios y factibilidad de instalación de un incinerador en el hospital regional de occidente San Juan De Dios De Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 170 p.
10. STREETER Víctor L; WYLE E. Benjamín *Mecánica de fluidos*, 8ed. Nueva York :Mc Graw Hill, 2005. 400 p.

ANEXOS

Formato para equipo de Seguridad e Higiene Industrial

Formato elaborado establecido por la unidad de desechos sólidos hospitalarios, el cual se diseñó para el control de utilización del equipo de bioseguridad, porque el personal no esta acostumbrado a utilizarlo y se pone en negligencia sin comprender que es para su seguridad personal, ya que la Unidad de DSH Gestiona estos equipos y lo entrega dos veces al año al personal.

Figura 49. Equipo de seguridad e higiene industrial



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 AREA DE SALUD GUATEMALA CENTRAL
 PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SOLIDOS HOSPITALARIOS



SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

PUESTO DEL TRABAJADOR _____ FECHA _____

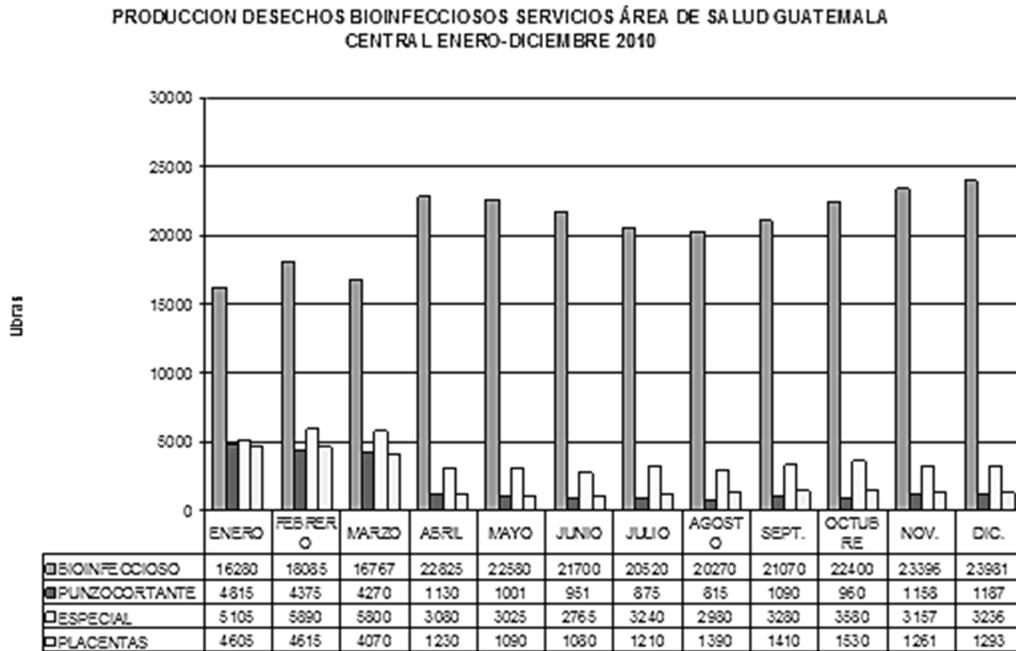
	UTILIZA EL EQUIPO ADECUADO DE PROTECCION DE BIOSEGURIDAD			RAZON.
	SI	NO		
GUANTES	SI _____	NO _____		_____
BATAS	SI _____	NO _____		_____
CASCO	SI _____	NO _____		_____
LENTEs	SI _____	NO _____		_____
UNIFORME:				
PANTALON	SI _____	NO _____		_____
CAMISA	SI _____	NO _____		_____
BOTAS (ZAPATOS)	SI _____	NO _____		_____
CINTURON	SI _____	NO _____		_____
OBSERVACIONES				_____

Encargado de planta

Vo. Bo. . Coordinacion de Unidad de DSH

Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Desechos bioinfecciosos**



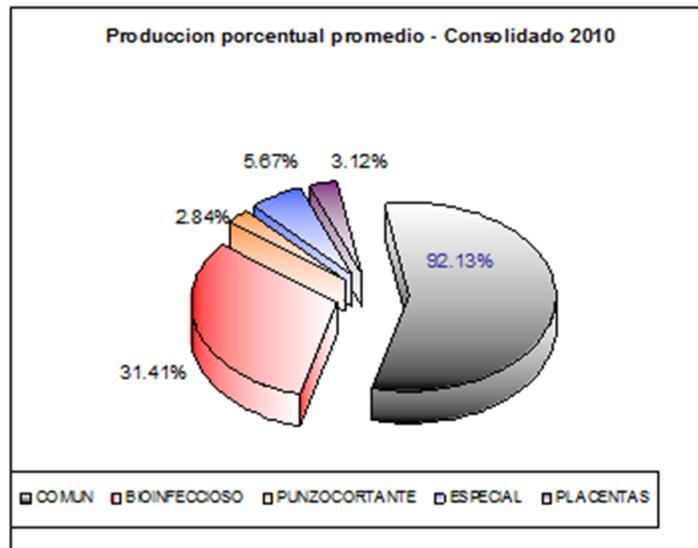
Fuente: Área de Salud Guatemala central.

Tabla XXIX. **Promedio de desechos bioinfecciosos**

DESECHO	TOTAL DE BOLSAS	%	PROMEDIO / MES (bolsas)	%
Común	453 050	56.95	37 754	56,95
Bioinfeccioso	249 874	31.41	20 823	31,41
Punzocortante	22 627	2.84	1 886	2,84
Especial	45 138	5.67	3 762	5,67
Placentas	24 784	3.12	2 065	3,12
	795 473	100,00	66 289	100,00

Fuente Área de Salud Guatemala central.

Figura 51. **Producción porcentual promedio**



Fuente: Área de Salud Guatemala central.

Control de emisión:

Todo ente generador o empresa de disposición que opere un equipo de incineración deberá:

- Llevar el registro diario de las guías a las cuales se refiere el numeral 9, artículo 25.
- El responsable de la operación del equipo de incineración debe registrar los resultados de las mediciones de los gases liberados al ambiente; los cuales deben ajustarse a los niveles máximos que se establecen en la tabla siguiente:

Tabla XXX. Máximos permisibles de contaminantes

NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES GENERADOS POR INCINERADORES			
Concepto	mg/m³ * para zonas críticas	mg/m³ resto del país	Frecuencia
Partículas	30.0	100.0	Semestral
Monóxido de carbono	100.0	100.0	
Acido Clorhídrico	50.0	75.0	
Dióxido de azufre	100.0	100	
(para casos que se queme combustible que contenga Azufre)			
Pb	5.0	5.0	Semestral
Cd más Hg	0.2	2.0	
Cr ⁶	0.5	0.5	
As	0.5	0.5	
Dibenzodioxinaspoli-clorados	< 0.5 ng/m ³	<0.5 ng/m ³	Anual
Dibenzofuranospoli-clorados			

*Corrección a 11% de O₂ bajo condiciones de una atmósfera de presión y 25° centígrados de temperatura.

Fuente: Área de Salud Guatemala central.

Se entiende, para efecto de aplicación de la presente norma, como zona crítica, aquella que por sus condiciones topográficas, densidad poblacional, condiciones físicas del equipo de incineración, localización; y a criterio del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales con base en el Estudio de Impacto Ambiental que se le presente para su consideración; deberán ceñirse a los parámetros considerados en la tabla anterior.

Artículo 25. Del Transporte Externo. El transporte externo de desechos sólo podrá hacerse en medios cerrados, a cargo de personal debidamente entrenado; con una frecuencia mínima de tres veces por semana; en vehículos en perfecto estado de funcionamiento y rotulados en forma permanente a ambos lados claramente visible a 10 metros, con la frase “Transporte de Desechos Hospitalarios Peligrosos” para ello deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser utilizados exclusivamente por el transporte de desechos sólidos hospitalarios peligrosos.
- Deben tener capacidad adecuada para el volumen a transportar.
- Deben estar provistos de sujetadores para evitar deslizamientos o roturas.
- Deben ser contruidos de forma tal que no exista derramamiento de desechos.
- Debe existir separación física de manera total entre el habitáculo del conductor y el habitáculo del transporte propiamente de los desecho,
- Deben presentar facilidad para su lavado y desinfección.
- El habitáculo donde se transportan los desechos será construido de fibra de vidrio, plástico, aluminio o acero inoxidable totalmente liso; o cualquier otro material aprobado por el Departamento de Salud y Ambiente; con refrigeración mantenimiento o temperatura menos de cinco grados centígrados.

- Las rutas de transporte serán las más cortas y seguras al lugar de Planta o disposición final en su caso, de acuerdo a planos de las rutas previamente establecidas y deberán realizarse entre las 20:00 horas de un día las 06:00 horas del día siguiente evitando concentraciones vehiculares y peatonales; o dentro del horario que sea aprobado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a través del Departamento de los Programas de la Salud y Ambiente.
- Cada embarque deberá contar con una guía de transporte con copias para el transportista, el encargado de la disposición final o incineración y dos para el generador de los desechos, una de las cuales deberá ser devuelta firmada por el transportista y el encargado de la disposición final o incineración, para su archivo por el responsable de la unidad de manejo de desechos hospitalarios.
- La guía de transporte deberá llevar la firma del responsable del sistema de recolección de cada unidad generadora, así como el sello y las firmas del transportista y el encargado de la disposición final o la incineración. Dicha guía contendrá los siguientes datos: nombre, dirección, teléfono del ente generador o entidad que los envía, número de placas del vehículo y nombre del piloto, nombre dirección y teléfono del encargado de la disposición final o incineración, indicaciones de qué hacer y a dónde acudir en caso de accidente.
- El conductor debe verificar físicamente que los datos, cantidades y demás información se encuentre acordes con los consignados en la guía de transporte.

- El conductor debe ser debidamente capacitado para afrontar situaciones de emergencia, fuego, rutas alternas y cualquier otra situación que implique riesgo para las personas y para el transporte de los desechos. El piloto debe tener un conocimiento adecuado de la carga a transportar; debiendo formular un plan de emergencia para enfrentar las situaciones antes descritas. Asimismo debe ser una persona, debidamente capacitada para el manejo administrativo de la formación que se requiere para éste proceso. Contar con el equipo apropiado de seguridad laboral.

Se entiende, para efecto de aplicación de la presente norma, como zona crítica, aquellas que por sus condiciones topográficas, densidad poblacional, condiciones físicas del equipo de incineración, localización; y a criterio del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales con base en el Estudio de Impacto Ambiental, que se le presente para su consideración; deberán ceñirse a los parámetros considerados en la tabla anterior.

CONVENIO DE FINANCIACIÓN ALA 91 / 33 CONVENIO DE FINANCIACIÓN ENTRE LAS COMUNIDADES EUROPEAS Y LAS REPUBLICAS DE COSTA RICA; EL SALVADOR; GUATEMALA; HONDURAS, NICARAGUA, PANAMA.

Programa regional de recogida y tratamiento de los desechos procedentes de hospitales.

ANEXO A

Disposiciones Técnicas y Administrativas

1. Objetivos del Programa

1.1 Marco y objetivos generales

La infraestructura hospitalaria de los países del ismo centroamericano está fuertemente concentrada en las 6 capitales: 20 000camas de las 45 000 existente en la región, es decir casi el 45 % de la capacidad de acogida. Estos hospitales producen cantidades importantes de desechos sólidos : un análisis rápido permite estimarlos en un total anual de 20 000 T-año para las 6 capitales; la evolución de este volumen es, además, rápida: debería aumentar un 50 % hasta el año 2000.

Los desechos procedentes de las cocinas, anexos, salas de espera, etc. ... no son peligrosos y pueden tratarse de la misma manera que la basura doméstica. No ocurre lo mismo con aquellos desechos que, teniendo en cuenta su carga microbiana, son extremadamente peligrosos. Se trata de desechos para los que son indispensables una identificación, una manipulación y un acondicionamiento especial antes de destruirlos por incineración. Las cantidades que entran en esta última categoría se estiman entre 1 y 2 toneladas diaria por capital.

Un análisis del trato dispensado a estos productos peligrosos pone de relieve una situación extremadamente inquietante: los establecimientos hospitalarios de las 6 capitales carecen, salvo algunas excepciones, de un servicio de recogida apropiado y de instalaciones incineradoras operativas. En la situación presente, todos los desechos hospitalarios, independientemente de su procedencia, son manipulados por personas no calificado, y almacenados sin ninguna preocupación de depositarse en los basureros públicos. Una vez depositados ahí, su carga microbiana intacta, al entrar en contacto con varios vehículos de difusión (animales, aguas de lluvia etc....), podría provocar la difusión a gran escala de graves enfermedades infecciosas.

Dentro de este marco, el objetivo del programas es de contribuir al mejoramiento de las condiciones sanitarias y ambientales en zonas de lata concentración poblacional, mediante el establecimiento y la puesta en marcha de un sistema autosostenido de recogida y tratamiento de desechos patógenos procedentes de hospitales.

6. Que resulta indispensable emitir la reglamentación preliminar y efectos de regular la participación de las personas naturales y jurídicas en la importación, fabricación, reserva, venta, distribución, o suministro de sustancias, productos o objetos peligrosos de carácter explosivo, comburentes, inflamables, corrosivos irritantes y otros clasificados peligrosos por el Ministerio de Salud.

7. Que los establecimientos de salud pueden decretar medidas cuya finalidad sea evitar la aparición de peligros y la agravación, difusión del daño, reincidencia o continuación en la perpetuación de infecciones, lesiones o enfermedades que afectan a la salud de las personas.

8. Que el Decreto Ejecutivo N° 23313-S de 6 de mayo de 1994, Reglamentación del Registro y Control de Sustancias o Productos Tóxicos, Peligrosos y Corrosivos, debe ser modificado en forma integral.

Por tanto,

DECRETAN:

El siguiente

REGLAMENTO DE REGISTRO Y CONTROL DE SUSTANCIAS TOXICAS Y PRODUCTOS TOXICOS Y PELIGROSOS

CAPITULO I

Disposiciones Generales

Artículo 1. - Para los efectos de este Reglamento se establecen las siguientes definiciones:

ALMACENAMIENTO: Acción de almacenar, conservar, guardar, depositar o guardar en bodega, almacenes, arsenales u otros edificios según lo define la Norma sobre Almacenamiento de Productos Tóxicos y Peligrosos.

CERTIFICADO DE LIBRE VENTA: Documento que certifica que el producto cumple con todos los requisitos exigidos en el presente reglamento y cuya venta o comercialización debidamente autorizada.

CLASIFICACION: Determinación, distribución y agrupación de las sustancias o productos por clases, grupos, o subgrupos.

COMBURENTE: Sustancia o mezcla de ellas, que proporciona el oxígeno u otro elemento necesario para una combustión.

COMBUSTIBLE: Sustancia o mezcla de ellas, que posee la propiedad de estar comburentes.

COMBUSTION: Reacción química más o menos rápida de un combustible, que se verifica con desprendimiento de calor y gases, generalmente acompañada de luz.

COMITE ASesor TECNICO EN EMERGENCIAS TECNOLOGICAS: Grupo técnico científico encargado de la asesoría relacionada con la materia de las emergencias tecnológicas.

CORROSION: Acción provocada por algunas sustancias que, al estado natural, tienen lesiones graves a los tejidos vivos o bien a algunos sólidos, especialmente metales o a otros electos.

DEFLAGRACION: Reacción típica de las sustancias explosivas, cuya velocidad de propagación de la combustión relativamente lenta, es constante o sólo aumenta en pequeña proporción.

DEPARTAMENTO: Departamento de Registro y Control de Sustancias Venenosas y Medicina del Trabajo del Ministerio de Salud.

DESECHO: Sustancia sólida, líquida, o gaseosa para la cual no se encuentra ningún uso por el organismo o sistema que produce, y para la cual debe implementarse métodos de disposición.

DETONACION: Reacción explosiva cuya velocidad de propagación es casi instantánea.

DOSES: Cantidad de una sustancia administrada al organismo.

DOSES LETAL MEDIA (DL50): Dosis de un agente químico, necesaria para matar la muerte del 50% de los animales de experimentación expuestos. Es un valor estadístico del número de milligramos de un agente químico por kilogramos de peso corporal necesario, para matar el 50% de una población de animales de experimentación expuestos.

EMERGENCIA TECNOLÓGICA: Situación imprevista que tiene consecuencias negativas o la probabilidad que estas ocurran, sobre las personas, bienes o el medio ambiente, la cual involucra el desastre, fuga, escape, incendio, explosión o ruptura de cualquier sustancia o objeto o producto tóxico o peligroso.

ETIQUETA: Material impreso o inscripciones gráficas, escritas en caracteres claros, que identifica y describe el producto contenido en el envase que acompaña.

EXPLOSION: Acción provocada por una explosión de uno o más gases, con vapor, acompañada generalmente de la emisión de calor y de serias consecuencias para las personas.

EXPORTACION E IMPORTACION: En sus acepciones respectivas el envío de una sustancia o producto tóxico o peligroso, de un país a otro, o la recepción consecutivamente de la misma.

IMPORTADOR: Persona natural o jurídica que importa sustancias o productos o peligrosos.

INDUSTRIA QUÍMICA: Aquella en la cual se fabrican productos aplicados a procesos y operaciones industriales, o también, siempre y cuando tales operaciones o procesos sean la función o actividad principal o característica de la empresa.

INSCRIPCIÓN: Procedimiento administrativo mediante el cual una persona natural o jurídica se registra una sustancia, producto u objeto tóxico o peligroso.

INTOXICACION: Efecto adverso debido al ingreso o a la exposición a una sustancia. El conjunto de efectos adversos producidos por un agente químico.

INTOXICACION AGUDA: El resultado de una exposición única o a corto plazo, habitualmente manifiesta clínicamente.

INTOXICACION CRÓNICA: La manifestación de los efectos tóxicos debidos a una exposición continua a un producto tóxico o peligroso.

INTOXICACION DERMAL: Los efectos tóxicos que se presentan, por la absorción de un producto químico a través de la piel.

INTOXICACION POR INHALACION: Los manifestaciones de los efectos tóxicos en las personas o animales, de un producto químico a través de los vías respiratorias.

INTOXICACION ORAL: Efectos tóxicos producidos por un producto químico, cuando se introduce al organismo por ingestión.

MINISTERIO: Ministerio de Salud

MINISTRO: Ministro de Salud

MUESTRA: Una o más subdivisiones, objeetos o sustancias tomadas de una población, con la intención de obtener inferencias sobre ellos, y posteriormente, para servir de base a decisiones en la población o durante el proceso para el cual ha sido producida.

ORGANO ASesor: Organismo técnico científico de consulta adscrito al Departamento, encargado de emitir criterios y vinculantes referentes a aspectos relacionados con la gestión de sustancias o productos o objetos tóxicos o peligrosos.

PERMISO DE VINCULAMIENTO PARA INDUSTRIA: Aquel que se otorga a las instalaciones una vez cumplan el proceso de inscripción, y luego de haber cumplido con todos los requisitos exigidos por el Departamento.

PERMISO DE LIBRE VENTA: Permiso que se otorga al Ministerio de Salud, previo a la inscripción de un establecimiento.

PREVENCIÓN TECNICA: Conjunto de una puesta a punto que le da un material algunas características especiales.

REACTIVO QUÍMICO: Sustancia química, sola o en mezcla o en preparación, ya sea fabricada u obtenida de la naturaleza, así como las sustancias que se utilizan como productos químicos industriales.

PRODUCTOS SANITARIOS: Los productos utilizados en limpieza y uso doméstico o industrial.

PREVENCIÓN DE USO PREVIO: Inspección de para que una sustancia o producto puede importarse, venderse, almacenarse, fabricarse o suministrarse al la persona física o jurídica no cumple con los requisitos exigidos en el presente reglamento.

RADIOACTIVIDAD: Propiedad física química de algunos compuestos o sustancias, por medio de la cual se da una desintegración espontánea de sus átomos inestables, acompañada de emisión de partículas alfa, beta, neutrones y radiaciones electromagnéticas. La desintegración tiene lugar normalmente a lo largo de una serie o cadena de núcleos inestables.

REGENTE: Profesional debidamente acreditado, que de conformidad con las leyes, reglamentos y la debida autorización de la Junta Directiva del Colegio Profesional respectivo, es el responsable técnico de la empresa.

REGISTRO: Procedimiento técnico-científico mediante el cual una persona, natural o jurídica, ha sido evaluada y por ende se habilita para importar, fabricar, manipular, almacenar, vender, distribuir o suministrar sustancias, productos u objetos tóxicos o peligrosos.

REGLAMENTO: Reglamento de Registro y Control de Sustancias y Productos Tóxicos o Peligrosos.

RESOLUCION: Resolución del registro, según las disposiciones de este reglamento.

RESERVA INMEDIATA: Una una de las acciones tendientes a reducir, controlar los efectos de una emergencia tecnológica.

RISGA: Probabilidad de que ocurra un evento dañino e indeseable como consecuencia de la exposición a una sustancia o producto tóxico o peligroso.

SUSTANCIAS, PRODUCTOS U OBJETOS PELIGROSOS: Toda sustancia, producto u objeto peligroso de carácter radiactivo, comburentes, inflamable, corrosivos, irritantes, u otros destructivos peligrosos por el Ministerio.

SUSTANCIAS TOXICAS: Sustancias que causan efectos adversos en los organismos, dependiendo del grado de toxicidad.

TOXICIDAD: Capacidad o potencial que tiene una sustancia para causar daño o efectos adversos a un organismo vivo.

TOXICO: Sustancia capaz de causar daño a organismos vivos, como resultado de interacciones químicas.

El presente título sobre el significado de las bases de un Ministerio de Salud, se amolda al significado técnico o del idioma.

CAPÍTULO VIII
Otras disposiciones

Artículo 43.— Cuando el Instituto tuviera conveniéndolo de que una empresa entregue las instalaciones de calidad y precio de los servicios de su contrato, deberá presentarla para que se ponga a derecho dentro de un plazo no mayor de quince días a partir de la fecha de la convocatoria respectiva. Transcurrido este plazo, si la empresa no corrige su irregularidad el Instituto aplicará las sanciones establecidas en la Ley. En casos calificadas, el Instituto podrá ampliar el plazo anterior.

Artículo 44.— Cuando por razones de fuerza mayor, tales como incendio, terremoto, haberse perdido o destrucción total de los bienes asegurados, el interesado deberá a la mayor brevedad comunicarlo a la Comisión y remitir copia a la Dirección y presentar ante la Comisión, cuando lo considere necesario la solicitud de reposición, para que ésta última resuelva en firme lo que estime procedente en cada caso.

Artículo 45.— Cuando se trate de sustituciones de bienes asegurados que estén en buen estado y fieren valor comercial, la empresa podrá realizar una de las opciones que se describen a continuación:

- Liquidar los impuestos, aplicando las reglas establecidas en el artículo segundo del artículo 45 de la Ley N° 7293.
- Transmitir la donación de los seguros por ante el Departamento de Bienes Nacionales de la Contabilidad Nacional.
- Exponer los seguros.
- Traspasar por beneficiarios conforme se regula en el artículo 47 de este Decreto.

La empresa beneficiaria deberá presentar junto a la nota de cancelación del nuevo bien, fotocopia de la póliza de liquidación del bien a sustituir o fotocopia del acta de donación o fotocopia de la póliza de exposición, según corresponda.

Cuando se trate de sustituciones de bienes asegurados que estén en mal estado y no fieren valor comercial, la empresa beneficiaria deberá solicitar a la Dirección la destrucción de los mismos. Al igual que en los casos anteriores, la empresa deberá presentar junto a la nota de cancelación del nuevo bien, fotocopia del acta de destrucción correspondiente.

Artículo 46.— La Refinería Costarricense de Petróleo (RECOPE) envía un informe anual al Instituto con copia a la Dirección de las ventas de combustible a los aeródromos con incentivos turísticos, detallando mensualmente el combustible vendido a precio preferencial en litros y colones a cada una de las empresas.

Artículo 47.— La Comisión podrá autorizar el traspaso de aquellos bienes adquiridos por una empresa con contrato fideicomiso a otra del mismo régimen, siempre que goce de los mismos beneficios, previa solicitud de la empresa, excepto para vehículos y aviones acrobáticos. La Comisión remitirá copia de la autorización al Departamento de Estaciones de la Dirección.

Si los bienes a traspasar son vehículos y aviones acrobáticos, la empresa deberá transmitir la solicitud ante el Departamento de Estaciones de la Dirección, previa recomendación de la Comisión.

Los traspasos de bienes asegurados a terceros que no gocen de los mismos beneficios fiscales, obligan al pago de los respectivos tributos y sobretasas, de conformidad con lo indicado en el segundo párrafo del artículo 45 de la Ley N° 7293. Esto siempre y cuando la empresa no haya incurrido en incumplimientos que ameriten la liquidación de los respectivos procedimientos administrativos. La depreciación, norma o avería se hará conforme a las reglas vigentes y de acuerdo con el estado del bien en la fecha de liquidación. La Comisión recomendará el traspaso y al Departamento de Estaciones le corresponde lo relativo a la autorización del mismo.

Artículo 48.— Se derogan las disposiciones que se le opongan al presente Reglamento.

Artículo 49.— Este Reglamento rige a partir de su publicación.

TRANSITORIO I

En cuanto a los incentivos contenidos en contratos firmados con anterioridad a la promulgación de la Ley N° 7293 de fecha 31 de marzo de 1992, se reglará por las normas legales y reglamentarias vigentes a la fecha de su suscripción salvo que ley posterior contenga un trato más favorable. En los demás aspectos, tales como trámite y control de las aseguraciones, se aplicará lo establecido en este Decreto.

TRANSITORIO II

La implementación para la actividad de almacenamiento de vehículos, cuyos beneficios se establecen en el inciso d) del artículo 7 de la Ley, será regido por medio de otros Decretos.

TRANSITORIO III

Útase en la Presidencia de la República, San José, a los cinco días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y cinco.

JOSÉ MARÍA FERRERES CARRERA, Jefe del Ministerio de Hacienda, José María Ferreres Acosta, y de Tránsito, Carlos Rosales Cordero. 102.—C-38500 (1995)

N° 21863 S

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y EL MINISTRO DE SALUD

En uso de las facultades que le confiere los artículos 140, incisos 3) y 18) de la Constitución Política; 2, 4, 7, 38, 239, 240, 241, 242, 243, 257, 332, 335, incisos 7), 347, 349, 355, 369, 381 y concordantes de la Ley N° 5195 de 30 de octubre de 1973 "Ley General de Salud".

Considerando:

I.—Que corresponde al Ministerio de Salud definir cuáles son las sustancias o productos tóxicos y nocivos, producidos o sujetos peligrosos de carácter radiactivo, comburentes, inflamables, corrosivos, irritantes, explosivos o otros de carácter peligrosos.

II.—Que corresponde al Ministerio de Salud, velar porque toda persona natural o jurídica que se ocupe de la importación, fabricación, manipulación, almacenamiento, venta, distribución, transporte y suministro de sustancias o productos tóxicos o nocivos o de carácter peligrosos por el Ministerio de Salud, realice estas operaciones en condiciones que permitan eliminar o minimizar el riesgo para la salud y seguridad de las personas que quedan expuestas con ocasión de su trabajo, tránsito, uso o consumo, según corresponda.

III.—Que es función del Ministerio de Salud dictar las disposiciones reglamentarias pertinentes, en especial las que tengan relación con el registro obligatorio cuando proceda y con el contenido obligatorio de la rotulación que deberá consignar el producto mismo, sus envases y empaques y en el que deberá indicarse en idioma español y con la simbología pertinente, la naturaleza del producto, sus riesgos, sus características y los símbolos correspondientes si procedieren.

IV.—Que el Ministerio de Salud es el ente encargado de autorizar la importación, exportación, comercialización etc., de sustancias o productos tóxicos y nocivos, producidos o sujetos peligrosos de carácter así por el Ministerio de Salud. Por tanto,

DECRETAN

El siguiente:

REGLAMENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE PRODUCTOS PELIGROSOS
CAPÍTULO I

De las disposiciones generales

Artículo 1°.— Para los efectos de este Reglamento se establecen las siguientes definiciones:

ALMACENAMIENTO: Acción de almacenar, conservar, guardar, depositar o reunir en bodegas, almacenes, aduanas o otros edificios.

CLASIFICACIÓN: Ordenamiento, distribución, y agrupación de las sustancias o productos por clases, grupos, o sub grupos.

DEPARTAMENTO: Departamento de Sustancias Tóxicas y Medicina del Trabajo.

DOTES: Cantidad de una sustancia administrada al organismo.

DOTES LITRALE MEDIA (750): Dosis de un agente químico necesaria para producir la muerte del 50% de los animales de experimentación expuestos. En su efecto estadístico del número de animales de un agente químico por kilogramo de peso corporal necesarios, para matar el 50% de una población de animales de experimentación expuestos.

ETIQUETA: Material impreso o inscripción gráfica, escrito en caracteres legibles, que identifica y describe el producto contenido en el envase que acompaña.

INTOXICACIÓN: Efecto adverso debido al ingreso o a la exposición a una sustancia. El conjunto de efectos nocivos producidos por un agente químico.

INTOXICACIÓN AGUDA: El resultado de una exposición única o a corto plazo, habitualmente insuficiente crónicamente.

INTOXICACIÓN CRÓNICA: La manifestación de los efectos tóxicos debidos a una exposición continua a un producto tóxico o peligroso.

INTOXICACIÓN DERMAL: Los efectos tóxicos que se presentan, por la absorción de un producto químico a través de piel.

INTOXICACIÓN POR INHALACIÓN: Las manifestaciones de los efectos tóxicos en las personas o animales, de un producto químico a través de las vías respiratorias.

INTOXICACIÓN ORAL: Efectos tóxicos producidos por un producto químico, cuando se introduce al organismo por ingestión.

MINISTERIO: Ministerio de Salud.

MINISTRO: Ministro de Salud.

PRODUCTO PELIGROSO: Sustancia o mezcla de sustancias de carácter tóxico, comburentes, comburentes, inflamable, irritante, corrosivo, explosivo, u otros que deban ser peligrosos al Ministerio de Salud.

PRODUCTO EXTINGUIBLE: Producto líquido o sólido en envase de presión total que, por sí mismo, o a través de una reacción química, sea capaz

de producir gas a tal temperatura, presión y velocidad que puede causar daños en los contenedores.

Se incluyen en esta definición los productos particulados aunque no desprendan gases.

PIROTECNIA PIROTECNICO: Productos o mezclas de productos, concebidos para producir un efecto de calor, luz, gas, humo o combinación de estos, como resultado de reacciones químicas exotérmicas auto sustentadas y no detonantes.

PRODUCTO QUIMICO: Sustancia química, sola o en mezcla o en preparación, ya sea fabricada o obtenida de la naturaleza, así como los mezclas que se utilizan como productos químicos industriales.

RIESGO: Probabilidad de que ocurra un evento dañino e indeseable como producto de la exposición a una sustancia o producto tóxico y peligroso.

TOXICIDAD: Capacidad o potencial que tiene una sustancia para causar daño o efectos adversos a un organismo vivo.

TOXICO: Sustancia capaz de causar daño a organismos vivos, como resultado de interacciones químicas.

En caso de duda sobre el significado o alcance de un término en este reglamento, se atenderá al significado técnico del mismo.

CAPÍTULO II

De la definición y clasificación en clases

Artículo 7°.—Para los efectos de clasificación de los productos peligrosos, se adopta la Clasificación de la Organización de las Naciones Unidas, agrupados en nueve clases de riesgo.

Artículo 8°.—Para la clasificación de un producto peligroso en una determinada debe contemplarse el mayor riesgo que este representa.

Artículo 9°.—La determinación del mayor riesgo de un producto peligroso se hará de acuerdo a la tabla contemplada en el anexo N° 1.

Artículo 10°.—Los productos peligrosos se clasifican de acuerdo a tres grupos de riesgo alto (I), medio (II), bajo (III).

Artículo 11°.—Todo producto peligroso deberá incluirse en una de las tres clases de riesgo.

Artículo 12°.—Cuando no sea posible la inclusión de un producto en una de las tres clases el riesgo se determinará por analogía con otros productos conocidos.

Artículo 13°.—Las clases a considerar para la clasificación de los productos peligrosos son: clase 1: explosivos; clase 2: gases comprimidos, licuados, disueltos bajo presión o altamente refrigerados; clase 3: líquidos inflamables; clase 4: sólidos inflamables, sustancias sujetas a combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua emiten gases inflamables; clase 5: sustancias oxidantes, peróxidos orgánicos; clase 6: sustancias tóxicas, sustancias infectuosas; clase 7: sustancias radioactivas; clase 8: corrosivos; y clase 9: productos peligrosos diversos.

CAPÍTULO III

De la clase 1: Explosivos

Artículo 14°.—Pertenecen a esta clase, los siguientes productos:

- Productos explosivos, excepto los que se consideren demasiado peligrosos para ser transportados y aquellos cuyo riesgo únicamente indique más apropiado considerarlo en otra clase (Producto que no sea propiamente explosivo, y que pueda generar una atmósfera explosiva de gas, vapor o polvo no será considerado en la clase 1).
- Artículos explosivos, excepto los que contengan sustancias explosivas en cantidad o tipo que sea ignición o iniciación accidental o involuntaria, durante el transporte, no presenten manifestación externa al dispositivo, sea fuego, calor radiado, etc.
- Productos o artículos no mencionados en a) y b), que sean manufacturados con el fin de producir en la práctica un efecto explosivo o pirotécnico.

Artículo 15°.—Los productos contenidos en la Clase 1, se dividen en los siguientes sub-clases:

Sub-clase 1.1.—Productos y artículos con riesgo de explosión en masa que afecta virtualmente toda la carga, de manera perfectamente instantánea.

Sub-clase 1.2.—Productos con riesgo de posterioridad, pero sin riesgo de explosión en masa.

Sub-clase 1.3.—Productos o artículos con riesgo de fuego (con riesgo pequeño de explosión, de proyección, o ambos pero sin riesgo de explosión en masa).

Fina Sub-clase comprende productos o artículos que:

- Producen poca cantidad de calor radiante.
- Quemara sucesivamente por los efectos de explosión, e propagación o ambos.

Sub-clase: Productos o artículos que representan riesgo significativo. Esta sub-clase abarca productos o artículos que representan bajo riesgo en la combustibilidad de ignición o iniciación durante el transporte. Los efectos están confinados predominantemente, al embalaje y no se espera proyección de

fragmentos de dimensiones apreciables o a gran distancia. El fuego o estrobo no debe provocar explosión instantánea de todo el contenido del embalaje.

Sub-clase.—Productos muy susceptibles con riesgo de explosión en masa. Esta sub-clase comprende los productos explosivos de tal grado de insensibilidad que la probabilidad de iniciación o transmisión de fuego para la detonación en condiciones normales de transporte, es muy pequeña. La exigencia mínima es que no deben explotar al recibir la prueba de fuego.

Artículo 16°.—La clase 1 es una clase restrictiva solamente los productos y artículos de la relación de productos peligrosos pueden ser aceptados para el transporte. El transporte para fines especiales, de productos no incluidos en aquella relación puede ser realizado con el permiso otorgado por el Departamento, habiéndose tomado las precauciones pertinentes adecuadas. Para permitir el transporte de esos productos, se definen designaciones específicas relativas al producto, del tipo Sustancia Explosiva, N.E. Tales designaciones solamente pueden ser utilizadas si no se encuentran ningún modo de identificación posible.

Artículo 17°.—Para los productos de esta clase, el tipo de embalaje tiene, frecuentemente, un efecto decisivo sobre el grado de riesgo y por lo tanto sobre la inclusión de un producto en una sub-clase determinada. Como consecuencia determinados explosivos pueden aparecer más de una vez clasificados en una sub-clase, en función del tipo de embalaje por lo que debe ser objeto de especial atención.

Artículo 18°.—La seguridad del transporte de productos y artículos peligrosos debe ser asegurada y separada de los diferentes tipos. Asimismo, el transporte conjunto de explosivos de diferentes tipos siempre y cuando sean compatibles. Los productos de la Clase 1 son considerados compatibles y pueden ser transportados conjuntamente si no afectan de forma significativa, la probabilidad de un accidente o la magnitud de los efectos del accidente.

Artículo 19°.—Los productos explosivos son clasificados en cinco sub-clases y doce grupos de compatibilidad, según se define en el cuadro N° 2. Estas definiciones son mutuamente excluyentes, excepto para los productos y artículos que pueden ser incluidos en el grupo S y, como criterio de inclusión en este grupo, y cuando, asiente estos productos deben estar clasificados en la Sub-clase 1A.

Artículo 20°.—Para fines de transporte se define observo los siguientes principios.

Los productos incluidos en estos grupos de Compatibilidad A y K:

- Los productos del mismo Grupo de Sub-clase pueden ser transportados en conjunto.
- Los productos del mismo grupo pero de Sub-clases diferentes pueden transportarse conjuntamente, si el conjunto es tratado como perteneciente a la Sub-clase identificada por el mismo número. Exceptuase los productos identificados por 1.2 D, cuando el conjunto es tratado como si fuera del tipo 1.1 D.
- Los productos que pertenecen a grupos de Compatibilidad diferentes no deben ser transportados en conjunto, independientemente de la Sub-clase, si no se efectúa con el permiso especial emitido por la autoridad competente.

Los productos incluidos en el grupo S pueden ser transportados en conjunto con explosivos de cualquier grupo excepto de los Grupos A y L.

Los productos incluidos en el grupo L, no deben ser transportados con productos e cualquier otro grupo, excepto los de los Grupos A y J.

CAPÍTULO IV

De la clase 2: Gases comprimidos, licuados, disueltos bajo presión o altamente refrigerados.

Artículo 21°.—Los productos peligrosos clase 2, comprenden:

- Gases permanentes que no pueden ser licuados a temperatura ambiente.
- Gases licuados que pueden licuarse bajo presión, a temperatura ambiente.
- Gases disueltos bajo presión en un solvente, que puede ser absorbido en sucesivas porciones.
- Gases permanentes altamente refrigerados, etc., tal como se.

Artículo 22°.—Los gases permanentes (no licuados) comprimidos pueden incluirse en la Sub-clase 2.1, cada vez que su carácter venenoso se considere como el más alto riesgo. Se clasifican en esta clase porque son transportados en los mismos tipos de recipientes que los gases gases e deben las mismas exigencias en cuanto a seguridad.

CAPÍTULO V

De la clase 3: Líquidos inflamables

Artículo 23°.—Son los líquidos, mezclas de líquidos, o líquidos contenidos sellados en recipientes en su totalidad, en los que los vapores que hayas sido clasificados de forma adecuada, en función de sus características peligrosas que generaran vapores inflamables a temperaturas de hasta 60°C, pueden ser transportados en estos abarros.

