



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

ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA, Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

Jorge Arturo Recinos Ramos

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, junio 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA, Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE ARTURO RECINOS RAMOS

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

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

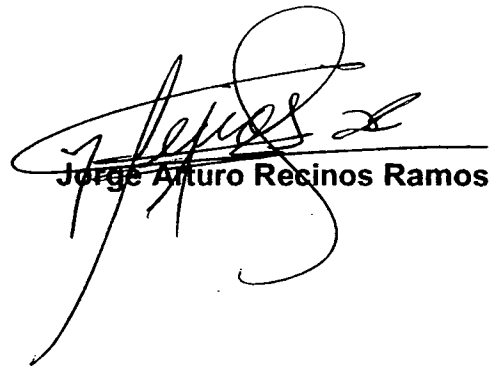
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Garcia Tobar
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA, Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha, 8 de septiembre de 2010.



Jorge Arturo Recinos Ramos



Guatemala, 23 de julio de 2012.
REF.EPS.DOC.956.07.12.

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

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.


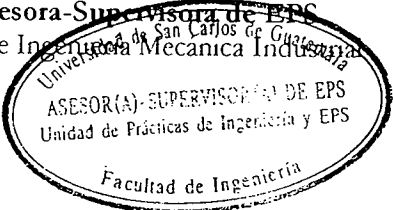
Por este medio atentamente le informo que como Asesora -Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Jorge Arturo Recinos Ramos**, Carné No. **199515885** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SACdL/ra



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de julio de 2012.
REF.EPS.D.629.07.12

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

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

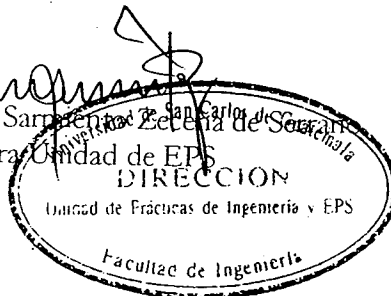
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERIA Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jorge Arturo Recinos Ramos** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Norma Ileana Sarmiento de San Carlos de Guatemala
Directora Unidad de EPS

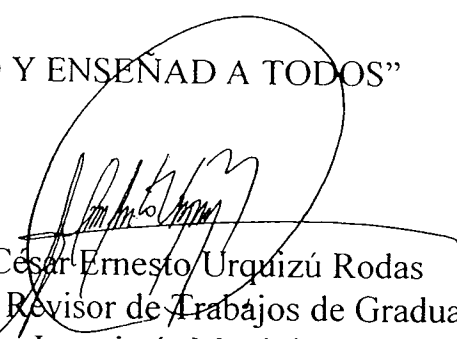


NISZ/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Arturo Recinos Ramos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, agosto de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.155.013

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 **ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Arturo Recinos Ramos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, junio de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 392 .2013

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 MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA, Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS, ZONA 4 DE MIXCO, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario **Jorge Arturo Recinos Ramos,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 10 de junio de 2013

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Porque sin él nada es posible, a él le debo mi vida y todos los logros alcanzados.
- Mis padres** Guillermo Arturo Recinos Campos (q.e.p.d.) y Dora Edith Ramos de Recinos, porque gracias a sus esfuerzos y sacrificios he llegado a ser la persona que soy. Este triunfo es tanto de ellos como mío, por todo su apoyo incondicional.
- Mis hermanos** David Orlando, Oscar Rafael y Dorismaría Recinos Ramos por todo su apoyo y por compartir tanto momentos felices como difíciles.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala** Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios y convertirme en un profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES Y ANTECEDENTES DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS.....	1
1.1. Historia de la institución.....	2
1.2. Funcionamiento del IGSS.....	4
1.3. Ubicación.....	14
1.4. Misión.....	15
1.5. Visión.....	16
1.6. Servicios.....	16
1.7. Organización.....	17
1.7.1. Hospital General de Accidentes Sección de Mantenimiento.....	20
1.7.2. Tipos de jornadas.....	23
1.7.3. Modernización.....	24

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL, ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.....	25
2.1.	Diagnóstico de la situación actual de la sección de lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS.....	25
2.1.1.	Condiciones interiores.....	26
2.1.2.	Nivel de capacidad de producción.....	31
2.1.3.	Problema encontrado.....	31
2.1.4.	Potencia del ventilador.....	34
2.2.	Diagnóstico de la situación actual de la generación y distribución de vapor del Hospital General de Accidentes, IGSS.....	37
2.2.1.	Generalidades del uso de vapor en el hospital.....	37
2.2.2.	Distribución de maquinaria y equipo.....	38
2.2.3.	Calderas existentes y el estado de las mismas.....	40
2.2.4.	Descripción del recorrido de las líneas de vapor.....	40
2.2.5.	Diagrama de operaciones del proceso de generación de vapor.....	41
2.3.	Propuesta para la mejora del equipo de ventilación y extracción de calor, en el servicio de lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS.....	46
2.3.1.	Selección del motor ventilador.....	47
2.3.2.	Análisis de costo.....	49
2.3.2.1.	Costo del equipo.....	49
2.3.2.2.	Materiales y suministros.....	50
2.3.2.3.	Costo de instalación.....	51

2.3.2.4.	Costo de mantenimiento.....	51
2.3.2.5	Guía de operación y mantenimiento.....	52
2.3.2.5.1.	Controles antes de operar.....	52
2.3.2.5.2.	Controles durante operación.....	53
2.3.2.6.	Mantenimiento programado de los motores ventiladores.....	54
2.3.2.7.	Mantenimiento para motores ventiladores.....	55
2.4.	Propuesta de un cronograma de actividades para la supervisión y el mantenimiento del sistema de generación y distribución de vapor en el Hospital General de Accidentes, IGSS.....	57
2.4.1.	Operación manual y automática de la caldera.....	58
2.4.2.	Arranque y operación de la caldera.....	59
2.4.2.1.	Supervisión del mantenimiento diario de la caldera.....	61
2.4.2.1.1.	Revisar el nivel del tanque de salmuera.....	63
2.4.2.1.2.	Verificar la temperatura y presión de los equipos.....	63
2.4.2.1.3.	Purgar el tanque de condensado.....	63
2.4.2.2.	Supervisión del mantenimiento semanal de la caldera.....	64
2.4.2.3.	Supervisión del mantenimiento trimestral de la caldera.....	65
2.4.2.4.	Supervisión del mantenimiento anual de la caldera.....	70
2.4.2.4.1.	Revisión anual de controles eléctricos de la caldera.....	70

	2.4.2.4.2	Revisión de los cimientos de la caldera.....	71
2.4.3.		Documentación técnica del trabajo de mantenimiento.....	71
	2.4.3.1.	Realizar las bitácoras de servicio.....	72
	2.4.3.2.	Bitácora diaria de la caldera.....	74
	2.4.3.3.	Ficha de control de inspección de los equipos en el cuarto de máquinas.....	75
	2.4.3.4.	Orden de trabajo.....	77
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN, DISEÑO DE PLAN DE CONTINGENCIA ANTE DESASTRES.....	79
3.1.		Plan de Contingencia ante sismos en el Hospital General de Accidentes,IGSS.....	79
	3.1.1.	Propósito del Plan de Contingencia.....	80
	3.1.2.	Fin principal del Plan de Contingencia.....	80
	3.1.3.	Objetivos del Plan de Contingencia.....	80
	3.1.4.	Descripción de funciones de los responsables y esquema de coordinación del Plan de Contingencia.....	81
	3.1.4.1.	Funciones de los responsables del Plan de Contingencia.....	83
	3.1.4.2.	Funciones del coordinador del Plan de Contingencia.....	84
	3.1.4.3.	Funciones del puesto de mando.....	85
	3.1.5.	Activación del plan y alerta.....	86
	3.1.5.1.	Sistema de alerta temprana.....	86
	3.1.5.2.	Sistema de alerta.....	87
	3.1.5.3.	Criterios de activación.....	88
	3.1.5.4.	Interpretación de los niveles de alerta.....	89

3.1.5.5.	Clasificación de los niveles de alerta y planes.....	89
3.1.5.5.1.	Plan de alerta.....	89
3.1.5.5.2.	Emergencia tipo A.....	89
3.1.5.5.3.	Emergencia tipo B	90
3.1.5.5.4.	Emergencia tipo C.....	90
3.2.	Pasos para la elaboración de un plan de evacuación.....	90
3.2.1.	Lineamientos generales del plan de evacuación.....	92
3.2.1.1.	Significado de los colores de tarjeta.....	96
3.3.	Identificar los riesgos a los que se exponen las instalaciones.....	97
3.3.1.	Riesgos dentro de las instalaciones.....	98
3.3.1.1.	Identificación gráfica.....	99
3.3.2.	Riesgos.....	100
3.3.2.1.	Lugares seguros.....	100
3.3.2.2.	Rutas de evacuación.....	102
3.3.3.	Brigadas de evacuación y rescate.....	104
3.3.3.1.	Descripción de las brigadas de evacuación y rescate.....	104
3.3.3.2.	Propósito de las brigadas de evacuación y rescate.....	104
3.3.3.3.	Composición de las brigadas de evacuación y rescate.....	105
3.3.3.4.	Esquema organizacional de las brigadas de evacuación y rescate.....	105
3.3.3.5.	Funciones generales de las brigadas de evacuación y rescate.....	106

4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE, CAPACITACIONES AL PERSONAL.....	107
4.1.	Planeación y programación de capacitaciones.....	107
4.2.	Sismos y terremotos.....	107
4.3.	Extintores, su uso para el combate de incendios.....	109
4.4.	Capacitación sobre sismos y terremotos.....	111
4.5.	Capacitación sobre el uso y manejo de extintores	118
4.6.	Evaluaciones.....	122
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES.....	127
	BIBLIOGRAFIA.....	129
	ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación Hospital General de Accidentes (IGSS).....	15
2.	Organigrama de la Sección de Mantenimiento.	22
3.	Acumulación de ropa.....	28
4.	Lavadora y secadora fuera de servicio.....	29
5.	Lavadora de 360 Lb de capacidad	30
6.	Planchadora de rodillos para sabanas	31
7.	Diagrama Causa y Efecto	32
8.	Equipo de ventilación insuficiente	35
9.	Ductos de ventilación mal ubicados	36
10.	Bosquejo del cuarto de máquinas, calderas.....	39
11.	Caldera inoperante.....	40
12.	Bosquejo de las líneas de vapor y de condensado	41
13.	Diagrama de operaciones: generación de vapor.....	42
14.	Motor ventilador Dayton 1XJY4.....	48
15.	Cronograma de tareas a supervisar en un mantenimiento diario.....	62
16.	Cronograma de tareas para supervisar un mantenimiento semanal de la caldera.....	65
17.	Cronograma de tareas para supervisar un mantenimiento trimestral de la caldera.....	66
18.	Cronograma de tareas para supervisar el mantenimiento anual de la caldera.....	71
19.	Organigrama propuesto para formar la comisión local del Plan de Contingencia.....	82

20.	Áreas seguras, Hospital General de Accidentes, IGSS.....	100
21.	Áreas del edificio zonas de refugio seguro.....	102
22.	Parqueo del Hospital General de Accidentes.....	103
23.	Parqueo del Hospital General de Accidentes.....	103
24.	Organigrama de las brigadas de evacuación y rescate.....	105
25.	Marco tectónico para Guatemala.....	112
26.	Tetraedro del fuego.....	119
27.	Extintores de incendios.....	122

TABLAS

I.	Integrantes de la Junta Directiva del IGSS.....	17
II.	Subgerencias.....	20
III.	Temperaturas a cada hora, de 7 máquinas y del ambiente.....	27
IV.	Tabla de renovaciones por hora.....	33
V.	Características de los motores actuales.....	34
VI.	Velocidades de descarga.....	34
VII.	Variables conocidas.....	37
VIII.	Resumen del diagrama de operaciones.....	46
IX.	Características del motor ventilador Dayton 1XJY4.....	48
X.	Descripción de licitaciones.....	50
XI.	Formato propuesto para una bitácora de caldera.....	74
XII.	Formato propuesto para bitácora de la tubería de vapor.....	75
XIII.	Ficha de control de inspección.....	76
XIV.	Propuesta de formato de orden de trabajo.....	78
XV.	Historial de terremotos en Guatemala en el siglo XX.....	97
XVI.	Planeación de capacitación, ¿Qué hacer en caso de sismo/terremoto?.....	108
XVII.	Plan de capacitación, uso y manejo de extintores.....	109

XVIII.	Escala de Richter.....	113
XIX.	Clasificación de fuego.....	121

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área (pulgadas ²)
Hrs	Brillo solar
ΔP	Cambio de presión (psi)
Q	Capacidad de flujo (lb/hora)
Cd	Cédula de la tubería
$\epsilon \Delta l$	Coefficiente de rugosidad (pie/pie)
R	Coefficiente para longitud equivalente
ρ	Densidad (lb/pie ³)
D	Diámetro (pulgadas)
Di	Diámetro interior (pulgadas)
f	Factor de fricción de Fanning
°	Grados sexagesimal
gc	Gravedad (32.174 pie*lbm/lbfs ²)
%	Humedad relativa
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L	Longitud total de la tubería (pies)
M/s	Metros por segundos
'	Minutos
PA	Pascal
Ff	Pérdidas por fricción (pie*lb/lbm)
w	Peso de vapor (lb/minuto)
π	Pi (3.1415)
HP	Potencia de aire estático

Mn	Precipitación
P	Presión de trabajo (psi)
Hs	Presión estática
r.p.m.	Revoluciones por minuto
“	Segundos
SI	Sistema Internacional
Σ	Sumatoria
V	Velocidad de la corriente de vapor (pie/minuto)
G	Velocidad másica (lbm/h-pie ²)
μ	Viscosidad absoluta (lbm/pie*h)
v	Volumen específico (pie ³ /lbm)

GLOSARIO

Agua de alimentación	Mezcla de agua fresca y condensado de agua que posteriormente se convertirá en vapor.
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
ASTM	Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.
Brida	Anillo que une dos tornillos.
BTU	Es la cantidad de energía térmica necesaria para elevar de 63° a 64°F la temperatura de una libra de agua
Calor	Es una forma de energía que se transfiere a través de una frontera debido a una diferencia de temperaturas
Condensado	Es el líquido que se forma cuando el vapor se enfría.

Conducción	Acción de transmitir calor, electricidad, en un conjunto de tuberías, cables, etc., para conducir un fluido.
Convección	Transferencia de calor de un punto a otro dentro de un fluido mediante la mezcla de una porción de dicho fluido con otro.
Corrosión	Desgaste presente en la tubería debido, especialmente a la presencia de ácidos y óxidos.
Decibeles	Unidad de medida para expresar la intensidad de los sonidos.
Eficiencia de caldera	Cantidad de energía necesaria para convertir el agua de alimentación en vapor en relación.
Extracción	Acción de extraer, expulsar hacia el exterior.
Flujo axial	Movimiento del aire en dirección a su eje.
Flujo radial	Movimiento del aire en dirección a su radio.
Freno	Dispositivo o mecanismo para aplicar resistencia mediante fricción al movimiento de un cuerpo y, por lo tanto, absorber energía mecánica convirtiéndola en calor.

Golpe de ariete	Se produce cuando hay sobrepresión en el interior de la tubería lo cual hace que esta se deforme por la expansión de sus partes.
Humedad	Generalmente, vapor de agua mezclado con aire seco.
Humedad relativa	Relación (con peso) de vapor de agua en el aire y el vapor de agua saturada en aire a la misma presión y temperatura.
Pascal	Medida de presión en sistema SI (1.45 E-4 PSI).
PSI	Medida de presión, libras por pulgada cuadrada.
Polucionado	Derramamiento de partículas de manera involuntaria, aunque son las causantes de la contaminación ambiental.
Potencia al freno	Resistencia a la fricción desarrollada a la por un freno.
Purga	Pérdida determinada de agua por el sistema de la caldera.

Radiación	Transferencia de energía de forma ondulatoria de un cuerpo caliente a un cuerpo relativamente frío, independientemente de cualquier materia existente entre cuerpos.
Recinto	Espacio cerrado y comprendido de ciertos límites.
Retorno de condensado	Línea que transporta el condensado de regreso al tanque de alimentación con el propósito de aprovecharlo y así mismo parte de su calor.
Tablas de vapor	Tablas que indican los valores numéricos de las propiedades del valor de agua para diferentes presiones y temperaturas de un estado termodinámico.
Temperatura	Magnitud física que caracteriza de manera objetiva la sensación subjetiva de calor o frío producida por el contacto de un cuerpo.
Trampeado	Término utilizado para indicar el drenado de condensado en una línea de vapor serpentín para el calentamiento.

Turbina	Unidad de potencia giratoria producida e impulsada por el impacto o reacción de una corriente de aire (turbina de aire o de gases calientes (turbina de gas)).
Velocidad de flujo	Pies cúbicos por minutos (CFM) de aire circulando de un sistema de aire, o libras de aire por minuto en circulación a través de un sistema de calefacción de agua caliente.
Ventilación	Proceso de suministrar aire exterior, es decir fresco, o de eliminar aire de un recinto.
Vibración	En un cuerpo elástico son cambios alternativos de forma tal que sus componentes oscilen sincrónicamente en torno a posiciones de equilibrio, sin que el campo cambie de lugar.

RESUMEN

El ejercicio profesional supervisado se realizó en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), ubicado en la zona 4 de Mixco, municipio de la ciudad de Guatemala, su fin primordial fue proporcionar un mejor ambiente al personal del área de lavandería, en aspectos relacionados con la ventilación y extracción de calor, lo que al final repercute en el tipo de servicio que se brinda a los afiliados.

Para la mejora del equipo de ventilación y extracción de calor que se propuso, se tomó en cuenta la capacidad instalada del equipo existente, asimismo, fue necesario revisar información relacionada a la actividad ya mencionada, tomándose en cuenta los aspectos que deben considerarse para la instalación de un equipo adecuado.

Durante el ejercicio profesional, se realizó un diagnóstico y el análisis de las condiciones ambientales internas y externas en la sección de lavandería. La mejora se planteó con base a criterios objetivos, producto del diagnóstico y análisis de la situación actual, sugiriéndose la aplicación de normas y especificaciones de ventilación industrial; como por ejemplo el volumen de aire adecuado para el área que se pretendía ventilar, la potencia requerida, el caudal de aire, entre otros.

Dado el planteamiento del problema, se recomendó la restructuración del equipo de ventilación, asimismo, la necesidad de remodelar el lugar de trabajo justificándose con ello la realización de este proyecto.

Se consideró contar con la asesoría de personal especializado en el área de ventilación y buscar información de manuales técnicos para que dicha modificación fuera la correcta.

El proyecto planteó las opciones de financiamiento de dicha remodelación, se tomó en cuenta el recurso humano y material necesario para la misma. Con este proyecto no sólo se pretendía mejorar las condiciones ambientales del área de trabajo, sino también implementar un método de evaluación constante de diseño de ventilación y extracción del calor acumulado en el recinto.

Se evaluaron las condiciones actuales en la red de vapor, debido a que la falta de mantenimiento y desgaste natural de la misma, ha provocado una reducción de su rendimiento, por lo que se propuso un cronograma de actividades para la supervisión y el mantenimiento del sistema de generación y distribución de vapor del ya mencionado hospital.

OBJETIVOS

General

Mejorar el ambiente de trabajo de la sección de lavandería y plantear soluciones para la supervisión y mantenimiento de la red de vapor del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Específicos

1. Analizar la situación actual de la sección de lavandería del hospital.
2. Mejorar el equipo existente y realizar el cálculo de los equipos nuevos a utilizar, en la ventilación y extracción del calor dentro de la sección del servicio de lavandería.
3. Describir la secuencia de operaciones, las instrucciones para el arranque y funcionamiento de la caldera y los procedimientos para realizar ajustes.
4. Plantear un cronograma de actividades de supervisión en la generación y distribución de vapor.
5. Identificar los riesgos más importantes ante un desastre, que puedan afectar las instalaciones del hospital.
6. Diseñar un Plan de Contingencia, ante posibles desastres que pudieran ocurrir dentro del hospital.

7. Instruir al personal, en los temas de: ¿Qué hacer? antes, durante y después de un sismo/terremoto, así como también, en el correcto uso y manejo de extinguidores.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el personal de la Sección de Lavandería del Hospital General de Accidentes del IGSS, se ve afectado por el calor existente en el lugar, debido al tipo de maquinaria con la cual se trabaja, siendo el principal defecto de los equipos de control ambiental, que con frecuencia se le presta menor atención.

La distribución adecuada del aire en un espacio determinado, es necesaria para proporcionar comodidad a quienes laboran dentro de cualquier ambiente en particular, para ello existen algunos principios de distribución del aire, como las unidades terminales, la temperatura y la velocidad del mismo en la zona ocupada, así como la utilización de dispositivos que permitan satisfacer tal necesidad.

Para la modificación del equipo de ventilación, se requiere conocer los dos tipos existentes, es decir, la natural y la mecánica o forzada. En la natural se aprovechan los medios naturales disponibles para introducir aire al interior del edificio, pasarlo por él y expulsarlo.

Para una ventilación mecánica o forzada, se está obligado a contar con un sistema de ventilación y extracción positiva, este tipo de ventilación debe tener la renovación de aire apropiada que se encuentra en el área. Ya que pueden encontrarse gases, malos olores, partículas en suspensión etc., así mismo el suministro de aire viciado se deberá extraer y renovarlo con diferentes técnicas.

Por otro lado, cabe mencionar que el Departamento de Mantenimiento del Hospital General de Accidentes del IGSS, ha tenido que enfrentar muchas dificultades para poder desempeñar sus funciones. La falta de recursos económicos y por ende la falta de mantenimiento de los equipos utilizados dentro del hospital, ha provocado que algunos de estos se dejen de utilizar, tal es el caso de una de las calderas que se encuentra inoperante, de igual forma el desgaste en varios tramos de las redes de vapor, retorno de condensado y agua caliente.

Esto afecta directamente la producción de vapor, causando a la vez problemas a los servicios de apoyo, siendo estos: nutrición, lavandería y central de equipos, repercutiendo directamente en los pacientes que necesitan de atención médica en el hospital.

Para obtener los máximos beneficios con los que cuenta el hospital se hace necesario implementar un cronograma de actividades para la supervisión y control de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo del área de calderas y redes de vapor.

Como parte del ejercicio profesional supervisado y de acuerdo con el diagnóstico realizado, se evidenció la necesidad de contar con un Plan de Contingencia, que permita estar preparados ante cualquier desastre que afecte directamente al hospital, por lo que fue necesario crear brigadas de evacuación y rescate, así como también su respectiva capacitación.

1. GENERALIDADES DEL HOSPITAL GENERAL DE ACCIDENTES, IGSS

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), es la entidad que apoya a la sociedad guatemalteca, brindando protección a sus afiliados, con protección médica y prevención social.¹

Cuenta con un hospital de referencia que atiende pacientes de toda la República, con los siguientes servicios:

- Lesiones medulares
- Lesiones craneoencefálicas
- Amputados y lesiones de nervios periféricos
- Lesiones diversas

La consulta externa funciona con especialistas en el campo de la rehabilitación y en las especialidades de: neurología, psiquiatría, medicina interna, nutriología, odontología, incluyendo clínicas de electro diagnóstico.

También existen otras áreas de atención siendo éstas:

- Terapia física: mecanoterapia, hidroterapia, electroterapia, láser terapia, ultrasonido terapéutico, gimnasia terapéutica, área de ambulación, terapia laboral, terapia deportiva, terapia ocupacional, terapia de lenguaje.
- De lesiones craneoencefálicas, de lesiones medulares, de amputados, y la de readaptación laboral.

¹http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- De prótesis y ortésis
- Zapatería y corsetería

Todos los afiliados, beneficiarios y pensionados para recibir atención de emergencia deben acudir a:

- Por enfermedad:
 - Hospital General de Enfermedades, Hospital Dr. Juan José Arévalo Bermejo.
- Por accidente:
 - Hospital General de Accidentes, siendo este último, el lugar de la realización del EPS.

1.1. Historia de la institución

En Guatemala, como una consecuencia de la Segunda Guerra Mundial y la difusión de ideas democráticas propagadas por los países aliados, se derrocó al gobierno interino del general Ponce Vaides, quien había tomado el poder después de una dictadura de 14 años por el general Jorge Ubico, y se eligió un Gobierno democrático, bajo la presidencia del Dr. Juan José Arévalo Bermejo.²

El Gobierno de Guatemala de aquella época, gestionó la venida al país, de dos técnicos en materia de seguridad social. Ellos fueron el Lic. Oscar Barahona Streber (costarricense) y el Actuario Walter Dittel (chileno), quienes hicieron un estudio de las condiciones económicas, geográficas, étnicas y culturales de Guatemala. El resultado de este estudio lo publicaron en un libro titulado Bases de la Seguridad Social en Guatemala.

²http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

Al promulgarse la Constitución de la República de aquel entonces, el pueblo de Guatemala, encontró entre las Garantías Sociales en el artículo 63, el siguiente texto: "se establece el seguro social obligatorio". La ley regulará sus alcances, extensión y la forma en que debe de ser puesto en vigor.

El 30 de octubre de 1946, el Congreso de la República de Guatemala, emite el Decreto 295, "La Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social". Se crea así una institución autónoma, de derecho público de personería jurídica propia y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, cuya finalidad es aplicar en beneficio del pueblo de Guatemala, un Régimen Nacional, Unitario y Obligatorio de Seguridad Social, de conformidad con el sistema de protección mínima" (Cap. 1º, Art. 1º).³

Se crea así un Régimen Nacional, Unitario y Obligatorio. Esto significa que debe cubrir todo el territorio de la República, debe ser único para evitar la duplicación de esfuerzos y de cargas tributarias; los patronos y trabajadores de acuerdo con la ley, deben de estar inscritos como contribuyentes, no pueden evadir esta obligación, pues ello significaría incurrir en la falta de previsión social.

La Constitución Política de la República de Guatemala, promulgada el 31 de mayo de 1985, dice en el artículo 100: "Seguridad Social. El Estado reconoce y garantiza el derecho de la seguridad social para beneficio de los habitantes de la Nación".

³http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

1.2. Funcionamiento del IGSS

Este hospital, funciona con base en dos programas

- Programa 1: de Invalidez, Vejez y Sobrevivencia IVS: la Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social señala entre los riesgos de carácter social para los cuales el Régimen de Seguridad Social debe otorgar protección y beneficios a las personas con invalidez, vejez y sobrevivencia.
- El Régimen de Seguridad Social, al mismo tiempo que promueve, vela por la salud, enfermedades, accidentes y sus consecuencias, protege la maternidad también da protección en caso de invalidez y de vejez, ampara las necesidades creadas por la muerte, ya que uno de sus fines principales es el de compensar mediante el otorgamiento de prestaciones en dinero, el daño económico resultante de la cesación temporal o definitiva de la actividad laboral.⁴

Al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, de conformidad con la ley que lo rige (Acuerdo 788 de Junta Directiva), le corresponde administrar la concesión de prestaciones en caso de que ocurra alguno de los riesgos mencionados, en la forma y condiciones que sus reglamentos determinen.

A partir del 1° de marzo de 1977 se aplica en toda la república el Reglamento sobre Protección Relativa a Invalidez, Vejez y Sobrevivencia, en beneficio de los trabajadores de patronos particulares (incluidos los trabajadores de empresas descentralizadas del Estado) y de trabajadores del Estado pagados por planilla.

⁴http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

La protección de este programa consiste en prestaciones en dinero, mediante el pago de una pensión mensual. Los riesgos que cubre son:

- Invalidez⁵: Para tener derecho a pensión por invalidez, el asegurado debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - Ser declarado inválido (incapacitado)
 - Si es menor de 45 años: haber pagado contribuciones al programa, durante un mínimo de 36 meses dentro de los 6 años inmediatamente anteriores al primer día de invalidez.
 - Si tiene entre 45 y 55 años: haber pagado contribuciones al programa, durante un mínimo de 60 meses dentro de los 9 años inmediatamente anteriores al primer día de invalidez.
 - Si es mayor de 55 años: haber pagado contribuciones al programa, durante un mínimo de 120 meses dentro de los 12 años inmediatamente anteriores al primer día de invalidez.
- Grados de invalidez: existen tres (3) grados de invalidez, los cuales son calificados por el Departamento de Medicina Legal y Evaluación de Incapacidades de la Institución, ubicado en el Hospital General de Accidentes 7-19, previa orientación y calificación de derecho.

La orientación y calificación de derecho puede ser realizada en el Departamento de IVS ubicado en el edificio Central de la 7a Avenida 22-72 zona 1, para los casos locales de la ciudad de Guatemala.

⁵http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- Vejez⁶: para tener derecho a pensión por vejez, el asegurado debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - Haber pagado al programa un mínimo de 180 contribuciones
 - Haber cumplido la edad mínima que le corresponda de acuerdo a las edades y fechas que se establecen de la siguiente manera:
 - ✓ Que hayan cumplido 60 años antes del 1 de enero de 2000
 - ✓ Que cumplan 61 años durante los años 2000 y 2001
 - ✓ Que cumplan 62 años durante los años 2002 y 2003
 - ✓ Que cumplan 63 años durante los años 2004 y 2005
 - ✓ Que cumplan 64 años durante los años 2006 y 2007
 - ✓ Que cumplan 65 años del año 2008 en adelante
 - Haber causado baja en su relación laboral

- Sobrevivencia: para tener los sobrevivientes, derecho a pensión al fallecer el asegurado, es necesario cumplir con los siguientes requisitos:
 - Que el afiliado haya pagado un mínimo de 36 meses de contribuciones dentro de los 6 años inmediatos a la muerte.
 - Que al momento de fallecer el asegurado, ya hubiera tenido derecho a pensión por vejez.
 - Que al momento de fallecer el asegurado, estuviera recibiendo pensión por invalidez o vejez.

Si la muerte es causada por un accidente, las contribuciones se dan por cumplidas si el asegurado hubiere reunido los requisitos establecidos para el derecho a subsidio por accidente. (Ver Programa EMA).

⁶http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- Cuota mortuoria⁷: uno de los beneficios del programa IVS, es el pago de la cuota mortuoria, en caso de fallecimiento de los afiliados, los requisitos para el pago de dicha cuota son:
 - Trabajadores activos que fallecen
 - Certificado de defunción del trabajador (original y 2 copias)
 - Último recibo de pago o estado de cuenta
 - Factura original de la funeraria o fotocopia debidamente certificada por el contador de la misma a nombre de la persona que efectuó los gastos.
 - Original y fotocopia de cédula de vecindad de la persona a cuyo nombre fue extendida la factura. Cuando la parte interesada no pueda efectuar el cobro, deberá extender carta de autorización a tercero, en este caso deberá presentarse original y copia completa de la persona que se está autorizando y de la persona autorizada.
 - Copia de resolución
 - Original debidamente firmada y copia de carné de identificación tributaria (NIT), de la persona titular de la factura y de la persona autorizada.

La aportación del Instituto como cuota mortuoria es de Q.412.50

- Beneficiarios: en caso de fallecimiento se otorgará cuota mortuoria a los beneficiarios siguientes:
 - Asegurados con derecho a pensión de invalidez o vejez
 - Cargas familiares

⁷http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- Pensionados por Invalidez vejez y sobrevivencia

El monto de la cuota mortuoria será de Q 600.00

- Niños menores de cinco (5) años de edad: cuando un niño nace en cualquiera de las unidades médicas del instituto y falleciera, también tendrá derecho a la prestación de cuota mortuoria.

En todos los casos, la cuota mortuoria es de Q.412.50

- Programa voluntario⁸: los requisitos para solicitar ser contribuyente voluntario son los siguientes:
 - Tener acreditados 12 meses de contribución en los últimos 36 meses calendario, para continuar como contribuyente voluntario y solicitar por escrito al Instituto en el curso de los tres meses calendario siguientes al último mes contribuido o al último día de subsidios diarios.

Los documentos a presentar son:

- Original y 2 fotocopias legibles completas de la cédula de vecindad del afiliado.
- Original y fotocopia del certificado de nacimiento del afiliado extendido por el RENAP.
- Original y fotocopia legible del carné de afiliación al IGSS
- Original y fotocopia legible de la constancia del número de identificación tributaria (NIT).

⁸http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- Constancias laborales sin descripción de salarios de los patronos con los que cotizó al programa de IVS, con la siguiente información⁹:
 - Hojas membretadas originales firmadas y selladas por el patrono
 - Anotar claramente el nombre del patrono, número patronal y periodo laborado.
 - Nombre completo y número de afiliación del solicitante
 - Nota de periodos no laborados con patronos inscritos al IGSS de marzo 1977 a la fecha.

- Observaciones
 - Si las empresas en donde laboró ya no existe, el afiliado puede presentar una carta simple dirigida al jefe de IVS debidamente firmada, en la que indique su nombre completo, número de afiliación, nombre de la empresa, número patronal y periodos laborados en cada una de las empresas.
 - La contribución voluntaria permite mantener el derecho para gozar las pensiones que otorgan el programa, pero no da derecho a gozar de atención médica.

- Programa 2: Enfermedad, Maternidad y Accidentes, EMA.
 - El objeto primordial de la Seguridad Social, es el de dar protección mínima a toda la población del país, a base de una contribución proporcional a los ingresos de cada uno y de la distribución de beneficios a cada contribuyente o a sus familiares que dependen económicamente de él.

⁹http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- Procediendo en forma gradual y científica que permita determinar tanto la capacidad contributiva de la parte interesada, como la necesidad de los sectores de población de ser protegidos por alguna o varias clases de beneficios, habiéndose principiado sólo por la clase trabajadora, con miras a cubrirla en todo el territorio nacional, antes de incluir dentro de su régimen a otros sectores de la población. (Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Decreto No. 295 del Congreso de la República 30 de octubre de 1946).
- Asistencia médica: se entiende por asistencia médica el conjunto de exámenes, investigaciones, tratamientos, prescripciones intervenciones médico quirúrgicas y otras actividades que correspondan a los programas de prestaciones del Instituto.
 - Los cuales deben poner a la disposición del individuo y en consecuencia de la colectividad, los recursos de las ciencias médicas y otras ciencias afines que sean necesarios para promover, conservar, mejorar o restaurar el estado de salud, prevenir específicamente las enfermedades, mantener y restablecer la capacidad de trabajo de la población. (Art. 1 Acuerdo 466 de JD).¹⁰

Las prestaciones en servicio de los Programas de Enfermedad, Maternidad y Accidentes, se proporcionan en consultorios, hospitales y otras unidades médicas propias del Instituto, por medio de su cuerpo médico y del respectivo personal técnico y auxiliar. También podrán suministrarse a domicilio para el Programa de Enfermedad y Maternidad.

¹⁰http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

El Instituto ha realizado convenios con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social para brindar atención a sus afiliados así como contratos con médicos particulares, para brindar servicios médicos siendo todos los profesionales médicos colegiados para brindar la atención conforme las leyes de la materia.

Identificación e inscripción de beneficiarios con derecho: el afiliado o beneficiario con derecho al solicitar la primera atención en un caso de enfermedad, maternidad o accidente, deberá presentar el documento de identificación que el Instituto establezca y el certificado de trabajo emitido por el patrono sin embargo, el Instituto podrá utilizar cualquier otro medio de identificación apropiada.

En las atenciones posteriores, relacionadas con el mismo caso de enfermedad, maternidad o accidente, basta que el afiliado o beneficiario con derecho presente la papeleta de cita médica, juntamente con el documento de identificación correspondiente. (Art. 6 Ac.466 de JD).

Los casos de emergencia serán atendidos sin los requisitos de identificación y comprobación de derechos. Una vez terminado el estado de emergencia, si el caso requiere atenciones médicas posteriores a los primeros auxilios, deberá comprobarse por el interesado o por el instituto en casos especiales, dentro de los dos días hábiles siguientes a la terminación de dicho estado, el derecho a las prestaciones. (Art.11, Ac.466 de JD).¹¹

Para proceder a la inscripción de los niños, se requiere la presentación por parte de los padres afiliados de:

- Documentos de identificación del afiliado y de la madre
- Certificado de trabajo del afiliado
- Certificado de la partida de nacimiento del niño. (Art. 9 Ac 466)

¹¹http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

Se otorga la asistencia médica con el fin de promover, conservar, mejorar o restaurar la salud y restablecer la capacidad para el trabajo, dando servicios de medicina preventiva, curativa y rehabilitación. Teniendo derecho en caso de enfermedad:

- Los trabajadores afiliados
- El trabajador en período de desempleo o licencia sin goce de salario, siempre que dentro de los seis meses calendario anteriores al mes en que se produzca el desempleo o licencia, haya contribuido en cuatro períodos de contribuciones y el enfermo reclame prestaciones en el curso de los dos meses posteriores a la fecha de desempleo o inicio de la licencia. Cap. I, Art. 17 Ac466 de JDc.

Los hijos hasta los cinco años, del trabajador afiliado y del trabajador en período de desempleo o licencia con derecho a las prestaciones en servicio. (Cap. I, Art. Inciso c) Ac466 de JD, Reformado por Art. 1 Ac. 827 de JD).¹²

- En caso de maternidad tienen derecho:
 - La trabajadora afiliada
 - La esposa del trabajador afiliado o la mujer cuya unión de hecho haya sido debidamente legalizada, o en su derecho la compañera que cumpla las reglamentaciones legales.
 - La trabajadora en período de desempleo o la esposa o compañera del trabajador en período de desempleo, siempre que la pérdida del empleo se haya producido estando aquellas en estado de embarazo.

¹²http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- La esposa o compañera del afiliado fallecido, que se encuentre en estado de embarazo en la fecha del fallecimiento de éste. (Cap., Art. 18, Ac 466 de JD).¹³
- En caso de accidentes:
 - El trabajador afiliado, sin necesidad de acreditar un tiempo mínimo de contribuciones previas.
 - El trabajador en período de desempleo o de licencia sin goce de salario, siempre que el accidente lo sufra durante los dos primeros meses siguientes a la fecha de cesantía o licencia y que haya tenido contratos o relaciones de trabajo vigentes aún con interrupciones, con patronos declarados formalmente inscritos en el régimen en los cuatro meses inmediatamente anteriores contados hacia atrás desde que terminó su último contrato o relación de trabajo, y que durante la vigencia de esos contratos o relaciones, en cada mes haya contribuido al Régimen de Seguridad Social.
 - Los beneficiarios con derecho en el Programa de Enfermedad y Maternidad, en los casos dentro de las limitaciones establecidas en el Reglamento. (Cap. I Art. 19 Ac 466 de JD).

En caso de enfermedades en general, maternidad, y accidentes, de sus afiliados y beneficiarios con derecho, el Instituto dará las siguientes prestaciones en servicio:

- Asistencia médico quirúrgica general y especializada
- Asistencia odontológica

¹³http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

- Asistencia farmacéutica rehabilitación y suministro de aparatos ortopédicos y protésicos.
- Exámenes radiológicos, de laboratorio y demás exámenes complementarios que sean necesarios para el diagnóstico y el control de las enfermedades, servicio social, transporte, hospedaje y alimentación.

En casos especiales. Cap. I, Art 24 Ac466 de JD.¹⁴

El Régimen de Seguridad Social comprende protección y beneficios en caso de que ocurran los siguientes riesgos de carácter social:

- Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales
- Maternidad
- Enfermedad generales
- Invalidez
- Orfandad
- Viudedad
- Vejez
- Muerte (gastos de entierro)
- Los demás que el reglamento determine (Art. 28. Decreto No. 295 del Congreso de la República).

1.3. Ubicación

El Hospital General de Accidentes -IGSS-, está ubicado en la zona 4 de la ciudad de Mixco, municipio de Guatemala, con una latitud de 14°38'35.09", longitud -90°34'10.50" y una altitud de 1,492 metros. Ver figura 1.

¹⁴http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

La dirección es; 13 Av. 1-51 col. Monte Real, zona 4, mixco,
Teléfono: 2437-9625 al 29
http://www.igssgt.org/servicios_medicos/accidentes.html

Figura 1. **Ubicación Hospital General de Accidentes (IGSS)**



Fuente:<http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>. Consulta: 12 de octubre de 2010.

1.4. Misión¹⁵

“Proteger a nuestra población asegurada contra la pérdida o deterioro de la salud y del sustento económico, debido a las contingencias establecidas en la ley.”

¹⁵http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

1.5. Visión¹⁶

“Ser la institución de seguro social caracterizada por cubrir a la población que por mandato legal le corresponde, así como por su solidez financiera, la excelente calidad de sus prestaciones, la eficiencia y transparencia de gestión.”

1.6. Servicios

El programa del Hospital General de Accidentes, actualmente tiene cobertura en todos los departamentos de la República de Guatemala.

Para el otorgamiento de las prestaciones en servicio de este programa el IGSS cuenta con hospitales, consultorios, puestos de primeros auxilios y clínicas de servicios contratados.

Uno de los pilares en los últimos años, es la cirugía mínimamente invasiva en cada procedimiento quirúrgico, para lo cual, se cuenta con:

- Un programa de remplazos articulares de cadera y rodilla
- Servicio de pacientes quemados
- Servicio de cirugía de mano
- Servicio de cirugía de columna
- Servicio de maxilo facial
- Servicio de intensivo
- Servicio de laboratorios
- Servicio de rayos X
- Servicio de ultrasonido

¹⁶http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

1.7. Organización¹⁷

En la actualidad, la estructura organizacional del IGSS se encuentra establecida mediante una departamentalización funcional;

Los Organismos superiores, y la Junta Directiva: son la autoridad suprema del instituto y, en consecuencia, le corresponde la dirección general de las actividades de éste. (Artículo 3 de la Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Decreto 295 del Congreso de La República).

La Junta Directiva está integrada por seis miembros propietarios y seis miembros suplentes, así:

Tabla I. **Integrantes de la Junta Directiva del IGSS**

Presidente	Licenciado Luis Alberto Reyes Mayén, Nombrado por el Organismo Ejecutivo
Primer vicepresidente	Licenciado Julio Roberto Suárez Guerra, Nombrado por la Junta Monetaria del Banco de Guatemala
Segundo vicepresidente	Doctor Jesús Arnulfo Oliva Leal, Nombrado por el Consejo Superior de la Universidad de San Carlos de Guatemala
Vocal	Doctor Erwin Raúl Castañeda Pineda, Nombrado por el Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala
Vocal	Señor Max Erwin Quirín Schoder, Nombrado por los Patronos

¹⁷http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

Continuación de la tabla I

Vocal	Señor Miguel Angel Lucas Gómez, Nombrado por los Trabajadores
Secretario	Licenciado Mynor Rodolfo Robles

Fuente: [igssgt.org/gerencias/organización interna](http://igssgt.org/gerencias/organización%20interna). Consulta: 12 de octubre de 2010.

Miembros suplentes:¹⁸

- Doctora Nora Estela Lemus Barrera, por el Organismo Ejecutivo
- Señor Álvaro Joel Girón Barahona, por la Junta Monetaria del Banco de Guatemala.
- Doctor César Augusto Lambour Lizama, por el Consejo Superior de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Doctor Edgar Axel Oliva González, por el Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala.
- Licenciado Juan Francisco Sandoval Girón, por los patronos
- Señor Reynaldo Federico González, por los trabajadores

La Gerencia está integrada por un gerente, quien es el titular de la misma y uno o más subgerentes, quienes actúan bajo las órdenes del primero y son llamados a sustituirlo en sus ausencias temporales, según el orden que indique el reglamento.

¹⁸http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

La Gerencia, es el órgano ejecutivo del instituto y, en consecuencia, tiene a su cargo la administración y gobierno del mismo, de acuerdo con las disposiciones legales, y debe también llevar a la práctica las decisiones que adopte la Junta Directiva sobre la dirección general del IGSS, de conformidad con las instrucciones que ella le imparta. (Artículo 15 de la Ley Orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Decreto 295 del Congreso de la República).¹⁹

- El gerente es el licenciado Arnoldo Adán Aval Zamora
- El subgerente financiero es el licenciado Mario René Colindres Marroquín.
- El subgerente de prestaciones en salud es el doctor Carlos Enrique Martínez Dávila.
- El subgerente de prestaciones pecuniarias es el doctor Luis Felipe Irías Girón.
- El subgerente de planificación y desarrollo es el licenciado Filadelfo Reyes Cáceres.
- El subgerente administrativo es el ingeniero Carlos Enrique Rosenberg Echeverría.
- El subgerente de recursos humanos es la ingeniera Silvana Mendizábal García.

El Consejo técnico debe estar integrado por un grupo de asesores, de funciones consultivas, quienes, bajo su responsabilidad personal, deben sujetar su actuación a las normas. (Artículo 20 de la ley orgánica del Instituto

¹⁹http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

Guatemalteco de Seguridad Social, decreto 295 del congreso de la república).

Presidente del consejo técnico: licenciado José Fernando Velásquez.

Consejero técnico: licenciado William Aroldo Rodríguez Marroquín.²⁰

Tabla II. **Subgerencias**

Subgerencia Administrativa
Subgerencia Financiera
Subgerencia de Planificación y Desarrollo
Subgerencia de Prestaciones en Salud
Subgerencia de Prestaciones Pecuniarias
Subgerencia de Integridad y Transparencia
Subgerencia de Recursos Humanos
Contraloría General

Fuente: [igssgt.org/subgerencias/organización interna](http://igssgt.org/subgerencias/organización_interna). Consulta: 12 de octubre de 2010.

1.7.1. Hospital General de Accidentes, Sección de Mantenimiento

La Sección de Ingeniería y Mantenimiento, es un departamento que presta sus servicios técnicos y profesionales al Hospital General de Accidentes, IGSS, en la supervisión y control de los equipos e instalaciones en general.

²⁰http://www.igssgt.org/sobre_nosotros/sobre_nosotros.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

Se subdivide en tres áreas:

- Área de Obra Civil: tiene a su disposición las labores de carpintería, herrería, pintura, rotulado, albañilería, plomería, jardinería y dibujo en construcción.
- Área de Electromecánica: presta el servicio de electricidad, generación de vapor, agua caliente, aire comprimido y bomba de vacío.
- Área de Mantenimiento de turno y biomédica: su responsabilidad es velar por el buen estado de las instalaciones del hospital, prestando servicio rápido y eficiente a cualquier hora. También se encarga del buen funcionamiento de los equipos médicos y equipo de oficina.

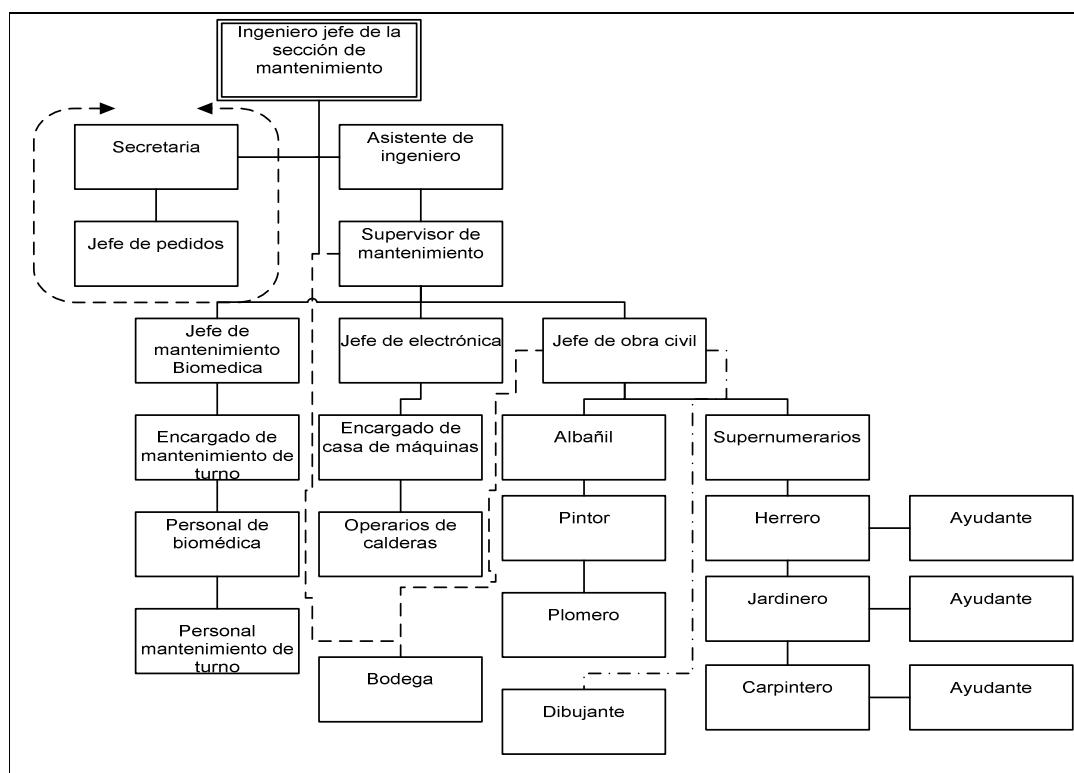
El hospital tiene al servicio 30 trabajadores, los cuales se encuentran repartidos en las distintas áreas, siendo su coordinador el jefe de la Sección de Ingeniería y Mantenimiento.

Entre las tareas principales de la Sección de Ingeniería y Mantenimiento, se encuentra la supervisión y control de mantenimiento preventivo externo, el cual se da regularmente en equipo de lavandería, cocina, aire acondicionado y tratamiento de agua. También la reparación de equipos, mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones, supervisión a infraestructura, manejo de insumos, etc.

A la Sección de Ingeniería y Mantenimiento, se le denomina comúnmente como Área de Mantenimiento, y en síntesis es el eje principal para el buen funcionamiento del hospital, pues es el único responsable de velar por el correcto funcionamiento de los equipos y sus suministros.

La sección de mantenimiento, cuenta con un organigrama donde se muestra la jerarquía entre los diferentes departamentos que lo conforman. Ver figura 2.

Figura 2. Organigrama de la Sección de Mantenimiento



Fuente: Hospital General de Accidentes (IGSS).

La institución cuenta en forma implícita con cierto juego de jerarquías y atribuciones asignadas a los miembros o componentes de la misma, en ellas se establecen líneas de autoridad (de arriba hacia abajo) a través de los diversos niveles y delimitan la responsabilidad de cada empleado ante solo un supervisor inmediato. Esto permite ubicar a las unidades administrativas en relación con las que le son subordinadas en el proceso de autoridad y reduce la confusión respecto a quien da las órdenes y quien las obedece.

Algunas de las ventajas de esta estructura lineal son:

- Es sencilla y de fácil comprensión: debido a que la cantidad de cargos es pequeña, la jerarquía solo representa un cargo centralizador y el subordinado únicamente se relaciona con su superior inmediato.
- Clara delimitación de las responsabilidades de los cargos involucrados: esto proporciona una autoridad notablemente precisa.
- Estabilidad considerable: permite el funcionamiento tranquilo de la organización gracias a la centralización del control y de las decisiones por un lado y a la rígida disciplina garantizada por la unidad de mando por el otro.

Entre las desventajas de esta estructura lineal son:

- Rígida e Inflexible: la estabilidad y la constancia de las relaciones formales pueden conducir a la rigidez y a la inflexibilidad de la organización, lo que dificulta la innovación y la adaptación de la institución a nuevas situaciones o condiciones externas.
- Excesivo énfasis en la jefatura: la unidad de mando hace del jefe un generalista que no puede especializarse en nada, este tipo de estructura impide la especialización, puesto que ocupa a todos los jefes en todos los asuntos posibles en la institución.

1.7.2. Tipos de jornadas

El personal administrativo y talleres laboran comúnmente en una jornada diurna en horarios:

- 7:00 am – 15:00 pm

- 8:00 am – 16:00 pm

El personal de calderas y mantenimiento de turno manejan horarios:

- 7:00 a 15:00 Hrs
- 13:00 a 20:00 Hrs
- Turno de noche de 19:00 a 07:00 Hrs
- Y cualquier otro turno asignable, estos varían por días y pueden estar asignados a fines de semana y asuetos.

En sí, todo el personal de mantenimiento, debe estar disponible a trabajar en cualquier momento o bajo circunstancias de emergencia.

Cuando se labora en horario fuera de lo normal (tiempo extra), se remunera con tiempo libre equivalente al laborado, debido a políticas del hospital, los turnos son asignados por el jefe de sección de Ingeniería y Mantenimiento, para cumplir con las metas específicas y obtener los objetivos planeados a largo plazo.

1.7.3. Modernización

El Proyecto de Modernización, está formado por un grupo de consultores expertos en mejora de procesos y en tecnología de información quienes tienen la misión de elevar la Seguridad Social en Guatemala a un nivel comparable al de los países desarrollados.

La Modernización del Hospital General de Accidentes del IGSS es un proceso que incluye a todas las unidades administrativas y en particular cada sub gerencia posee un eje de modernización donde analizan, diseñan o rediseñan procesos, que posteriormente serán automatizados con herramientas de tecnología de punta.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL, ESTUDIO Y MEJORA DEL EQUIPO DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN DE CALOR, EN EL SERVICIO DE LAVANDERÍA, Y PROPUESTA DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES, PARA LA SUPERVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

En la fase de estudio, se analizaron las secciones de lavandería y el cuarto de máquinas y calderas del Hospital General de Accidentes, IGSS.

2.1. Diagnóstico de la situación actual de la sección de lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS

Para la realización del diagnóstico se realizaron diversas actividades, tales como entrevistas no estructuradas, recorridos internos, lluvia de ideas, cálculos de mediciones de diferentes variables, para luego crear el diagrama de Ishikawa y realizar el análisis de la información recopilada.

La Sección de lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS, presenta diversos procesos de lavado, secado y planchado, que al mismo tiempo, generan calor excesivo y partículas contaminantes, en altas concentraciones dentro y fuera del departamento.

Al ser entrevistadas las personas que laboran en dicho espacio, expresaron algunas inconformidades, entre ellas:

- La elevada temperatura del ambiente de trabajo, provoca molestia y desesperanza.
- El inadecuado equipo de ventilación, no es suficiente para generar aire fresco.
- Las ventanas existentes son escasas, para el ingreso de aire natural
- Las partículas de mota flotan en el ambiente generando malestar en las vías respiratorias.
- La alta demanda de ropa limpia, causa retrasos en el proceso de lavado y secado.
- La mala distribución de la maquinaria en la sección, causa pérdidas de tiempo en el proceso, ya que éste no es continuo.

Luego de entrevistar al personal de la sección de lavandería, se realizó un recorrido por la misma, a continuación se describen las observaciones realizadas.

2.1.1. Condiciones interiores

El choque térmico que se percibe al ingresar a la sección de lavandería era alto, para conocer la temperatura real del lugar, se realizaron mediciones de las máquinas y del ambiente interno, algunos datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. **Temperaturas a cada hora, de 7 máquinas y del ambiente**

HORA	°C							
	Lavadora 1	Lavadora 4	Secadora 2	Secadora 4	Planchadora de rodos	Planchadora de formas 1	Planchadora de formas 3	Ambiente
08:00	35	33	158	102	101	111	98	45
09:00	32	31	150	103	111	110	101	47
10:00	33	32	146	103	110	108	102	47
11:00	36	35	149	100	109	102	104	52
12:00	35	32	160	101	107	104	99	51
13:00	34	33	158	103	109	112	101	50
14:00	36	31	145	101	110	108	99	52
15:00	35	34	149	102	109	107	98	51
16:00	35	33	151	103	110	109	101	50
Media	34.55	32.66	151.77	102	108.44	107.88	100.33	49.88

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, la temperatura generada por las máquinas es una de las causas del excesivo calor en la sección, llegando a alcanzar temperaturas máximas de 52 °C. La temperatura promedio del exterior es de 20 °C.

La calidad del aire es deficiente, el excesivo calor lleva a que los colaboradores se encuentren incómodos en su área de trabajo, las consecuencias de lo anterior son; bajo rendimiento, accidentes, bajas por enfermedad, falta de ropa limpia suficiente.

Otro detalle observado, fue la acumulación de ropa, la cual muchas veces es superior a la capacidad instalada de la sección de lavandería. Ver figura 3.

Figura 3. **Acumulación de ropa**



Fuente: Sección de lavandería.

La incomodidad térmica, ruido, problemas estructurales, falta de espacio, y la acumulación de macropartículas de algodón que contaminan el aire, son algunas de las condiciones de trabajo deficiente que se lograron observar durante el tiempo del estudio.

Por otro lado, el Departamento de Mantenimiento del hospital ha tenido que enfrentar muchas dificultades para poder desempeñar sus funciones. La lentitud de los procesos de compra, aunado a dificultades en la asignación presupuestaria ha provocado que muchos equipos de los servicios de apoyo indispensables se dejen de utilizar (lavadora, secadora). Ver figura 4.

Figura 4. Lavadora y secadora fuera de servicio



Fuente: Sección de lavandería.

La Sección de lavandería está situada en el sótano del hospital o planta baja del edificio. Tiene un área de 312 m² con una altura de 2.40 m construido de mampostería. Asimismo, un volumen interno de 749 m³, cuenta con diferentes áreas de trabajo las cuales se describen de la siguiente manera:

- Lavado: cuenta con cuatro lavadoras; dos de 360 libras, una de 250 libras y una de 135 libras de capacidad. Cabe mencionar que únicamente dos de ellas se encuentran funcionando. El tiempo promedio de lavado es de una hora por máquina. Ver figura 5.

Figura 5. **Lavadora de 360 Lb de capacidad**



Fuente: Sección de lavandería.

- Secado: cuenta con cinco secadoras con capacidad de 150 libras cada una. El promedio de secado es de 45 minutos por máquina.
- Planchado: cuenta con tres planchadoras de formas y una de rodillos para las sabanas. Ver figura 6.

Figura 6. **Planchadora de rodillos para sabanas**



Fuente: Sección de lavandería.

2.1.2. Nivel de capacidad de producción

La capacidad de producción actual, según el encargado de la sección, es de 896 libras. Para lograr el producto terminado, se utilizan 13 personas, la distribución es la siguiente: dos operadores de secadoras y lavadoras, cuatro operadores de planchadoras, y siete acomodadores de ropa, trabajando ocho horas diarias.

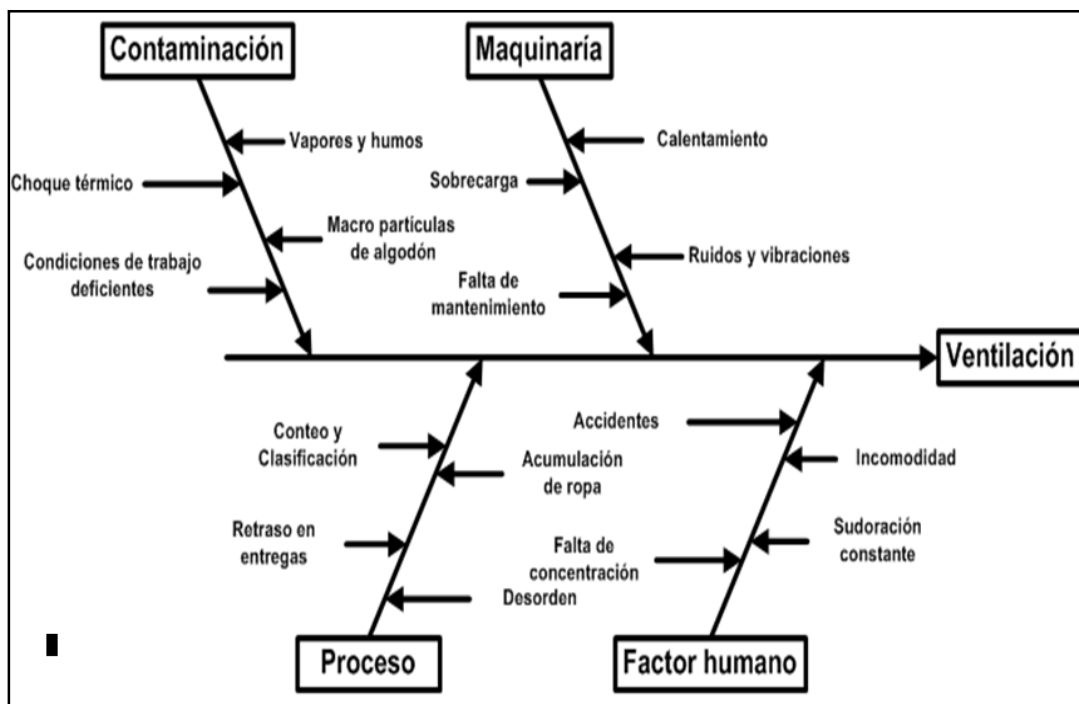
Para determinar el problema en la sección de lavandería, se realizó un diagrama causa y efecto, Ver figura 7.

2.1.3. Problema encontrado

Cuando se extrae aire de un local cerrado, se crea un vacío. Este vacío, provoca la entrada de aire fresco, por las aberturas del aire naturales del mismo, ventanas y puertas, en el caso de la sección de lavandería, estas ventanas y puertas no son suficientes para que permita el ingreso de aire

nuevo, razón por la cual existe la necesidad de renovar el aire frecuentemente.

Figura 7. Diagrama Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

En este caso, es preferible el uso de varios motores ventiladores, porque una ventilación completa se logrará cuando todo el aire del local sea removido y sustituido por aire nuevo.

En efecto, como se muestra en la siguiente tabla los expertos en ventilación, Soler & Palau, recomiendan tener de 20 a 30 renovaciones por hora, en función del grado de contaminación del área, se deberá aplicar un mayor o menor número de renovaciones por hora del volumen contenido.

Tabla IV. **Tabla de renovaciones por hora**

Renovación del aire en recintos	Nº Renovaciones/hora
Iglesias modernas (techos bajos)	1 a 2
Escuelas, aulas	2 a 3
Oficinas de bancos	3 a 4
Hospitales	5 a 6
Oficinas generales	5 a 6
Bar del hotel	5 a 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 a 6
Talleres de mecanizado	5 a 9
Fábricas en general	5 a 9
Aparcamientos	5 a 9
Discotecas	10 a 12
Teatros	10 a 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	oct-15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Lavanderías	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35

Fuente: http://www.solerpalau.cl/formacion_01_09.html. Consulta: 12 de octubre de 2010.

Esta tabla se basa en criterios de seguridad e higiene en el trabajo y pretende evitar que los ambientes lleguen a un grado de contaminación ambiental que pueda ser perjudicial para los trabajadores.

Obsérvese que, a medida que, el grado de posible contaminación del recinto es mayor, aumenta la cantidad de renovaciones a aplicar, siendo más difícil determinar con precisión, cuál es el número exacto de renovaciones para conseguir un ambiente limpio con plenas garantías, en este caso especial se utilizaran 25 renovaciones por hora, según tabla IV.

2.1.4. Potencia del ventilador

Al analizar estos resultados se evidencio, que la potencia del motor ventilador actual, es deficiente, lo que se necesita es elevar la velocidad del aire, aumentando el caudal del mismo, hasta lograr inyectar aire nuevo suficiente para reducir el calor excesivo en el espacio requerido.

En la actualidad los equipos de ventilación, con los que cuenta, la sección de lavandería del hospital son dos motores ventiladores, uno que funciona para inyectar aire y otro para la extracción del mismo, con características de:

Tabla V. **Características de los motores actuales**

Ventiladores actuales	Potencia (HP)	Caudal (CFM)
General Electric	½	1327

Fuente: elaboración propia.

También, con la ayuda de un anemómetro y termómetro respectivamente se tomaron medidas de la velocidad y temperatura de descarga del aire proporcionado por estos motores ventiladores, ver tabla VI.

Tabla VI. **Velocidades de descarga**

Acción	Velocidad (m/s)	Temperatura (°C)
Inyección de aire	1.6	21
Extracción de aire	0.4	49

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, el actual sistema de evacuación de polvos consta de:

- Campana cubierta
- Ramales o caños
- Un colector de polvo

Luego de analizar toda la información puede asegurarse, que el principal problema en esta área de trabajo se debe, a que no cuenta con un equipo apropiado de ventilación y extracción del calor. Ver figuras 8 y 9.

Figura 8. **Equipo de ventilación insuficiente**



Fuente: Sección de lavandería.

Figura 9. **Ductos de ventilación mal ubicados**



Fuente: Sección de lavandería.

El área crítica a renovar consta de 82 m², con un volumen de 197 m³, para saber el caudal que se requiere renovar, utilizamos la tabla IV de los expertos en ventilación, la cual nos indica renovar 25 veces el aire por hora de trabajo, realizando los cálculos, da un valor de:

$$Q = V \cdot R/h$$
$$Q = (197 \text{ m}^3) \cdot (25 \text{ R/h})$$
$$Q = 4925 \text{ m}^3/h$$

Donde:

Q = Caudal necesario para hacer confortable el recinto.

V = Volumen a renovar

R/h= renovaciones de aire por hora necesario

Se tiene entonces las variables conocidas a superar, éstas se describen a continuación, ver tabla VII.

Tabla VII. **Variables conocidas**

Área a renovar	82 mt ²
Volumen	197 mt ³
Caudal	4925 m ³ /h
Fuerza motriz	Motor 1/2 HP
Nivel Sonoro	68 Decibeles

Fuente: elaboración propia.

2.2. Diagnóstico de la situación actual de la generación y distribución de vapor del Hospital General de Accidentes, IGSS

A continuación se presenta el análisis de la situación actual en el servicio de cuarto de maquinas, calderas del Hospital General de Accidentes, IGSS, que viene funcionando desde hace 17 años.

2.2.1. Generalidades del uso de vapor en el hospital

En la actualidad, las necesidades de energía y vapor en el Hospital General de Accidentes, IGSS, aumenta cada vez más, debido a la gran demanda de afiliados que se incrementa cada día, la finalidad de este hospital y de todos los hospitales, es la salud y para ello se basa en la higiene. La higiene se debe mantener en todas las áreas del hospital, en la preparación de alimentos, en el lavado y secado de la ropa del personal y de los pacientes, en la esterilización de instrumentos quirúrgicos y en cualquier otro instrumento que este, en contacto directo con los pacientes, ésto se alcanza a través del vapor.

En este hospital, el vapor es de gran utilidad. El vapor de agua, por sus características y cualidades, es una fuente de energía muy eficiente, ya que

su producción se realiza exclusivamente por calentamiento de agua, a través de combustión de bunker, por medio de dos generadores de vapor o calderas.

La caldera es el dispositivo por el cual se produce el vapor y es transportado a través de la red de vapor. La red de vapor se encarga de transportar el vapor hacia todos los servicios de apoyo, es por ello que, se debe de implementar un cronograma de actividades para el buen mantenimiento del sistema de generación y distribución del vapor, para que no existan pérdidas y se aproveche al máximo.

Las calderas del Hospital General de Accidentes, IGSS, tienen una serie de accesorios y equipos; dados a un proceso de cuidado y reparación constante. Por lo que las tareas de mantenimiento, deben estar programadas para establecer su buen funcionamiento.

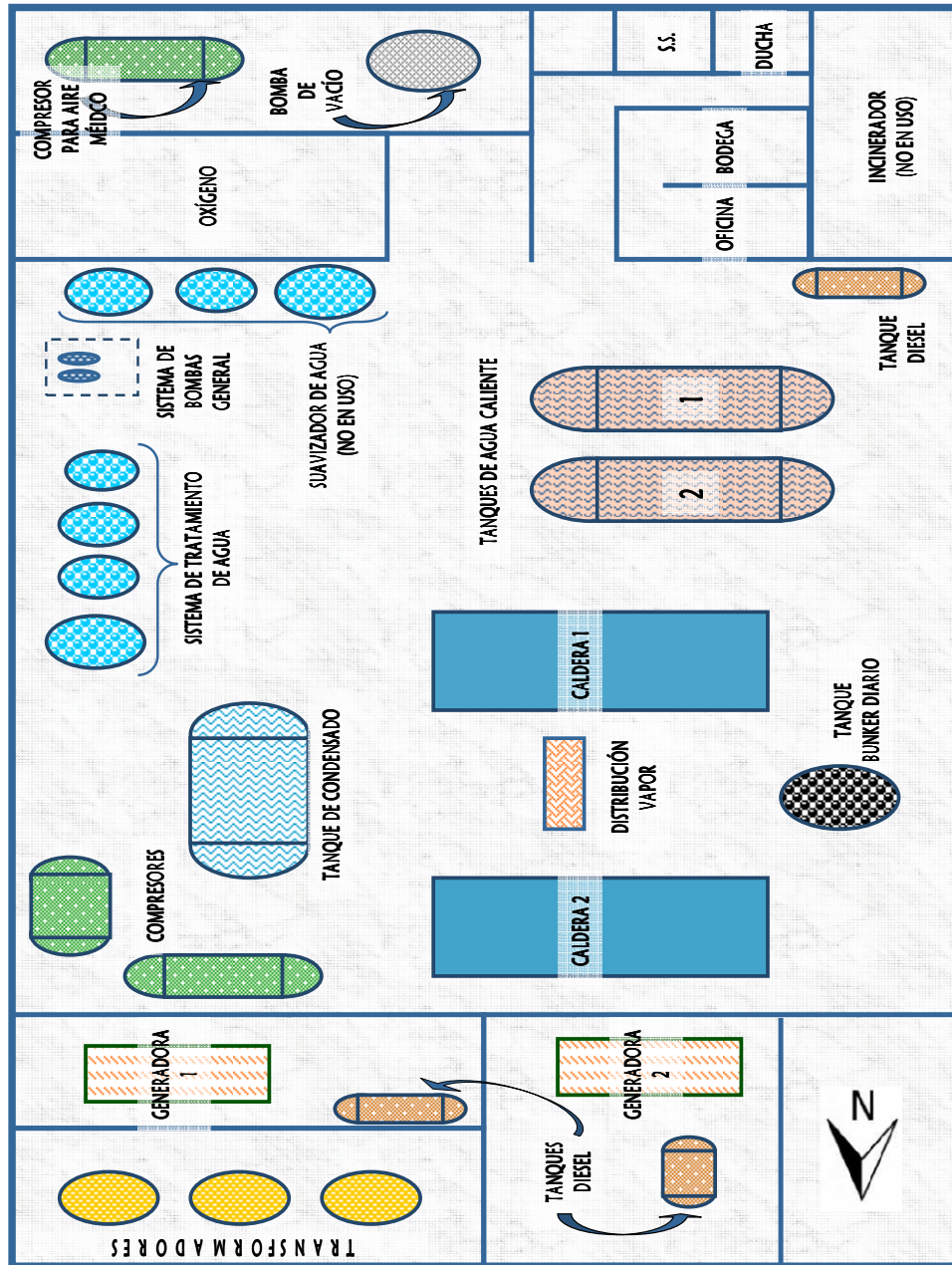
Estas tareas no son aplicadas comúnmente, por lo que suceden eventos inesperados, aunque no de gran impacto, pero si existiera algún conocimiento sobre mantenimiento preventivo, se evitarían correr riesgos innecesarios.

2.2.2. Distribución de maquinaria y equipo

La maquinaria y el equipo existente en el cuarto de máquinas, calderas, está compuesto por: compresores, tanques para agua caliente, tanque de condensado, transformadores, generadoras de energía eléctrica, tanques de combustible, bomba de vacío, sistema de tratamiento de agua, calderas, área de oficina, bodega, servicio sanitario, duchas e incinerador.

La distribución del equipo se encuentra representada a continuación:

Figura 10. Bosquejo del cuarto de máquinas, calderas

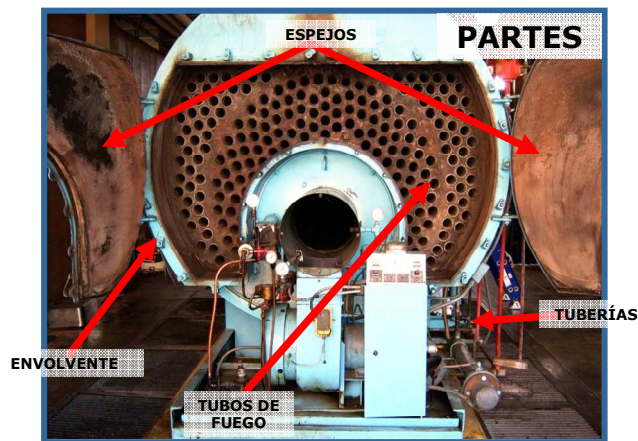


Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

2.2.3. Calderas existentes y el estado de las mismas

Actualmente existen dos calderas pirotubulares que producen vapor en el Hospital General de Accidentes, IGSS, de las cuales, una está en funcionamiento y la otra está inoperable, ver figura 11. Esto se debe a que las calderas tienen más de 17 años de operar en el hospital y no se cuenta con los recursos necesarios para realizarle el mantenimiento respectivo.

Figura 11. Caldera inoperante



Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Descripción del recorrido de las líneas de vapor

En el hospital el recorrido de las líneas de vapor y de retorno de condensado inician desde las calderas, el cuarto de máquinas, hacia las instalaciones del hospital por un ducto subterráneo de 75 metros, entra a lavandería en donde alimenta lavadoras, secadoras, calandria y planchas.

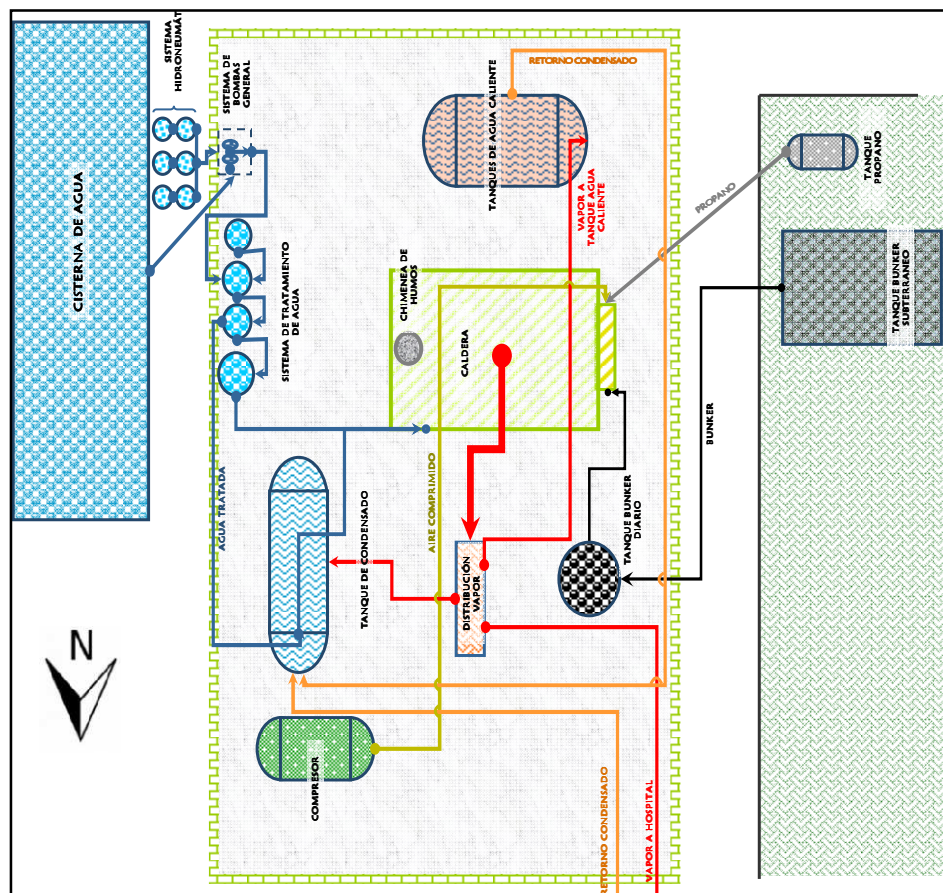
Posteriormente recorre 17 metros horizontales hacia nutrición alimentando las marmitas, lavadora de vajilla y pistola de vapor, nuevamente vuelve a recorrer 92 metros horizontales hacia el área de esterilización en donde se encuentra las autoclaves.

Los datos obtenidos son medidas de la red principal de vapor y de condensado, aparte son las divisiones de la red principal, como se observa en la figura 12.

2.2.5. Diagrama de operaciones del proceso de generación de vapor

Estos indican secuencialmente las operaciones del proceso que conlleva la generación de vapor, debido a la complejidad de operaciones, se simplifico para una mejor comprensión del proceso. Ver figura 13.

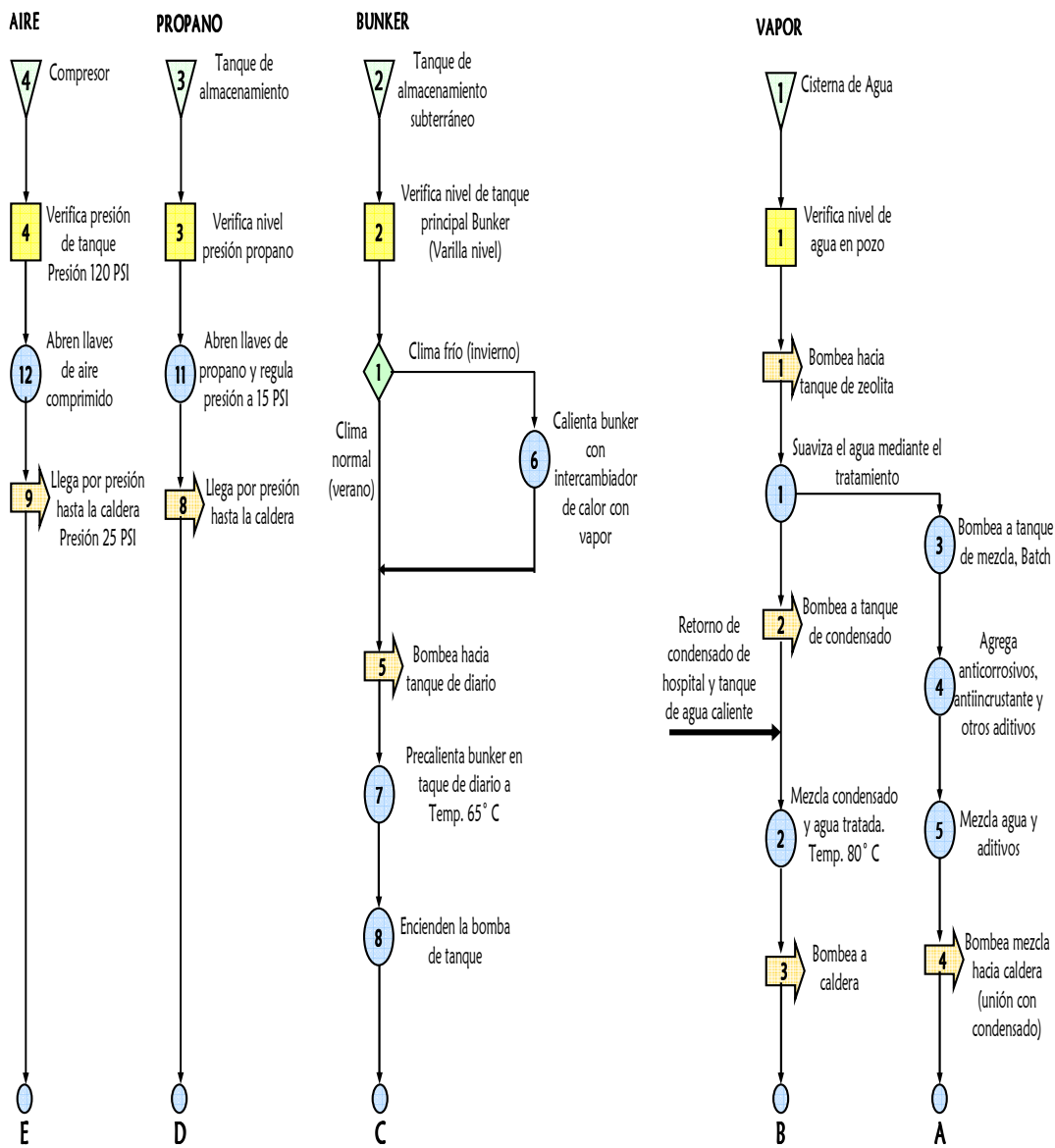
Figura 12. Bosquejo de las líneas de vapor y de condensado



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

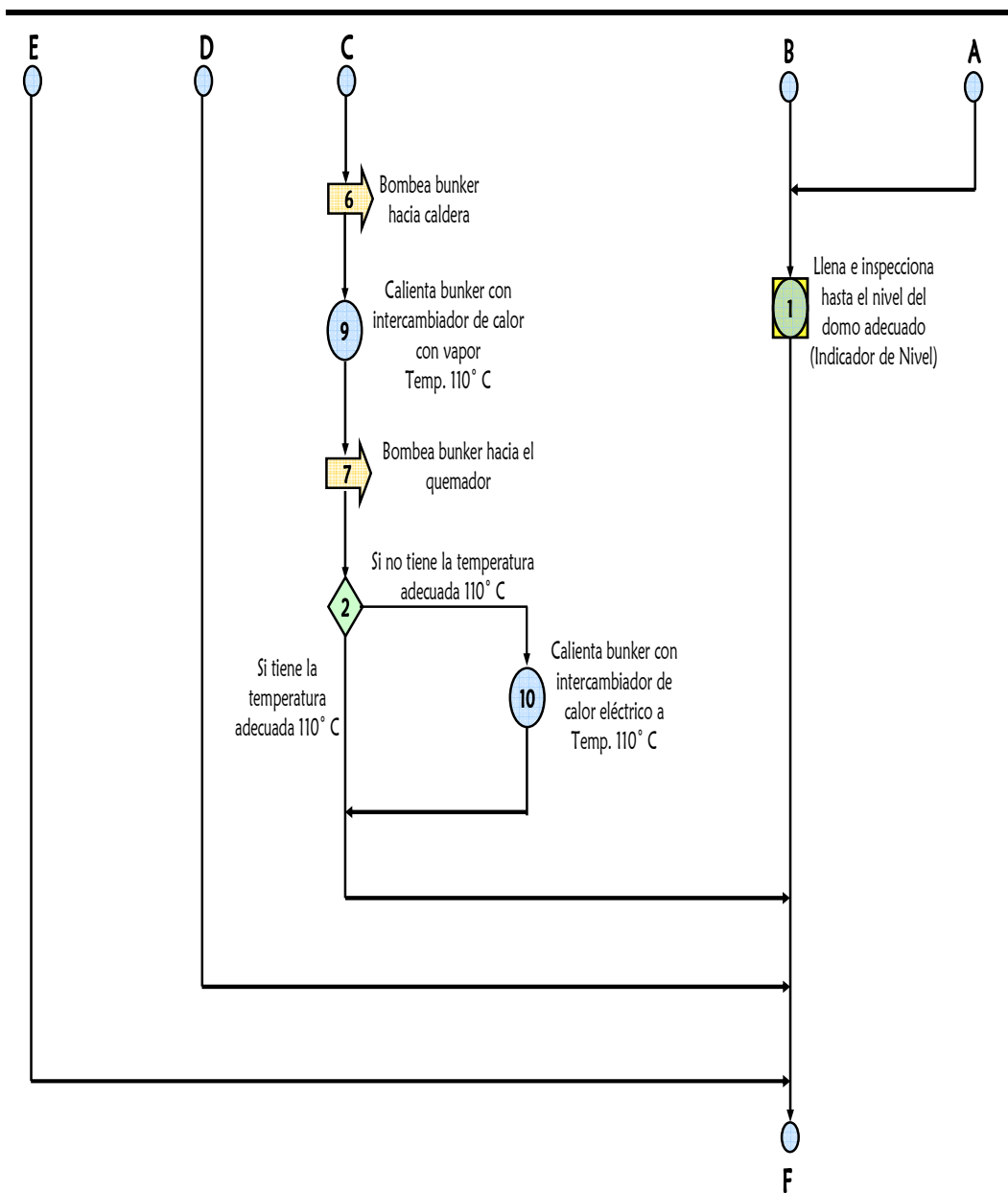
Figura 13. Diagrama de operaciones: generación de vapor

Institución: Hospital General de Accidentes	Hoja 1 de 5
Sección: Ingeniería y Mantenimiento	Fecha: Nov. 2011
Elaborado por: Jorge Arturo Recinos Ramos	Método: Actual
Inicio: Pozo de Agua	Final: Generación de vapor



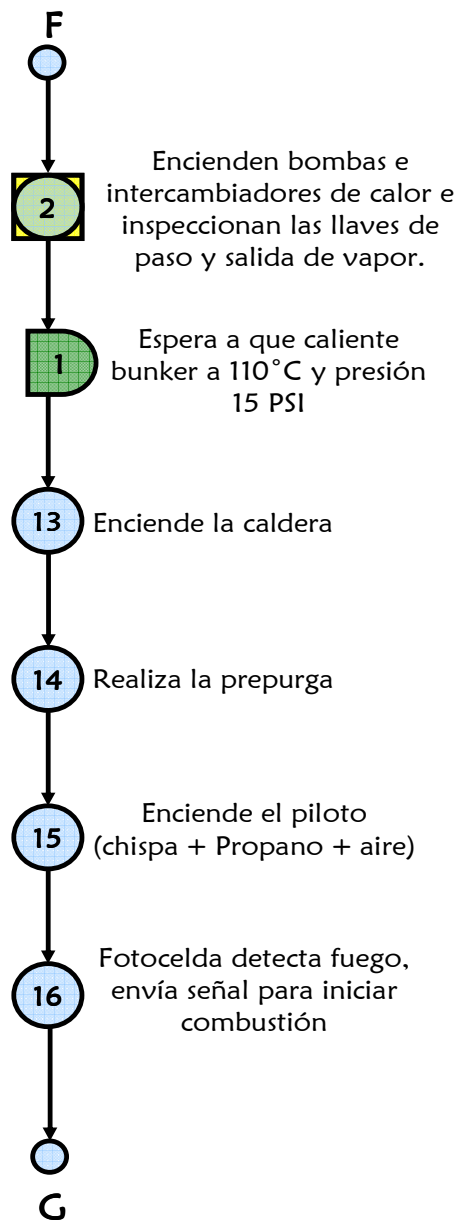
Continuación la figura 13

Institución: Hospital General de Accidentes	Hoja 2 de 5
Sección: Ingeniería y Mantenimiento	Fecha: Nov. 2011
Elaborado por: Jorge Arturo Recinos Ramos	Método: Actual
Inicio: Pozo de Agua	Final: Generación de vapor



Continuación de la figura 13

Institución: Hospital General de Accidentes	Hoja 3 de 5
Sección: Ingeniería y Mantenimiento	Fecha: Nov. 2011
Elaborado por: Jorge Arturo Recinos Ramos	Método: Actual
Inicio: Pozo de Agua	Final: Generación de vapor



Continuación de la figura 13

Institución: Hospital General de Accidentes	Hoja 4 de 5
Sección: Ingeniería y Mantenimiento	Fecha: Nov. 2011
Elaborado por: Jorge Arturo Recinos Ramos	Método: Actual
Inicio: Pozo de Agua	Final: Generación de vapor

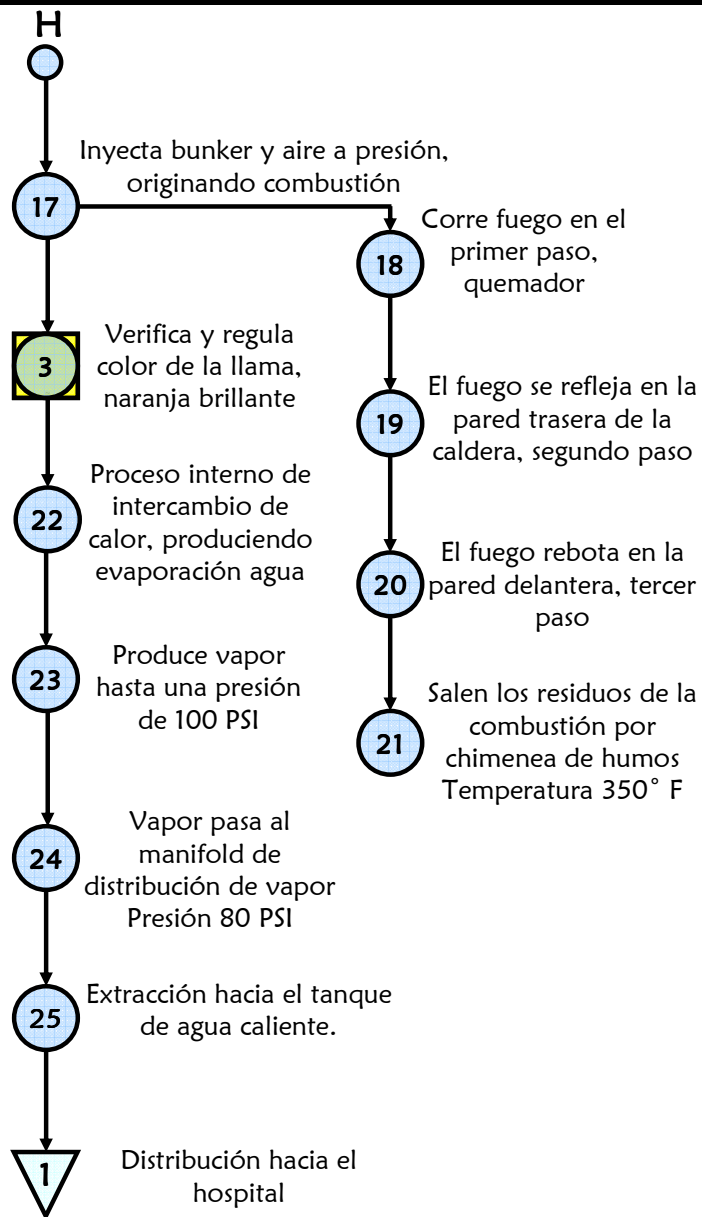


Tabla VIII. **Resumen del diagrama de operaciones**

Institución: Hospital General de Accidentes	Hoja 5 de 5
Sección: Ingeniería y Mantenimiento	Fecha: Nov. 2011
Elaborado por: Jorge Arturo Recinos Ramos	Método: Actual
Inicio: Pozo de Agua	Final: Generación de vapor

RESUMEN

SÍMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD
	Operación	25
	Transporte	9
	Almacenamiento	BMP : 4
		BPT : 1
	Demora	1
	Inspección	4
	Operación combinada	3

Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

2.3. **Propuesta para la mejora del equipo de ventilación y extracción de calor, en el servicio de lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS**

El calor generado en el proceso de lavado, secado y planchado, eleva la temperatura del ambiente del área, aproximadamente a 50°C, según las mediciones de la tabla III, descrita anteriormente.

Para solucionar este problema completamente, se recomienda, cambiar los motores ventiladores actuales por unos de mayor capacidad, también modificar la ubicación de los ductos de ventilación y la reubicación de las secadoras y planchadoras, pues esta no favorece la ventilación de los espacios libres existentes, y así proporcionar la comodidad adecuada para los trabajadores del área.

2.3.1. Selección del motor ventilador

Para seleccionar adecuadamente los nuevos motores ventiladores se deben tener presente algunos puntos principales, estos son: Espacio disponible en el edificio para su instalación se utilizara material del anterior sistema, confiabilidad de operación, caudal inyectado, tamaño, peso, velocidad, ruido y costo.

Para escoger con ventaja el equipo, algunos fabricantes de ventiladores proporcionan tablas que muestran los factores para cada tipo de ventilador, con una gran gama de opciones, según la necesidad del cliente.

El motor ventilador centrífugo, que se recomienda y que cubre las variables existentes mencionadas en la tabla VII, en la Sección de Lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS, es el Dayton 1XJY4, y posee las siguientes características:

Tabla IX. **Características del motor ventilador Dayton 1XJY4**

Motor Ventilador	
Marca	Dayton
Modelo	1XJY4
Fuerza motriz	1 HP
Velocidad	1086 rpm
Caudal	4338 m ³ /h
Potencia máxima	2.33 Kw
Intensidad máxima	230/208 v
Altura	20 5/16"
Profundidad	19 9/32"
Peso	50 Kg

Fuente: Manual de ventiladores Dayton.

Figura 14. **Motor ventilador Dayton 1XJY4**



Fuente: Manual de ventiladores Dayton.

Las aspas curvadas hacia delante son las más comunes en ventilación y son las que se seleccionarán en este modelo.

Al implementar esta sustitución del equipo de ventilación y extracción se podrá obtener un área ventilada capaz de proporcionar comodidad y ambiente fresco para los trabajadores.

Los motores ventiladores deberán trabajar a su máxima potencia sin ruido, un motor ventilador que no trabaja en un punto considerablemente alejado de su potencia máxima, por lo general es ruidoso.

En los ventiladores impulsados por bandas o fajas, se necesita utilizar poleas acanaladas, ajustables en el motor de impulsión, para que tengan la capacidad de permitir pequeños ajustes en el flujo del aire y también necesitan un espacio mayor en el lugar de su instalación, los motores ventiladores que se recomiendan quedaran instalados en los mismos espacios de los motores anteriores, para disminuir espacios y costos.

2.3.2. Análisis de costo

En el Hospital General de Accidentes, IGSS, se cuenta con un presupuesto anual, que es por el cual se rigen todos los gastos que se tengan contemplados a realizar, dicho presupuesto se elabora por los diferentes servicios del hospital, haciéndolos independientes.

2.3.2.1. Costo del equipo

Se deberá trabajar en conjunto con la jefatura de mantenimiento y empresas privadas interesadas en el proyecto, para lo cual, se solicitan diferentes cotizaciones, que se evalúan en Guatecompras, posteriormente la jefatura de mantenimiento y la dirección ejecutiva del hospital son quienes

analizarán el proyecto y estudiarán la viabilidad del mismo, de lo que dependerá aprobación y ejecución del mismo.

Se presenta a continuación la tabla de licitaciones que se publicaron en Guatecompras.

Tabla X. Descripción de licitaciones

Empresa	Descripción	Costo Unidad	Costo Total
AIRESA	Motor Ventilador, extractor de alta frecuencia 1XJY4	Q8.300,00	Q16.600,00
	Desmontaje de motores existentes		Q1.200,00
	Instalación motores nuevos		Q3.000,00
		Total	Q20.800,00
Víctor Refrigeración	Motor Ventilador, extractor de alta frecuencia 1XJY4	Q6.500,00	Q13.000,00
	Desmontaje de motores existentes		Q500,00
	Instalación motores nuevos		Q1.500,00
		Total	Q15.000,00
REFRI SERVICIOS	Motor Ventilador, extractor de alta frecuencia 1XJY4	Q9.000,00	Q18.000,00
	Desmontaje de motores existentes		Q1.000,00
	Instalación motores nuevos		Q2.000,00
		Total	Q21.000,00

Fuente: <http://www.guatecompras.gt/>. Consulta: 18 de marzo de 2011.

2.3.2.2. Materiales y suministros

La selección de dichos elementos se realizará en conjunto con profesionales de amplia experiencia en el ramo de ventilación, pues la misma empresa privada, contribuirá a la mejor selección de materiales.

La opción más accesible desde el punto de vista económico, que reúne las características que se tomaron en cuenta para la selección de materiales es la empresa; Víctor Refrigeración.

Esta empresa será la encargada de proporcionar los motores ventiladores y así mismo, realizaran los cambios de la ductería ya existente, también se encargara de la instalación. Esta cotización sujeta a cambios por la devaluación de la moneda en nuestro país.

2.3.2.3. Costo de instalación

De acuerdo a la prioridad del problema dentro de la institución y del presupuesto con el que cuenta para el mismo, se determina el tiempo que se requerirá para su pronta instalación. La misma empresa Víctor Refrigeración, será la encargada de efectuar las instalaciones correspondientes, es importante que se coordine con el personal de mantenimiento del hospital.

2.3.2.4. Costo de mantenimiento

A medida que los motores de ventilación trabajan sus componentes se desgastan y los gastos de mantenimiento son mayores.

Si bien es cierto que un programa de mantenimiento preventivo de rutina representa gastos, estos son menores y pueden representarse como inversión; dado que un buen mantenimiento es la única manera de reducir los costos y aumentar la vida útil de los motores ventiladores. Con ello se reducen las fallas y se obtienen un equipo, que funciona en su totalidad.

La empresa Víctor Refrigeración, cuenta con un equipo de fácil mantenimiento, como lo es; eje alineado, lubricación, limpieza, balanceo del rotor, soporte de equipo, entre otros. Por lo tanto, se recomienda la

contratación de la misma empresa para dar el servicio de mantenimiento, observando que los costos no afecten el presupuesto de la institución.

El fabricante o representante ofrece usualmente un contrato de servicio que asegura que el personal que realiza el mantenimiento cumpla con los programas convenidos. Si el personal de la institución realiza el procedimiento de mantenimiento, deberá recibir entrenamiento adecuado al equipo y al sistema.

2.3.2.5. Guía de operación y mantenimiento

Se debe contar con las instrucciones de operación y mantenimiento del fabricante de los motores ventiladores, también, debe considerarse el siguiente procedimiento para verificar el equipo y así evitar fallas.

2.3.2.5.1. Controles antes de operar

En la medida de lo posible se debe realizar una rutina de mantenimiento preventivo para cada uno de los motores ventiladores, ya que actualmente no se cuenta con estas verificaciones.

Antes del arranque inicial y después de hacer el servicio, se recomienda usar la siguiente lista de verificaciones en los motores ventiladores:

- Revisar todo trabajo realizado en el motor ventilador
- Apretar todos los pernos de la base, el juego de tornillos del centro de la turbina y el collarín de los cojinetes.
- Las puertas de acceso deben estar muy bien selladas
- Todos los dispositivos de seguridad deben estar en su lugar
- Verificar la alineación y lubricación de los cojinetes
- Los acoplamientos deben estar bien alineados y lubricados

- Girar a mano la rueda del ventilador para verificar que se mueva con toda libertad y no se atore o se golpee con la cubierta.
- Verificar el cableado eléctrico del motor
- Si el ventilador es movido por un motor verificar que las bandas o fajas estén alineadas y tensas.
- Las compuertas y las aspas de entrada variables deben funcionar con libertad y sus hojas deben cerrar con fuerza.
- Observar que los motores ventiladores no vibren fuera de lo normal, si lo hacen habrá que apagarlos.

2.3.2.5.2. Controles durante operación

Continuando con las debidas verificaciones del mantenimiento preventivo, también debemos seguir con ciertos pasos para inspeccionar la operación de los motores ventiladores;

- Dar ligeros golpes al motor para verificar que el ventilador gire con libertad y que la rueda gire en la forma adecuada.
- Hacer que el motor ventilador alcance su velocidad normal de trabajo, pero si no lo hace en 20 segundos, detenerlo e investigar la causa.
- A la primera señal de problemas o vibración, detener el motor ventilador y verificar el problema.
- No hacerlo funcionar en un rango de atascamiento
- Después de terminar un periodo de funcionamiento, por lo general de alrededor de ocho horas, verificar de nuevo todas las alineaciones y

revisar los cojinetes. Verificar el lubricante. Revisar que todos los pernos y tornillos estén apretados.

- A los treinta días de operación, todos los cimientos, estructuras y soportes deben estar estabilizados en su posición y resulta indicado hacer otra prueba.
- Asegurarse que no existen fugas de aceite en el equipo
- Observar que ninguna parte del sistema se sobrecaliente

Es importante que se revise el balanceo de todos los motores ventiladores cuando se arranquen por primera vez, después de repararlos y a intervalos regulares.

Existen instrumentos portátiles que indican el desplazamiento de las vibraciones y la velocidad. Es preciso solicitar al fabricante del equipo la información relativa a la operación normal, alarma y desplazamiento y velocidad de paro de su equipo rotatorio.

2.3.2.6. Mantenimiento programado de los motores ventiladores

Éste consiste en la actividad necesaria para mantener los motores ventiladores en las mismas condiciones en que se encontraba cuando se construyó.

Todo equipo físico es susceptible a fallar y descomponerse, deteriorarse debido al uso y al tiempo y llegar a ser obsoleto, debido a los avances de la tecnología. Existen dos formas de dividir el mantenimiento: preventivo y predictivo.

El mantenimiento preventivo se realiza con base en un calendario regular e incluye mantenimiento de rutina, limpieza completa y calibrada. Incluye también inspecciones programadas del equipo del hospital con el fin de descubrir y solucionar situaciones que podrían provocar fallas prematuras y daños en el equipo.

El mantenimiento predictivo, monitorea de manera muy precisa el desempeño del equipo en su entorno de operación real y dirige el mantenimiento hacia un momento preestablecido de acuerdo con el desempeño anterior del equipo en el área. Emplea los datos de inspección y permite predecir cuándo fallará el equipo para que se eviten problemas más serios, además de determinar la causa principal.

2.3.2.7. Mantenimiento para motores ventiladores

Debe establecerse un calendario definido para inspeccionar todas las partes rotatorias. La frecuencia de la inspección dependerá de lo rudo del trabajo; lo tradicional es que se realice a intervalos de 15 días de operación y en paros normales.

La alineación de los cojinetes y de los acoplamientos flexibles del ventilador debe revisarse a intervalos regulares. Una falta de alineación puede provocar sobrecalentamiento, desgaste de los guardapolvos de los cojinetes, fallas de los cojinetes y desbalance.

Los cojinetes de los ventiladores deben lubricarse a intervalos regulares y revisarse con periodicidad de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los mismos. Para lubricar de nuevo debe usarse el mismo producto, de lo contrario limpiar a conciencia con un chorro de agua todos los restos del lubricante anterior antes de añadir el nuevo.

Los cojinetes para ventiladores de alta velocidad tienden a calentarse, de 10° a 38°C por arriba de la temperatura ambiente. No es necesario remplazar un cojinete sólo porque se sienta caliente al tocarlo. Es mejor colocar un termómetro de contacto contra el soporte del cojinete y verificar la temperatura.

Revisarse, cuando menos cada mes, que los pernos de anclaje y todos los tornillos de presión estén bien apretados.

Los ventiladores deben revisarse para verificar que no estén desgastados o sucios, cuando menos una vez al año, lavarlos con vapor o con chorro de agua que sea suficiente.

Cubrir los cojinetes para que el agua no penetre en su soporte. Limpiar la carcasa y reemplazar o reconstruir las ruedas del ventilador cuyas aspas estén demasiado desgastadas y balancearlas antes de ponerse de nuevo en servicio.

Verificar el desgaste, la alineación y la tensión de las bandas o fajas. Si el cojinete vibra de manera excesiva o su temperatura es muy alta, puede deberse al desbalance, falta de alineación, bandas flojas, mala lubricación, acumulación de suciedad sobre la turbina, etc.

Al repintar las partes externas e internas del ventilador, se alargará su vida de servicio.

Nunca haga funcionar el ventilador a velocidades superiores a las que se previeron en el diseño.

El mantenimiento de ventiladores extractores es igual al de cualquier motor ventilador; debe limpiarse las aspas del extractor con regularidad, para quitar la pelusa y la suciedad de sus componentes.

La norma de los fabricantes de cojinetes es medir la vida de servicio de sus cojinetes en millones de revoluciones, mientras que para el ingeniero de diseño o de operación de la planta, la vida de servicio demandada de un cojinete se basa en las horas que transcurren entre fallas.

2.4. Propuesta de un cronograma de actividades para la supervisión y el mantenimiento del sistema de generación y distribución de vapor en el Hospital General de Accidentes, IGSS

La propuesta del cronograma de actividades para el mantenimiento del sistema de generación y distribución de vapor y todas las operaciones relacionadas con la eficiencia del aprovechamiento del vapor, pretende llegar un poco más lejos que el mantenimiento preventivo.

Para esto, se propone un cronograma administrativo de mantenimiento que se describe a continuación, ya que actualmente no se cuenta con ellos, que este sea diseñado específicamente para este hospital, para prevenir pérdidas de eficiencia operacional, que ocurren, advertidas por el personal, y se manifieste un grave deterioro en la capacidad, confiabilidad y la seguridad de las calderas.

En la realización del estudio se determinó que, existen cinco síntomas generales para que un cronograma de mantenimiento ayude a prevenir:

- La temperatura de los gases expulsados por la chimenea
- El flujo y la buena distribución del vapor
- Pérdidas existentes por convección y radiación

- Las cantidades y periodos de tiempo en purgas
- El contenido de combustible en los gases de combustión

Si alguno de estos parámetros aumenta, indica sencillamente que la caldera ha requerido una mayor cantidad de combustible a fin de producir la misma cantidad de vapor que antes que ocurriera el incremento.

2.4.1. Operación manual y automática de la caldera

Para poder operar la caldera es necesario tener en cuenta que la caldera puede ser operada manualmente como automáticamente, a continuación se describirá la operación manual, como automática.

- Operación manual: cuando la demanda de vapor aumenta ocurre lo siguiente: baja el nivel del agua en el domo superior, por lo que el operador tiene que abrir la válvula de agua de alimentación. Al aumentar la cantidad de agua a evaporar, lógicamente, se necesitará más temperatura para conseguir el vapor a la presión especificada; y, para obtener la temperatura adecuada se necesitará quemar más combustible.

Al haber más entrada de bunker se hace necesario que entre más aire para la combustión. Además se necesita una cantidad exacta de exceso de aire para que la combustión sea completa.

Para averiguar si la combustión es completa, al operar manualmente, habrá que estar vigilando constantemente, el color de humo o gases (este debe de ser incoloro) que salen de la chimenea y en base a esto regular el exceso de aire.

Este tipo de operación manual, tal como se puede apreciar por la descripción anterior, es muy deficiente, pues todos los datos, los niveles de los domos, el color de humo, etc., son tomados por personas, los operadores, que con cierta frecuencia se distraen o hacen negligentemente su trabajo, ya sea por lo tedioso o monótono, como puede ser, el estar observando a través del indicador de nivel, el nivel que tiene el agua en la caldera.

- Operación automática: ésta es la propuesta recomendada, porque la operación por medio de controles automáticos tiene entre sus ventajas, la centralización de toda la información en la producción del vapor, es decir, que cada dispositivo de control o elemento regulador, de alguna forma envía su señal hasta el tablero de control, y automáticamente, de igual forma, se envía la respuesta a cada dispositivo para que regule los factores anteriormente descritos en la operación manual.

El sistema de control automático tiene la desventaja de que es un sistema más, que necesita mantenimiento, entrenamiento de personal y preparación específica para que realmente logre su objetivo pues cada control debe estar calibrado en su punto exacto; sin embargo, ésta aparente desventaja, significa un gran ahorro de combustible.

Con el uso de controles automáticos se obtienen condiciones de operación más uniformes y además, se puede mantener un rendimiento constante muy cercano a lo establecido por las normas de la ASME.

2.4.2. Arranque y operación de la caldera

Se describe a continuación la forma sugerida de operación según la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME):

Antes del arranque de la caldera en servicio, se debe revisar lo siguiente:

- Tanque de alimentación de agua
 - Que el nivel del agua sea el adecuado
 - Que las válvulas de succión y descarga de la bomba que va a trabajar, estén abiertas.

- Niveles de Combustibles
 - Que esté abierta la válvula de gas propano
 - Que esté abierta la válvula de bunker
 - Que el tanque diario de bunker este lleno

- La Caldera
 - Se revisa que este abierta la válvula de entrada de agua
 - Que el nivel de agua sea el adecuado, debe coincidir con el control de McDonnell & Miller.

 - Que las válvulas en “Y” y cierre rápido de purga, estén cerradas
 - Que la válvula del manifold de distribución del paso de vapor que viene de la caldera este cerrada.

Una vez revisado todas las condiciones anteriores, proceder a encender la caldera. Después de 30 minutos, cuando el quemador de la caldera se detiene se ha alcanzado la presión de límite máximo, 110 psi, proceder a abrir la válvula del manifold, lentamente. Luego, proceder a abrir las válvulas de distribución a las diferentes secciones del hospital las cuales se van alimentar.

Ya en operación, el quemador de la caldera estará encendiendo y apagándose, automáticamente, según la demanda de vapor. El quemador es encendido por la llama del piloto de gas, por una chispa eléctrica, precisamente, antes de que empiece a operar el quemador. Una vez encendida y establecida la llama principal, la válvula solenoide del piloto y el transformador no reciben más energía.

El bunker es suministrado al sistema por una bomba de abastecimiento, la cual proporciona parte de su descarga al quemador. El bunker excesivo se devuelve en línea de retorno.

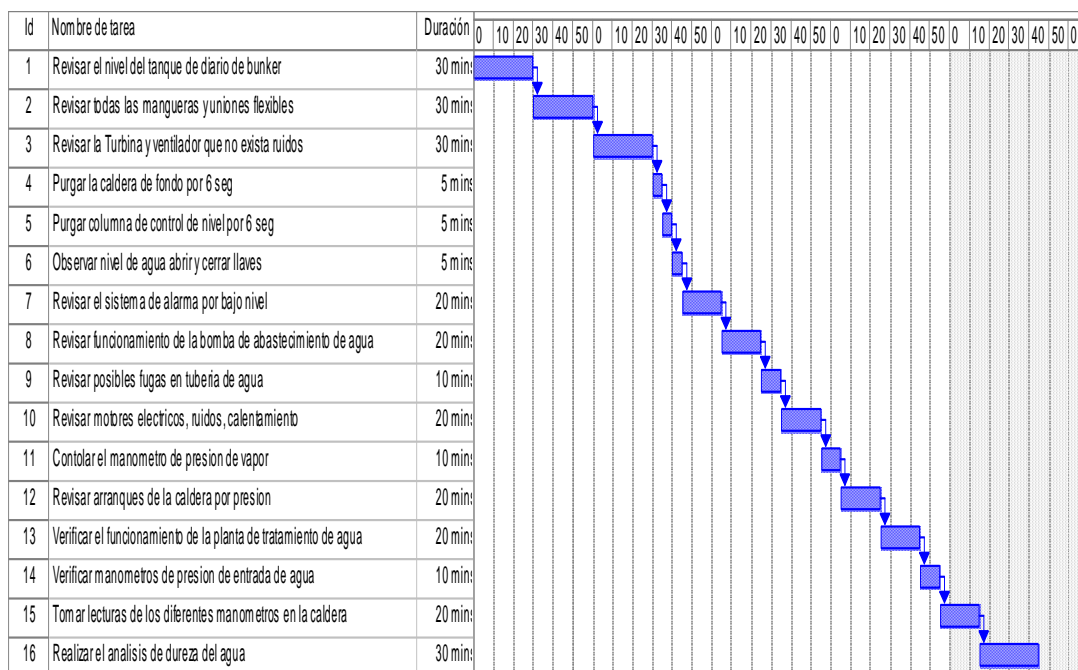
2.4.2.1. Supervisión del mantenimiento diario de la caldera

En la figura 15, se presentan los pasos recomendados para realizar la supervisión del mantenimiento diario de la caldera del Hospital General de Accidentes, IGSS.

- Descripción de las tareas mencionadas:
 - Revisar el nivel del tanque de combustible y verificar que el nivel del tanque sea $\frac{3}{4}$ del tanque como mínimo.
 - Inspeccionar las uniones flexibles visualmente y ajustar las conexiones con las herramientas adecuadas.
 - Inspeccionar la turbina, en este, el chequeo más importante es observar que no existen ruidos.
 - Purgar la caldera por lo menos cada 6 horas de trabajo, tanto la de fondo como la de las columnas de control de nivel, observar el nivel del agua, abrir y cerrar grifos de control de nivel, abrir y cerrar llave

de control de nivel, chequear el sistema de alarma y descripción por bajo nivel, chequear el funcionamiento de la bomba de agua y purgar la columna de agua, ver figura 15.

Figura 15. Cronograma de tareas a supervisar en un mantenimiento diario



Fuente: elaboración propia, con programa Project 2007.

- Revisar la prensa o escopa de la bomba de alimentación de agua, si gotea demasiado, hacer el ajuste necesario de las tuercas.
- Revisar los motores eléctricos, constatar si existen ruidos característicos y calentamiento.
- Revisar los controles de presión, controlar el vapor, chequear la parada de la caldera por presión, chequear el arranque de caldera por presión.

- Verificar el adecuado funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, practicar la inspección visual, inspeccionar manómetros, entrada y salida de agua y tomar la lectura en el medidor.
- Analizar el agua de los tanques de tratamiento y seguidores, seleccionar el equipo de laboratorio, tomar una muestra de agua, hacer análisis del agua (dureza). Lavar el equipo y guardarlo.

2.4.2.1.1. Revisar el nivel de tanque de salmuera

Al revisar el nivel del tanque de salmuera, cerrar la llave de salida de la planta de tratamiento de agua, abrir el bypass, hacer retrolavado, abrir la llave de salmuera de planta de tratamiento, hacer enjuague, tomar muestra del agua tratada y hacer análisis, cerrar bypass, abrir la válvula de salida de la planta de tratamiento, poner en servicio la planta de tratamiento, lavar el equipo de laboratorio guardarlo.

2.4.2.1.2. Verificar la temperatura y la presión de los equipos

Para verificar la temperatura y presión de los equipos en el cuarto de máquinas y calderas, se debe tomar nota de la lectura de los diferentes termómetros y manómetros existentes, así anotarlos en bitácora diaria, cada hora.

2.4.2.1.3. Purgar el tanque de condensado

Se recomienda purgar el tanque de condensado por, al menos 6 segundos, procediendo a abrir la válvula para purgar, esperar 6 segundos y

luego cerrar la válvula de purga, realizar esto diariamente al inicio de la jornada.

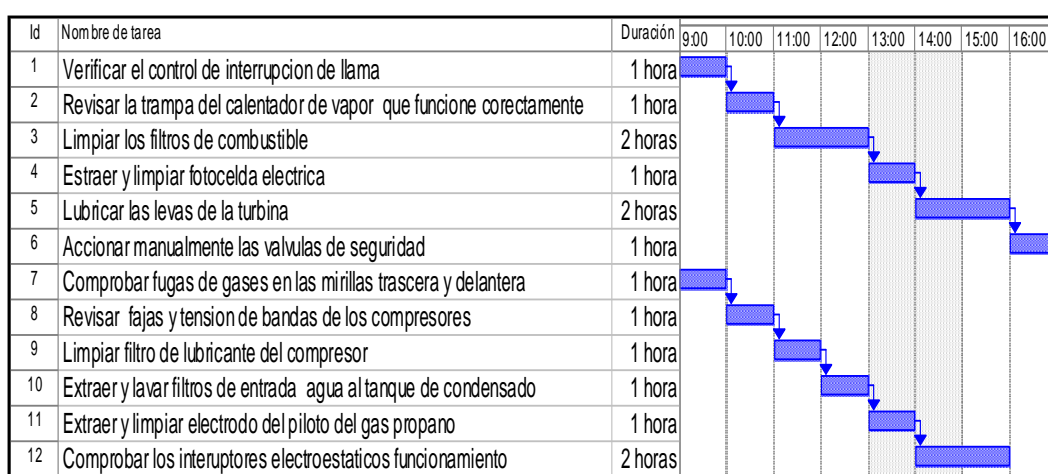
2.4.2.2. Supervisión del mantenimiento semanal de la caldera

Se describen a continuación las tareas para supervisar un mantenimiento semanal, ver figura 16.

- Verificar que el control de interrupción de la llama funcione adecuadamente.
- Comprobar que la trampa del calentador de vapor opera correctamente
- Limpiar los filtros de combustible que están en la succión de la bomba
- Sacar la fotocelda eléctrica y limpiarla
- Observar que la caldera se apague a los 2 segundos
- Colocar la foto celda eléctrica
- Lubricar las levas (seleccionar la herramienta adecuada, aceitar o lubricar las levas).
- Accionar manualmente las válvulas de seguridad y verificar su funcionamiento (abrir la válvula por 5 segundos y luego cerrarla).
- Comprobar que no hay fugas de gases ni de aire en las juntas de ambas tapas y mirilla trasera.
- Comprobar la tensión de la banda al compresor
- Limpiar el filtro de lubricante, que está pegado al compresor
- Lavar los filtros, tanto el de entrada a la bomba como el de entrada de agua al tanque de condensados.
- Limpiar el electrodo del piloto de gas

- Comprobar que los interruptores termostáticos del calentador de combustible operen a la temperatura a que fueron calibrados al hacer la puesta en marcha.

Figura 16. **Cronograma de tareas para supervisar un mantenimiento semanal de la caldera**



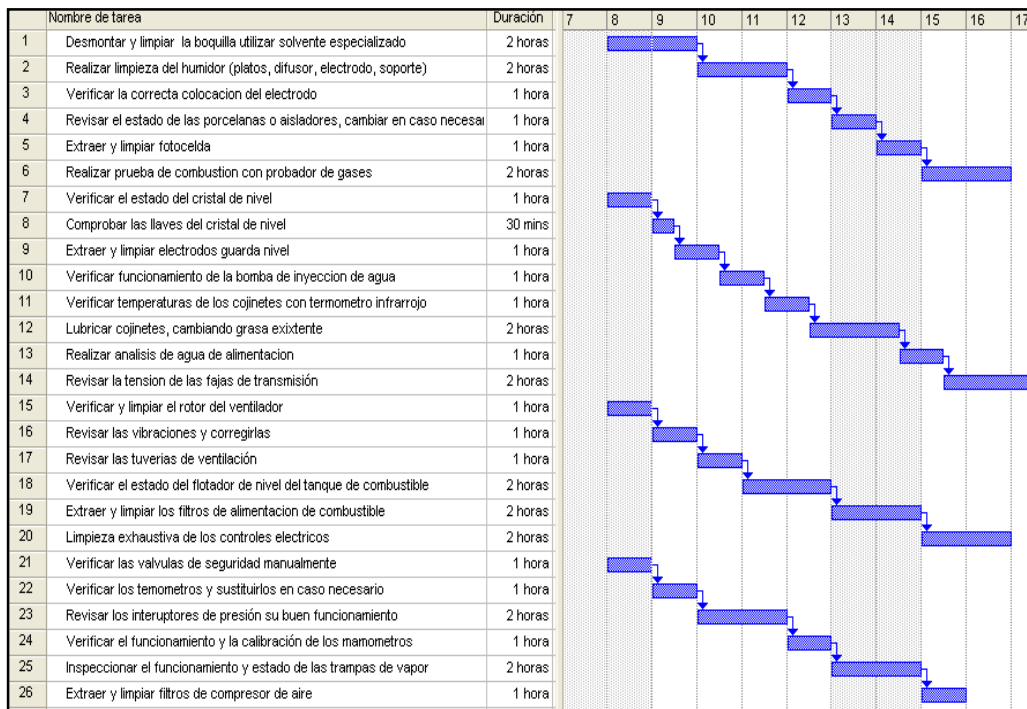
Fuente: elaboración propia, con programa Project 2007.

2.4.2.3. Supervisión del mantenimiento trimestral de la caldera

En este tipo de mantenimiento, se tendrá que tener mucho cuidado, ya que algunos de los procedimientos llevan mucho tiempo para poderlos realizar, por lo tanto, deberá realizarse bajo un planeamiento estratégico.

En la figura 17, se adjunta el cronograma de tareas a supervisar en un mantenimiento trimestral para las calderas del Hospital General de Accidentes, IGSS.

Figura 17. Cronograma de tareas para supervisar un mantenimiento trimestral de la caldera



Fuente: elaboración propia, con programa Project 2007.

Se describen a continuación las tareas a supervisar del mantenimiento trimestral de la caldera:

- Desmonte la boquilla con cuidado de no dañar el tubo, límpielo cuidadosamente en todas sus partes con solvente especial para la limpieza de bunker.
- Use un trapo humedecido con solvente especial para hacer la limpieza adecuada de todas las partes del humidor (platos, difusor, electrodos, soportes, resortes, etc.)

- Siempre que se limpie el quemador verifique la correcta posición de los electrodos y que estos estén en buenas condiciones.
- Revisar el estado de los aisladores de electrodos y cambiarlos en caso de estén quebradas.
- Cables de transformador, revisar el estado de los cables, apretarlos bien de modo que hagan un perfecto contacto o cambiarlos si es necesario.
- Limpiar la foto celda y el conductor donde se encuentran instalada y hacer la prueba de falla de llama.
- Combustión, debe realizarse con un probador de gases y también guiarse des acuerdo al color de la llama, esta debe ser de color blanco brillante y la temperatura de los gases a la salida de la chimenea deberá ser normalmente de 300°C a 350°C.
- Cristal de nivel, reparar cualquier fuga que se observe en los soportes del cristal de nivel ya sea vapor o agua apretando las tuercas o cambiándoles empaques. En ese caso de cristal defectuoso debe cambiarse.
- Grifo de cristal, para evitar incrustaciones que ocasionan lecturas de nivel de falsos, abrir el grifo del nivel de cristal durante tres segundos. Repetirla operación después de 1 minuto.
- Electrodo de guarda nivel, es necesario limpiarlos para evitar fallas en la operación que pueden resultar muy peligrosas, tener especial cuidado de cambiarlos de posición.
- Verificar el buen funcionamiento de las bombas de inyección de agua para la caldera.

- Temperatura de cojinetes, comprobar con termómetro infrarrojo laser, que la temperatura es normal y si no lo es, disminuya la cantidad de grasa que inyecta a los cojinetes, si persiste el calentamiento investigue las causas.
- Lubricación de cojinetes, quitar la grasa existente y reponerla con nueva de igual cantidad.
- Verificar el agua para calderas, estas pueden considerarse según las composiciones de sales minerales presentes.
- Faja de transmisión, revisar su tensión y desgaste y de ser necesario cambiarla hacer presión sobre las fajas con un dedo la flexión debería de ser de 1pulg a 1-¼ pulg.
- Rotor del ventilador, limpiarlo regularmente así como todos los conductos de aire.
- Vibraciones, corregir cualquier vibración que tenga el ventilador o el tanque de condensado.
- Tubería de ventilación, revisar que no se encuentre obstruidas o que tengan fugas.
- Válvula del flotador del tanque de combustible, revisar el estado de la válvula, limpiarla o repararla en caso necesario.
- Limpieza del filtro, la limpieza del filtro al tanque de combustible y a la bomba de alimentación debe hacerse quitando las impurezas que puedan tener, con solventes especiales.

Controles eléctricos

- Limpieza exhaustiva, conservar los controles bien cerrados para evitar la entrada de polvo, limpiar periódicamente todos los contactos o platinos utilizando una lija y haciendo presión con los dedos.
- Limpiar con solvente adecuado, debe limpiarse todos los contactos de los diversos accesorios y componentes eléctricos y rociar con solvente adecuado.
- Válvula de seguridad, abrir cuando la caldera tenga presión operable manualmente durante 3 segundos. Levantando la palanca para su funcionamiento. Esta operación se hace con el objeto de cuidar que el asiento se adhiera.
- Termómetros, revisar la calibración de los mismos desmontándolos y colocando en su lugar otros, como patrones de prueba, y comparar sus lecturas, si tiene lecturas diferentes cambiarlos.

Control de presión

- Revisar los interruptores de mercurio, del control de presión luego limpiar el conjunto de interruptores y observar su funcionamiento.
- Verificar el buen funcionamiento y calibración de los manómetros de la caldera.
- Inspeccionar el funcionamiento de las trampas de vapor, verificar el estado de las trampas en el sistema de retorno de condensados.
- Limpieza de filtro de compresor de aire, quitar la tapa del filtro y proceder a limpiar con solvente y aire a presión.

2.4.2.4. Supervisión del mantenimiento anual de la caldera

Se describen a continuación las tareas de supervisión del mantenimiento anual de la caldera.

- El manómetro principal debe ser ajustado y calibrado nuevamente
- Limpieza interna del tanque de condensado
- Limpieza interna del tanque de combustible
- Los asientos de las válvulas dañadas deben ser rectificadas o cambiadas si es necesario.

- Limpiar exteriormente la caldera y si se puede repintarse la carcasa
- El juego de fusibles de la caldera debe cambiarse aunque parezca que se encuentran en buenas condiciones.

- Se recomienda mantener unos valores estándar por año, para verificar el buen funcionamiento de la caldera, ver anexo 2.

2.4.2.4.1. Revisión anual de controles eléctricos de la caldera

Deben de limpiarse todos los contactos de los diversos accesorios y componentes eléctricos y rociar con solvente adecuado esto se realiza trimestralmente y anualmente así como todos los interruptores.

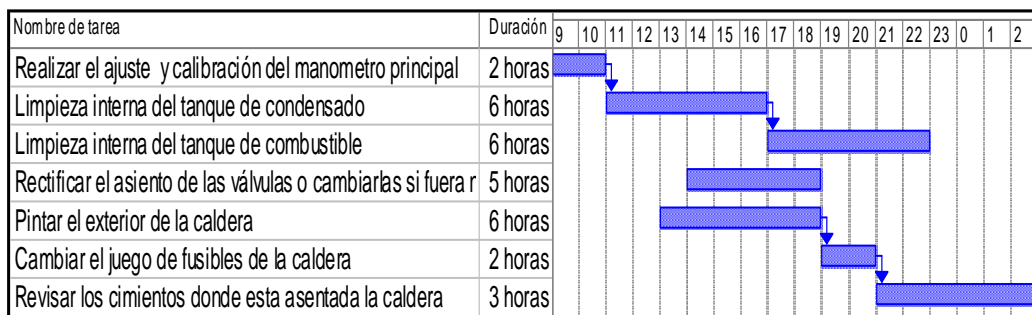
Se revisa la calibración de todos los manómetros y termómetros, desmontándolos y comparar sus lecturas, si tiene lecturas diferentes cambiarlos.

2.4.2.4.2. Revisión de los cimientos de la caldera

Es recomendable revisar anualmente los cimientos de la caldera a manera de corroborar que no se está hundiendo o no tenga un nivel adecuado, verificando las bases en donde fue instalada la caldera.

A continuación se presenta el cronograma de tareas para supervisar el mantenimiento anual de la caldera, ver figura 18.

Figura 18. **Cronograma de tareas para supervisar el mantenimiento anual de la caldera**



Fuente: elaboración propia, con programa Project 2007.

2.4.3. Documentación técnica del trabajo de mantenimiento

Una vez realizada la programación de mantenimiento, adquiridos los recursos, seleccionado y capacitado al personal, se procede a la implantación.

Para tal fin, el ingeniero jefe de mantenimiento o el subalterno designado imparte órdenes de trabajo a los técnicos y operadores encargados de la ejecución.

Este orden de trabajo debe ser lo más explícita posible, a fin de evitar errores y traslados innecesarios. Las órdenes de trabajo deben revisarse para que su ejecución siga el cronograma propuesto.

En la orden de trabajo debe incluirse, además, el espacio necesario para que el ejecutante detalle comentarios u observaciones.

Las órdenes de trabajo pueden confeccionarse manualmente cuando se reciban quejas o emergencias y pueden programarse para que su ejecución sea rutinaria mediante el uso del cronograma propuesto.

La documentación técnica del trabajo de mantenimiento debe ser manejada exclusivamente por el técnico de mantenimiento y debe ser un control computarizado en la sección de mantenimiento, así como los costos que incurren estas rutinas de mantenimiento.

2.4.3.1. Realizar bitácoras de servicio

Una bitácora de servicio es una herramienta primordial para la reducción de gastos de mantenimiento y las paradas prolongadas e innecesarias. Existen diferentes tipos de bitácoras de servicio según la cronología, la propuesta se basa esencialmente en tres: bitácora diaria, mensual y anual.

El contenido de las bitácoras de servicio de calderas es el mismo, ya sea diaria, mensual y anual se llenaran de la siguiente manera, ver tabla XI:

- Equipo: denominación de la maquinaria
- Modelo: es el año y el tipo de maquinaria
- Marca: es el nombre de la empresa manufacturera responsable de la fabricación del equipo.
- Tipo: es la clasificación de la maquinaria o equipo
- Serie: es el número de serie de fabricación

- Fecha de instalación: es la fecha en que se instalo el equipo
- Fecha de fabricación: es el año en que se fabrico la maquinaria por la empresa manufacturera responsable.
- Capacidad: capacidad de carga, producción, almacenamiento, volumen, peso, etc. De trabajo del equipo, recomendado por el fabricante.
- Combustible: tipo de insumo energético que utiliza la maquinaria para su operación.
- H.P.: es la potencia en caballos de fuerza, que necesita la maquinaria
- Voltios: es la cantidad de voltaje de la maquinaria para su operación
- Amperios: es la cantidad de amperaje de la maquinaria para su operación.
- Entidad responsable: es la entidad o institución a que pertenece el equipo.
- Encargado de inspección: es la o las personas responsables del mantenimiento del equipo.
- Equipo o instrumento: son los diferentes equipos o instrumentos con que cuenta la entidad responsable para realizar inspección, reparación y mantenimiento.
- Observaciones: es la información de utilidad, para tomar decisiones con respecto a si el equipo amerita realizarle mantenimiento y de ser así cual es el procedimiento adecuado a ejecutar.

2.4.3.2. Bitácora diaria de la caldera

Esta ayudará a llevar el registro diario sistematizado, de todas las actividades relacionadas con la caldera propiamente, ver tabla XI.

Tabla XI. **Formato propuesto para una bitácora de caldera**

Equipo: _____	Modelo: _____
Marca: _____	Tipo: _____
Serie: _____	Fecha de instalación: _____
Fecha de Fabricación: _____	Capacidad: _____ Combustible: _____
H.P.: _____ Voltios: _____	Amperios: _____
Entidad responsable: _____	Encargado de inspección: _____

Equipo o instrumento	Observaciones (indicar lugar y estado actual)
Válvulas de globo	
Válvulas de paso	
Válvulas reductoras de presión	
Uniones	
Tes	
Trampas	
Filtros	
Juntas de expansión	
Estopes y prensaestopas	
Cheques	
Topes de sujeción	

Fuente: elaboración propia.

También, se propone llevar el control de las bitácoras de servicio para las tuberías de vapor, el contenido es el mismo, ya sea diaria, mensual y anual se llenaran de la siguiente manera, ver tabla XII.

- Entidad responsable: es la institución a que pertenece el equipo
- Encargado de inspección: es la o las personas responsables del mantenimiento del equipo.

- Equipo o instrumentó: son los diferentes equipos o instrumentos con que cuenta la entidad responsable para realizar inspección, reparación y mantenimiento.
- Observaciones: es la información de utilidad para tomar decisiones con respecto a si el equipo amerita realizarle mantenimiento y de ser así cual es el procedimiento adecuado a ejecutar.

Tabla XII. **Formato propuesto para bitácora de la tubería de vapor**

Entidad responsable: _____	
Encargado de inspección: _____	
Equipo o instrumento	Observaciones (indicar lugar y estado actual)
Válvulas de globo	
Válvulas de paso	
Válvulas reductoras de presión	
Uniones	
Tes	
Trampas	
Filtros	
Juntas de expansión	
Estopes y prensaestopas	
Cheques	
Topes de sujeción	
Aislamiento térmico	

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.3. Ficha de control de inspección de los equipos en el cuarto de maquinas

Este formulario será utilizado para el control exclusivo de las inspecciones que se realizan en todos los equipos del cuarto de maquinas, del Hospital General de Accidentes, IGSS, con la finalidad de llevar un control específico y detallado de las inspecciones realizadas por el personal de mantenimiento.

La forma adecuada de llenar la ficha de control de inspección, es la siguiente:

- Equipo: denominación de la maquina o equipo
- Ubicación: es el área donde se encuentra instalado el equipo
- Placa de datos: es la información que contiene todos los equipos dados por el fabricante.
- Datos tomados: son los datos necesarios para realizar la inspección
- Marca: es el nombre de la empresa manufacturera responsable de la fabricación del equipo.
- Modelo: es el año y el tipo de maquinaria
- Año: es el año en que se realizo la inspección
- Nota: es cualquier información adicional que sea de utilidad

Tabla XIII. **Ficha de control de inspección**

FICHA DE CONTROL DE INSPECCION	
Equipo:	Ubicación:
Placa de Datos:	Datos tomados:
	Marca:
	Modelo:
	Año:
Nota:	

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.4. Orden de trabajo

Las órdenes de trabajo representan un informe sobre las tareas a realizar, para poder generar una orden de trabajo detallada y sistematizada, debe incluirse:

- Formulario: orden de trabajo de mantenimiento preventivo programado
- Uso: cuando se gira por el departamento de mantenimiento ordenes de trabajo para la realización de mantenimientos preventivos programados.

A continuación se presenta la forma correcta de llenar una orden de trabajo.

- Área: sector en donde se encuentra el equipo
- Equipo: denominación de la maquina o equipo
- Técnicos designados: es la cantidad de personal asignado para la actividad.

- Modelo: es el año y el tipo de maquinaria
- Marca: es el nombre de la empresa manufacturera responsable de la fabricación del equipo.

- Numero de serie: es el número de serie de fabricación
- Codificación: es el número de código asignado al equipo, por el departamento de mantenimiento.

- No. de inventario: se refiere a la codificación oficial con que el hospital identifica sus bienes.

- Descripción de la rutina: es detallar cada actividad que tiene que ser ejecutada por el técnico y/o ayudantes.

- Fecha: día, mes y año en el que se está ejecutando la orden
- Revisión de ejecución de la rutina: por la naturaleza del equipo, la función que cumple o el costo del mismo, se debe chequear la ejecución de la rutina y se debe atender el problema que presente el equipo para evitar inconvenientes.
- Técnico designado: persona encargada de llevar a cabo dicha orden
- Tiempo real: es el tiempo que dura la actividad para solucionar el problema de mantenimiento.

Tabla XIV. **Propuesta de formato de orden de trabajo**

Departamento de Mantenimiento.				
ORDEN DE TRABAJO				
No.				
Mantenimiento Preventivo Programado				
Área:	<input type="text"/>			Equipo:
	Técnicos Designados:			Marca:
				Modelo:
				Número de serie:
				Codificación:
				Número de Inventario:
Descripción de la rutina	Fecha	Chequeo de ejecución de la rutina	Técnico designado	Tiempo real

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN, DISEÑO DE PLAN DE CONTINGENCIA, ANTE DESASTRES

Toda institución pública, entidad privada o edificio, se pueden encontrar bajo diferentes situaciones de riesgo, los cuales pueden llegar a convertirse en una emergencia o desastre, algunos de estos riesgos no pueden ser controlados ni previstos, es por ello que surge la necesidad de estar preparados y alerta a cualquier situación.

3.1. Plan de Contingencia ante sismos en el Hospital General de Accidentes, IGSS

Se tomó como base un modelo piloto, llamado folleto de prevención de desastres, elaborado en 1998, el cual nunca se llegó a realizar, por el transcurso del tiempo ya se encontraba obsoleto, se modificó con los cambios para la actualización de los servicios del Hospital General de Accidentes, IGSS.

Guatemala debido a su posición geográfica y geológica está clasificada como uno de los países con mayor probabilidad de ser afectada por sismos, prueba de ello son las estadísticas de sismos con secuelas de pérdidas humanas y materiales que poseen.

El edificio del Hospital General de Accidentes, IGSS, se encuentra bajo situaciones de riesgo, ya que está ubicado en la franja oeste, denominada la falla de Mixco, y en cualquier momento puede llegar a activarse y convertirse en una emergencia o desastre.

3.1.1. Propósito del Plan de Contingencia

El propósito del plan propuesto es, definir los procedimientos adecuados para la temprana reacción ante situaciones de desastres naturales, en este caso nos referimos a sismos, los cuales pueden afectar directa o indirectamente al Hospital General de Accidentes, IGSS, así como formar al personal de los diferentes servicios en brigadas de rescate, sus procedimientos y la forma correcta de operar.

3.1.2. Fin principal del Plan de Contingencia

El fin principal de este Plan de Contingencia, es lograr la minimización de los daños y/o consecuencias producidas por cualquier tipo de sismo, que pueda afectar al Hospital General de Accidentes, IGSS, concentrándose principalmente en el bienestar y la salud de los pacientes internos, también del personal que labora y a las personas que visitan las instalaciones del hospital, al momento de un sismo; así también, con el fin de que cada quien pueda integrarse al plan, según las necesidades y el momento oportuno, el resguardo de la integridad física de todos los activos del mismo.

3.1.3. Objetivos del Plan de Contingencia

Entre los objetivos principales de un Plan de Contingencia, sobresalen:

- Analizar y definir los riesgos a los que está expuesto el hospital, las consecuencias y el control de estos.
- Lograr una organización óptima para formar brigadas de rescate con el personal de las diferentes disciplinas, para el manejo de sismos con proyección interna y externa.

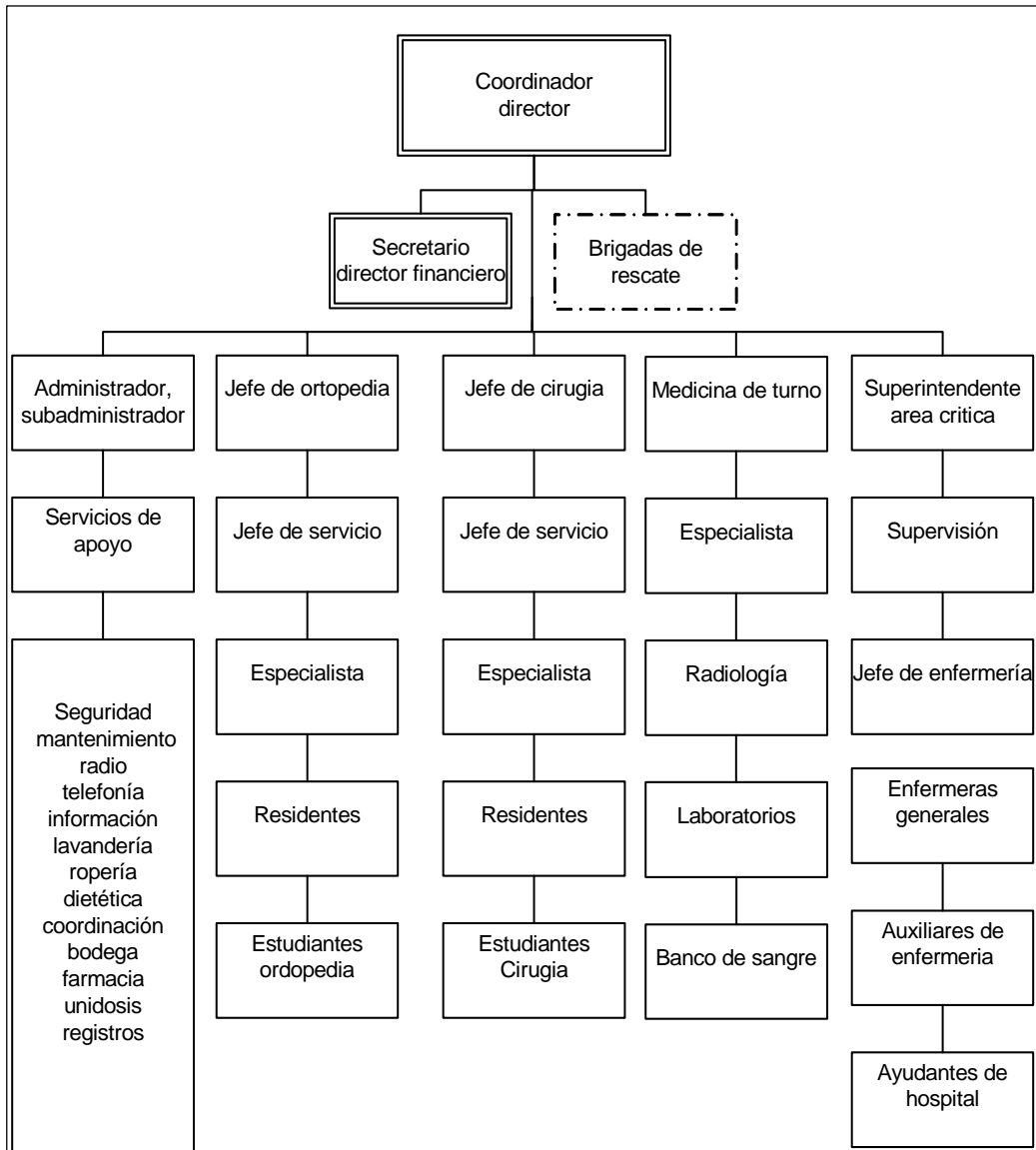
- Establecer una secuencia ordenada de pasos, para atender cualquier situación derivada de un sismo.
- Informar y capacitar al personal sobre los procedimientos a seguir en caso de un sismo, dentro de las instalaciones, para estar debidamente preparados en cualquier momento.
- Merminar los efectos que puedan causar lesiones y/o pérdidas humanas y daños materiales, a causa de un sismo, dentro del hospital.

3.1.4. Descripción de funciones de los responsables y esquema de coordinación del Plan de Contingencia

A continuación se muestra un esquema propuesto, que está conformado por el responsable, el coordinador y los encargados de los diferentes comités, que deben integrar el Plan de Contingencia, que tienen como función primordial velar por el cumplimiento del planificado y la óptima utilización y gestión de los recursos; así como coordinar todas las actividades de emergencias ante un sismo.

En el organigrama siguiente se muestra a los responsables de la coordinación del Plan de Contingencia ante desastres, este se realizó con ayuda de personal médico y administrativo del Hospital General de Accidentes, IGSS, con base en un organigrama realizado en 1998.

Figura 19. Organigrama propuesto para formar la comisión local del Plan de Contingencia



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

Éste es un sistema de organigrama vertical, se utiliza este tipo ya que es el más usado en la institución debido a su alto volumen y complejidad de puestos que tienen bajo su administración y con ello se busca la optimización

del espacio en el que se encuentran trabajando, se indica de forma efectiva las jerarquías del personal, aunque se produce el efecto triangulación, el cual después de dos niveles es difícil indicar los puestos inferiores.

3.1.4.1. Funciones de los responsables del Plan de Contingencia

Serán funciones de los responsables del Plan de Contingencia las siguientes.

- Actualizar, divulgar y poner en práctica el Plan de Contingencia ante sismos en el Hospital General de Accidentes, IGSS.
- Organizar y dirigir simulación y simulacros por lo menos una vez al año
- Coordinar actividades de prevención y mitigación con otras instituciones y autoridades locales.
- Autorizar y ordenar los gastos que demanda el desastre
- Mantener comunicación permanente con los equipos operativos locales y regionales.
- Permanecer en el centro de operaciones para dirigir y coordinar acciones.
- Enviar equipos de asistencia médica de emergencia a los sitios de desastre si es necesario, dentro del hospital.
- Solicitar ayuda externa en caso necesario de recursos humanos, abastecimiento transporte y comunicación.
- Coordinar la instalación de carpas en áreas verdes, en caso necesario

- Verificar continuamente la disponibilidad de recursos humanos físicos materiales y financieros.
- Evaluar la implementación de nuevas camas y la habilitación de nuevas áreas para la prestación de servicios de emergencia.
- Coordinar las operaciones médicas con los hospitales de referencia o institución de apoyo.
- Autorizar la transmisión de información verbal fuera del hospital hacia la persona que el comité designe.
- Los integrantes del comité ejecutivo portarán brazalete de color anaranjado en el brazo izquierdo.

3.1.4.2. Funciones del coordinador del Plan de Contingencia

Como objetivo general, la función del coordinador del Plan de Contingencia ante sismos será, el coordinar a los médicos jefes, especialistas y residentes. Las funciones y actividades que le corresponden son:

- Coordinar con los miembros del comité ejecutivo
- Designar médico responsable y suplentes para el área de clasificación de pacientes.
- Designar médicos en cada área de Triage (Roja, Amarilla y Verde) y sala de operaciones según planes A, B, C.
- Recibir e impartir capacitaciones sobre temas relacionados a gestión de riesgos y desastres.

- Activar el Plan de Contingencia parcial o totalmente, según la evolución o gravedad del evento, con las brigadas de evacuación y autoridades que correspondan, según las circunstancias.
- Supervisar y apoyar el buen desempeño del personal y los funcionarios, manteniendo un enlace en la aplicación de todos los procedimientos establecidos.
- Mantener comunicación constante con todos los miembros que conforman la organización, por medio de la unidad de información.
- Asumir funciones durante la ausencia del representante
- Implementar las guías de conducta general para el personal del centro de mando.
- Avalar las solicitudes de apoyo externo que se generen
- Coordinar y servir de enlace entre las instituciones cooperantes, gubernamentales y no gubernamentales, y los miembros del Plan de Contingencia.

3.1.4.3. Funciones del puesto de mando

Se asignarán como funciones y actividades del puesto de mando, las siguientes:

- Coordinar con los miembros del comité ejecutivo del hospital
- Designar médico responsable y suplentes para el área de clasificación de pacientes.
- Designar médicos en cada área de Triage (Roja, Amarilla y Verde) y sala de operaciones según planes A, B, C.

- Definir y oficializar los procedimientos de recepción y sistematización de información.
- Definir los diferentes niveles de alerta
- Establecer procedimientos para la activación, funcionamiento y desactivación del centro de mando.
- Definir y establecer la metodología para el control de las operaciones para una adecuada toma de decisiones.

3.1.5. Activación del plan y alerta

Al momento que el hospital se encuentre bajo los efectos de una emergencia, sismo/terremoto, el Plan de Contingencia debe ser activado, por cualquier miembro que forme parte del la comisión encargada del Plan de Contingencia, mediante el sistema de alarma de la planta telefónica, según la magnitud de la emergencia lo requiera.

3.1.5.1. Sistema de alerta temprana

En ocasiones es posible obtener información sobre los acontecimientos que puedan llegar a afectar al hospital, esto se logra con el constante monitoreo del desarrollo y evolución de diferentes desastres que puedan ocurrir en las zonas cercanas, o que afecten a la región en general.

Por lo tanto, en estos casos se puede activar ciertas acciones del Plan de Contingencia de manera preventiva incluso antes que la emergencia afecte al hospital, y así poder evitar un desastre o por lo menos mitigar en mayor medida los efectos de éste.

3.1.5.2. Sistema de alerta

Actualmente en el Hospital General de Accidentes, IGSS, se cuenta con un sistema de alerta, ubicados estratégicamente en el área de la planta telefónica, este a su vez informa a todas las áreas y secciones del mismo.

- El Director Ejecutivo es el responsable de activar el Plan de Contingencia a través de la planta telefónica al ser notificado debe verificar el tipo de magnitud del desastre. En su defecto lo pueden hacer las siguientes personas:
 - Jefe del Departamento de Ortopedia
 - Jefe de Departamento de Cirugía
 - Médico especialista bajo techo de Ortopedia
 - Jefe de grupo de cirugía
 - Supervisora
- Todo el personal, al enterarse de un desastre y/o activar el Plan de Contingencia, automáticamente deberá presentarse al hospital a sus áreas y secciones asignadas.
- Declarado el desastre el comité ejecutivo se concentrara en el centro de operaciones, puesto de mando, que será el área administrativa, para dirigir y coordinar acciones.
- Se evacuarán pacientes, familiares y otras personas del servicio de emergencia y de encamamiento, si fuera necesario.
- Se cancelarán los procedimientos quirúrgicos programados
- El personal de los servicios del sótano se quedara en los mismos al no sufrir daño el edificio, de lo contrario se evacuará.

- Las enfermeras jefes de los servicios de pediatría, neurocirugía ortopedia de mujeres y cirugía de hombres se quedaran en los mismos al no sufrir daños el edificio, de lo contrario se evacuara.
- El plan debe iniciarse con el personal de turno no pudiendo abandonar el hospital sin autorización de la máxima autoridad presente; el personal ausente debe presentarse obligatoriamente a la institución, sin previa llamada.
- Al personal de nuevo ingreso, se le debe de orientar sobre las funciones correspondientes.
- Durante las horas inmediatas al desastre se trabajara con el personal de turno. Posteriormente conforme se vaya presentando el resto del personal se irán incorporando para cubrir las diferentes áreas.
- El personal de mantenimiento de turno facilitara el acceso inmediato a las entradas y salida de emergencia, llaves, en coordinación con el servicio de vigilancia.

3.1.5.3. Criterios de activación

Cada tipo de sismos, puede generar la activación del sistema de alarma, a continuación se describen los criterios de activación para cada caso en particular.

- Sismos
 - Sismo sensible por una persona
 - Sismo que ocasiona caída de objetos
 - Sismo/Terremoto que ocasionan destrucción de estructuras

Ya serán los miembros del Comité Ejecutivo del Plan de Contingencia los que tomen las acciones correspondientes.

3.1.5.4. Interpretación de los niveles de alerta

Todo el personal del hospital, debe estar debidamente capacitado sobre los procedimientos de respuesta, ante algún sismo, especialmente acerca de la interpretación del sistema de alarmas, el cual indicará las acciones correctas a llevar a cabo, según el tipo de alarma que este indique, dependiendo el tipo de amenaza o intensidad del sismo, que afecte al hospital se dividirán en cuatro niveles o planes.

3.1.5.5. Clasificación de los niveles de alerta y planes

El plan general se divide en cuatro de acuerdo a la magnitud del sismo/terremoto, y a la capacidad de respuesta del hospital.

3.1.5.5.1. Plan de alerta

- Revisión del Plan de Contingencia para proveer de atención a víctimas.
- Informar al comité ejecutivo su convocatoria urgente

3.1.5.5.2. Emergencia tipo A

Se atiende hasta 10 casos de emergencia simultáneamente, con el personal de emergencia, de estos casos, dos son atendidos en área roja.

- No interrumpe la función normal del hospital solamente sector B de sala de operaciones con su equipo de personal de enfermería y anestesia.
- Movilizar personal médico y de enfermería
- No se interrumpe la atención en el área verde

- No se interrumpe los ingresos y operaciones, si y solo si, la emergencia es mayor y lo amerita.
- Se utiliza área de la emergencia

3.1.5.5.3. Emergencia tipo B

Se atiende más de 12 casos de emergencia simultáneamente.

- Cesan los ingresos y las operaciones
- Se evacua el área de observación para ampliación de área roja
- Se realizan los egresos de pacientes en buenas condiciones de todos los servicios.

3.1.5.5.4. Emergencia tipo C

Se atienden más de 30 casos en adelante, se considera un desastre mayor.

- Movilizar toda la capacidad de respuesta del hospital
- Requerir la revisión total de todas las actividades del hospital
- Evacuación parcial o total del hospital

3.2. Pasos para la elaboración de un plan de evacuación

Una parte muy importante en un Plan de Contingencia, es la elaboración de los procedimientos y lineamientos adecuados, para llevar a cabo la evacuación de las instalaciones, y su importancia radica en, que estos están directamente dirigidos a salvaguardar la vida e integridad física de todas las personas que se encuentre dentro del hospital, ya sea internas, laborando o por motivos de visita a los pacientes.

Al momento de activarse una alarma se debe iniciar una evacuación parcial o total según lo indique la interpretación de la alerta, básicamente los pasos que se deben seguir en este proceso son los siguientes.

- En toda evacuación, los integrantes de las brigadas de evacuación serán los responsables de indicar las instrucciones al personal a su cargo, según los procedimientos establecidos para cada área o sección.
- Cada integrante realizará una inspección del área o sección, que le sea asignado, verificando que todos los interruptores centrales de energía eléctrica, se encuentren apagados.
- En la inspección debe cerciorarse, que no quede ninguna persona en el área, independientemente de que se trate de personal ajeno al departamento, visitantes o personal de servicios externos; excepto el personal de las diferentes brigadas, el responsable y/o el coordinador del Plan de Contingencia.
- Los integrantes de las brigadas, deben reportar siempre si necesitan alguna ayuda en particular, para poder llevar a cabo la evacuación completa del área que les fuese asignada.
- Todos los encargados de las brigadas, deben reportarse al puesto de mando, con el fin de asignarles funciones, e informar sobre la situación de los sectores afectados.
- Todo el personal debe ser dirigido a los puntos establecidos como seguros, en estos se deberá enlistar a las personas presentes, con la finalidad de confirmar la evacuación absoluta.

3.2.1. Lineamientos generales del plan de evacuación

Debe encargársele a cada integrante de las brigadas de evacuación, un área específica de la cual deberá responsabilizarse.

Las rutas de evacuación deben estar claramente identificadas y señalizadas.

Para lograr una adecuada evacuación se sugieren las siguientes acciones y conductas.

- Mantener la calma
- Eliminar obstáculos en la vía de evacuación
- La evacuación debe ser un proceso rápido y ordenado, evitar el pánico y la aglomeración.

- No intentar llevar objetos personales
- No intentar recoger objetos que se caigan
- Promover la ayuda mutua
- No volver entrar en áreas evacuadas
- Desconectar los enchufes eléctricos que sea posible
- Mantener libre los teléfonos y radios, a menos que se utilicen para coordinar las acciones del Plan de Contingencia.

Se utilizará el sistema *TRIAGE* que significa: clasificación de pacientes en masa, en base a criterios médicos de urgencia y la posibilidad de sobrevivir, éste se realiza en la entrada del servicio de emergencia.

Se tomarán los criterios para la asignación de prioridades;

- Gravedad de la víctima
- Probabilidad de supervivencia

- Tipo de intervención

El Triage es el único enfoque que puede proporcionar un beneficio máximo al mayor número posible de lesionados en una situación de desastre.

- Acciones del Triage.
- Evalúa pacientes
- Asigna prioridades
- Identifica pacientes
- Estabiliza la condición general de la víctima
- Asigna destino
- Equipo de clasificación Triage
- Un médico del servicio de emergencia
- Una enfermera jefe del servicio de emergencia
- Dos auxiliares de enfermería del servicio de emergencia
- Camilleros (dos camilleros por cada camilla), del servicio de emergencia

Se pueden integrar dos o más equipos de clasificación, dependiendo del tipo y magnitud del desastre.

Funciones del médico:

- Dada la indicación para la integración del equipo de Triage
- Evalúa clínicamente el estado general del paciente
- Determina y corrobora la presencia de signos vitales
- Valora lesiones corporales
- Determina el color de la tarjeta que le corresponde a cada lesionado, según criterio médico de urgencia y la posibilidad de sobrevivencia, para recibir la atención médica en el área correspondiente. De la clasificación inicial puede depender la vida o la muerte del paciente.

- Aplica las medidas de reanimación en caso de paro cardíaco y/o respiratorio, si es posible. No debe detenerse a hacer acciones de tratamiento que retrasen la clasificación de las otras víctimas. Un segundo equipo efectuará la atención de los pacientes.

Funciones de la enfermera:

- Es responsable de que el equipo médico clasificador disponga de las tarjetas necesarias para el procedimiento triage, es decir tarjetas de color rojo, amarillo, amarillo con margen negro, verde y negro con su respectivo material para fijarlo en el paciente (cinta de amarre de 30 centímetros de largo) y un marcador de color negro.
- Integra al personal que conforma el equipo de triage cuando se declara el estado de emergencia o cuando lo considere necesario en coordinación con el jefe del servicio de emergencia o el jefe operativo de turno, según corresponda.
- Escribe en la tarjeta que el médico clasificador asigna a la víctima, el número correlativo correspondiente para el control y ordenamiento del número de pacientes.

Funciones del auxiliar de enfermería:

- Coloca la tarjeta de clasificación que corresponde al paciente, considerando el siguiente orden:

Primera opción:

- En la muñeca izquierda

Segunda opción:

- Si por alguna razón no se puede en la muñeca izquierda, por ejemplo, lesión a este nivel, canalización o alguna otra, entonces se le colocará en la muñeca derecha.

Tercera opción:

- Si hubiera lesión o no es posible en las muñecas por alguna justificación importante, entonces a cualquier nivel de las extremidades superiores.

Cuarta opción:

- En el último de los casos se le colocará en el cuello
- Colabora en la movilización de pacientes en el área de clasificación, utilizando una camilla, silla de ruedas o ambulatorio.
- Dirige a los camilleros para el traslado de pacientes ya clasificados como también en situaciones especiales, por ejemplo, movilizarle una extremidad fracturada a un paciente, trasladar a una víctima con sospecha de fractura de pelvis o columna vertebral o alguna otra situación que por la iniciativa y criterio propio amerite su intervención.
- Da continuidad al paciente que ha iniciado algún tratamiento en el área de clasificación triage, por ejemplo, el control de una hemorragia importante, hacer entrega del paciente con alguna situación o información determinante, al personal de las áreas de tratamiento del hospital.

Funciones de los camilleros:

- Idealmente dos camilleros por cada camilla
- Moviliza a los pacientes con los cuidados y consideraciones necesarias, según indicaciones del personal médico, enfermería del equipo del triage o criterio propio, siguiendo el principio fundamental evitar más daño y dolor del ya causado por la emergencia.

Clasificados los pacientes, deberá llenarse hoja de tratamiento, por personal médico o de enfermería.

3.2.1.1. Significado de los colores de tarjeta

En el sistema de clasificación de los pacientes tiage, existen varias tarjetas de diferente color, a continuación se describe el significado de cada una de ellas:

- Tarjeta roja: pacientes con prioridad de tratamiento, necesita atención urgente. Alto riesgo de muerte si no recibe tratamiento inmediato.
- Tarjeta amarilla: pacientes con segunda categoría de tratamiento. Presenta lesiones sin tanta gravedad, y mayor peligro de muerte en ese momento. Deben recibir atención pronto y se observaran continuamente.
- Tarjeta verde: pacientes con tercer grado de prioridad. Presentan lesiones menores y sin peligro de complicación inmediata. Espera a ser atendido en el momento oportuno.
- Tarjeta amarilla con margen negro: pacientes con pocas probabilidades de vida. Traslado a un área de tratamiento especial.
- Tarjeta negra: pacientes fallecidos.

Las víctimas se trasladarán al área asignada, de acuerdo a la tarjeta de triage, para la estabilización y tratamiento, para determinar el destino de la víctima, servicio, quirófano, intensivo, morgue o egreso.

3.3. Identificar los riesgos a los que se exponen las instalaciones

El Hospital General de Accidentes, IGSS, como todo edificio se encuentra en riesgo de sufrir emergencias, causadas por sismos, de los cuales no es posible controlar su presencia, ya que en su mayoría corresponden a desastres naturales.

Ante este tipo de riesgos, la única forma de mitigar los daños es manteniendo la maquinaria, equipo y estructura del hospital, en condiciones de seguridad, así como la preparación constante del personal en cuanto al Plan de Contingencia, especialmente el plan de evacuación.

Como herramienta, para determinar cuáles son los riesgos que pueden afectar al Hospital General de Accidentes, IGSS, se utilizó el historial de los desastres naturales más comunes, se analizó el historial de sismos más importantes ocurridos en Guatemala en el siglo XX, estos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XV. Historial de terremotos en Guatemala en el siglo XX

Año	Magnitud (escala de Richter)	Epicentro
1902	7,5	14,9° latitud Norte, 91.5° longitud Oeste
1913	-	Santa Rosa
1917	-	Villa Nueva
1918	6,0	Alrededores de Antigua Guatemala
1942	8.3	13,9° latitud Norte y 90,6 longitud oeste
1959	6,0	15,94° latitud Norte y 90,6° longitud Oeste

Continuación de tabla XV

1976	7,5	15,32° latitud Norte y 89,1° longitud Oeste
1985	5,0	15,3 ° latitud Norte y 90,9° altitud Oeste
1991	5,3	Sur-Occidente de Chimaltenango
1995	5,3	Cobán, Alta Verapaz
1998	5,8	Costas de Retalhuleu y Suchitepéquez
1998	5,6	Costas de Retalhuleu y Suchitepéquez

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt.>, Consulta 17 de noviembre de 2010.

La mayoría de estos eventos sísmicos fueron sensibles en la ciudad capital de Guatemala, por lo que es muy importante considerar los sismos/terremotos como un riesgo.

3.3.1. Riesgos dentro de las instalaciones

A parte de los riesgos externos descritos anteriormente, dentro de las instalaciones del Hospital General de Accidentes, IGSS, existen riesgos de desastres particulares, debidos al tipo de actividad realizada en el mismo.

Ante este tipo de amenazas, es posible ejercer un mayor grado de control, y este se puede lograr, utilizando el equipo de protección personal adecuado, el correcto almacenaje de insumos, entre otros; así como también en el correcto señalamiento de las áreas peatonales, de tránsito de personal como de pacientes.

Como se mencionó antes estos riesgos, se pueden controlar, pero este control no es absoluto, ya que siempre pueden existir errores humanos, actitudes inadecuadas, incumplimiento de las normas de seguridad y también fallas en el diseño inicial. Entre los principales riesgos inherentes a las actividades realizadas dentro del hospital se puede encontrar los siguientes.

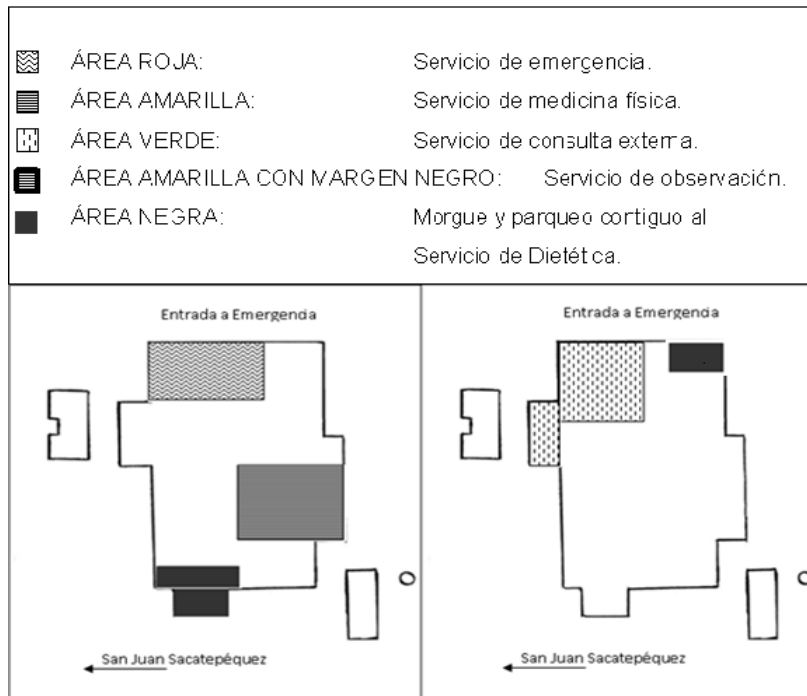
- Incendios: la amenaza más latente, debido a las actividades internas del hospital, son los incendios, ya que se tiene prácticamente en todas las instalaciones, productos peligrosos como materiales contaminantes inflamables.
- Explosiones: las áreas que corren riesgo de una explosión son: cuarto de maquinas, laboratorios clínicos, instalación de gas propano, cilindros de oxígeno, bodegas de combustibles, lubricantes inflamables.
- Derrames de sustancias inflamables: descarga de gas propano, combustibles, lubricantes inflamables, estos derrames se pueden presentar debido a que no todos los tanques cuentan con muros de contención de derrames.

Para lograr que el Plan de Contingencia funcione correctamente, es necesario plasmar de forma gráfica todos los puntos e información importante, para conseguir identificarlos dentro de la planta y así poderse desplazar de forma segura en el momento de una emergencia.

3.3.1.1. Identificación gráfica

A continuación se muestra en forma gráfica las áreas seguras del edificio del Hospital General de Accidentes. Ver figura 20.

Figura 20. **Áreas seguras, Hospital General de Accidentes, IGSS**



Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Riesgos

Riesgo es la posibilidad que ocurra una emergencia o desastre, en este caso, se señalizan los puntos en los cuales existen condiciones inseguras, derivadas de lo descrito en la sección 3.3.1. Riesgos dentro de las instalaciones, que pueden generar o agravar una emergencia, por lo tanto es importante conocer su ubicación.

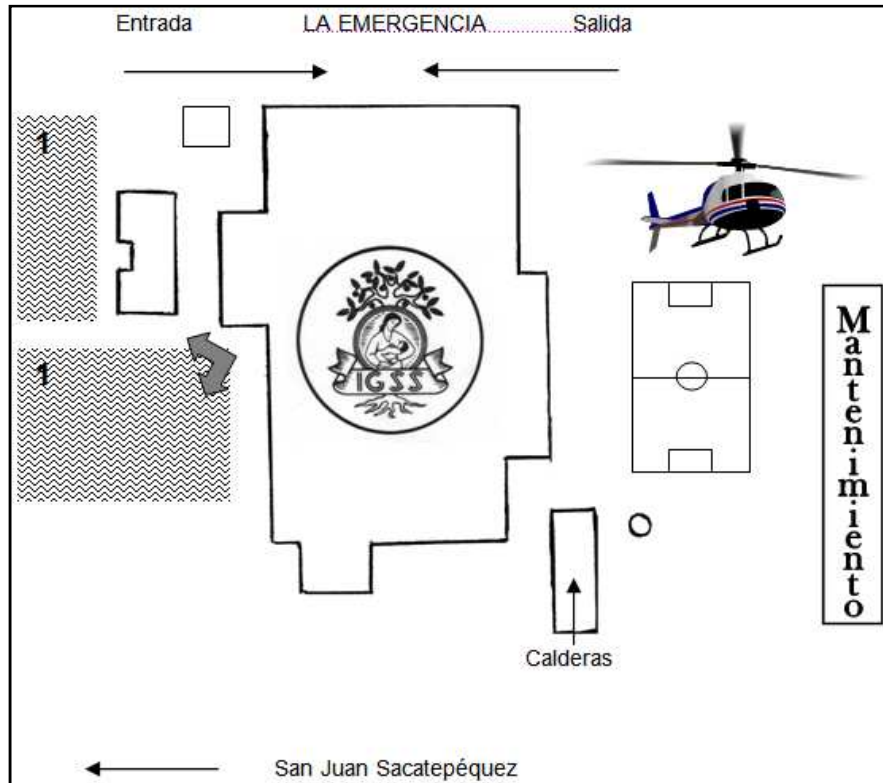
3.3.2.1. Lugares seguros

Se identifican como lugares seguros, a los puntos de encuentro del personal, en caso de una emergencia, en los cuales se podría mantener libre de los riesgos presentes en el hospital. Estos lugares seguros están en:

- Pediatría
- Maxilofacial y cirugía plástica
- Consulta externa
- Dirección
- Archivo
- Trabajo social
- Supervisión
- Prestaciones
- Admisión hospitalaria
- Neurocirugía
- Salas a, b, c, d
- Personal administrativo
- Farmacia
- Inventarios
- Medicina interna
- Planta telefónica
- Registros médicos
- Superintendencia de enfermería
- Auditoria

La zona de refugio y/o punto de reunión, en caso de que la emergencia sea mayor y exista la necesidad de evacuar el edificio será, el parqueo contiguo a biblioteca del hospital y área verde. Ver figura 21.

Figura 21. **Áreas del edificio zonas de refugio seguro**



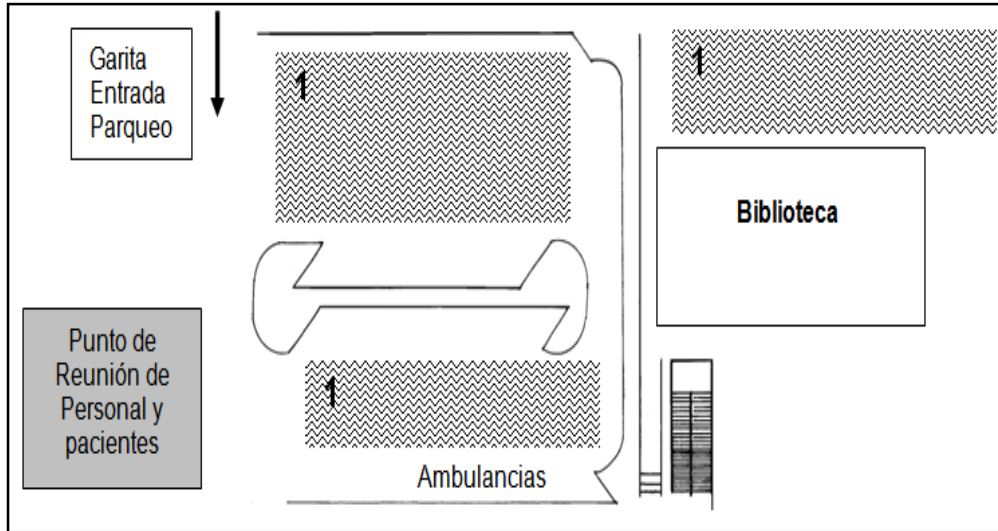
Fuente: elaboración propia.

1. Parqueo contiguo a biblioteca del hospital y área verde.

3.3.2.2. **Rutas de evacuación**

Las rutas de evacuación son las vías de salida más rápidas y seguras, que dirigen a los trabajadores y/o visitantes desde cualquier punto del hospital hacia las zonas de refugio o puntos de reunión en forma eficiente, estas están definidas como se muestra en la figuras 22 y 23.

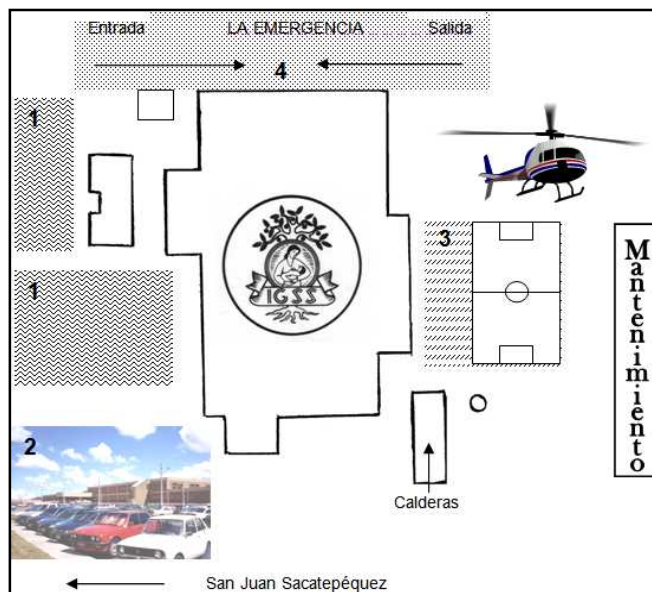
Figura 22. **Parqueo del Hospital General de Accidentes**



Fuente: elaboración propia.

1. Parqueo contiguo a biblioteca del hospital y área verde.

Figura 23. **Parqueo del Hospital General de Accidentes**



Fuente: elaboración propia.

- Parqueo contiguo a biblioteca del hospital y área verde
- Parqueo contiguo a calzada San Juan
- Campo de fútbol cerca de talleres de mantenimiento
- Parqueo frente de emergencia norte

3.3.3. Brigadas de evacuación y rescate

El comité encargado del Plan de Contingencia, adicionalmente al responsable y coordinador del mismo, está conformado por diferentes grupos de colaboradores denominados brigadas de evacuación y rescate.

3.3.3.1. Descripción de las brigadas de evacuación y rescate

Las brigadas de evacuación y rescate son equipos de trabajo encargados de funciones y responsabilidades específicas, para mantener el correcto funcionamiento del Plan de Contingencia y la preparación para responder de la mejor forma ante cualquier emergencia. Estos equipos deberán estar capacitados en todos los temas que encierra el Plan, pero cada equipo será responsable y deberá especializarse en funciones específicas.

3.3.3.2. Propósito de las brigadas de evacuación y rescate

El propósito principal de todas las brigadas, es apoyar las disposiciones del responsable y coordinador del Plan de Contingencia, para estar preparados y dirigir al resto de personal del hospital, adecuadamente ante cualquier contingencia que se presente.

3.3.3.3. Composición de las brigadas de evacuación y rescate

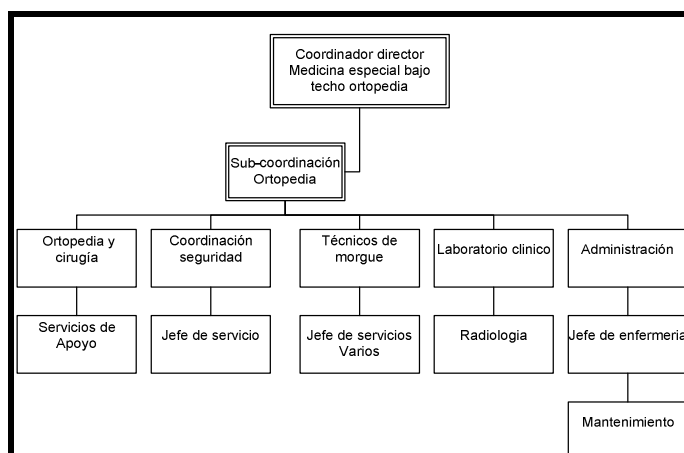
Las brigadas deberán estar conformadas por personal voluntario de las diferentes áreas o secciones del Hospital General de Accidentes, IGSS, en cada una se deberá nombrar un coordinador por cada turno de trabajo, es decir, que cada brigada, tendrá su propio equipo y coordinador en cada uno de los tres horarios de trabajo.

El número de colaboradores de cada brigada dependerá de los voluntarios que se presenten en cada turno y la distribución será de acuerdo con las actividades que requiera el funcionamiento de la brigada.

3.3.3.4. Esquema organizacional de las brigadas de evacuación y rescate

En el Comité del Plan de Contingencia es necesario establecer una estructura de responsabilidad y autoridad en la toma de decisiones, la cual se muestra en la figura 24.

Figura 24. Organigrama de las brigadas de evacuación y rescate



Fuente: elaboración propia, con programa Visio 2007.

3.3.3.5. Funciones generales de las brigadas de evacuación y rescate

Las funciones del responsable y del coordinador del plan, fueron descritas anteriormente en los incisos 3.1.4 al 3.1.4.3, es por ello que en este apartado, se presentan las principales funciones de las diferentes brigadas de evacuación y rescate, que conforman el Plan de Contingencia.

- Elaborar el sistema de evacuación de las instalaciones, conjuntamente con las demás comisiones.
- Alejar al personal de la zona de peligro, priorizando de manera inmediata las áreas a evacuar.
- Conocer las rutas de evacuación más seguras
- Adiestrar al personal constantemente
- Nombrar representantes para ubicarse en el puesto de mando
- Promover y participar en simulacros de evacuación y rescate
- Identificación de lugares seguros
- Señalización y mantenimiento de rutas de evacuación, salidas de emergencia y vías de acceso.
- Coordinación con las demás comisiones

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE CAPACITACIONES AL PERSONAL

Todas las semanas hay un reporte en las noticias sobre un sismo/terremoto o un incendio, aunque no hay manera de saber de antemano cuándo habrá un desastre natural o qué tan serio será, de todas maneras se debe estar preparado, con mayor importancia el Hospital General de Accidentes, ya que es una institución pública al servicio de la población.

4.1. Planeación y programación de capacitaciones

La planeación de las capacitaciones realizadas por el estudiante y proporcionadas por este, al personal del Hospital General de Accidentes, IGSS, se realizó en base a las necesidades presentadas, con el fin complementar la fase de investigación formada por el Plan de Contingencia.

Las capacitaciones fueron impartidas, en el auditorium de la biblioteca del Hospital General de Accidentes, IGSS, dada la capacidad del auditorio las capacitaciones fueron distribuidas en dos grupos de 25 personas cada uno.

4.2. Sismos y terremotos

En la tabla XVI, se presenta la planeación de la capacitación que lleva por nombre; ¿qué hacer en caso de sismo/terremoto?

Tabla XVI. **Planeación de capacitación, ¿Qué hacer en caso de sismo/terremoto?**

Planeación de Capacitación: ¿Qué hacer en caso de sismo/terremoto?	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica que son los sismos. • Conocer las diferentes placas tectónicas. • Comprender la importancia de las diferentes fallas geológicas en nuestro planeta. • Conocer los tipos de ondas sísmicas. • Cómo medir los sismos. • Cómo actuar en la presencia de ellos.
Instructor	Epesista: Jorge Arturo Recinos Ramos, estudiante de Ingeniería Mecánica Industrial.
Receptores	Personal de diferentes áreas y secciones del Hospital General de Accidentes, IGSS.
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Que son sismos y terremotos • Fallas tectónicas • Hipocentro, Epicentro • Marco tectónico para Guatemala. • Tipos de ondas sísmicas. • Cómo se miden los sismos. • Qué hacer antes, durante y después de un sismo. • Botiquín de emergencia • Lugares seguros en nuestro hogar • Recomendaciones.

Continuación de la tabla XVI.

Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de los contenidos por el instructor. • Preguntas y Respuestas
Material didáctico	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación con diapositivas de los temas. • Videos relacionados. • Cárteles, Trifoliales.
Duración	2 horas.
Fecha	01 / 03 / 2011.
Horario	1er. Grupo; de 08:00 a 10:00 horas. 2do. Grupo; de 10:00 a 12:00 horas.
Ubicación	Teoría; Salón de conferencias, auditorium Biblioteca, Hospital General de Accidentes, IGSS.

Fuente: elaboración propia.

4.3. Extintores, su uso para el combate de incendios

Se presenta a continuación en la tabla XVII, la planificación de la capacitación con el nombre, uso y manejo de extintores para el combate de incendios.

Tabla XVII. **Plan de capacitación, uso y manejo de extintores**

Planeación de Capacitación: Uso y manejo de extintores	
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los equipos extintores • Conocer la forma correcta de combatir incendios utilizando extintores

Continuación de tabla XVII.

	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la importancia del buen uso y mantenimiento de los extintores.
Instructores	<ul style="list-style-type: none"> • Epesista: Jorge Arturo Recinos Ramos, estudiante de Ingeniería Mecánica Industrial. • Mayor: Efraín Cerna, Bomberos Municipales • Bombero: Jorge Coutiño, Bomberos Municipales
Receptores	Personal de diferentes áreas y secciones del Hospital General de Accidentes, IGSS.
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • El fuego y sus características • Tetraedro del fuego • Clasificación de fuegos • Extintor, Definición • Componentes de un extintor • Tipos de extintores • Como usar un extintor portátil
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de contenidos por los instructores • Preguntas y respuestas • Práctica y evaluación
Material didáctico	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación con diapositivas de los temas • Videos, combates de incendios con extintores • Extintores para prácticas • Inducción practica en área verde.
Duración	2 horas.

Continuación de tabla XVII

Fecha	02 / 03 / 2011.
Horario	1er. Grupo; de 08:00 a 10:00 horas. 2do. Grupo; de 10:00 a 12:00 horas.
Ubicación	Teoría; Salón de conferencias, auditorium Práctica; Área verde.

Fuente: elaboración propia.

4.4. Capacitación sobre sismos y terremotos

Se definen a continuación los conceptos de sismos/terremotos, así como también su magnitud y escalas de medición:

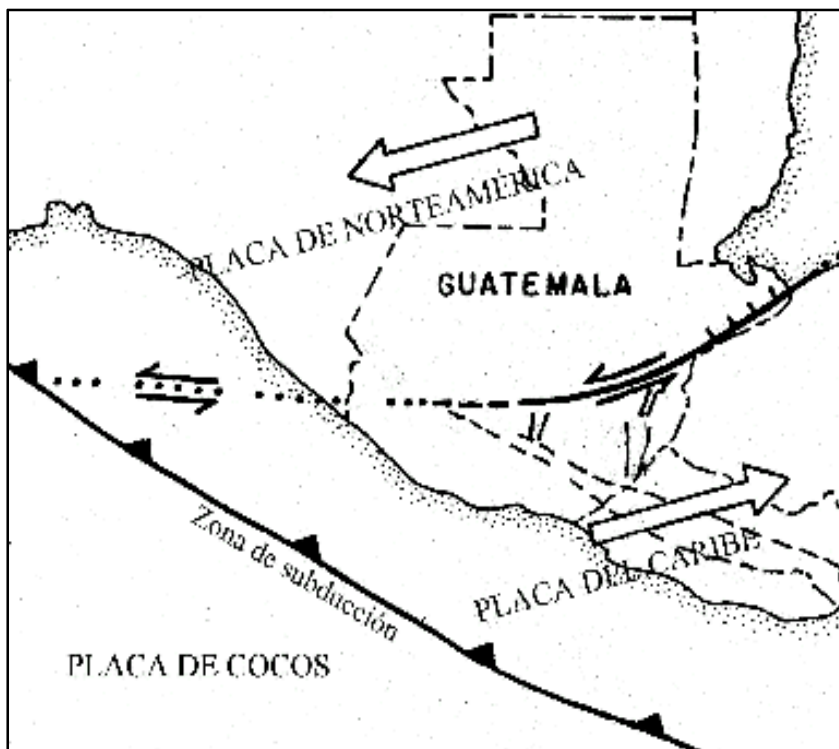
- Sismos/Terremotos: un sismo es la liberación de energía proveniente del interior de la tierra producto de desplazamientos, rozamientos y choques de placas tectónicas y por el movimiento de fallas geológicas. La acumulación de energía en el interior de la tierra y la presión generada por ella, hace que las rocas se rompan para permitir su liberación en forma de ondas sísmicas sacudiendo la superficie terrestre.

Un terremoto se origina debido a la energía liberada por el movimiento rápido de dos bloques de la corteza terrestre, uno con respecto al otro. Este movimiento origina ondas teóricamente esféricas ondas sísmicas, que se propagan en todas las direcciones a partir del punto de máximo movimiento, denominado hipocentro o foco, y del punto de la superficie terrestre situado en la vertical del hipocentro a donde llegan las ondas por primera vez, el epicentro.

El territorio nacional está repartido en tres placas tectónicas: Norteamérica, Caribe y Cocos. Los movimientos relativos entre éstas

determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes.

Figura 25. Marco tectónico para Guatemala



Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt>. Consulta: 17 de noviembre de 2010.

- Magnitud de los sismos: uno de los mayores problemas para la medición de un terremoto es la dificultad inicial para coordinar los registros obtenidos por sismógrafos ubicados en diferentes puntos (Red Sísmica), de modo que no es inusual que las informaciones preliminares sean discordantes ya que se basan en informes que registraron diferentes amplitudes de onda. Determinar el área total abarcada por el sismo puede tardar varias horas o días de análisis del movimiento mayor y de sus réplicas. La prontitud del diagnóstico es de importancia capital para echar a andar los mecanismos de ayuda en tales emergencias.

A cada terremoto se le asigna un valor de magnitud (Richter) único, pero la evaluación se realiza, cuando no hay un número suficiente de estaciones, principalmente basada en registros que no fueron realizados forzosamente en el epicentro sino en puntos cercanos. De allí que se asigne distinto valor a cada localidad o ciudad e interpolando las cifras se consigue ubicar el epicentro.

Tabla XVIII. **Escala de Richter**

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt>. Consulta: 17 de noviembre de 2010.

NOTA: esta escala es abierta, de modo que no hay un límite máximo teórico.

Por otro lado la escala de Mercalli, fue creada en 1902 por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli, no se basa en los registros sismográficos sino en el efecto o daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente.

Para establecer la Intensidad se recurre a la revisión de registros históricos, entrevistas a la gente, noticias de los diarios públicos y personales, etc. La intensidad puede ser diferente en los diferentes sitios reportados para un mismo terremoto (la Magnitud Richter, en cambio, es una sola) y dependerá de:

- La energía del terremoto
- La distancia de la falla donde se produjo el terremoto
- La forma como las ondas llegan al sitio en que se registra (oblicua o perpendicular).
- Las características geológicas del material subyacente del sitio donde se registra la Intensidad y lo más importante.
- Cómo la población sintió o dejó registros del terremoto

Los grados no son equivalentes con la escala de Richter. Se expresa en números romanos y es proporcional, de modo que una Intensidad IV es el doble de II, por ejemplo.

- Grado I: sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
- Grado II: sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.

- Grado III: sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no lo asocian con un temblor los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. Duración estimable.
- Grado IV: sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
- Grado V: sacudida sentida casi por todo el mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen de relojes de péndulo.
- Grado VI: sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen hacia afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños ligeros.
- Grado VII: advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; rotura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
- Grado VIII: daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en

estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían vehículos motorizados.

- Grado IX: daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.
- Grado X: destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos sobre sus márgenes.
- Grado XI: casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio. Hundimientos y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
- Grado XII: destrucción total, ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas.

¿Qué hacer antes de un sismo?

- Identifique las áreas seguras
- Tenga a mano los números telefónicos de emergencia
- Botiquín básico, primeros auxilios
- Un radio portátil
- Una linterna con baterías
- Un pito y/o silbato
- Lleve siempre consigo algún documento que permita identificarlo con facilidad.
- Procure mantener siempre alimentos enlatados y agua pura embotellada.

¿Qué hacer durante un sismo?

- Mantener la calma
- No grite, no corra y no empuje
- No utilice los ascensores
- Ubíquese debajo de algún mueble resistente o localice alguna esquina, columna o marco de alguna puerta siempre y cuando estas son de cimiento y brinden seguridad.
- Aléjese rápidamente de ventanas en los edificios, muros, postes, cables, avisos luminosos u otros objetos que puedan caerse.

Seguridad en caso de sismos

- Si se encuentra en los pisos altos, no se apresure en salir, es posible que el sismo termine antes de que usted haya logrado evacuar.

- Mantenga despejadas las vías de evacuación de su área, asegure los estantes, armarios, verifique que las puertas se abran con facilidad para evitar que se traben y dificulten su evacuación.
- Para su autoprotección, es importante que conozca las señales básicas de Seguridad Preventiva. Solicite a su brigadista información.

¿Qué hacer después de un sismo?

- Siga actuando con serenidad y obedezca las indicaciones de los brigadistas.
- Si le dan la orden de evacuar el edificio u otras áreas, hágalo inmediatamente en forma serena. Lleve solo lo indispensable.
- Tenga cuidado con los vidrios, cables eléctricos, estantes
- Mantener la calma e infundirla en los demás
- Comprobar que no estemos heridos
- No mover a los heridos a menos que represente peligro inminente
- Salir en forma ordenada, en fila india, no corra, no grite, no empuje
- Seguir instrucciones de los brigadistas

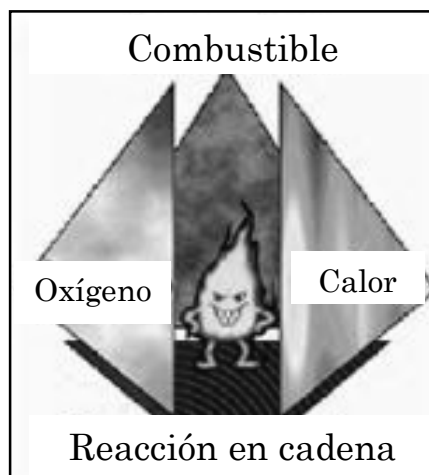
4.5. Capacitación sobre el uso y manejo de extintores

Debido a la naturaleza de los materiales y productos con los que se trabaja en el Hospital General de Accidentes, los incendios son uno de los riesgos más importantes en el mismo, por lo cual surge la necesidad de la capacitación sobre la mitigación de estos, dicha capacitación fue impartida al personal que laboran en los diferentes servicios del hospital.

A continuación se presenta el contenido de la capacitación:

- El fuego: es consecuencia del calor y la luz que se producen durante las reacciones químicas, denominadas de combustión.
- En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar este con un material inflamable, tal como la madera, la ropa, el papel, el petróleo, o los solventes, los cuales entran en la clasificación química general de compuestos orgánicos.
- La mayoría de las personas que mueren en incendios, mueren a consecuencia del efecto tóxico del humo y de los gases calientes, y no como consecuencia directa de las quemaduras.
- Tetraedro del fuego: los elementos del fuego pueden representarse mediante el tetraedro del fuego, que se muestra a continuación.

Figura 26. **Tetraedro del fuego**



Fuente: <http://cincosildo-elmundodelosbomberos>. Consulta: 17 de noviembre de 2010.






- Si el tetraedro está incompleto no podrá producirse "fuego". La base sobre lo que se apoya la prevención del fuego y la lucha contra el mismo consiste en romper el tetraedro del fuego.
- En general la reacción de combustión, reside en el oxígeno del aire para que este apoye la combustión, pero esta no es la única fuente de oxígeno, en su estructura para quemarse sin que el aire ayude, solamente requiere calor.
- La posibilidad de que un material se queme depende de sus propiedades físicas, a la vez que de sus propiedades químicas, por regla general los materiales son inflamables solamente en estado de vapor, son pocos los sólidos o los líquidos que arden directamente. La formación de vapor procedente de sólidos o líquidos y se controlan fácilmente mediante su temperatura.
- En la prevención de fuegos, el conocimiento de la capacidad de un material para formar vapores y de la temperatura requerida para que dichos vapores se inflamen, es muy importante, sin calor o sin una fuente de ignición, el material inflamable puede utilizarse normalmente con plena seguridad en cuestión de su riesgo de incendio.
- Combustible: éste puede ser cualquier material combustible, ya sea sólido, líquido o gas. La mayoría de los sólidos y líquidos se convierten en vapores o gases antes de entrar en combustión.
- Oxígeno: el aire que respiramos está compuesto de 21% de oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos 16% de oxígeno. El oxígeno es un carburante, es decir activa la combustión.

- El calor: es la energía requerida para elevar la temperatura del combustible hasta el punto en que se despiden suficientes vapores que permiten que ocurra la ignición.
- Reacción química en cadena: una reacción en cadena puede ocurrir cuando los otros tres elementos están presentes en las condiciones y proporciones apropiadas.

El fuego ocurre cuando se lleva a cabo esta rápida oxidación o incendio. Se le considera como incendio a todo tipo de fuego no controlado cause o no daños directos.

- Clasificación de los fuegos: en la tabla siguiente, se muestran los diferentes tipos de fuego que existen y los combustibles que los ocasionan.

Tabla XIX. **Clasificación de fuego**

CLASES DEL FUEGO	
	Clase A: Fuego de materiales combustibles sólidos (madera, tejidos, papel, goma, etc.). Para su extinción requieren de enfriamiento, o sea se elimina el componente temperatura.
	Clase B: Fuego de líquidos combustibles (pinturas, grasas, solventes, naftas, etc.). Se apagan eliminando el aire, o interrumpiendo la reacción en cadena.
	Clase C: Fuego de equipos eléctricos bajo tensión. El agente extintor no debe ser conductor de la electricidad. Una vez desconectado el aparato se lo puede apagar con extintores para fuegos tipo A o B.
	Clase D: Fuego de ciertos metales combustibles (magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, etc.). Requieren extintores especiales.
	Clase K: Fuego de aceites vegetales (ejemplo: aceite de cocina). Requieren extintores especiales.

13

Fuente: elaboración propia.

- Equipo para el combate de incendios: a continuación, se describen algunos equipos para el combate de incendios, ver fotos en anexo 3.
- Extintores: los extintores como ya lo sabemos, es un aparato diseñado especialmente para que permita la descarga de una determinada cantidad de agente extinguidor, almacenado en su interior de acuerdo con las necesidades de su operador. Los extintores de incendios, es el equipo de primeros auxilios contra incendios, están destinados a ser usados contra fuegos pequeños e incipientes.

Figura 27. **Extintores de incendios**



Fuente: <http://cincosildo-elmundodelosbomberos>. Consulta: 17 de noviembre de 2010.

4.6. Evaluaciones

El objetivo de las evaluaciones sobre las capacitaciones ofrecidas al personal del Hospital General de Accidentes, es comprobar el nivel de comprensión, absorción y aplicación de la información brindada, por parte del personal y así establecer en qué medida, dichas capacitaciones, cumplen sus propósitos.

En el tema de seguridad, la capacitación sobre ¿Qué hacer en caso de un sismo?, se evaluó mediante una serie de preguntas, de respuesta oral y voluntaria, al finalizar la instrucción del tema.

En el caso de ser requerida una explicación extra acerca de alguna pregunta o tema tratado en la exposición, esta fue reforzada con el fin de aumentar el porcentaje de entendimiento del tema y su importancia. A continuación se presentan los diferentes cuestionamientos que se establecieron como parte de la evaluación de la capacitación.

- ¿Qué es un sismo?
- ¿Cómo se clasifican los tipos de sismos?
- ¿Cómo se miden los sismos?
- ¿Qué hago durante un sismo?
- ¿Qué hago después de un sismo?
- ¿Cuándo salgo del edificio?

Con base a las preguntas anteriores y a las respuestas brindadas por los participantes de la capacitación, se pudo establecer que la comprensión y absorción de esta, fue de un 90% del contenido incluido, ofreciendo después de esto una explicación adicional en los puntos requeridos, para alcanzar un nivel de 100% de comprensión.

En el tema de seguridad industrial, la capacitación sobre el uso y manejo de extintores para el combate de incendios, se evaluó mediante una serie de preguntas, de respuesta oral y voluntaria, al finalizar la instrucción del tema, así como también se proporciono una práctica con los asistentes, ver anexo 3.

CONCLUSIONES

1. Debido a la concentración del calor existente en la sección de lavandería, se llegó a determinar que para solucionar por completo el problema se deben utilizar dos motores ventiladores de mayor capacidad a los ya instalados, uno para la inyección y otro para la extracción.
2. El mantenimiento del equipo de ventilación debe ser programado y periódico, para que tenga mayor durabilidad, se comprobó que al limpiar y lubricar las partes de los ventiladores se mejora su rendimiento y la vida útil, además, los gastos de instalación y de operación del sistema se reducen.
3. Se describe detalladamente las funciones que se realizan en la Sección de Calderas del Departamento de Mantenimiento del Hospital General de Accidentes (IGSS).
4. Las rutinas de mantenimiento que se debe realizar en el Hospital General de Accidentes (IGSS) son mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, según lo amerite el equipo y los formatos de control, para el mantenimiento se describe en tablas XI a la XIV.
5. En la implementación del Plan de Mantenimiento y el buen uso del equipo en el Hospital General de Accidentes (IGSS), se provee una guía de los pasos a seguir en la operación de las calderas y reparaciones que se realizan en las líneas de vapor, así como los procedimientos técnicos sobre el correcto mantenimiento y sus respectivas inspecciones en las instalaciones.

6. Se dan los lineamientos que se deben seguir para el arranque y operación de la caldera y el procedimiento para realizar ajustes en el equipo.
7. Los riesgos más importantes que se encuentran presentes en el Hospital General de Accidentes(IGSS), son por factores externos, los terremotos y las descargas atmosféricas y de factores internos, los de incendios debido a productos altamente inflamables como contaminantes.
8. De las capacitaciones impartidas se obtuvo una comprensión de parte del personal de un 95%, en el caso de; que hacer en caso de un sismo/terremoto, y en el caso del; uso y manejo de extintores para el combate de incendios de un 100%, en general, las personas están muy anuentes a este tipo de capacitaciones ya que son se suma importancia para la vida.

RECOMENDACIONES

1. Analizar la posibilidad de que el proyecto de dicho sistema sea ejecutado en la sección de lavandería del Hospital General de Accidentes, IGSS para la obtención de un ambiente confortable. Esto beneficiará al personal que labora en dicha área y elevará la eficiencia de los mismos.
2. Utilizar en la sección de lavandería, siempre que sea posible, extractores de pared con el sistema de extracción local, que permiten la entrada de aire limpio y fresco al área.
3. Verificar el buen funcionamiento del equipo de ventilación y extracción de calor y reportar, inmediatamente, al departamento de mantenimiento cualquier desperfecto por mínimo que sea para detenerlo inmediatamente y evitar que el mismo sea parado en su totalidad y por un tiempo más prolongado para su reparación.
4. Realizar un análisis de distribución de maquinaria y equipo en la sección de lavandería para un flujo continuo del proceso de lavado, contribuyendo así a la eficiencia del proceso.
5. Promover la capacitación continua del personal de mantenimiento y operación de los equipos e implementar el cronograma de las tareas para la supervisión del mantenimiento y control de las calderas, mediante pruebas de combustión y registro de datos constantemente.

6. Efectuar mantenimiento preventivo a las trampas de vapor, el cual consiste en limpieza de filtros, limpieza de la trampa e inspección de cheque, para así prolongar la vida útil de las mismas.
7. Ejecutar todas las reparaciones necesarias que no impliquen una gran inversión, planificar la ejecución de las mismas en la tubería, y donde sea necesario para que el funcionamiento sea óptimo y no existan pérdidas.
8. Llevar a la práctica programas de mantenimiento preventivo, elaborándolos para los diferentes equipos instalados en el Hospital General de Accidentes (IGSS).
9. Concientizar al personal que labora en el Hospital General de Accidentes, IGSS, sobre la importancia de desplazarse dentro del mismo y desarrollar su respectivo trabajo sin realizar actos inseguros, ya que de esto depende la disminución de accidentes.
10. Todos los integrantes del Plan de Contingencia deben recibir capacitaciones de seguimiento y refrescamiento para cumplir sus funciones, y orientar al resto del personal en caso de una emergencia, principalmente en una evacuación, al menos cada 3 meses.
11. Realizar simulacros de evacuación por lo menos una vez al año, por cada sección de trabajo, con el fin de mantener alerta a todo el personal.

BIBLIOGRAFÍAS

1. ALVARADO MOLINA, Gustavo Adolfo. *Tipos, selección y mantenimiento de trampas de vapor*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1990. 124 p.
2. ARLINGTON, L. Eichert. *Calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Conceptos y aplicaciones*. México: Limusa, 2006.64p.
3. AVALLONE, Eugenie; BAUMESTIER, Theodore. *Manual del Ingeniero Mecánico*. 3ª ed. Barcelona: McGraw-Hill, 1998.521 p.
4. Cuerpo de Bomberos Municipales. *Manual de extintores, triage, respuesta inmediata*. Guatemala, Escuela de Bomberos Municipales, 2002. 27 p.
5. SETT OLIVA, Oscar Rolando. *Conducción de vapor a través de tuberías*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977. 69p.
6. TORRES, Sergio Antonio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, 1988. 160 p.

ANEXOS

Anexo 1: Renovación del aire por hora, en locales habitados.

Anexo 2: Valores recomendados para el mantenimiento de una caldera.

Anexo 3: Fotografías de capacitaciones.

ANEXO 1

Anexo 1. Renovación del aire por hora, en locales habitados

Renovación del aire en locales habilitados	Nº Renovaciones/hora
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de bancos	3 - 4
Cantinas (de Fábricas o militares)	4 - 6
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Bar del hotel	5 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos	6 - 8

Continuación del anexo 1

Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (un tercio de fumadores)	8 - 10
Gallineros	6 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Café	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60

Fuente:<http://www.ventdepot.com/mexico/temasdeinteres/ventilacion/factoresrenovacion/index.html>. Consulta: 12 de octubre de 2010.

ANEXO 2

A continuación se muestra algunas recomendaciones para poder mantener a una caldera en general.

Anexo 2. Valores recomendados para el mantenimiento de una caldera

Muestra de	Estándares de caldera	Unidades
PH	10.5 a 11.5	-
Total de dureza	0	PPm CaCO ₃
Alcalinidad disponible	300 a 700	PPm CaCO ₃
Alcalinidad total	400 a 900	PPm CaCO ₃
Cloruros	MAX 200	PPm Cl
Totales sólidos disueltos	MAX 25000	PPm
Fosfatos	30 a 60	PPm PO ₄
Sulfitos	20 a 40	PPm SO ₃
Sílice	MAX 250	PPm

Fuente: <http://www.lenntech.es/aplicaciones/proceso/caldera/agua-de-calderas-caracteristicas.htm>. Consulta: 12 de octubre de 2010.

ANEXO 3

Primera Capacitación



Fuente: Auditorium del Hospital General de Accidentes



Fuente: Área verde del Hospital General de Accidentes



Fuente: Área verde del Hospital General de Accidentes

Segunda Capacitación



Fuente: Área verde del Hospital General de Accidentes



Fuente: Área verde del Hospital General de Accidentes



Fuente: Área verde del Hospital General de Accidentes.