

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRICA**



**TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO
ELECTRICISTA.**

TEMA:

**“PROPUESTA DE SOLUCION DE UN SISTEMA DE DEGRADACION
DE DESECHOS BIOLÓGICOS INFECCIOSOS HOSPITALARIOS,
DIAGNOSTICO Y REDISEÑO DEL SISTEMA ELECTROMECHANICO
DE LOS EQUIPOS, CON APLICACIÓN AL HOSPITAL REGIONAL
DEL ISSS DE SANTA ANA.”**

PRESENTAN:

AXEL ANTONIO AMAYA GRANADOS.

HUGO ARMANDO RUIZ PEREZ.

RAFAEL EDUARDO TAURA MEJIA.

SAN SALVADOR, JUNIO DE 2005

INDICE

OBEJTIVOS	7
CAPITULO 1: DESCRIPCION DEL PROBLEMA CON LOS DESECHOS SOLIDOS BIOINFECCIOSOS HOSPITALARIOS	
1.1 Introducción.	9
1.2 Clasificación de los Desechos Sólidos Hospitalarios	9
1.3 Cual es el problema de los DSBH	10
1.4 Generación de los DSBH	11
1.4.1 Infecciosos	11
1.4.2 Patológicos	11
1.4.3 Punzocortantes	11
1.5 Enfermedades de Mayor Impacto Asociadas a los DSBH	12
1.6 Manejo Adecuado de los DSBH	13
1.6.1 Segregación	14
1.6.2 Etiquetado	16
1.6.3 Acumulación	16
1.6.4 Recolección y Transporte Interno	16
1.6.5 Almacenamiento Temporal	16
1.6.6 Disposición Final	17
1.7 Porcentaje Anual de DSBH Producidos	18
1.8 Costo Económico que Representa para la Institución	20
1.9 Procesos aplicados para el manejo de los DSBH en el Hospital Regional ISSS de Santa Ana	22
1.10 Reglamentación Interna para Segregación de DSBH	24
1.11 Conclusiones	25
1.12 Recomendaciones	25
CAPITULO 2: MÉTODOS TECNOLOGICOS EXISTENTES PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH	
2.1 Introducción	27
2.2 Esterilización	27

2.2.1	Métodos de Esterilización a Altas Temperaturas	28
2.2.1.1	Esterilización por Vapor Saturado	28
2.2.1.1.1	Clasificación de los Autoclaves	32
2.2.1.1.1.1	Autoclaves de desplazamiento por Gravedad	32
2.2.1.1.1.2	Autoclaves con Vacío Previo	32
2.2.1.1.1.3	Autoclaves de Sistema Pulsante	33
2.2.1.1.2	Parámetros de Esterilización	33
2.2.1.2	Esterilización por Calor Seco en Pupineles	33
2.2.2	Esterilización a Baja Temperatura	34
2.2.2.1	Esterilización por Oxido de Etileno (ETO)	34
2.2.3	Conclusiones sobre las Tecnologías de Esterilización	34
2.3	La Incineración	36
2.3.1	Tipos de Incineradores	36
2.3.1.1	Incineradores de Cámara Múltiple	36
2.3.1.2	Incineradores de Horno Rotatorio	37
2.3.1.3	Incineradores de Aire Controlado	38
2.3.2	Componentes y Accesorios del Incinerador	39
2.3.2.1	Superficie de Quemado del Incinerador	39
2.3.2.2	Refractarios	40
2.3.2.3	Forros del Incinerador	40
2.3.2.4	Combustible Auxiliar	40
2.3.2.5	Controles e Instrumentación	40
2.3.3	Etapas en la Incineración de los DSBH	40
2.3.3.1	Alimentación	40
2.3.3.2	Incineración	41
2.3.3.3	Control de Contaminación	41
2.3.3.3.1	Combustión Primaria	41
2.3.3.3.2	Combustión Secundaria	41
2.3.3.3.2.1	Temperatura	41
2.3.3.3.2.2	Tiempo	42
2.3.3.3.2.3	Turbulencia	42
2.3.3.3.2.4	Exceso de Aire	42
2.3.4	Ventajas de la Incineración de Residuos Sólidos	42
2.3.5	Desventajas de la Incineración de Residuos Sólidos	43
2.4	Desinfección por Microondas	43
2.4.1	Ventajas	44
2.4.2	Desventajas	44
2.5	Desinfección Química	44
2.5.1	Ventajas	45
2.5.2	Desventajas	45
2.6	Métodos Utilizados para Tratamiento de los Desechos Sólidos Bioinfecciosos Hospitalarios	45

2.7 Conclusiones	46
 CAPITULO 3: ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS EXISTENTES PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH	
3.1 Introducción	48
3.2 Esterilizador No. 1	48
3.2.1 Generalidades	48
3.2.2 Condiciones Eléctricas del Equipo	50
3.3 Esterilizador No. 2	52
3.3.1 Generalidades	52
3.3.2 Funcionamiento del Equipo	54
3.3.3 Equipos Auxiliares	56
3.4 Esterilizador No. 3	57
3.4.1 Generalidades	57
3.4.2 Condiciones del Sistema Eléctrico	58
3.4.3 Sistemas Auxiliares	61
3.5 El Incinerador	63
3.5.1 Funcionamiento Básico	67
3.5.2 Aspectos Técnicos del Incinerador	69
3.5.2.1 Aspectos Eléctricos y de Control	69
3.5.2.2 Aspectos Mecánicos	76
3.6 Conclusiones	78
3.7 Recomendaciones	78
 CAPITULO 4: REDISEÑO DE EQUIPOS Y SISTEMA AUXILIARES INVOLUCRADOS EN EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.	
4.1 Introducción.	79
4.2 Rediseño y Distribución del Cuarto de Tratamiento.	79
4.2.1 Plano de Distribución Eléctrica del Cuarto de Tratamiento.	83
4.2.1.1 Cuando cada uno de los Esterilizadores Recibe su Alimentación de Vapor Directamente del Cuarto de Calderas.	83
4.2.1.2 Cuando cada uno de los Esterilizadores Recibe su Alimentación de Vapor por Medio de un Generador de Vapor o calderín Instalado en cada Equipo.	85
4.3 Rediseño en los Equipos de Esterilización.	87
4.3.1 Descripción General del Proceso.	87

4.3.2	Generalidades del Diseño.	88
4.3.2.1	Dotando al Equipo de un Generador de Vapor Eléctrico “Calderín”.	88
4.3.2.1.1	Esquema de Ubicación de la Unidad de Caldera Eléctrica.	89
4.3.2.1.2	Cámara (CAMBER) y Chaqueta (JACKET).	90
4.3.2.1.3	Ánodo Galvánico.	91
4.3.2.1.4	Tiempos y Temperaturas del Proceso de Esterilización.	93
4.3.2.1.5	Recubrimientos Térmicos.	94
4.3.2.1.6	Funcionamiento General.	94
4.3.2.1.7	Sistema de Tuberías y Válvulas.	99
4.3.2.2	Alimentación de Vapor Directa Proveniente del Sistema Central de Calderas.	103
4.3.2.2.1	Funcionamiento General.	104
4.3.3	Diseño en el Sistema de Control del Equipo Esterilizador por Medio de Contactores.	109
4.3.3.1	Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde las Calderas Centrales.	109
4.3.3.1.1	Descripción del Funcionamiento.	110
4.3.3.2	Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde un Generador o Calderín.	113
4.3.3.2.1	Descripción del Funcionamiento.	115
4.3.4	Diseño en el Sistema de Control del Equipo Esterilizador por Medio de un Control Lógico Programable.	117
4.3.4.1	Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde las Calderas Centrales.	117
4.3.4.1.1	Descripción del Funcionamiento.	119
4.3.4.2	Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde un Generador o Calderín.	121
4.3.4.2.1	Descripción del Funcionamiento.	123
4.4	Rediseño del Equipo de Incineración.	124
4.4.1	Descripción General del Proceso.	124
4.4.2	Generales del Diseño.	124
4.4.3	Características Técnicas del Equipo Incinerador.	125
4.4.3.1	Filtro de Olores o Cámara Secundaria.	127
4.4.3.2	Cemento Refractario.	127
4.4.3.3	Alimentación de Combustible (Diesel).	128
4.4.3.4	Filtro Seco.	129
4.4.3.5	La Chimenea.	130
4.4.3.6	Medición de Temperatura.	131
4.4.4	Diseño del Sistema de Control del Equipo Incinerador.	132
4.4.4.1	Sistema de Control por medio de Contactores.	132
4.4.4.1.1	Operación por Medio de Panel de Control.	135
4.4.4.2	Sistema de control por medio de un Control Lógico Programable.	137
4.4.4.2.1	Descripción del Funcionamiento.	138

4.5 Pruebas para Motores de Inducción.	144
4.5.1 Prueba en vacío (operación sin carga).	144
4.5.2 Resistencia de Aislamiento.	145
4.5.3 Prueba de Vibración.	145
4.5.4 Prueba a Rotor Bloqueado.	145
4.6 Pruebas para Determinar el Estado de Tuberías en los Equipos de Esterilización.	147
4.7 Pruebas para calibración de Termómetros	147
4.8 CONCLUSIONES.	152
4.9 RECOMENDACIONES.	152
CAPITULO 5: MANUALES Y GUIAS DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DEL EQUIPO UTILIZADO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSHB.	
5.1 Introducción.	154
5.2 Guía de Procedimientos de Seguridad del Cuarto de Tratamiento.	154
5.3 Manual de Operación del Equipo Esterilizador.	156
5.3.1 Como Cargar el Autoclave.	156
5.3.2 Operación del Autoclave a Vapor.	157
5.3.3 Descarga del Autoclave.	158
5.4 Guía de Operación del Incinerador.	159
5.5 Guías de Mantenimiento.	162
5.5.1 Mantenimiento Preventivo.	163
5.5.2 Mantenimiento Predictivo.	163
5.5.3 Mantenimiento Correctivo.	164
5.6 Mantenimiento Esterilizadores.	164
5.6.1 Mantenimiento Preventivo.	164
5.6.1.1 Rutina Diaria.	164
5.6.1.2 Rutina Semanal.	165
5.7 Guías de Rutinas para el Mantenimiento del equipo Incinerador.	167
5.7.1 Operación del incinerador.	167
5.7.2 Mantenimiento semanal.	167
5.7.3 Mantenimiento Bimensual.	168
5.7.4 Mantenimiento Anual.	169

5.8 CONCLUSIONES.	170
5.9 RECOMENDACIONES.	170
CAPITULO 6: CALCULO DE COSTOS PARA LA REHABILITACION DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.	171
CAPITULO 7: ANALISIS COSTO-BENEFICIO PARA LAS PROPUESTAS DE SOLUCION PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.	
7.1 Marco Teórico.	185
7.1.1 Valor Presente Neto.	186
7.1.2 Retorno de Inversión.	189
7.2 Interpretación Resultado del Análisis Costo / Beneficio y Beneficios Indirectos e Intangibles.	198
7.3 Adquisición de Equipos Nuevos.	199
7.4 CONCLUSIONES.	200
7.5 RECOMENDACIONES:	200
BIBLIOGRAFIA.	201
REFERENCIAS.	203
ANEXOS.	204
ANEXO A: SIMBOLOGIA UTILIZADA PARA LOS ESQUEMAS DE CONTROL Y AUTOMATA PROGRAMABLES.	
ANEXO B: NORMATIVA AMBIENTAL APLICADA A LOS EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.	
ANEXO C: COTIZACION DE EQUIPO INCINERADOR.	
ANEXO D: MANUAL LOGO INSTALACION Y ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ANEXO E: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE ELEMENTOS A UTILIZAR	

OBJETIVO GENERAL.

Proponer en base a un análisis ingenieril la aplicación de un rediseño electromecánico para restablecer los equipos de destrucción más idóneos que se encuentren disponibles, para el tratamiento de los desechos sólidos biológicos infecciosos producidos por el Hospital Regional del ISSS de Santa Ana.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Describir procedimientos para el manejo, recolección y acopio de los Desechos Sólidos Biológicos Infecciosos Hospitalarios a tratar en las tecnologías propuestas.
2. Identificar los diferentes tipos y modelos de tecnologías de destrucción de Desechos Sólidos Biológicos Infecciosos que existen comercialmente y que cumplen con normas ambientales internacionales.
3. Analizar el estado actual de las diferentes tecnologías disponibles en el hospital para el tratamiento de los desechos sólidos infecciosos hospitalarios y así aplicar en base a un método técnico correctivo, el rediseño adecuado del control electromecánico de cada una de las tecnologías propuestas.
4. Presentar el rediseño y costos de instalación de los sistemas electromecánicos auxiliares, necesarios para la rehabilitación y puesta en marcha de los equipos instalados en el Hospital Regional del ISSS de Santa Ana.
5. Presentar una alternativa tecnológica nueva que cumpla las normas de seguridad, normas ambientales y necesidades de trabajo y operación que requiere el Hospital Regional del ISSS de Santa Ana, para el tratamiento de sus desechos sólidos infecciosos hospitalarios.
6. Presentar una guía adecuada de instalación, operación, mantenimiento y seguridad para el apropiado manejo del equipo propuesto y su sistema de control.

7. Recomendar en base a un análisis de costo-beneficio, las tecnologías que cumplan con las normas ambientales y necesidades del Hospital Regional del ISSS de Santa Ana.

CAPITULO 1: DESCRIPCION DEL PROBLEMA CON LOS DESECHOS SÓLIDOS BIOINFECCIOSOS HOSPITALARIOS.

1.1 Introducción.

El presente capítulo se centra en analizar el problema del manejo de los Desechos Sólidos Biológicos Infecciosos Hospitalarios (DSBH), analizando los tipos de desechos que se producen en el Hospital Regional del ISSS de Santa Ana (HRISA), su manejo adecuado, consecuencias del mal manejo de estos desechos, los costos que esto implica para la institución y el proceso actualmente utilizado para su disposición final.

Se presenta la importancia del manejo adecuado de los DSBH al establecer los elementos necesarios que permitan identificar con precisión las principales áreas generadoras, los procedimientos y las medidas de precaución para el manejo seguro de los mismos.

1.2 Clasificación de los Desechos Sólidos Hospitalarios.

Existen diferentes clasificaciones de los Desechos Sólidos Hospitalarios en general y éstas varían de región a región. Sin embargo para el presente estudio se tomará como base la clasificación realizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para América Latina en su forma simplificada, la cual divide a los Desechos Sólidos Hospitalarios en tres grandes grupos los cuales podemos observar en la Figura 1.1.

La gráfica 1.1 nos muestra como se encuentran divididos los Desechos Sólidos Hospitalarios, y de forma más detallada los desechos peligrosos. Estos últimos se subdividen de igual manera en tres grandes grupos: Bioinfecciosos, Químicos y Radiactivos; siendo los bioinfecciosos los de mayor importancia para este estudio ya que su tratamiento es el más costoso y delicado, y son éstos a los que se le pretende dar tratamiento dentro de las instalaciones del Hospital Regional ISSS Santa Ana.

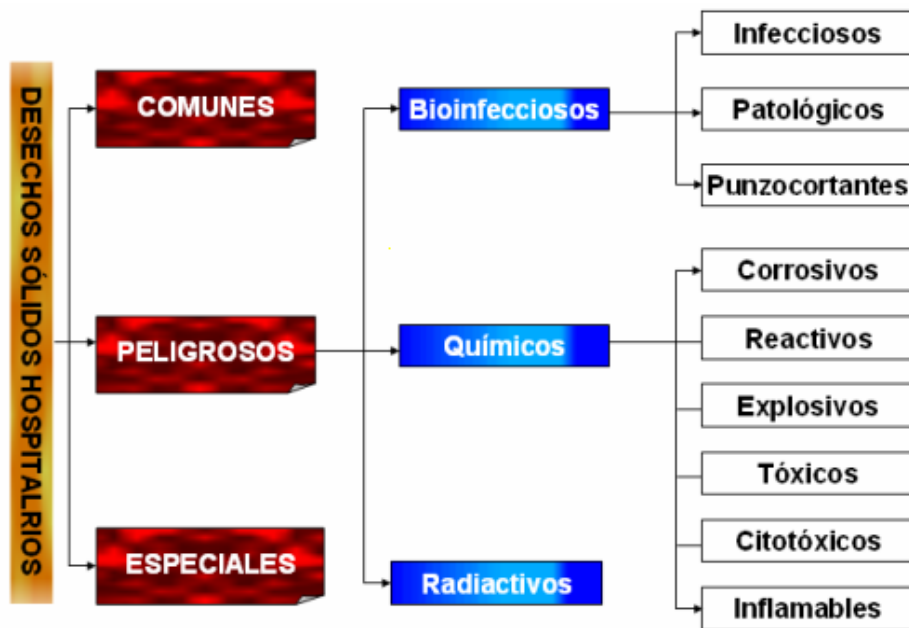


Figura 1.1. Clasificación de los Desechos Sólidos Hospitalarios realizado por la OMS.

1.3 Cual es el Problema de los Desechos Solidos Biologicos Infecciosos Hospitalarios.

Cada vez es más importante el abordar de una forma coordinada la generación, clasificación, segregación, transporte, almacenamiento y disposición final de los DSBH generados en los centros de atención hospitalaria. Por lo que es primordial elaborar estrategias integrales, por parte de las instituciones de salud, que les permita establecer procedimientos y medidas de prevención para su manejo seguro; a fin de disminuir los riesgos de infecciones nosocomiales, accidentes de trabajo y evitar el deterioro, en forma directa, de la calidad del aire, suelos y agua.

Los desechos hospitalarios son mezclas heterogéneas de basura general, desechos farmacéuticos, desechos patológicos, sustancias y recipientes químicos; los cuales pueden contener desechos potencialmente infecciosos. El manejo de estos desechos debe hacerse por personal calificado y entrenado para dicha actividad, tomando en cuenta que éstos deben separarse de los desechos comunes y etiquetarse de manera que indique peligrosidad.

El buen manejo de los desechos hospitalarios hace que el diseño de los equipos para el tratamiento y disposición final de los mismos se base en el volumen de los

desechos contaminados, y no así en todos los desechos del centro de salud, lo que reduce significativamente la capacidad del equipo, el tiempo de trabajo y los gastos de operación y mantenimiento de los mismos.

1.4 Generación de los DSBH.

Los DSBH son generados durante las diferentes etapas de la atención de salud y representan diferentes niveles de peligrosidad, de acuerdo con su grado de exposición ante los agentes infecciosos. Estos se clasifican de la siguiente manera:

1.4.1 Infecciosos:

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

1.4.2 Patológicos:

- Residuos anatómicos patológicos y quirúrgicos.

1.4.3 Punzocortantes:

- Jeringas, agujas, bisturís, hojas de afeitar, etc.

En un Centro de Salud, todas las unidades producen desechos sólidos, la correcta segregación o separación de los residuos comunes de los contaminados disminuye los riesgos de infecciones causadas por el manejo inadecuado de los mismos.

Cada instalación de salud consta de diferentes áreas de servicios, todos los servicios generan diferentes cantidades y tipos de desechos. En la tabla 1.1 se detallan los tipos de residuos generados y el área que los produce.

FUENTES	RESIDUOS COM ES	RESIDUOS BIOINFECCIOSOS	RESIDUOS QUÍMICOS
Medicina	X	X	X
Cirugía	X	X	X
Quirófano	X	X	X

FUENTES	RESIDUOS COM ES	RESIDUOS BIOINFECCIOSOS	RESIDUOS QUÍMICOS
Recuperación y Terapia Intensiva	X	X	X
Aislamiento de Contagiosos	X	X	X
Diálisis	X	X	X
Urgencias	X	X	X
Consulta Externa	X	X	X
Morgue	X	X	X
Radiología	X	X	X
Laboratorios			
Hematología	X	X	X
Investigación	X	X	X
Patología	X	X	X
Servicios de Apoyo			
Banco de Sangre	X	X	X
Farmacia	X		X
Central de Equipo Estéril	X		X
Lavandería	X		X
Cocina	X		X
Mantenimiento	X		
Administración	X		X
Areas Públicas	X		

Tabla 1.1. DSBH generados por cada área del hospital.

1.5 Enfermedades de Mayor Impacto Asociadas a los DSBH.

En los hospitales, más que en otros lugares, existe la posibilidad de entrar en contacto con agentes irritantes de la piel y los ojos, enfermedades tales como VIH, Hepatitis y otros.

Entre las principales enfermedades ocasionadas por el manejo incorrecto de los DSBH contaminados pueden mencionarse:

Hepatitis B: Puede ocasionar cuadros clínicos muy graves, es el tipo de hepatitis fulminante, con destrucción masiva del hígado, con mortalidad cercana al 80%.

Hepatitis C: Enfermedad altamente persistente, de difícil tratamiento. Del 50% al 60% de los casos se produce una infección crónica. No existe vacuna por el momento.

Tuberculosis: Ataca al pulmón, se manifiesta con fiebre vespertina y tos productiva, se transmite por gotas suspendidas en el aire.

SIDA (VIH): Sus índices de transmisibilidad como enfermedad nosocomial es bajo (menor del 0.4%). En la mayoría de personas infectadas se desarrolla lentamente, con períodos de incubación que pueden sobrepasar los 10 años. Es mortal y es transmitida por accidentes con objetos punzo-cortantes y salpicaduras de los desechos contaminados en las mucosas.

Fiebre Tifoidea: Se manifiesta con fiebre, continuo malestar general, manchas rosadas en el tronco, tos no productiva y estreñimiento. Se transmite por el agua y los alimentos contaminados con heces u orina de un enfermo o portador.

Otras enfermedades: Existen otras enfermedades que pueden causar las mismas reacciones que las citadas anteriormente, y son transmitidas por medio de bacterias (cuniformes, salmoneras, shigellasp, pseudomonas, estreptococos y staphylococcus aureos) por hongos (candida albicans) y por virus (influenza, virus entérico)

El control de infecciones es una norma de calidad para el cuidado de los pacientes, y es esencial tanto para el bienestar y la seguridad de éstos como del personal.

1.6 Manejo Adecuado de los DSBH.

El manejo adecuado de los DSBH se entiende, en el sentido de la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos se manejen de manera que no contaminen al medio ambiente y que éstos no atenten contra la salud humana provocando efectos nocivos.

Para garantizar el correcto manejo de los DSBH se deben respetar ciertos procedimientos desde su creación hasta su disposición final: segregación,

etiquetado, acumulación, recolección y transporte interno, almacenamiento temporal y disposición final, tal como lo muestra la figura 1.2. Estos procedimientos se detallan a continuación.

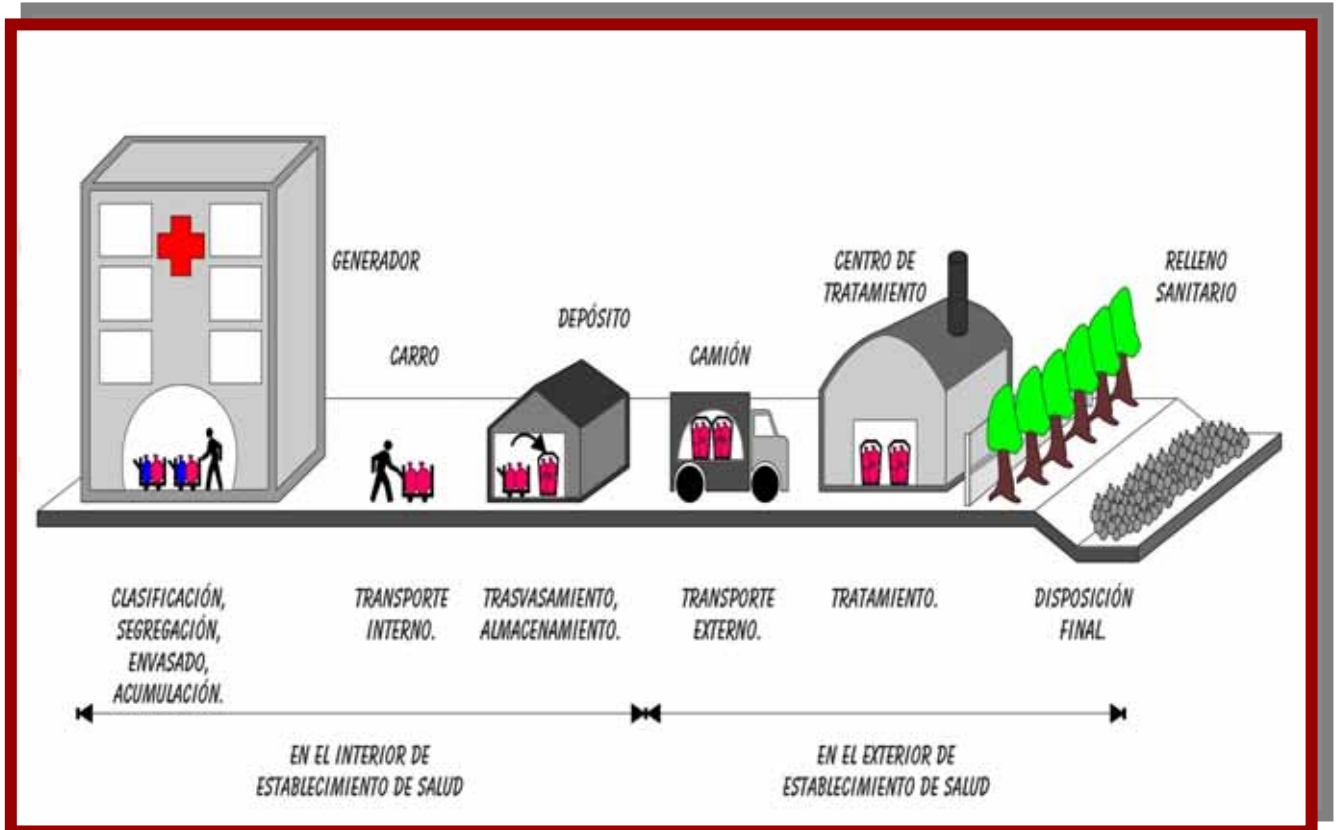


Figura 1.2. Diagrama descriptivo del procedimiento para el manejo, recolección, acopio y disposición final de los DSBH.

1.6.1 Segregación.

Es el paso inicial y el más importante del flujo de operaciones. Consiste en separar y colocar en el envase, depósito o recipiente adecuado los desechos, de acuerdo a sus características y peligrosidad; su finalidad es la de disminuir los riesgos para la salud y disminuir los costos de manejo y disposición final de los mismos.

Los colores de estos depósitos son el primer criterio de segregación (ver Figura 1.3), de la siguiente manera:

Negro: Desechos comunes.

Rojo: Desechos peligrosos.

Otro criterio, para la segregación, es el tipo de recipiente a utilizar. Dependiendo del tipo de DSBH a segregar podemos encontrar dos tipos de envases:

Bolsas: Desechos Bioinfecciosos en General, con excepción de corto punzantes.

Envases rígidos: Para la segregación de desechos corto punzantes (Figura 1.4).



Figura 1.3. Segregación de los DSBH.



Figura 1.4. Envase Rígidos para los DSBH.

Las bolsas características para la segregación de este tipo de desechos deben fabricarse en polietileno de baja densidad, suficientemente opaco y con un espesor pelicular entre 0,08 y 0,10 mm.

En cuanto a los envases rígidos, deben utilizarse tres tipos: para desechos punzocortantes, para desechos sólidos que puedan drenar líquidos abundantes y para los desechos de vidrio. En la tabla 1.2 se muestra la clasificación de envases destinados a los diferentes desechos producidos dentro del hospital.

DESECHOS	ESTADO FÍSICO	ENVASE	COLOR
Comunes	Sólidos	Bolsas de Plástico	Negro
Infecciosos La sangre y cualquier desecho impregnado con sangre y secreciones incluyendo los restos de comida provenientes de salas de aislamiento	Sólidos Líquido y Sólidos que puedan drenar abundantes líquidos	Bolsas de plástico Recipientes herméticos colocados en bolsas de plástico	Rojo

DESECHOS	ESTADO FÍSICO		COLOR
Patológicos (Partes de cuerpos humanos, animales y Fluidos)	Sólidos Líquidos y sólidos que pueden drenar abundantes líquidos	Bolsas de plástico Recipientes herméticos colocados en bolsas de plástico	Rojo
Punzocortantes (Cualquier objeto punzocortante desechado)	Sólidos	Recipientes rígidos para punzocortantes colocados en bolsas de plástico	Rojo
Químicos (Incluye los fármacos vencidos, cuando tengan características, de peligrosidad y vestimenta contaminada con químicos)	Sólidos Líquidos	Doble bolsa de plástico cuando sus características lo permitan Envases originales	Rojo
Especiales	Sólidos	Bolsas de plástico	Negro

Tabla 1.2. Clasificación y disposición temporal de los DSBH.

1.6.2 Etiquetado.

Después de colocar el desecho en el envase adecuado y luego de sellarlo, se coloca la etiqueta con los datos que lo identifican para facilitar su identificación.

1.6.3 Acumulación.

Consiste en colocar los contenedores sellados en un lugar apropiado en espera de su recolección. El lugar de acumulación debe estar apartado y tener suficiente ventilación. No se deben acumular residuos ni en las habitaciones destinadas a la hospitalización ni en los pasillos.

1.6.4 Recolección y Transporte Interno.

Consiste en recoger los envases de desechos del lugar de acumulación y trasladarlos al lugar de almacenamiento temporal.

1.6.5 Almacenamiento temporal.

Consiste en acumular los DSBH en un lugar acondicionado especialmente (Figura 1.5), en espera de su recolección definitiva.



Figura 1.5. Acumulación o acopio de los DSBH en los lugares establecidos.

1.6.6 Disposición final.

En esta última etapa, se da el tratamiento adecuado a los DSBH, por un método que permita la eliminación de los agentes contaminantes contenidos en éstos. La tabla 1.3 nos permite visualizar el flujo del manejo interno de los DSBH.

OPERACION	QUIEN	QUE	DONDE	COMO	CUANDO
Segregación	El personal de servicios que generen DSBH	DSBH comunes y peligrosos	En las fuentes de generación	Se coloca cada tipo de desecho en su envase correspondiente	En el momento de descargar un producto
Etiquetado	El personal de los servicios que generen DSBH	El envase lleno de DSBH	En las fuentes de generación	Se llena la etiqueta con los datos que lo identifican	Al sellar un envase para descartar un producto
Acumulación	El personal de los servicios que generen DSBH	Los envases sellados y etiquetados conteniendo DSBH	En los sitios asignados	Se trasladan manualmente los envases desde la fuente de generación	Después de sellarlo y etiquetarlo

OPERACIÓN	QUIEN	QUE	DONDE	COMO	CUANDO
Recolección	El personal de aseo	Únicamente contenedores sellados y etiquetados	En vehículos de tracción manual	Se respetan las rutas y los procedimientos de seguridad establecidos	Según horarios y frecuencias de las evacuaciones
Almacenamiento temporal	El personal de aseo			Se respeta la separación básica entre comunes y peligrosos.	Luego de su recolección y transporte interno

Tabla 1.3. Cuadro Descriptivo del Proceso de Tratamiento Interno de los DSBH.

1.7 Porcentaje Anual de DSBH Producidos.

Actualmente el hospital incurre en un gasto mensual considerable en el tratamiento externo de los DSBH.

Como se puede observar en la tabla 1.4 y en las Figuras 1.6 y 1.7, la cantidad en libras producida mensualmente de DSBH ha disminuido del año 2003 al 2004 observando los totales anuales de 73,468 libras en 2003 y de 67,981 libras en el 2004. Tomando solamente el año 2004, podemos observar que la producción de desechos es variable y ésta va desde 4,703.5 libras en el mes de abril, hasta 6,605 libras en el mes de octubre; haciendo un promedio anual de 5,665 libras de desechos generados.

MES	AÑO 2003 CANTIDAD EN LBS.	AÑO 2004 CANTIDAD EN LBS.
ENERO	4500	5620.5
FEBRERO	6070	5500.5
MARZO	5800	5866
ABRIL	6500	4703.5
MAYO	6800	4936.5
JUNIO	6400	5559.5
JULIO	5999	5578.5

MES	AÑO 2003 CANTIDAD EN LBS.	AÑO 2004 CANTIDAD EN LBS.
SEPTIEMBRE	5200	6051
OCTUBRE	7045	6605
NOVIEMBRE	5890	6294
DICIEMBRE	6064	5904
Totales	73468	67981

Tabla 1.4. Datos recopilados durante el año recién pasado comparándose con el 2003 de los DSBH del Hospital de Santa Ana.

Libras de DSBH transportados por TRANSAE 2003

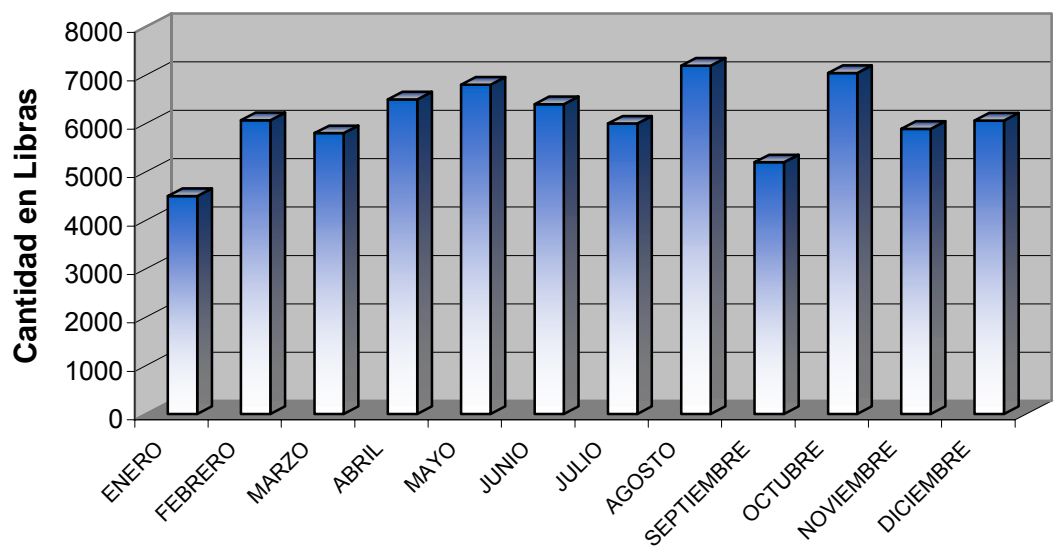


Figura 1.6. Cantidad en libras de Desechos Transportadas por TRANSAE⁽¹⁾.

1. TRANSAE: empresa de transporte contratada por el Hospital para trasladar los DSBH al botadero de MIDES (Manejo Integral de Los Desechos Sólidos).

Libras de DSBH transportados por TRANSAE 2004

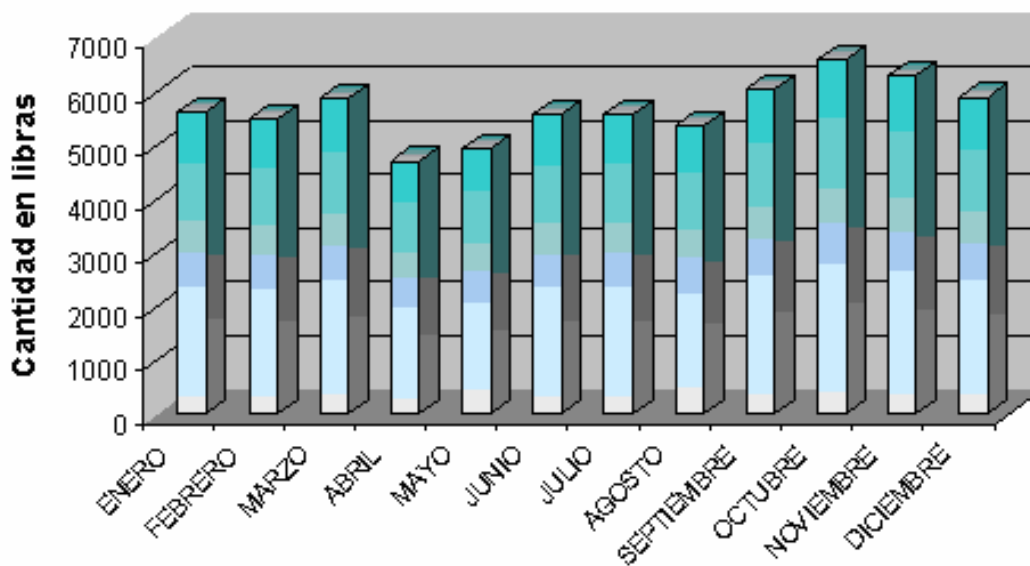


Figura 1.7. Cantidad en Libras de Desechos Generadas en 2004 por el Hospital.

Las nuevas políticas de la institución se encaminan hacia una disminución en la generación de DSBH, proyectando una meta para el año 2005 de 5,000 libras al mes.

1.8 Costo Económico que Representa para la Institución.

Para el transporte de los DSBH, el hospital cuenta con el servicio de una empresa privada de transporte llamada TRANSAE (<http://www.transae.com/>), la cual es la encargada única y exclusivamente del transporte de los desechos a las instalaciones de tratamiento de MIDES⁽²⁾ empresa creada por municipalidades del Gran San Salvador para el tratamiento de desechos.

El costo que significa para la institución el servicio contratado está cobrado por cantidad de desechos, teniendo un costo por libra de \$0.32. Como podemos ver en la Figura 1.8, el costo mensual por el transporte de los DSBH es variable mes a mes.

2. MIDES: Manejo Integral de Desechos Sólidos.

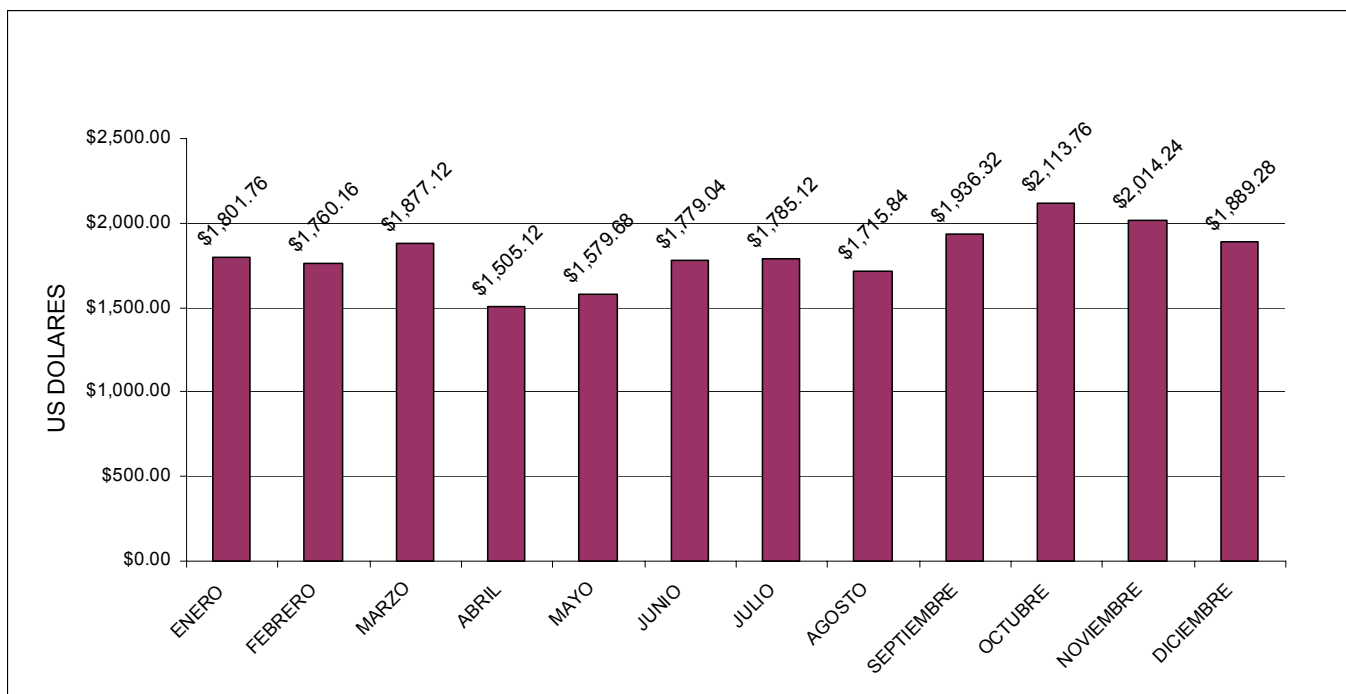


Figura 1.8. Costo Mensual por el Transporte de DSBH en el año de 2004 para el Hospital.

De la Figura 1.8 podemos resaltar que los costos van desde \$ 1,505.12 en el mes de abril hasta \$ 2,113.76 en el mes de octubre, haciendo un promedio mensual para el año 2004 de \$ 1,813.12 en el tratamiento externo de los DSBH.

En las tablas 1.5 y 1.6 se detallan los montos en libras de DSBH producidos por mes por el hospital y el equivalente en dólares por el transporte de los mismos hacia el relleno sanitario manejado por MIDES.

MES	2004 CANTIDAD (LIBRAS)	Precio en Dólares US \$
ENERO	5630.5	\$1,801.76
FEBRERO	5500.5	\$1,760.16
MARZO	5866	\$1,877.12
ABRIL	4703.5	\$1,505.12
MAYO	4936.5	\$1,579.68
JUNIO	5559.5	\$1,779.04
JULIO	5578.5	\$1,785.12
AGOSTO	5362.0	\$1,715.84

MES	2004 CANTIDAD (LIBRAS)	Precio en Dólares US \$
SEPTIEMBRE	6051.0	\$1,936.32
OCTUBRE	6605.5	\$2,113.76
NOVIEMBRE	6294.5	\$2,014.24
DICIEMBRE	5904	\$1,889.28
TOTAL	67992	\$21,757.44

Promedio mensual
\$1,813.12

Tabla 1.5. Detalle de libras y su equivalente en dólares invertidos en el tratamiento externos de los DSBH en el año 2004.

MES	2003 CANTIDAD (LIBRAS)	Precio en Dólares US \$
ENERO	4500	\$1,440.00
FEBRERO	6070	\$1,942.40
MARZO	5800	\$1,856.00
ABRIL	6500	\$2,080.00
MAYO	6800	\$2,176.00
JUNIO	6400	\$2,048.00
JULIO	5999	\$1,919.68
AGOSTO	7200	\$2,304.00
SEPTIEMBRE	5200	\$1,664.00
OCTUBRE	7045	\$2,254.40
NOVIEMBRE	5890	\$1,884.80
DICIEMBRE	6064	\$1,940.48
TOTAL	73468	\$23,509.76

Promedio mensual
\$1,959.15

Tabla 1.6. Detalle de libras y su equivalente en dólares invertidos en el tratamiento externos de los DSBH en el año 2003.

1.9 Procesos Aplicados para el Manejo de los DSBH en el Hospital Regional ISSS Santa Ana.

Actualmente el Hospital Regional del ISSS de Santa Ana posee un procedimiento regular en lo que a la recolección y acopio de los DSBH se refiere, de tal manera que los desechos son recolectados por personal de la institución haciendo su acopio en lugares indicados.

El proceso que se sigue actualmente para la recolección y el acopio de los DSBH es el siguiente:

- Se recogen los desechos por personal del hospital 2 veces por día, utilizando éstos el equipo de protección necesario para el manejo de estos desechos.
- Se introducen en bolsas de plástico color rojo de un material especial⁽³⁾, de un grosor especial⁽⁴⁾, las cuales se llenan solo 2/3 de su capacidad.
- Se depositan en una caja roja especial con tapadera llamado cava y se transportan internamente.
- Se realiza el acopio de éstos en zonas específicas a la espera de su transporte fuera de la institución para su disposición final.
- Tres veces por semana llega el camión de la compañía TRANSAE a recoger los desechos.
- Los desechos son pesados (ver Figura 1.9.) por el hospital y por TRANSAE para cuadrar el cobro del servicio de acuerdo al peso del material. Los desechos son transportados en un camión refrigerado hacia el botadero de MIDES.
- MIDES les da un tratamiento especial (Esterilización) para su desinfección y luego son vertidos dentro del relleno sanitario como desechos comunes.

3. Material especial: plástico de polietileno de baja densidad.

4. Grosor especial: espesor pelicular entre 0,08 y 0,10 mm.



Figura 1.9. Pesado de los DSBH por personal de TRANSAE.

1.10 Reglamentación interna para segregación de DSBH.

Todo desecho que provenga de papeles, plástico, descartables de suero, etc. deberá ser descartado en bolsas negras.

Se depositarán en bolsas y recipientes negros:

- Papeles, bolsas plásticas
- Cajas y latas de gaseosas y de refrescos
- Restos de alimentos
- Cintas de máquina de escribir
- Residuos en general de jardinería
- Botellas plásticas.
- Todo residuo que no este contaminado con sangre u otra secreción.

Todo desecho que provenga de pacientes, sean estos de: sondas, catéteres sin aguja, bolsas colectoras de orina, algodones utilizados, torundas de curaciones, curaciones que se retiran del paciente, deberán de ser colocadas y trasportadas en bolsas rojas.

En bolsas y recipientes rojos se depositarán:

- Torundas con sangre

- Algodones con sangre
- Curaciones
- Mascarillas
- Descartables de suero con sangre
- Sondas vesicales
- Sondas nasogástricas
- Sondas rectales
- Bolsas colectoras vacías de orina
- Todo material que sea contaminado con secreciones y excreciones.

1.11 Conclusiones.

1.11.1 Conocer la clasificación de los DSBH permite identificar los potenciales peligros que éstos pueden provocar y esto conlleva a que el manejo apropiado de los DSBH involucre una solución integral: desde su segregación hasta su disposición final.

1.11.2 El inadecuado manejo de los DSBH, ya sea por parte de los miembros de equipo de recolección del personal del hospital como el contacto accidental con pacientes, visitantes y personal de atención, puede provocar la transmisión de enfermedades muy peligrosas. De ahí que la disposición y manejo adecuado de los DSBH es indispensable dentro de los procesos de la institución.

1.11.3 El volumen de desechos generados por el hospital es considerable (ver tabla 1.4) dadas las dimensiones de atención y la capacidad de camas (143 camas censables) que posee la institución. Por lo que buscar una solución a este problema implica un análisis completo, desde la generación del desecho, su recolección, acopio, transporte externo, tratamiento y disposición final.

1.12 Recomendaciones.

1.12.1 Se recomienda adoptar métodos de bioseguridad monitoreados por procedimientos preestablecidos y dados a conocer a todo el personal encargado de las tareas de manipulación de DSBH.

1.12.2 Se recomienda implementar una capacitación continua al personal y una evaluación de conocimiento del manejo y de la supervisión de los métodos de seguridad establecidos para la conducción de los DSBH.

1.12.3 Se recomienda destinar un lugar apropiado para el acopio de los DSBH dentro del recinto hospitalario, de tal manera que éstos queden aislados de los visitantes y personal de atención que labora en la institución. Este sitio debe contar con requisitos mínimos como acceso restringido, únicamente a personal autorizado, con la debida señalización y ventilación.

1.12.4 Se recomienda a la institución analizar la factibilidad de tratar dentro del hospital los desechos ahí generados, en apego a la Legislación Ambiental 2004 de El Salvador en su artículo 25⁽⁵⁾.

5. Artículo 25: De la preferencia del lugar de tratamiento. Cualquier procedimiento de tratamiento de desechos peligrosos debe realizarse preferentemente y cuando ello sea posible en el lugar de generación.

CAPITULO 2: METODOS TECNOLOGICOS EXISTENTES PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.

2.1 Introducción.

En el presente capítulo se estudiarán las diferentes tecnologías existentes para el tratamiento de los DSBH, sus diferentes clasificaciones y aplicaciones, comparando sus ventajas y desventajas. Esta clasificación ayudará posteriormente en el análisis y propuestas de solución para el problema de los DSBH; analizándose las tecnologías más utilizadas en Latinoamérica dado que son las más factibles para su aplicación en el HRISA.

2.2 Esterilización.

Este método consiste en la eliminación de microorganismos por desnaturalización de las proteínas. Existen dos métodos de esterilización por alta temperatura y por baja temperatura.

Los métodos validados que se utilizan en la actualidad en los hospitales para la esterilización del material pueden clasificarse en métodos de esterilización a altas temperaturas y métodos de esterilización a bajas temperaturas. Los métodos de esterilización por altas temperaturas son el esterilizador (autoclave) a vapor y el esterilizador por calor seco. Los métodos de esterilización a bajas temperaturas utilizan agentes químicos en estado líquido, gaseoso o plasma.

Este método elimina los microorganismos utilizando vapor saturado y temperaturas entre 121°C y 135°C de vapor saturado. Sus tiempos de esterilización son de 15 a 20 minutos. Las estufas por calor seco también eliminan microorganismos por desnaturalización de las proteínas, operan a temperaturas superiores a 160°C y por tiempos mayores a 1 hora. Los métodos de esterilización a baja temperatura son el óxido de etileno (ETO), el esterilizador de formaldehído, el esterilizador de plasma de peróxido de hidrógeno. En estos métodos, los parámetros

críticos de esterilización son la temperatura, presión, tiempo y concentración del agente.

2.2.1. Métodos de esterilización a altas temperaturas.

- Vapor Saturado (autoclave a vapor).
- Calor seco (pupinel).

2.2.2. Métodos de esterilización a bajas temperaturas.

- Oxido de etileno.
- Inmersión en ácido peracético.
- Vapor de formaldehído.
- Plasma de Peróxido de Hidrógeno.
- Plasma combinado (Peróxido de hidrógeno y Ácido peracético).

2.2.1. Métodos de esterilización a altas temperaturas.

2.2.1.1. Esterilización por Vapor Saturado.

Este método de esterilización elimina microorganismos por desnaturalización de las proteínas, proceso que es acelerado por la presencia de agua, requiriendo temperaturas y tiempos menores de exposición que el calor seco.

Para la esterilización por vapor saturado se utilizan equipos denominados autoclaves a vapor. Hoy en día la mayoría de los materiales y artículos que requieren ser estériles en un establecimiento como el instrumental quirúrgico, los textiles y gomas pueden ser procesados en autoclave

Un elemento importante de la esterilización por autoclave es contar con un suministro apropiado de vapor. Este suministro es responsabilidad de Servicios Generales y debe contar con un sistema de mantenimiento preventivo y registros que avalen su calidad. Su operación debe estar a cargo de personal calificados.

Existe una gran variedad de modelos de autoclaves. Estos tienen diferencias en cuanto a operación, tiempos de esterilización y forma de acción.

El ciclo de esterilización de los autoclaves puede resumirse de la siguiente forma:

1. Se abre la válvula de admisión de vapor a la camisa precalentando la cámara.

Figura 2.1

2. Al terminar de salir el aire de la camisa, se abre la válvula que comunica camisa y cámara permitiendo la entrada de vapor a la cámara. Figura 2.2
3. Cuando el vapor ocupa totalmente la cámara y el termómetro marca la temperatura establecida empieza el ciclo de esterilización. Figura 2.3
4. Al terminar el ciclo se expulsa el vapor de acuerdo a necesidades: lentamente si se trata de líquidos para evitar una descompresión rápida (ver figura 2.5), o rápidamente si se trata de otras cargas (ver Figura 2.4)
5. Una vez expulsado el vapor se abre la válvula que comunica la camisa con la atmósfera. Se produce presión negativa y se realiza el secado por medio de la succión de aire en la cámara. Figura 2.6

En los autoclaves de desplazamiento por gravedad que son los primeros modelos fabricados, el tiempo de penetración es prolongado por una incompleta penetración de aire y por lo tanto los tiempos de esterilización también son mayores. En la actualidad aún cuando funcionan con el mismo principio, facilitan su operación y aumentan el nivel de seguridad por medio de la incorporación de controles automáticos, bombas de vacío y microprocesadores.

Paso #1

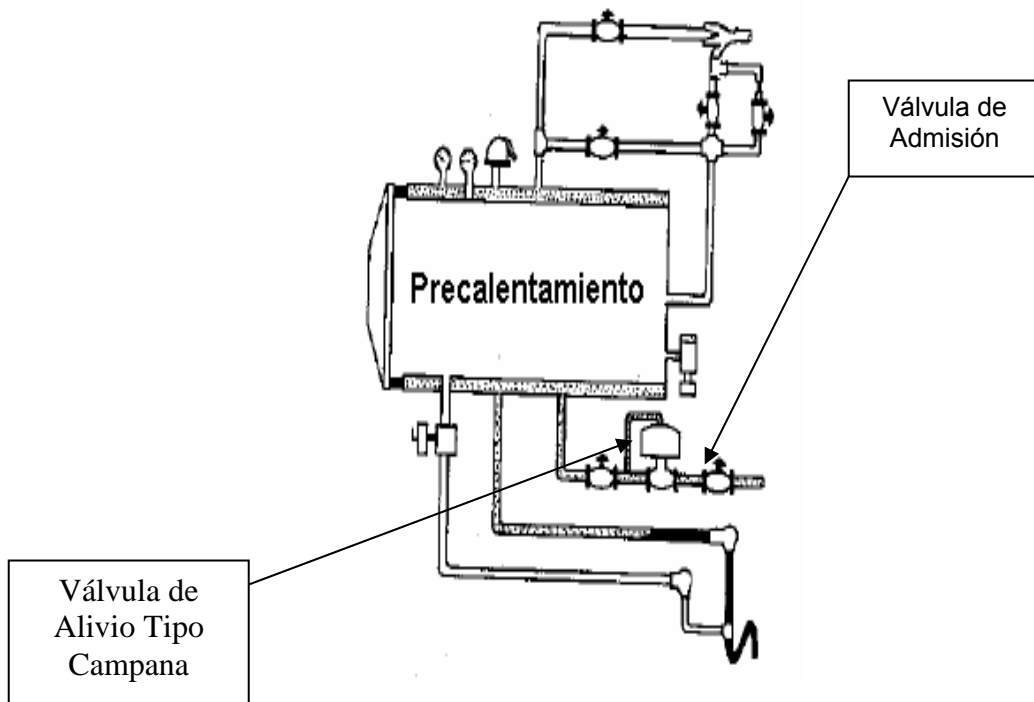


Figura 2.1. Admisión de vapor a la camisa

Paso #2.

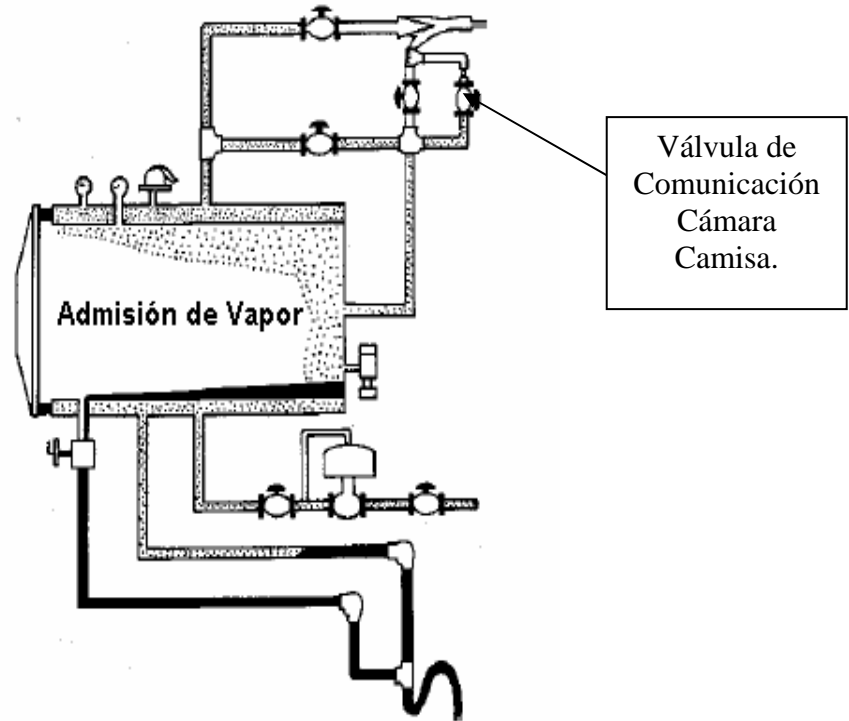


Figura 2.2. Entrada de vapor a la cámara

Paso #3.

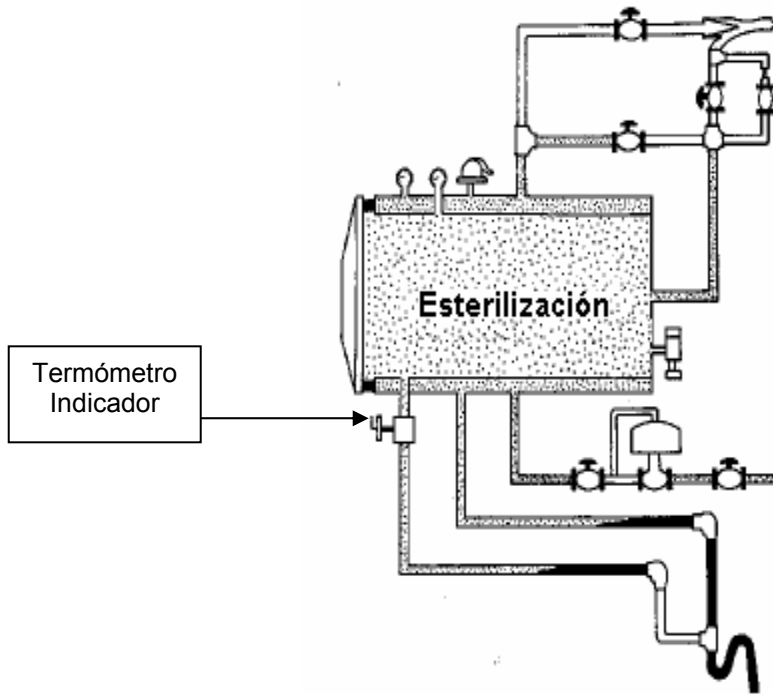


Figura 2.3. Proceso de esterilización

Paso #4-1

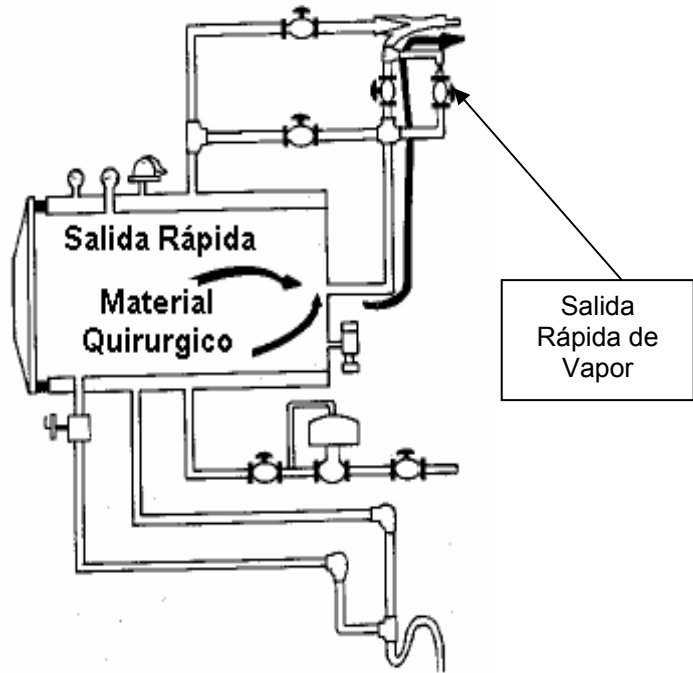


Figura 2.4. Evacuación rápida

Paso #4-2

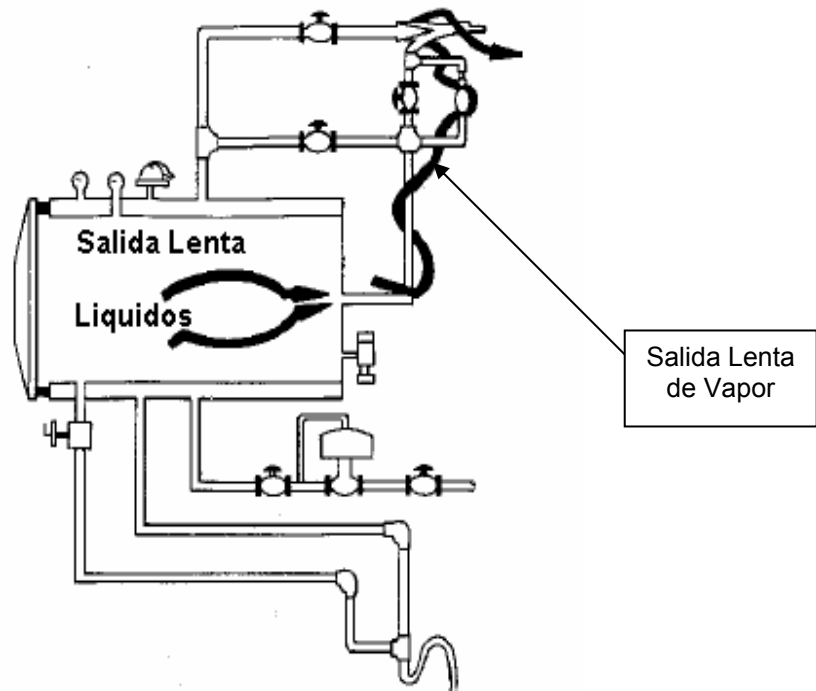


Figura 2.5. Evacuación lenta

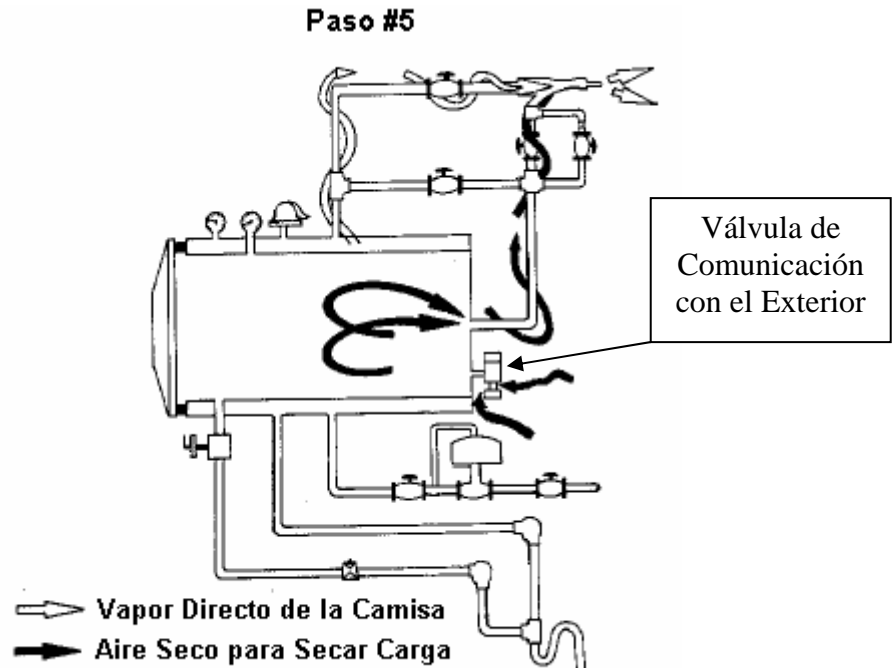


Figura 2.6. Proceso de secado

2.2.1.1.1. Clasificación de los Autoclaves.

En relación al funcionamiento los autoclaves se clasifican en: autoclaves de desplazamiento por gravedad, autoclaves con vacío previo y autoclaves de sistema pulsante.

2.2.1.1.1.1. Autoclaves de Desplazamiento por Gravedad.

En estos equipos el aire de la cámara se efectúa por desplazamiento gravitacional, su principal aplicación es en la esterilización de soluciones acuosas y ciertas prótesis, es un esterilizador diseñado para procesar materiales estables ante la exposición al calor y a la humedad, este tipo de esterilizador, frecuentemente es capaz de hacer también ciclos para líquidos. El rango de temperatura típicamente usado va de 100 °C (212 °F) a 132 °C (270 °F), y sus tiempos de exposición en el rango de 10 a 30 minutos, según la naturaleza de la carga y se requiere de 15 a 45 minutos para la fase de secado.

2.2.1.1.1.2. Autoclaves con Vacío Previo.

Los autoclaves con vacío previo operan en forma similar a los de desplazamiento por gravedad. La diferencia es que es más seguro en relación a la remoción del aire de la cámara y de la carga antes que penetre el vapor. La ventaja de este sistema es

que la penetración del vapor es prácticamente instantánea aún en materiales porosos.

En estas condiciones la carga se puede exponer por corto tiempo a altas temperaturas.

Con este método los períodos de esterilización son menores debido a la rápida remoción del aire tanto de la cámara como de la carga y la mayor temperatura a que es posible exponer los materiales.

2.2.1.1.1.3. Autoclaves de Sistema Pulsante.

Son equipos diseñados con un sistema de pulsos para crear una condición dinámica (tipo corrientes de vapor) en la cámara y, por consiguiente, facilitar la penetración del vapor en la carga. Un pulso (o una inyección de vapor), puede definirse como el proceso de aumento de la presión de vapor del esterilizador a partir de una presión establecida o base, seguida por un periodo de mínima presión hasta el pulso siguiente.

Existen tres tipos de sistemas pulsantes que actualmente se aplican a los esterilizadores: presión por gravedad, pulsaciones de vacío, y presión y vacío.

2.2.1.1.2. Parámetros de Esterilización.

La tabla 2.1 muestra la relación Tiempo/Temperatura/Presión que se recomienda para la esterilización en autoclave.

Tiempo Desde que alcanza temperatura Y presión	Temperatura	Presión
15 minutos	121 °C ó 249 °F	1.5 Atm
10 minutos	126 °C ó 258.8 °F	2.0 Atm
3 minutos	273.2 °C ó 273.2 °F	2.9 Atm

Tabla 2.1. Cuadro de tiempos, temperaturas y presiones para la esterilización.

2.2.1.2. Esterilización por calor seco en pupineles.

Su efectividad depende de la difusión del calor, la cantidad de calor disponible y los niveles de pérdida de calor. La acción microbicida del calor seco está condicionada por la presencia de materia orgánica o suciedad en el artículo.

El calor seco penetra lentamente en los materiales por lo que se requieren largos períodos de exposición. Debido a las altas temperaturas necesarias para destruir los microorganismos, es inapropiado para algunos materiales como líquidos y gomas. El uso del calor seco debe limitarse a materiales que no pueden ser esterilizados en autoclave. La tabla 2.2. muestra los parámetros para la esterilización por el método de pupineles:

Temperatura	Tiempo desde que se alcanza la temperatura
180 °C ó 356 °F	30 minutos
170 °C ó 338 °F	60 minutos
160 °C ó 320 °F	120 minutos
150 °C ó 302 °F	150 minutos
140 °C ó 284 °F	180 minutos
121 °C ó 249 °F	360 minutos

Tabla 2.2. Temperaturas y tiempos de tratamiento en pupineles.

2.2.2. Esterilización a Baja Temperatura.

2.2.2.1. Esterilización por Oxido de Etileno (ETO).

El óxido de etileno es un agente químico con alto poder microbicida que puede ser utilizado para esterilizar artículos sensibles al calor y a la humedad. En la tabla 2.3 se muestran las temperaturas y tiempos de exposición para este tratamiento.

Temperatura	Tiempo una vez Alcanzada la Temperatura Humedad sobre 40% y Presion del Gas entre 450 y 740 mg. / Lt.
35 °C ó 95 °F	5 Hrs.
55 °C ó 131 °F	2.5 Hrs

Tabla 2.3. Temperaturas y tiempos de tratamiento en la esterilización por oxido de etileno.

2.2.3. Conclusiones sobre las tecnologías de esterilización.

En la actualidad existen varios métodos de esterilización que pueden ser utilizados en el ámbito de atención para la salud. El autoclave a vapor se considera

la tecnología más barata y efectiva para estos efectos y los hospitales deben tender a utilizar esta tecnología como primera opción y dejar las otras tecnologías sólo para aquellos materiales que no resistan altas temperaturas y no pueden ser procesadas en este sistema. Todas las tecnologías tienen ventajas y desventajas por lo que cada establecimiento debe seleccionar aquellas más apropiadas para sus necesidades considerando el tipo de materiales a procesar, su volumen y su costo. En la Tabla 2.4 se presenta un resumen de las características y parámetros requeridos para los distintos métodos de esterilización.

PARÁMETROS	CALOR SECO	AUTOCLAVE A VAPOR
Tiempo Temperatura	30 min a 180°C 60 min a 170°C 120 min a 160°C	15 min a 121°C 10 min a 126°C 7 min a 134°C
Requisitos de Instalación	Energía Eléctrica	Energía Eléctrica Fuente de Vapor Red de Agua Tratada Drenaje Compresor
Toxicidad	No	No
Elementos Compatibles	Metales Vidrios Aceites Vaselina Polvos	Instrumental Algodón Líquidos Algunos Plásticos Gomas
Elementos no Compatibles	Plásticos Gomas Líquidos Papel	Aceites Polvos Vaselina
Aireación	No	No
Requisitos	Guantes Aislantes	Guantes Aislantes
Tiempo Aprox De Proceso	1,5 horas	45 min

Tabla 2.4. Cuadro comparativo de parámetros utilizados en los tratamientos de esterilización.

2.3. La Incineración.

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

Esta combustión se realiza en una instalación que suele llamarse planta de incineración.

2.3.1. Tipos de Incineradores.

Hay tres tipologías estándar, que son apropiadas para quemar los DSBH: Incineradores de Cámara Múltiple, Incineradores de Horno Rotatorios e Incineradores de Aire Controlado.

2.3.1.1. Incineradores de Cámara Múltiple.

Son construidos con varias cámaras (dos o tres, como se muestra en la Figura 2.7.), que operan, por lo general, bajo condiciones de aire en exceso. Los incineradores de cámara múltiple fueron desarrollados durante los años 50 y, hasta mediados de los 60 fueron el tipo usado casi exclusivamente por hospitales e instituciones similares. Las emisiones de aire son inaceptablemente altas con estos sistemas, de manera que debe ser instalado equipo para controlar la contaminación del aire.

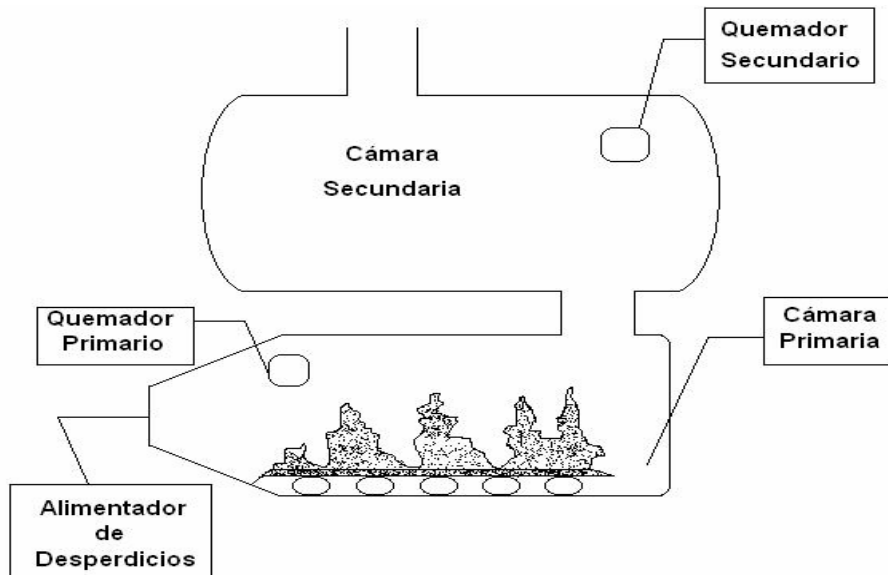


Figura 2.7. Incinerador de cámara múltiple

2.3.1.2 Incineradores de Horno Rotatorio.

Ofrecen cámaras de combustión refractaria, cilíndrica, las cuales rotan el desecho desde el extremo de carga hasta el extremo de descarga, donde es extraído como ceniza. Los incineradores de horno rotatorio presentan cámaras cubiertas de material refractario, cilíndricas, que rotan sobre un eje horizontal, ligeramente inclinado (ver Figura 2.8.), el desecho se carga en un extremo y la rotación del incinerador mueve el desecho hacia el otro extremo, donde es descargado como ceniza. La rotación provee excelente alimentación continua, dando como beneficio que el incinerador no tiene que ser apagado para extraerle las cenizas. Los costos de reparación y mantenimiento son particularmente altos debido a que los desechos botan de un lado a otro dentro de la cámara, desgastando la cubierta refractaria.

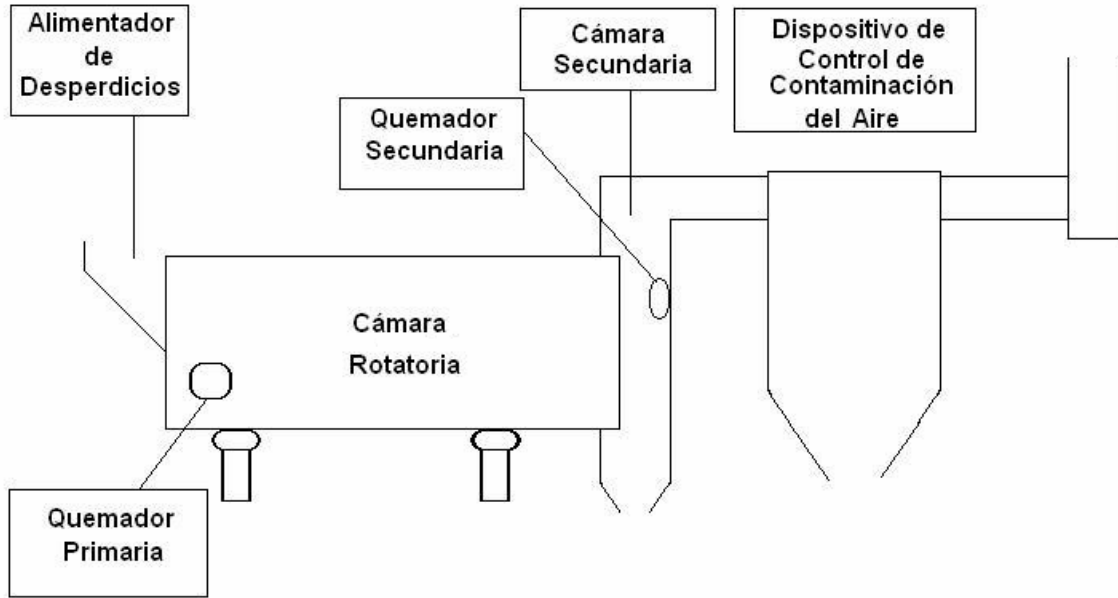


Figura 2.8. Incinerador de Horno Rotatorio

2.3.1.3. Incineradores de Aire Controlado.

Estos incineradores primero queman los desechos bajo condiciones de aire escaso en una cámara primaria, luego queman los productos resultantes de la combustión y los gases volátiles bajo condiciones de aire en exceso en una cámara secundaria. Los incineradores de aire controlado usan dos o más cámaras de combustión separadas para quemar el desperdicio (ver Figura 2.9.), la primera cámara opera en condiciones de aire escaso para volatilizar la humedad presente en los desechos, vaporizar la fracción volátil del desecho y quemar el carbono fijo en el desperdicio. Los gases de la combustión son luego pasados a la cámara secundaria (cámara de post-combustión) del sistema donde el aire es regulado para proveer condiciones de aire en exceso y completar la combustión de las sustancias volátiles y de otros hidrocarburos salidos de la cámara primaria. Se crea buena turbulencia para promover la mezcla de los gases de combustión y el aire de combustión. La mezcla gas/aire es luego quemada a altas temperaturas. Las dos cámaras (primaria y secundaria) se controlan usualmente en forma automática para mantener condiciones optimas de combustión con tasas de cargado, composición y características variantes. Una de las ventajas de este tipo de incineradores es que la condición de aire escaso de la cámara primaria permite que ocurra una combustión

lenta y tranquila, lo que minimiza la emisión de agregados de partículas en los gases de combustión y reduce de este modo las emisiones de estos agregados a la atmósfera.

Las temperaturas inferiores que se logran en esta cámara ayudan a evitar las temperaturas de derretido y fusión de la mayoría de metales, vidrios y otros materiales no combustibles, lo que minimiza la formación de escoria. Las altas temperaturas y las condiciones de aire en exceso de la segunda cámara ayudan a asegurar la combustión completa de gases volátiles y reducen así las emisiones de hidrocarburos.

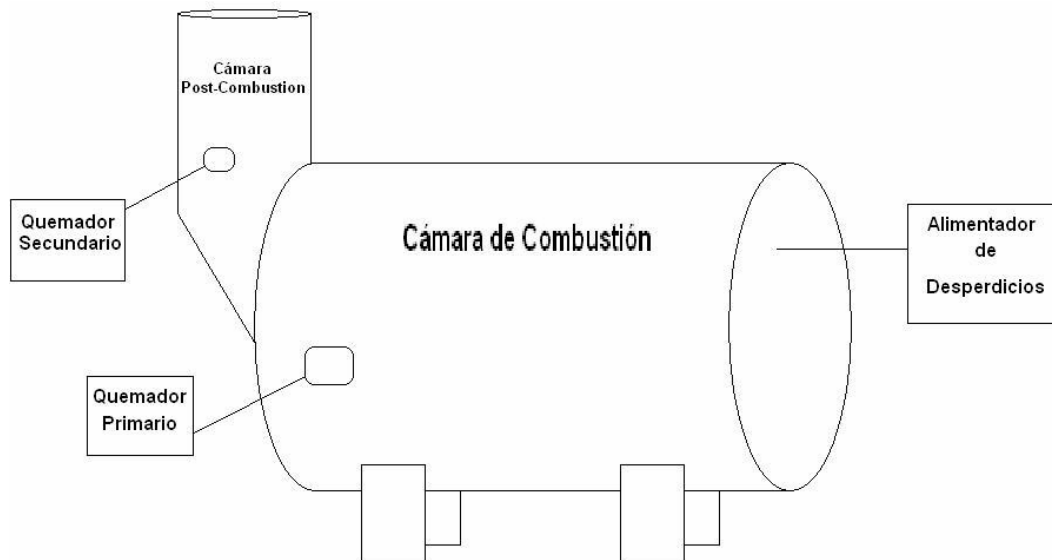


Figura 2.9. Incinerador de aire controlado

2.3.2. Componentes y Accesorios del Incinerador.

Los componentes y características del incinerador que requieren adecuada atención, incluyen las superficies de quemado del incinerador, materias refractarias y recubrimientos, equipo para el combustible auxiliar y quemadores, controles e instrumentación. Estos son discutidos brevemente:

2.3.2.1. Superficie de Quemado del incinerador.

La superficie para quemado puede incluir hogares refractarios calientes o fríos, rejas fijas o móviles o combinaciones de estas superficies.

2.3.2.2. Refractarios.

Los refractarios son materiales resistentes al calor, los cuales proveen contención del proceso de combustión. También reflejan el calor de vuelta al incinerador, sostienen la ceniza y áreas circundantes. Los refractarios pueden ser ladrillos moldeables o preformados o concretos.

2.3.2.3. Forros del Incinerador.

Típicamente, los forros del incinerador incluyen el refractario, una capa aisladora, envoltura de acero y, en algunos casos, una camisa de aire o cubierta de aire.

2.3.2.4. Combustible Auxiliar.

Los sistemas de combustible auxiliar son usados para encender los desechos, precalentar la cámara del incinerador, mantener altas temperaturas y controlar el quemado total.

2.3.2.5. Controles e Instrumentación.

El control del encendido, precalentamiento y el quemado de desechos de baja energía, son las funciones de estos sistemas en la cámara primaria; en la cámara secundaria, se encargan de mantener altas temperaturas y mantener una llama constante para obtener un quemado de materias orgánicas mejorado. Los controles de quemadores pueden ser desde completamente manuales hasta completamente automáticos. Los sistemas modernos integran controles de quemador y de soplador de aire para obtener eficiencias mejoradas.

2.3.3. Etapas en la incineración de los DSBH.

La incineración puede subdividirse en tres fases principales:

- Pre-tratamiento / Alimentación;
- Incineración;
- Control de Contaminación.

2.3.3.1 Alimentación.

En primer lugar los DSBH son segregados y depositados en cavas de color rojo, son recolectados por personal del hospital y transportados a lugar de acopio temporal cercano al cuarto de incineración.

2.3.3.2. Incineración.

Para cumplir con los patrones de control de emisiones atmosféricas, la incineración debe constar de dos fases: combustión primaria y combustión secundaria, tal como se explicó en el apartado 2.3.1.3.

2.3.3.3. Control de Contaminación.

2.3.3.3.1. Combustión Primaria.

En esta fase, que dura de 30 a 120 minutos a una temperatura de 500°C a 800°C, ocurren el secado, el calentamiento, la liberación de sustancias volátiles y la transformación del residuo remanente en cenizas. Allí se genera el material particulado, que es básicamente la humareda oscura producida en una quema no controlada. Las partículas menores son las más perjudiciales al ser humano.

Para esta fase es importante suministrar aire de combustión en cantidad suficiente y de manera homogénea, exponiendo totalmente el residuo al calor.

Al final, la masa de cenizas ya no se reduce más, quedando: carbono no quemado, compuestos minerales de alto punto de vaporización y la mayoría de los metales.

2.3.3.3.2. Combustión Secundaria.

Los gases, vapores y material particulado, liberados en la combustión primaria, son soplados o succionados hacia la cámara de combustión secundaria o post-combustión, en donde permanecen alrededor de dos segundos expuestos a 1000°C o más. En estas condiciones ocurre la destrucción de las sustancias volátiles y parte de las partículas.

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

2.3.3.3.2.1. Temperatura.

La necesidad de mantener la temperatura correcta de incineración exige un control automático de la misma en las dos cámaras, generalmente con alarma para la temperatura baja y paros automáticos para la temperatura alta.

2.3.3.3.2.2. Tiempo.

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

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

2.3.3.3.2.3. Turbulencia.

Es necesario que todo el material, al pasar por la cámara de combustión, permanezca expuesto a la temperatura de incineración durante la misma cantidad de tiempo.

Ninguna porción deberá pasar más rápido, ya que el tiempo de residencia debe ser mantenido. Por lo que, la cámara secundaria se dimensiona con el objetivo de que permita el paso turbulento de los gases, garantizando una mezcla adecuada.

2.3.3.3.2.4. Exceso de Aire.

La combustión completa de un residuo exige la presencia de oxígeno (O_2) en cantidad adecuada. Al saber la composición de este residuo, se puede calcular la cantidad teórica de O_2 que se debe suministrar. En la práctica, sin embargo, es necesario proveer un exceso de aire, porque la mezcla residuo- O_2 no es perfecta.

Normalmente, el exceso de aire y la concentración de CO (monóxido de carbono) son medidos continuamente en la chimenea de un incinerador. Si la cantidad de aire suministrada es suficiente, la concentración de CO en la chimenea es cero, e indica que todos los compuestos orgánicos están siendo adecuadamente destruidos. Cuando el exceso de aire cae debajo de 1% a 1,5%, la combustión pasa a ser incompleta, lo cual se delata por la presencia de CO en la chimenea.

2.3.4. Ventajas de la Incineración de Residuos Sólidos.

2.3.4.1. Reducción drástica del volumen a ser descartado: la incineración deja como sobras las cenizas, que generalmente son inertes. De esta forma, reduce la necesidad de espacio para el relleno sanitario.

2.3.4.2. Reducción del impacto ambiental: en comparación con el relleno sanitario, la incineración minimiza la preocupación a largo plazo, ya que el residuo tóxico es destruido, y no guardado.

2.3.4.3. Desintoxicación: la incineración destruye bacterias, virus y compuestos orgánicos, inclusive dioxinas. En la incineración, la dificultad de destrucción no depende de la peligrosidad del residuo, sino de su resistencia al calor.

2.3.5. Desventajas de la Incineración de Residuos Sólidos.

2.3.5.1. Costo elevado: la incineración es uno de los tratamientos de residuos que presenta costos elevados tanto en la inversión inicial, como en el costo operacional. Normalmente, se debe incinerar sólo lo que no puede ser reciclado. Hoy, con las crecientes exigencias para la mitigación de los impactos ambientales causados por los rellenos sanitarios, se elevan aun más los costos de operación de los incineradores.

2.3.5.2. Exige mano de obra calificada: es difícil encontrar y mantener personal bien calificado para la supervisión y operación de los incineradores.

2.3.5.3. Problemas operacionales: la variabilidad de la composición de los residuos puede causar problemas de manejo y de operación del incinerador, e inclusive exigir un mantenimiento más intenso.

2.3.5.4. Límite de emisiones de componentes de la clase de las dioxinas y furanos: no existe consenso en cuanto al límite de emisión de los incineradores.

2.4. Desinfección por Microondas.

Consiste en someter los desechos bioinfecciosos, previamente triturados y rociados con vapor, a vibraciones electromagnéticas de alta frecuencia, hasta alcanzar y mantener una temperatura de 95°C a 100 °C por el tiempo necesario.

Estas vibraciones electromagnéticas producen como resultado el movimiento a gran velocidad de las moléculas de agua presentes en los desechos. La fricción que se origina entre ellas genera un intenso calor.

El proceso no es apropiado para grandes cantidades de DSBH y tampoco para desechos patológicos. Existe también el riesgo de emisiones de aerosoles que pueden contener productos orgánicos peligrosos.

Los sistemas de desinfección por microondas son muy utilizados para el tratamiento local de los desechos de laboratorios y son constituidos por hornos pequeños, cuyo principio de funcionamiento es el mismo de los hornos de microondas de uso doméstico.

Nunca hay que poner objetos metálicos en estos hornos, ya que las microondas, al rebotar en el metal, generan descargas eléctricas entre éstos y las paredes del horno. Por consiguiente, los punzocortantes en ningún caso deben tratarse con este sistema.

2.4.1. Ventajas:

- Alto grado de efectividad.
- Bajo consumo de energía, aproximadamente.

2.4.2. Desventajas:

- Costo de instalación superior del autoclave.
- No es apropiado para tratar más de 800 a 1000 kg diarios de desechos.
- Riesgos de emisiones de aerosoles que pueden contener productos orgánicos peligrosos.
- Requiere personal especializado y estrictas normas de seguridad.

2.5. Desinfección Química.

Los procesos incluyen el contacto de los residuos hospitalarios con desinfectantes químicos. Los materiales entran a un baño donde son mezclados con el desinfectante. Los líquidos resultantes, incluyendo cualquier rezago del agente desinfectante, son descargados al sistema de alcantarillado, mientras que los sólidos ya desinfectados son dispuestos en el relleno.

La eficiencia de desinfección depende del tipo de desinfectante utilizado, se deben controlar factores como concentración, temperatura, ph, tiempo de contacto del desinfectante con los residuos.

Los desinfectantes son:

- Dióxido de cloro.
- Hipoclorito de sodio.
- Óxido de etileno.
- Formaldehído y otros.

2.5.1. Ventajas.

- Costo moderado de inversión y operación.
- Económico para establecimientos pequeños y medianos.
- Operación relativamente sencilla por la automatización del equipo.

2.5.2. Desventajas.

- Los productos químicos usados como desinfectantes son a veces sustancias peligrosas y requieren precauciones en su manejo.
- Los residuos contienen remanentes de sustancias químicas.

2.6. Métodos Utilizados para Tratamiento de los DSBH.

En la actualidad existen diversos sistemas de tratamiento de desinfección de los DSBH para una disposición final adecuada. En la tabla 2.5 se pueden apreciar los métodos más utilizados para el tratamiento de los DSBH, las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y las características más importante de los mismos.

TRATAMIENTO	COMENTARIOS
Desinfección Química	<p>Utiliza una amplia variedad de desinfectantes. Requiere trituración preliminar de los desechos. Bajo costo. Existen problemas relacionados con la descarga del desinfectante utilizado y de los lodos producidos en la operación.</p>
Desinfección Térmica Húmeda (Autoclave)	<p>Temperaturas entre 130° y 160°C y los tiempos de contacto entre 15 y 20 minutos. Alto grado de efectividad</p>
<u>Desinfección</u> por Microondas	<p>Desechos previamente triturados y rociados con vapor. Utiliza vibraciones electromagnéticas de alta frecuencia hasta alcanzar y mantener una temperatura de 96 a 100 °C por el tiempo necesario. Alto grado de efectividad.</p>
Destrucción por incineración	<p>Reducen los desechos a cenizas. Los incineradores pueden quemar la mayoría de los desechos sólidos peligrosos, incluyendo los farmacéuticos y los químico-orgánicos, pero no los desechos radiactivos ni los contenedores presurizados. Destruyen cualquier material que contenga carbón orgánico, incluyendo los patógenos, y reducen entre un 80 y un 95% el volumen de los desechos. El costo del sistema es de dos o tres veces más que cualquier otro, necesita un mantenimiento constante y conlleva el riesgo de posibles emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera.</p>

Tabla 2.5. Cuadro comparativo de los métodos de tratamiento de los DSBH.

2.7 Conclusiones.

2.7.1 Las tecnologías analizadas en el presente capítulo son las posibles de aplicar en el HRISA dado su amplia utilización en la región, características de trabajo recomendables por organismos internacionales.

2.7.2 Los tratamientos presentados son aplicables siempre y cuando se cumplan con normas básicas de seguridad para su utilización, aplicándose así, protocolos de manejo de los equipos, mantenimientos programados y capacitación del personal a cargo de todo el proceso.

2.7.3 La incineración y la esterilización es la tecnología más utilizada en nuestro medio, por lo que la aplicación responsable de estas puede dar resultados favorables para el manejo de los DSBH.

2.7.4 El tratamiento y adecuada disposición final de los DSBH es responsabilidad del HRISA, siendo la institución la señalada por la ley para velar por su adecuado manejo, según el artículo 24 de la Legislación Ambiental 2004 de El Salvador⁽⁶⁾.

6. Artículo 24: Deberes del Generador. La responsabilidad del manejo y disposición final de los desechos peligrosos corresponde al titular de la actividad obra o proyecto.

CAPITULO 3: ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS EQUIPOS EXISTENTES PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.

3.1. Introducción.

En esta etapa, se analizan los equipos existentes en el Hospital Regional del ISSS de Santa Ana (tres esterilizadores y un incinerador), describiendo sus características básicas, funcionamiento, sistemas auxiliares y finalmente su estado actual.

3.2. Esterilizador No.1.

3.2.1. Generalidades.

Este es un Esterilizador marca Vernitron, modelo UE 650 que fue producido por la empresa Vernitron Medical Products Inc. Fabricado en 1978 en Estados Unidos. Las medidas externas del mismo son las siguientes: 1.18 mts de alto, 1.9 mts de ancho y 0.75 mts de frente, y sus medidas internas son 0.97 mts largo, 0.51 mts de ancho y 0.51 mts de alto, teniendo este equipo un capacidad de 71.69 gal.

Este esterilizador cuenta con dos puertas las cuales una de ellas esta en el área gris (Figura 3.1, esta es el área en que todo el material e indumentaria esta lista para ser sometida al proceso de esterilización), la segunda compuerta esta en el área blanca (Figura 3.2 o área donde los material que ya han pasado por el proceso de esterilización son retirados de la cámara y están listo para su utilización).

Como se observa en la Figura 3.1 y Figura 3.2 cada compuerta posee una manivela de seguridad responsable de asegurar cada una de las puertas y así evitar que éstas sean abiertas cuando la cámara interna esta aun presurizada. Estas manivelas cuentan con un sensor de seguridad el cual detecta la presión interna de la cámara e impiden así la apertura de la compuerta si la presión interna es muy alta, caso contrario si la presión interna de la cámara es lo suficientemente baja para que este sensor no se active, la compuerta se puede abrir.

El interior de este esterilizador esta compuesto por dos cámaras, la cuales están una sobrepuesta de la otra; una de estas cámaras es llamada Jacket y la otra es llamada Chamber (Figura 3.3).



Figura 3.1. Compuerta Area Gris.

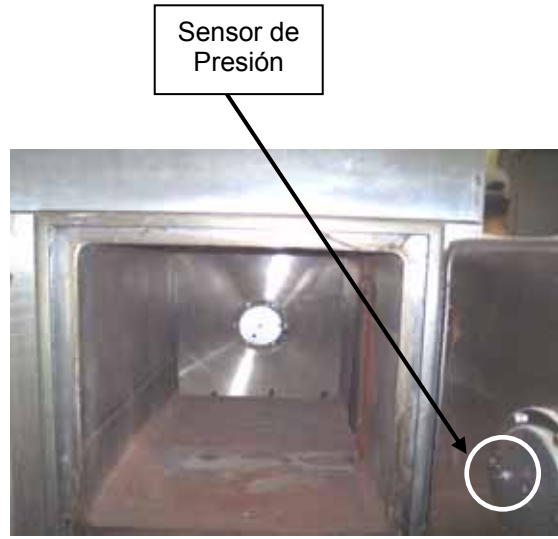


Figura 3.2. Compuerta Area Blanca.



Figura 3.3. Interior del esterilizador, señalización de cámara externa e interna.

La cámara externa o jacket esta encargada de mantener el vapor atrapado calentando la cámara interna o chamber, la cámara interna es el lugar donde se lleva a cabo el proceso de esterilización, es aquí donde los materiales sometidos al proceso reposan durante el tiempo necesario para que la esterilización se lleve a cabo, los equipos e indumentaria que se someterán al proceso de esterilización son ingresados dentro de la chamber.

3.2.2. Condiciones Eléctricas del Equipo.

Las condiciones eléctricas necesarias para que este equipo opere son: una acometida eléctrica de 120 Vac la cual alimenta los diferentes controles de iluminación e indicadores de temperatura y presión.

El equipo cuenta internamente con una protección de 20A/1P, que resguarda de altas corrientes los equipos de control y un equipo en especial: un generador de vapor interno o calderín. Este era el encargado de generar el vapor necesario para operar si en algún momento el sistema de vapor fallara, actualmente éste ha sido removido.

El vapor utilizado por el equipo es controlado por medio de válvulas solenoides normalmente cerradas conectadas a la red de vapor del hospital, éstas trabajan de manera similar a un contactor eléctrico, es decir que la válvula solenoide (Figura 3.4) al momento de energizarse abre, permitiendo el paso del vapor hacia la cámara externa.

El equipo también cuenta con una llave, la cual abre y cierra el paso del vapor proveniente de la red interna.

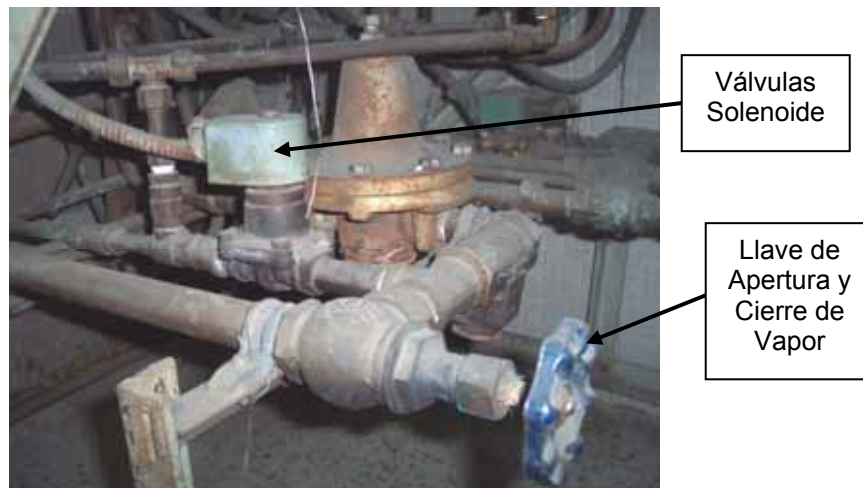


Figura 3.4. Sistema de Control de Vapor.

El sistema de control cuenta también con válvulas de seguridad las cuales dejan salir la presión adicional a la necesaria, estas válvulas están seteadas previamente y su rango de trabajo va desde 16 a 32 libras.

El estado actual del equipo es de deterioro parcial, debido a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo ya que se dejó de usar años atrás. Actualmente el equipo se encuentra asignado a un pasillo de acceso al área de esterilización donde el polvo ha hecho su efecto. Los datos de placa del equipo se ilustran en las Figuras 3.5 y 3.6.



Figura 3.5. Placa de Identificación Parámetros Eléctricos del Equipo.

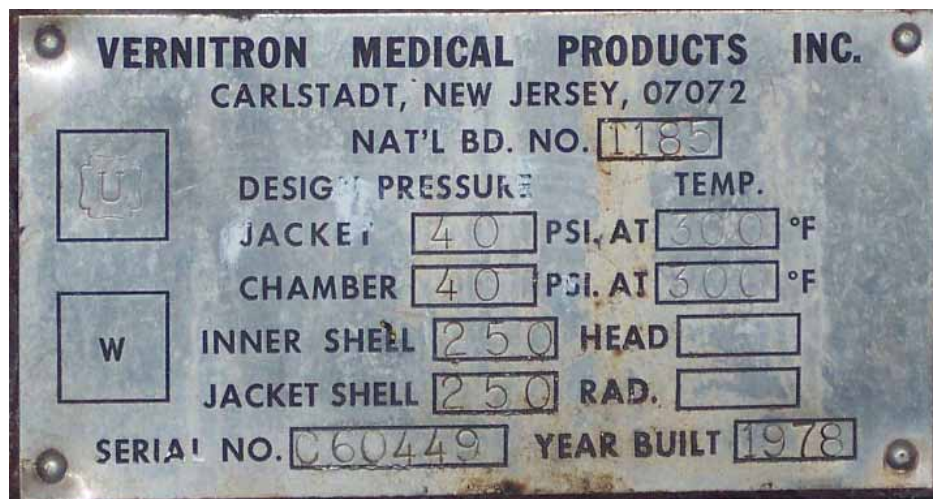


Figura 3.6. Características de Presión de las Cámaras Interna y Externa del Equipo.

3.3. Esterilizador No.2.

3.3.1. Generalidades

Este es un esterilizador de vapor saturado, modelo Vernitron Serie R2038CZ-1, como se aprecia en la placa descriptiva de las características del equipo en la Figura 3.8. El funcionamiento de este equipo es puramente neumático; es decir, que para su funcionamiento no es necesario ningún tipo de control electrónico y sus válvulas de seguridad y operación funcionan a base de principios neumáticos. En la Figura 3.7, podemos ver las condiciones físicas en las que se encuentra el equipo, éste posee 1.2 mts de largo por 0.75 mts de frente y 1.9 mts de alto. El esterilizador cuenta solamente con una entrada de acceso hacia la cámara esterilizadora, la cual posee una llave de seguridad que impide que el equipo sea abierto bajo condiciones de operación, (ver Figura 3.9).

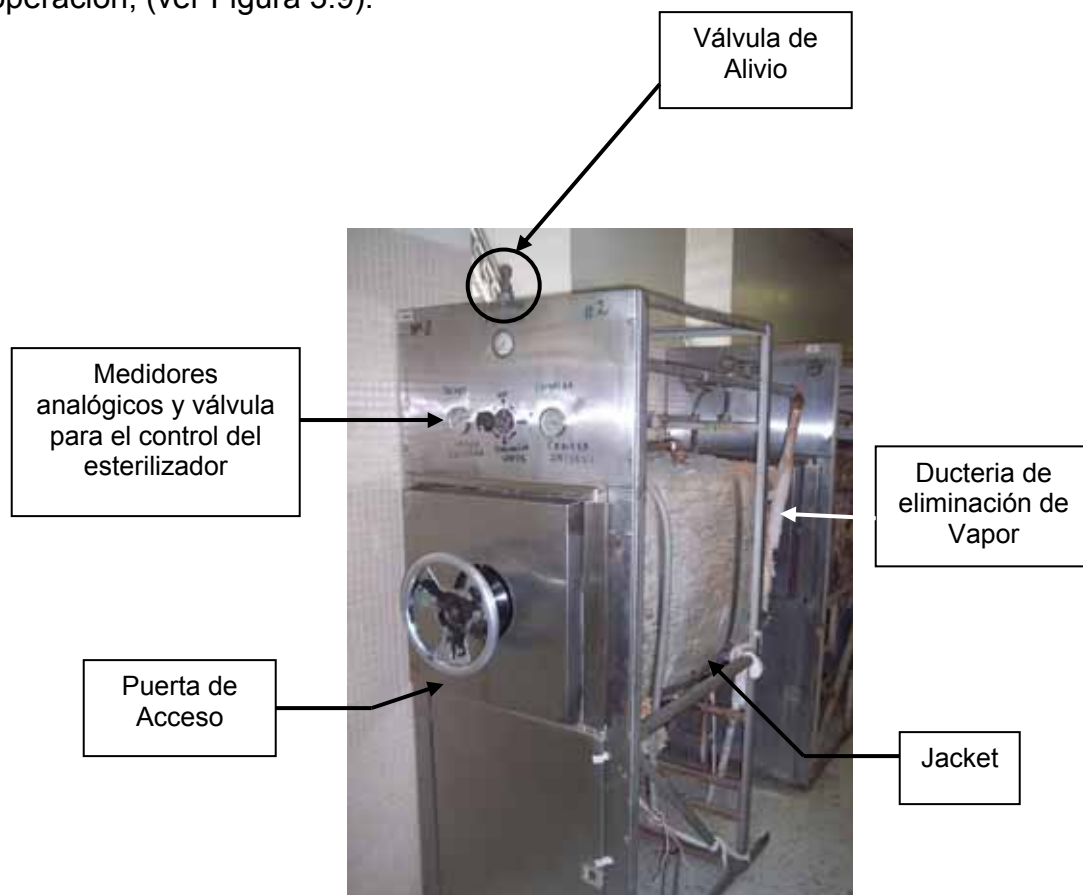


Figura 3.7. Esterilizador No. 2.



Figura 3.8. Placa Descriptiva de Características del Equipo.

La cámara de esterilización esta compuesta por dos partes: la primera es la cámara externa (jacket), que es la encargada de recibir el vapor directamente de la red y presurizar el equipo a un valor determinado de operación (25 Lbs). La segunda es la cámara interna (chamber), en la que se depositan los materiales e indumentaria para que puedan ser sometidos al proceso de esterilización, ésta recamara posee las siguientes medidas: 0.97 mts de largo, 0.51 mts de ancho y 0.51 mts de alto, teniendo este equipo un capacidad de 71.69 gal; como lo muestra la Figura 3.9.

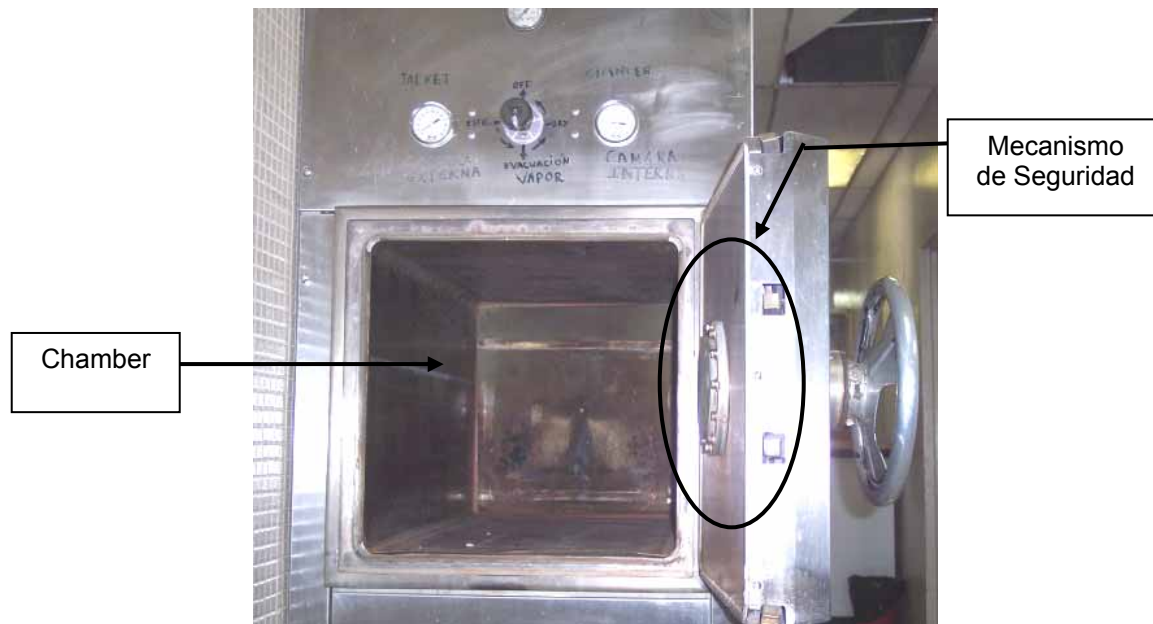


Figura 3.9. Cámara interna del Esterilizador

El equipo se encontraba conectado directamente a la red de vapor del Hospital y manejaba vapor saturado a una presión de 25 lbs en su cámara externa (jacket); ésta

se conecta a la cámara interna por medio de válvulas que regulan el paso de vapor, y se accionan después de cerrar herméticamente la puerta de acceso del esterilizador.

3.3.2. Funcionamiento del Equipo.

El proceso se realiza completamente en forma manual y se maneja por medio de una válvula multipuerta (Figura 3.10), ubicada sobre la puerta de acceso del esterilizador (ver Figura 3.7).

Las posiciones o ciclos de trabajo con que cuenta la maquina son:

- Apagado (Off).
- Esterilización.
- Evacuación de Vapor.
- Secado (Dry).



Figura 3.10. Sistemas de Control.

Antes de mover la válvula multipuerta al estado de esterilización, primero se abren las válvulas que permiten el paso del vapor saturado hacia la cámara secundaria (Jacket), hasta lograr una presión de 25 lbs, este valor se puede observar en el manómetro correspondiente (Figura 3.10). Posteriormente se mueve manualmente la válvula multipuerta hacia el estado de esterilización.

Dentro de la cámara interna (Chamber), el esterilizador maneja una presión de 20 lbs., y durante 25 minutos se mantiene el flujo de vapor dentro de ésta, a presión constante, para poder esterilizar los objetos ingresados. El equipo permite llevar un control de la presión dentro de la cámara por medio de un segundo manómetro para este propósito (Figura 3.10).

En el caso que se presenta un aumento súbito de presión, el equipo cuenta con una válvula de alivio de tipo ferrocarril (Figura 3.11) que se encarga de liberar el vapor saturado en exceso, también cuenta con ductería que guía el vapor saturado para posteriormente ser expulsado al ambiente (ver Figura 3.7)

Después de 25 min. el esterilizador pasa a una etapa de evacuación de vapor, la cual demora 15 minutos.



Figura 3.11. Válvula de Alivio Tipo Ferrocarril.

Posteriormente el esterilizador pasa a una etapa de secado de los materiales, en la que se evacua el vapor condensado dentro de la recámara interna; esto se logra ingresando un flujo constante de vapor que lleva a las partículas condensadas al fondo de la cámara donde son evacuadas. Con esto se finaliza el proceso, posteriormente se retiran los objetos esterilizados y se reinicia el proceso.

Durante el proceso se requiere que el personal lleve un registro por separado de los tiempos en cada etapa del proceso y finalizado el tiempo de cada etapa mover la válvula multipuerta a la siguiente posición las veces que fuere necesario.

3.3.3. Equipos Auxiliares.

Cuando el equipo fue adquirido, éste contaba con un generador de vapor o calderín monofásico de 220 V, el cual tenía la función de ser una fuente de respaldo para la entrega de vapor a la cámara externa del esterilizador cuando existiese algún inconveniente con la alimentación de vapor desde la red local del hospital, permitiendo al equipo permanecer en operación. Actualmente éste componente de respaldo ha sido removido y el equipo opera con ajustes realizados al sistema de alimentación de vapor.

El equipo cuenta con dos manómetros analógicos, ubicados en la parte frontal del esterilizador sobre la puerta de acceso, que se encargan de la medición de las presiones en la cámara externa e interna (Figura 3.10); también cuenta con un medidor analógico de temperatura, (Figura 3.12), el cual registra la temperatura de la recámara interna durante todo el proceso de esterilización. Estos son los únicos componentes con los que cuenta el equipo para poder llevar un registro de las condiciones de esterilización durante todo el proceso.



Figura 3.12 Medición analógica de temperatura

3.4. Esterilizador No. 3.

3.4.1. Generalidades.

Este es un equipo esterilizador marca Vernitron tipo Pre-Vacuum Sterilizer sus medidas externas son: 1.82 mts de largo, por 1.016 mts de ancho y 2.03 mts de alto, y sus medidas internas son: 1.70 mts de largo, por 0.71 mts de ancho y 1.0 mts de alto; teniendo este equipo un capacidad de 343 gal. Este equipo era distribuido por la empresa Vernitron en los años 80's, originalmente este equipo contaba con controles indicadores de registro de operación, así como con timers que se podían programar para realizar automáticamente el inicio y paro de operación. En la actualidad este equipo se encuentra en uso por el área de esterilización (Arsenal), del HRISA y tiene un régimen continuo de utilización. Se encuentra habilitado manualmente, es decir, que lo han adecuado empíricamente para su funcionamiento y control.

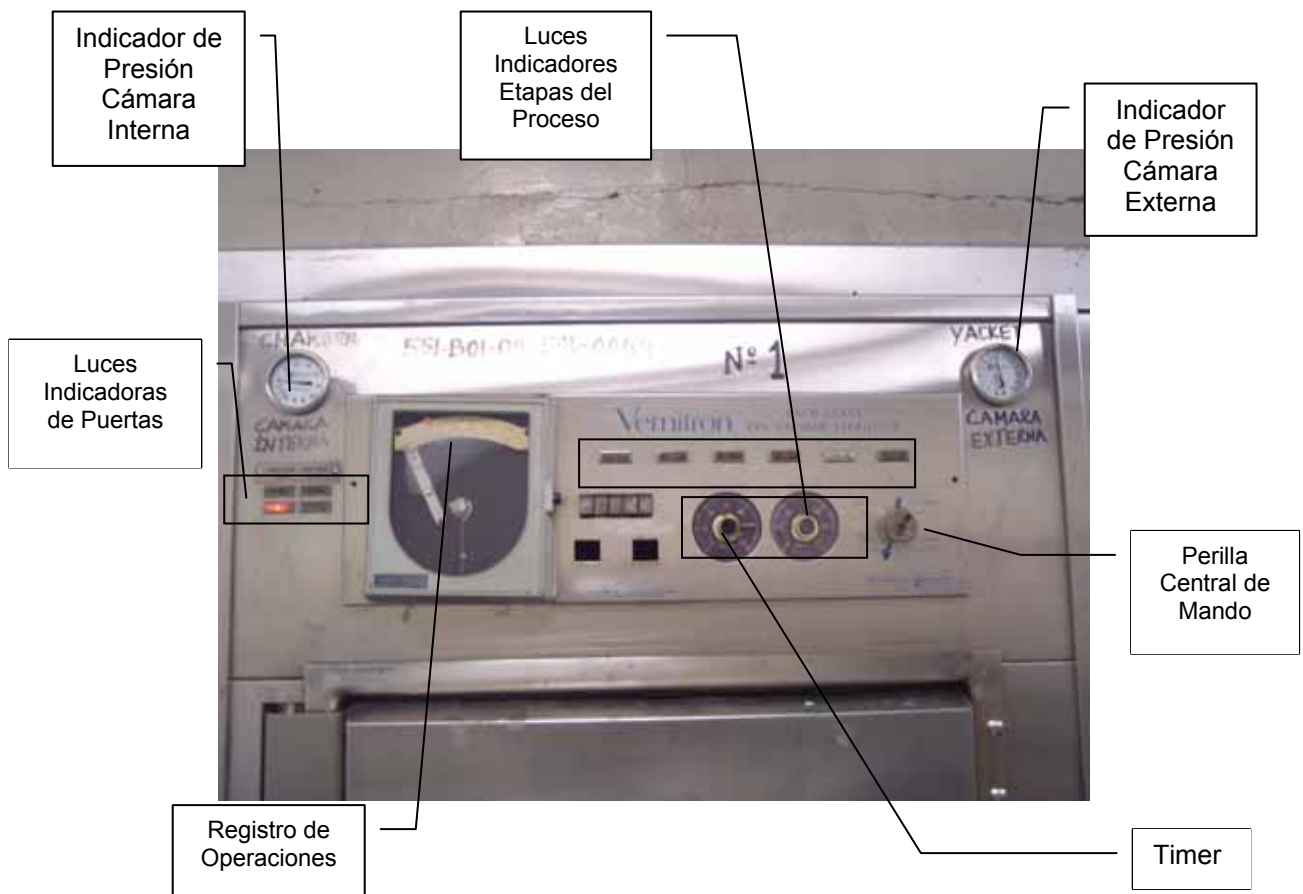


Figura 3.13. Parte frontal esterilizador No. 3.

En el frente de este equipo (ver Figura 3.13), se encuentran los controles de registro de operaciones, luces indicadoras, manómetros que indican la presión de las cámaras (Chamber y Jacket). En la parte central el equipo consta también con dos manómetros que miden constantemente las presiones de las cámaras interna y externa. Estos manómetros son revisados por los operadores del equipo para conocer cuando mover la perilla de mando que permite adecuar las diferentes etapas de funcionamiento. El equipo consta de cuatro ciclos de trabajo los cuales son:

- Apagado (Off).
- Esterilización.
- Evacuación de Vapor.
- Secado (Dry).

Cada una de estas etapas o ciclos de operación son conmutadas manualmente a los diferentes estados de operación por parte del personal encargado de la esterilización de equipos instrumentarios basándose en un registro de tiempos.

Como se observa en la Figura 3.11 el equipo contaba originalmente con controles de Start y Stop para el inicio y finalización del ciclo de trabajo, sin embargo, estos han sido retirados.

3.4.2. Condiciones del Sistema Eléctrico.

Las condiciones eléctricas del equipo están en un estado no recomendable para su operación, ya que, como se muestra en la Figura 3.14, existen partes eléctricas que han sido acondicionadas para el actual funcionamiento pero esto no quiere decir que este acondicionamiento sea el más adecuado.

El equipo posee una alimentación de 120 Vac, este voltaje es el que alimenta a los circuitos y reles con que el equipo cuenta, así como también alimenta las luces de señalización.

El voltaje de alimentación proviene de un tablero trifásico que se encuentra instalado a un costado del equipo, estas conexiones van directamente al equipo. Las protecciones térmicas con que cuenta este tablero están sobredimensionadas para la adecuada protección de los reles y luminarias de indicación instaladas.



Figura 3.14. Condiciones de Instalaciones Eléctricas.

Originalmente el equipo contaba con un motor trifásico encargado de crear un vacío en la cámara interna, para que el vapor pudiese penetrar profundamente en los materiales e instrumentaria quirúrgica que se somete al proceso de esterilización.

Este motor se dañó y sus conexiones han quedado en desuso, en la Figura 3.15 se puede observar tanto el motor como los conductores que lo alimentaban; en la figura 3.16 se observan las protecciones térmicas que utilizaba el mismo.



Figura 3.15. Motor Trifásico Generador de Vacío.

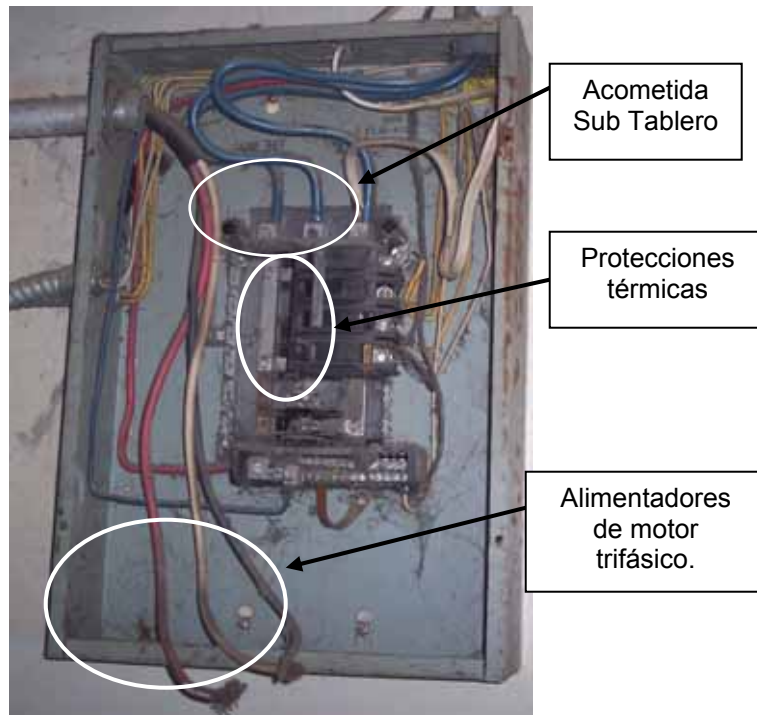


Figura 3.16. Tablero Eléctrico Trifásico y alimentadores de motor.

Internamente el equipo cuenta con una serie de reles y contactores, los cuales actúan al momento de mover la perilla de mando, realizando las diferentes funciones del esterilizador (apagado, esterilización, evacuación de vapor y secado).

En la Figura 3.16 se observan también los alimentadores que se dirigen hacia el motor trifásico, éstos son del tipo TSJ o Bulcan calibre #8 el cual, según sus especificaciones de fabricación, podría soportar una corriente máxima de 50A. Por los años de uso, este conductor ya está en ambos extremos deteriorado, ya que presenta cristalización de su recubrimiento aislante; el tablero en el que se conectaba también presenta daño en sus cuerpos terminales de conexión.

Dado que la placa del motor se encuentra corroída por el vapor y agentes externos, no se conoce con seguridad la ampacidad de las protecciones térmicas para salvaguardar el equipo, ni las especificaciones técnicas del motor.

Como se observa en la Figura 3.17 el rack de contactores no ha sido sometido a ningún tipo de mantenimiento preventivo y es visible el grado de deterioro observándose en estos polvo, grasa y oxidación de los contactos. Como se ha

mencionado anteriormente la función principal de estos contactores es el cambio de estado de operación entre cada movimiento de la perilla de control del equipo.

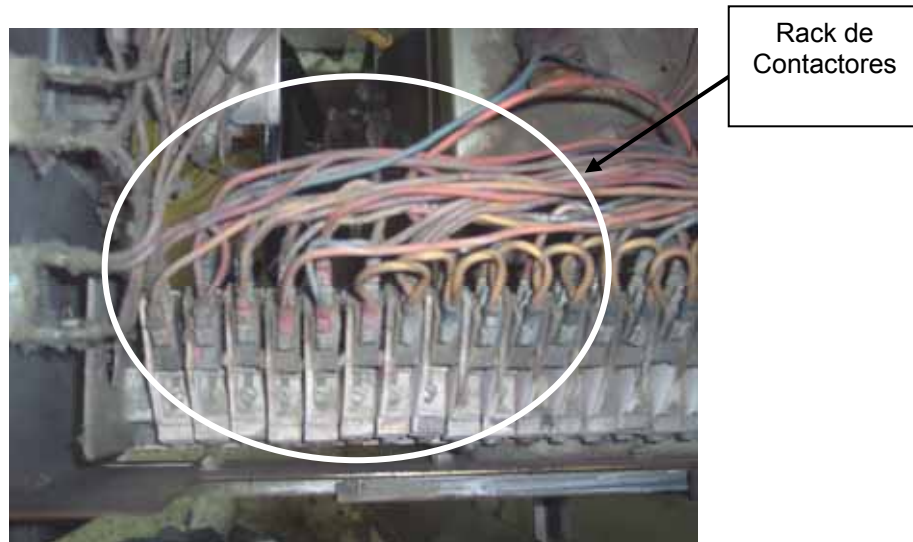


Figura 3.17. Rack de Contactores.

3.4.3. Sistemas Auxiliares.

Uno de los principales sistemas auxiliares con que cuenta y necesita este equipo, es el de vapor, este sistema consiste en central de calderas encargadas del suministro total de vapor del hospital, el cual provee una presión constante de 25 lb. El vapor viaja por medio de tuberías galvanizadas de un diámetro de $\frac{1}{2}$ ", como se puede observar en la Figura 3.18; estas tuberías se encuentran en un estado de oxidación y deterioro muy avanzado debido a la falta de reemplazo y mantenimiento.

Para el control del vapor que ingresa a las cámaras de este esterilizador se cuenta con una válvula o llave giratoria, la cual corta o alimenta el suministro de vapor al esterilizador (ver Figura 3.18).

Por la cantidad de vapor que ingresa al equipo y la temperatura que se maneja al interior de éste, el vapor llega a condensarse convirtiéndose en agua a alta temperatura, ésta necesita ser eliminada por el equipo, la operación se realiza desechando el agua por un sistema de desagüe central.

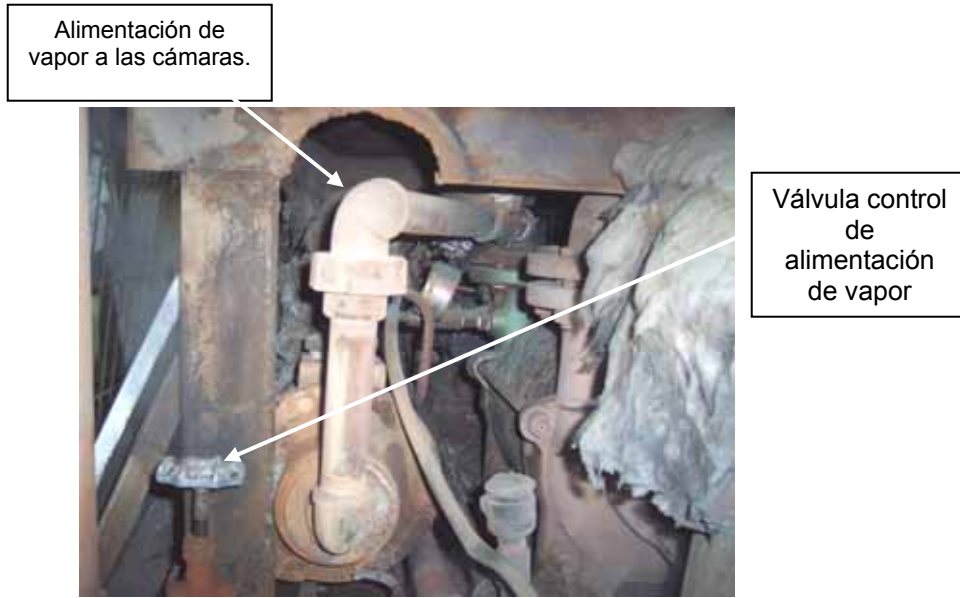


Figura 3.18. Sistema de Alimentación de Vapor.

La tubería de ingreso de agua caliente hacia el desagüe esta en estado de oxidación y destrucción parcial, por lo que se ha acomodado en este punto una pieza de lámina que direcciona el agua hasta el orificio de desagüe Figura 3.19.



Figura 3.19. Adaptación para el Desagüe.

Como se explicó anteriormente, el equipo tiene diferentes fases de trabajo, éstas son comandadas por la perilla de control como por los contactores internos.

Cuando el equipo ha terminado el proceso de esterilización es necesario que la presión al interior de la cámara de esterilización sea evacuada, esto ocurre por la acción de dos válvulas de seguridad (Figura 3.20), al mismo tiempo si en un momento dado la presión dentro de la cámara de esterilización es demasiado alta, ocurre la liberación de la presión por estas mismas válvulas, la cuales cuentan con una conexión de 110 Volts. Estas válvulas son normalmente cerradas, al momento de energizar sus terminales eléctricas esta válvula se apertura, provocando así la liberación de la presión interna de la cámara. Estas válvulas están ubicadas en la parte superior del equipo esterilizador.

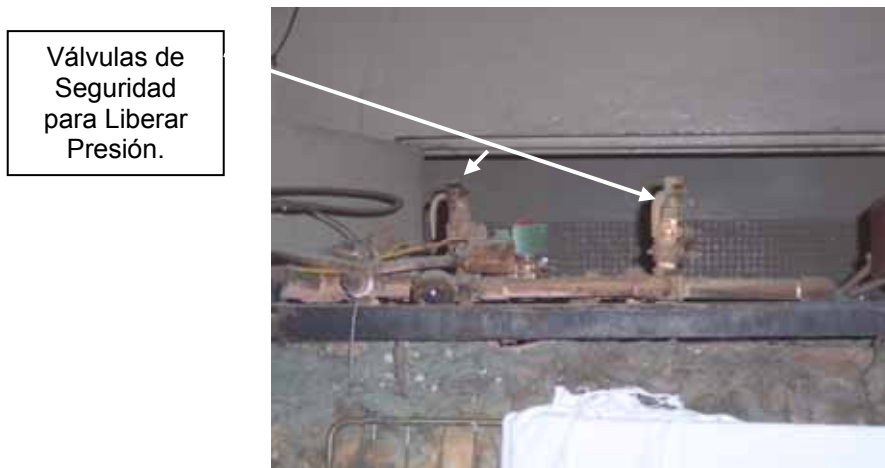


Figura 3.20. Válvulas de Seguridad y liberación de Vapor

3.5. El Incinerador.

El Hospital Regional del ISSS de Santa Ana cuenta con un Incinerador marca Kelley, modelo E-003800-Z-Y-89 fabricado por la compañía estadounidense Kelley Company Inc. a finales de los años setenta. Este se encuentra instalado en un cuarto diseñado, originalmente, para alojar exclusivamente el equipo incinerador y sus sistemas auxiliares; sin embargo, debido a que desde hace nueve años el incinerador se encuentra en desuso ahora sus instalaciones son utilizadas como bodega, como lo muestra la Figura 3.21., e incluso se ha convertido en el lugar de

acopio para los DSBH producidos por la institución, como se puede ver en la Figura 3.21.



Figura 3.21. Instalaciones del Incinerador.

En la Figura 3.22 se puede observar el equipo incinerador instalado en el Hospital, el cual esta conformado por una cámara de combustión cilíndrica con 2 mts. de largo y un diámetro de 1.6 mts, montado sobre una base de hierro que permite la fijación del mismo, dándole una altura total sobre el nivel del suelo de 1.73 mts. Ubicada sobre esta cámara, en el centro de la estructura, se encuentra la cámara de post - combustión (36 cms de diámetro aprox.) que permite que los gases de expulsión, típicos de toda combustión, tengan una ruta de salida de la cámara de combustión primaria y al mismo tiempo puedan ser tratados al pasar por la llama de un segundo quemador.

El incinerador esta elaborado externamente en perfiles de lámina de acero de aproximadamente $\frac{1}{4}$ ", que recibe en su superficie un tratamiento con pintura resistente a altas temperaturas, al interior de esta lámina existe una capa de cemento refractario de aproximadamente 10 cms de espesor que, al curarse, puede soportar altas temperaturas y se hace sumamente resistente a la fricción y a los golpes.

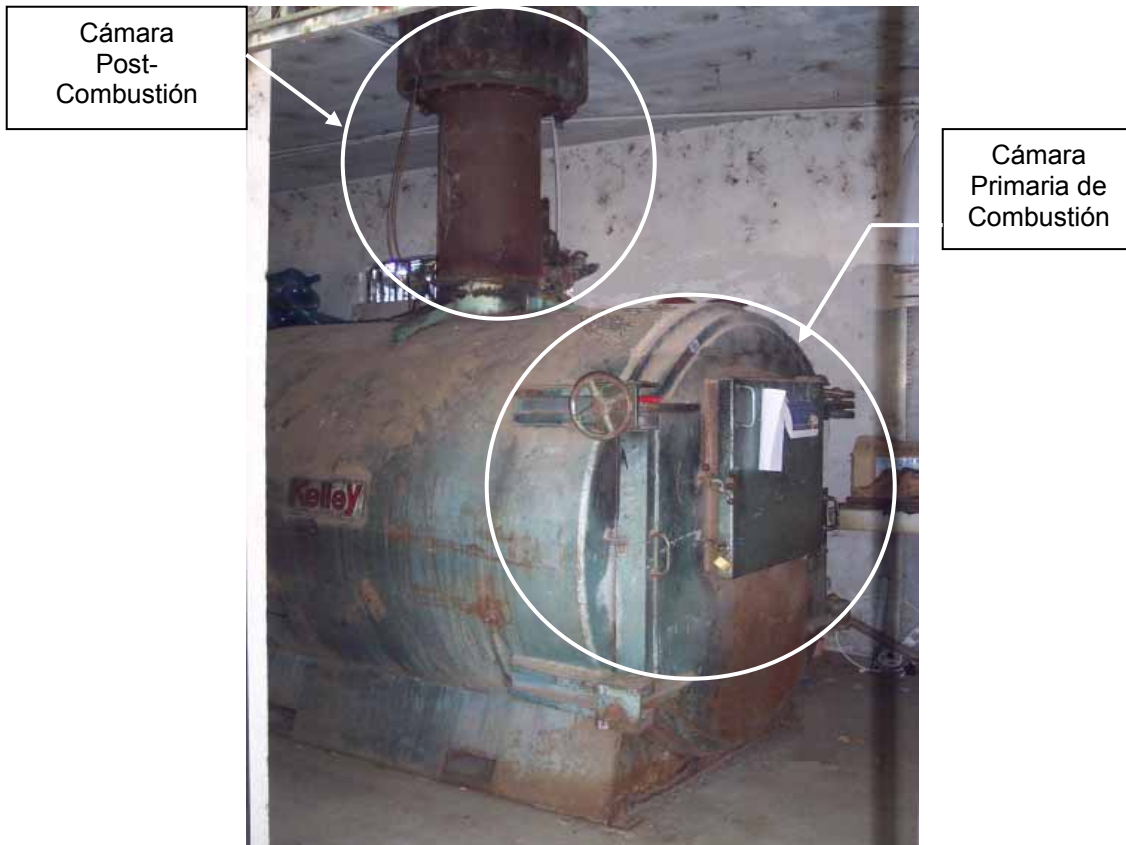


Figura 3.22. Incinerador.

La capa de cemento refractario es la encargada de contener dentro de la cámara todo el calor que se produce por el proceso de combustión y mantener una temperatura estable durante todo el proceso, aislando el calor y conteniendo al máximo la transferencia del mismo al ambiente circundante. La temperatura exterior de la lámina de la cámara dependerá de las condiciones de aireación y la temperatura ambiente del sitio donde esta el incinerador.

Finalmente, sobre la cámara de post – combustión se encuentra la chimenea, formada por un cilindro de aluminio de 36 cms de diámetro y 6 mts de alto sobre el techo del cuarto de incineración aproximadamente (ver Figura 3.23); ésta se encarga de guiar los gases de expulsión hacia la atmósfera. La chimenea no posee ningún tipo de campana o filtro que retenga las partículas sólidas aun contenidas dentro de los gases de combustión, siendo éstos expulsados directamente al ambiente;

únicamente cuenta con una red o malla metálica en la parte superior que impide el acceso de cualquier ave, animal o insecto.



Figura 3.23. Chimenea.

El recubrimiento interno de la cámara de combustión fue recientemente reparado, como lo muestra la Figura 3.24, se agregó una nueva capa de cemento refractario, con la finalidad de habilitar nuevamente el equipo, aunque esto no se concretó. Dentro de esta cámara los desechos son colocados sobre una plancha metálica que posee entradas o cortes que permiten que la llama del quemador penetre a los desechos directamente. La llama tiene una flecha aproximada de 1 mt, es decir, que los desechos deben ser colocados lo más próximo de la llama para poder ser totalmente incinerados.



Figura 3.24. Interior del Incinerador

3.5.1. Funcionamiento Básico.

La incineración es un proceso en el que se usa combustión controlada a altas temperaturas, para destruir organismos o materias orgánicas presentes en materiales de desecho. Los incineradores modernos están diseñados para maximizar las eficiencias de la combustión.

Los desechos son colocados manualmente en la cámara de combustión del incinerador y distribuidos uniformemente sobre una plancha (ver Figura 3.24). La puerta de carga es luego cerrada y el quemador post-combustión es encendido (ver Figura 3.25); esto se logra inyectando diesel al quemador, en forma pulverizada, proveniente del tanque de almacenamiento que se encuentra dentro de las instalaciones de incineración.

Cuando se alcanza la temperatura de operación en la cámara de post-combustión, se enciende el quemador primario (ver Figura 3.26); éste incendia los residuos, iniciándose el proceso de incineración. El diesel se incendia al pasar por un arco eléctrico producido por una diferencia de potencial de 10KV entre dos electrodos, conectados a un transformador de alta tensión (ver Figura 3.32); la llama generada hace que la temperatura dentro de la recamara aumente hasta un valor

que se mantiene en un rango entre 850°C a 900°C y es controlada por termocuplas, ubicadas dentro de la cámara, manteniendo una temperatura constante y limitando el caudal de aire introducido a la cámara por debajo del necesario para una combustión total, obteniéndose una oxigenación parcial y por consiguiente una liberación baja de calor.

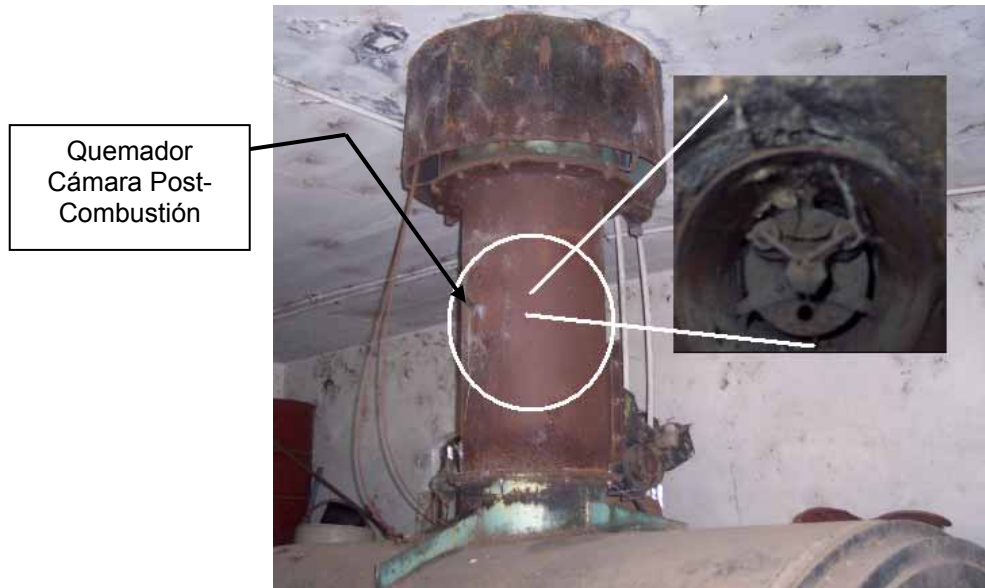


Figura 3.25. Quemador Cámara Post-Combustion



Figura 3.26. Quemador Cámara Primaria

Los gases volátiles se producen en la cámara primaria y son parcialmente quemados en ésta, luego pasan a la cámara de post-combustión donde terminan de quemarse. Luego los DSBH se incendian por si mismos, para lo que se suministra aire de forma constante durante todo el proceso de combustión.

Durante el periodo inicial cantidades insuficientes de calor son típicamente suministrados; mientras el material orgánico se consume se va haciendo menos necesario el suministro de aire. Eventualmente la cámara opera con aire en exceso.

Los gases generados en la cámara inferior pasan directamente a la cámara superior, donde se introduce aire adicional para obtener una atmósfera oxidante que permite que los gases se incineren a una temperatura superior a la cámara primaria, éste calor adicional es generado por un segundo quemador, el cual mantiene una temperatura entre 980°C y 1200°C (1796 °F y 2192 °F). Luego de eliminarse la mayor cantidad de toxinas inertes en los gases de expulsión, estos son liberados al ambiente circundante a la salida de la chimenea.

Una vez los desechos son consumidos, el quemador primario es apagado; los elementos no combustibles que quedan en el fondo de la recamara primaria son esterilizados por la alta temperatura de la cámara primaria, mientras que los residuos con contenido de carbono se oxidan, dando como resultado una ceniza estéril, que posteriormente puede ser eliminada como basura común. Luego de un período prudencial, el quemador de Post-Combustión es apagado y cuando la cámara comienza su enfriamiento, las cenizas son removidas manualmente y el ciclo de incineración comienza nuevamente.

3.5.2. Aspectos Técnicos del Incinerador.

3.5.2.1. Aspectos Eléctricos y de Control.

El incinerador es alimentado eléctricamente mediante una acometida trifásica de 240 Vac, desde un subtablero ubicado en el cuarto de calderas, hasta el cuarto de incineración y conectarse a un tablero de 1 c.c. trifásico (Figura 3.27); este tablero alimenta eléctricamente el incinerador, así como también un contactor que controla la bomba responsable del suministro de combustible para el incinerador (Figura 3.28). Los conductores para la acometida de alimentación de este tablero son de tipo THW calibre # 8 con una capacidad de 115 amp.

Este tablero de 1 c.c trifásico permite conectar tres protecciones térmicas las cuales tienen un valor nominal de 40A/1P, una de estas protecciones conecta directamente el equipo incinerador, la siguiente protección conecta a un segundo tablero, el cual contiene un contactor responsable del inicio de operación del tanque de combustible.

Todas estas conexiones se encuentran en desuso como se puede observar en la Figura 3.27.

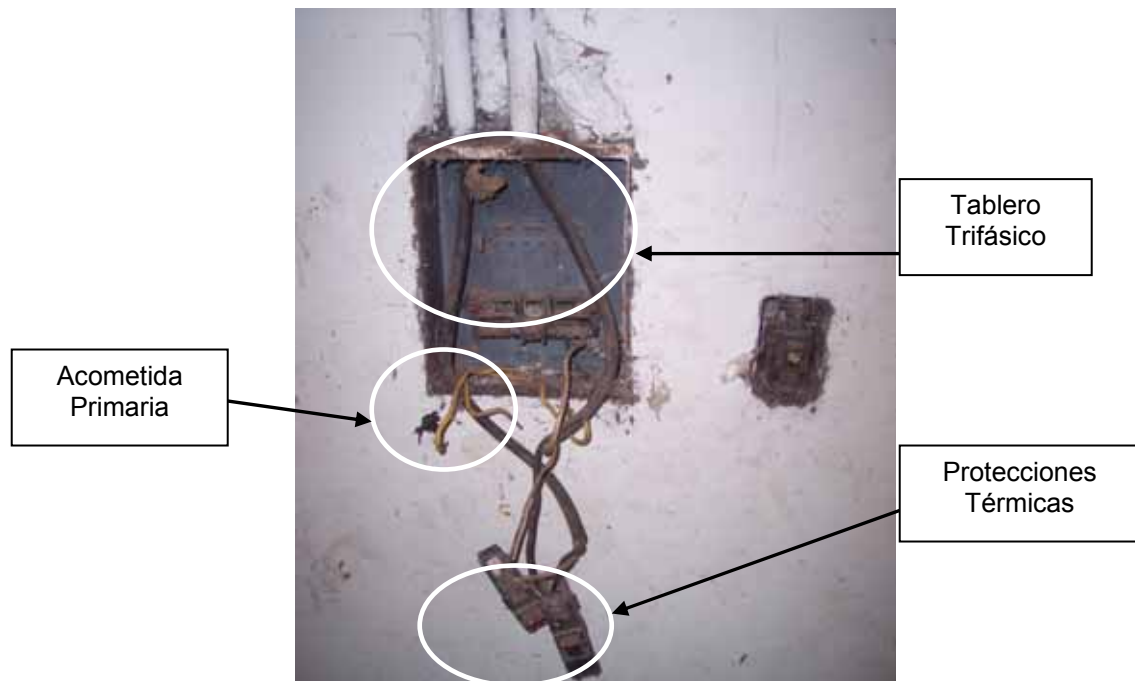


Figura 3.27. Tablero Eléctrico de conexión Cuarto de Incineración.

Todas las conexiones eléctricas están instaladas de manera aérea por medio de tuberías separada de tipo conduit de $\frac{1}{2}$ " , las cuales están sostenida por grapas metálicas en el techo del cuarto (Figura 3.29).



Figura 3.28. Contactor Responsable Manejo del Combustible.



Figura 3.29. Instalaciones Eléctricas Cuarto de Incineración.

Este incinerador cuenta con un motor monofásico en la cámara primaria (Figura 3.30), el cual es parte del conjunto llamado quemador, este realiza la función de inyectar aire a alta presión hacia la cámara del incinerador para así avivar la llama y lograr que ésta llegue hacia todos los puntos de la cámara primaria; este aire inyectado es necesario para mantener una combustión homogénea en la cámara principal. Al reducir el aire, se reduce la combustión, por lo que, se manejan dos velocidades en este motor, la primera es al 100% de la capacidad del motor (por el deterioro de la placa técnica del motor no fue posible constatar los parámetros de velocidad de éste), con ésta velocidad se alcanza una alta temperatura en la cámara de combustión en el inicio del proceso, además se queman los materiales de bajo

poder calorífico, alta densidad y humedad. La segunda velocidad de este motor es del 25% de la capacidad nominal, y se utiliza para la incineración de materiales con alto poder calorífico, baja densidad y poca humedad (materiales plásticos).

Para la segunda cámara se dispone de un segundo motor (Figura 3.31), el cual opera siempre en su máxima capacidad, y su ubicación es tal, que permite que la flama este en contacto directo con los gases de combustión, provenientes de la cámara primaria.

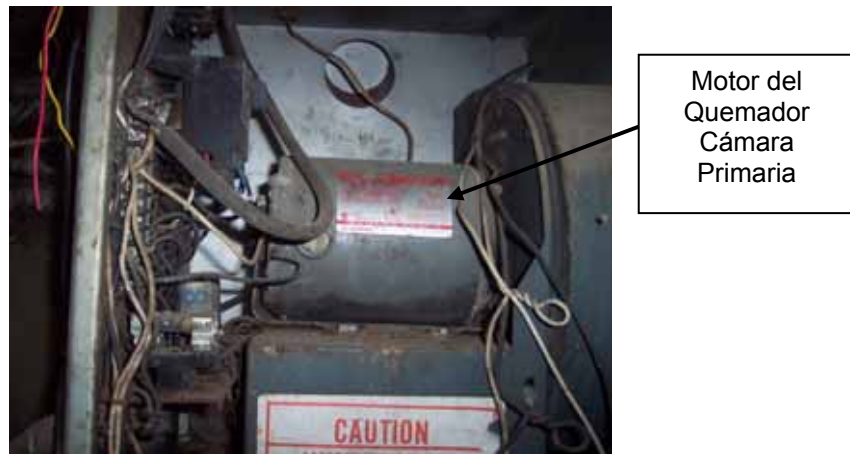


Figura 3.30. Motor Monofásico Cámara Primaria.

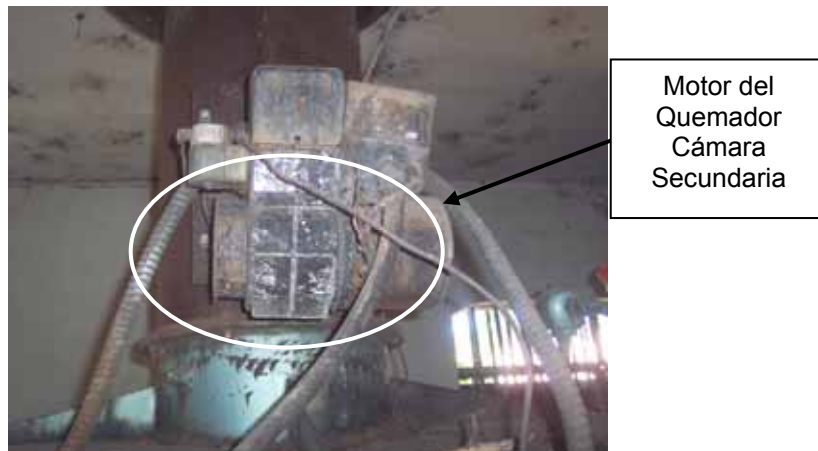


Figura 3.31. Motor Monofásico Cámara Secundaria.

Para la generación de la llama el incinerador cuenta con un transformador de ignición marca Sid Harvey's (Figura 3.32), el cual por sus características de fabricación es un transformador elevador de voltaje. En su lado primario tiene una alimentación de 120 Vac y este voltaje es transformado a un voltaje de 10000 Vac, este voltaje es utilizado por dos electrodos (Figura 3.33), los cuales son los responsable de generar un arco eléctrico que esta en contacto directo con el combustible (Diesel), produciendo así la llama necesaria para el inicio del proceso de incineración.



Figura 3.32. Transformador de Ignición Sid Harvey's.



Figura 3.33. Electrodo Generadores de Arco Eléctrico.

Este primer transformador, es utilizado por el incinerador para la combustión realizada en la cámara primaria, existe otro transformador de ignición ubicado al principio de la chimenea (Figura 3.34), en este espacio se realiza una segunda combustión la cual quema por segunda vez el humo pesado o comúnmente llamado humo negro. Aquí se produce la eliminación de todas aquellas sustancias volátiles y partes de las partículas que puedan quedar sin someterse al proceso de combustión, este segundo transformador tiene las mismas especificaciones técnicas que el primero, la diferencia principal de la cámara reside en sus temperaturas ya que en la primera cámara la temperatura es de 850 °C y la de la segunda cámara es aproximadamente de 1000 °C.



Figura 3.34. Transformador Cámara Secundaria.

Dentro de los sistemas eléctricos y de control con que cuenta este incinerador se encuentra también dos termocuplas las cuales son las responsable del control de temperatura (Figura 3.35), estas están ubicadas internamente en cada una de las cámaras del incinerador, existen diversos tipos de termocuplas y estas son identificadas y diferenciadas por el material metálico con el que se han construido los alambres de unión de las mismas, los diferentes tipos de termocuplas existentes se listan en la tabla 3.1.

Tipos de Termocuplas		
Tipos	Material	Maxima Temperatura
J	Hierro / Constantan	1400 °F ó 760 °C
E	Cromo / Constantan	1650 °F ó 899 °C
K	Cromo / Alumel	2300 °F ó 1260 °C
S	10% Platino(Pt) Rodio / Pt Puro	2650 °F ó 1455 °C
R	13% Pt y Rodio / Pt Puro	2650 °F ó 1455 °C
B	30% Pt y Rodio / 6% Pt Rodio	3100 °F ó 1705 °C

Tabla 3.1. Tipos de Termocuplas, Materiales y Temperaturas.

Se presume que las termocuplas que se encuentran instaladas actualmente son del tipo K conocidas también con el nombre de Termocupla Cromo – Alumel⁽⁷⁾ debido a que ésta es la termocupla que más se utiliza en la industria por sus características de resistencia a altas temperaturas.

El principio de operación de las termocuplas es el de generar una señal pequeña medida en milivoltios, esta señal se incrementa a medida que la temperatura aumente, es de aclarar que la cantidad de milivoltios producidos por el cambio de temperaturas puede variar dependiendo del tipo y modelo de termocupla utilizada. Estas termocuplas son las encargadas de medir y monitorear la temperatura dentro de la cámara primaria durante todo el ciclo de operación del equipo, el monitoreo de la temperatura es esencial para la buena operación del incinerador, siendo así, que cuando la temperatura ha alcanzado un valor máximo de operación estas transforman esta medición de temperatura en un valor de voltaje determinado y desconectan, por medio de un contactor, el quemador principal; volviéndolo a conectar cuando la temperatura de la cámara baja a valores mínimos de operación, garantizando así la eficiencia del incinerador.

7: Alumel: Aleación de 95% níquel mas aluminio, Silicio y Manganeso



Figura 3.35. Termocuplas para el Control de Temperatura.

3.5.2.2 Aspectos Mecánicos.

Como se ha expuesto a lo largo de las especificaciones anteriores el incinerador esta compuesto por una cámara principal la cual tiene las siguientes dimensiones: 1.80 mts de largo y 1.40 mts de ancho, ésta cámara esta revestida por concreto refractario el cual contiene todo el calor generado por el combustible, por la combustión de los desechos, y por las reacciones internas. El rango de operación de este concreto refractario se fija entre los 1515 °C.

Dada la antigüedad del equipo incinerador que se encuentra instalado en el Hospital Regional ISSS de Santa Ana, este ha sido sometido una sola vez a un reforzamiento o revestimiento de este concreto refractario, dicho reforzamiento fue realizado por parte del personal de mantenimiento del hospital.

El cemento refractario más utilizado para el revestimiento aplicado a incineradores de este tipo es el cemento refractario K-1000, esto es por sus características, las cuales se observan en la tabla 3.2.

Características	Cemento Refractario K-1000
Temperatura Máxima de Servicio	1,832 °F(1,000 °C)
Temperatura de Fusión	2,190 °F (1,199 °C)
Densidad Nominal	68,7 Lbs./Pie
Método de aplicación	Vaciado / Espatulado
Agua Requerida	36.6% en peso

Tabla 3.2. Características del Cemento Refractario K-1000⁽⁸⁾.

La cámara de combustión principal es de forma circular, esta característica de la es para favorece la combustión de los desechos en todos los puntos, y que no existan puntos muertos donde no puedan ser quemados dichos desechos.

El combustible para el equipo es proporcionado por un tanque presurizado (Figura 3.36), el cual alimenta al tanque de distribución, este tanque esta ubicado en la parte de afuera del cuarto incinerador a una distancia de 15 mts. y alimenta al tanque de distribución por medio de tuberías instaladas subterráneamente que viajan hasta el cuarto de incineración. Las medidas de este tanque de combustible son 5.5 mts de largo por 1.6 mts de ancho y tiene una capacidad de almacenamiento total de 11 mts³.



Figura 3.36. Tanque de Almacenamiento para Combustible Diesel.

8. Fuente: Boletín Técnico Termal Cerámicos, Refractarios Nacionales.

3.6 Conclusiones.

3.6.1 Los equipos con los que cuenta el hospital, como posibles alternativas para el tratamiento de los DSBH, presentan cierto grado de deterioro en sus diferentes componentes (eléctricos, mecánicos y de control); pero estos pueden ser rehabilitados si se aplica un mantenimiento de tipo correctivo.

3.7 Recomendaciones.

3.7.1 Para atacar el problema de los DSBH en el hospital se recomienda poner en funcionamiento los equipos en desuso, instalándolos en las proximidades del incinerador para así poder tratar directamente los desechos peligrosos, para después poder clasificarlos como basura común.

3.7.2 Se recomienda a la institución tratar sus propios desechos, no solo por el costo que implicaría como ahorro al hospital, sino que la responsabilidad de la adecuada disposición final de los DSBH tendrá su inicio y fin dentro del Hospital Regional del ISSS de Santa Ana, según recomendación del artículo 24 de la Legislación Ambiental de El Salvador.

CAPITULO 4: REDISEÑO DE EQUIPOS Y SISTEMA AUXILIARES INVOLUCRADOS EN EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.

4.1 Introducción.

En el presente capítulo se tratarán los aspectos técnicos a especificar para el rediseño de los equipos para el tratamiento de los DSBH en el HRISA, se propondrán las diferentes opciones en de rediseño para el caso en que los equipos lo permitan, así también, se presentará el detalle de materiales a utilizar y las propiedades de los mismos, también se presenta el rediseño del cuarto de tratamiento donde estarán ubicados los equipos sometidos al rediseño, especificando así las remodelaciones en cuanto a instalaciones eléctricas y mecánicas que se deben realizar al mismo.

4.2 Rediseño y Distribución del Cuarto de Tratamiento.

El cuarto de tratamiento de los DSBH está ubicado en las afueras del recinto hospitalario, aislado de los visitantes pero accesible para el personal encargado del tratamiento de los desechos y para emergencias.

En la figura 4.1 se observa la ubicación sugerida del cuarto de tratamiento y la distribución de sus alrededores, también se observa el tanque principal de diesel que alimenta por una tubería subterránea al tanque de diario o de trabajo del incinerador. Existe también un pequeño callejón de acceso al cuarto facilitando el acceso de los carritos que contienen las cavas provenientes de las diferentes áreas del hospital.

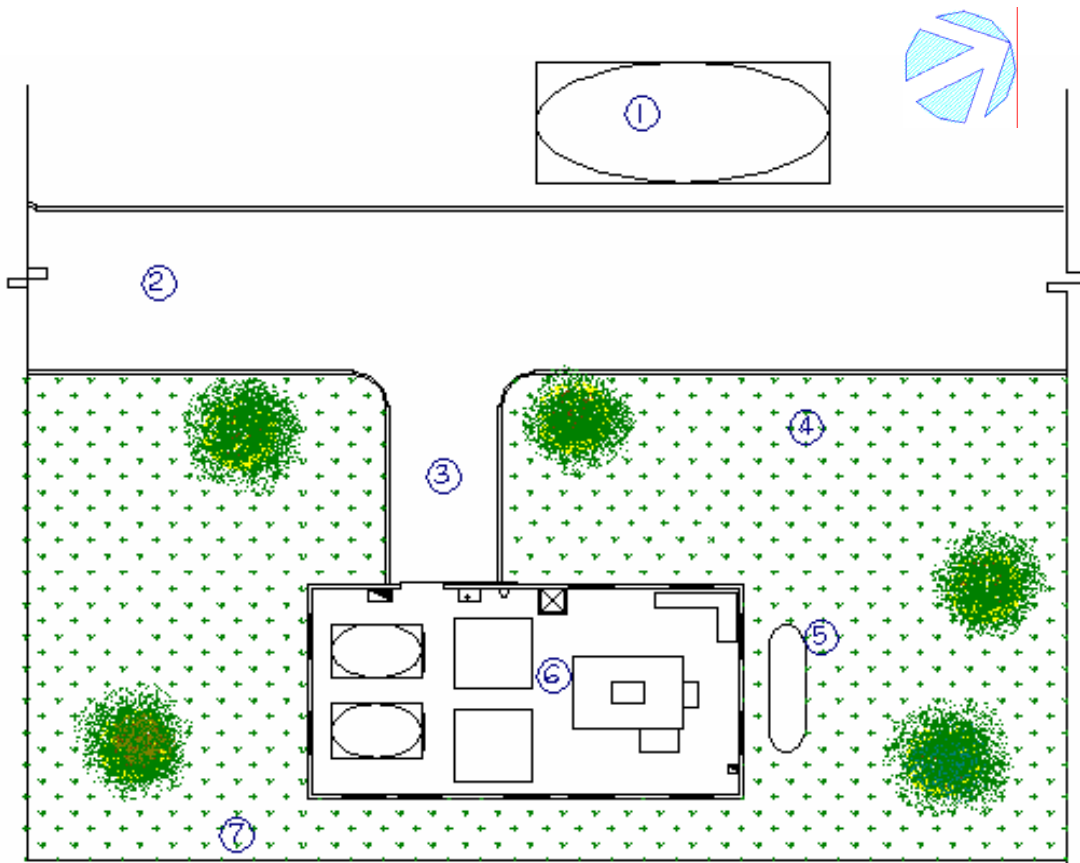


Figura. 4.1. Diagrama de ubicación del cuarto de tratamiento de DSBH dentro del recinto del HRISA. esc. 1:200

En la Tabla 4.1 se enuncia cada uno de los numerales de identificación de la figura 4.1.

Numeral	Elemento	Existencia	Observaciones
1	Tanque de Diesel principal	si	En buen estado y operando
2	Calle Secundaria Interna HRSA	si	En buen estado
3	Calle de Acceso a Cuarto de Tratamiento	si	En buen estado
4	Zona Verde	si	En buen estado
5	Tanque de Diario o Distribución	si	Se reubicará en la posición indicada
6	Cuarto de Tratamiento de DSBH	si	Se reordenara su interior
7	Muro	si	Colinda con extenso predio valdío

Tabla 4.1. Identificación Figura 4.1.

La ubicación del cuarto de tratamiento es en el medio de una zona verde, colindando en la parte de atrás por un muro de 3.5 metros de altura.

En la figura 4.2 se observa la distribución del cuarto de tratamiento, en el cual se ha ubicado el equipo de incineración a un extremo y al otro los equipos de esterilización, dejando en el centro las áreas de acopio temporal las cuales por su posición facilitan el manejo a la hora de ser tratados. Los accesorios de seguridad están ubicados en lugares totalmente accesibles al personal, lo mismo que el armario espaciosos para mantener las herramientas necesarias y el equipo de protección personal.

La salida es lo suficientemente amplia para que en caso de emergencia se pueda evacuar el cuarto de tratamiento sin dificultad, al mismo tiempo se diseñaron ventanas de 90cm x 90cm para proporcionar una ventilación adecuada sin olvidar la malla de protección en las mismas para evitar el ingreso de aves e insectos al recinto.

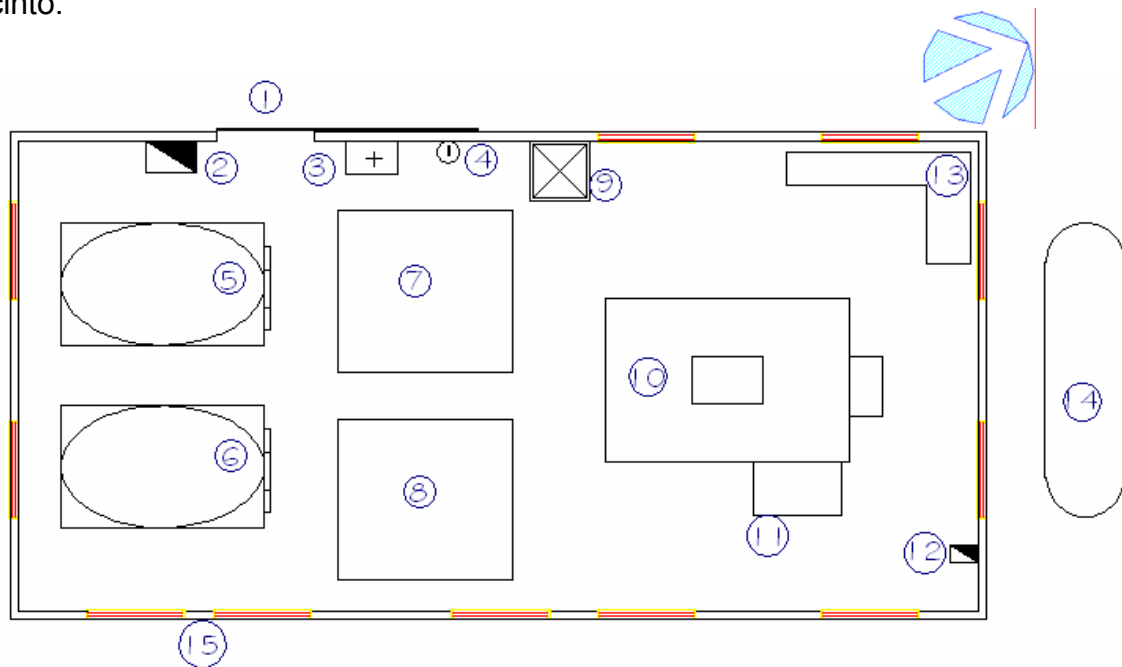


Figura 4.2. Distribución del Cuarto de Tratamiento de DSBH. esc. 1:200.

En la Tabla 4.2 se enuncia cada uno de los numerales de identificación de la figura 4.2.

Numeral	Elemento	Existencia	Observaciones
1	Puerta de Acceso	si	En buen estado
2	Tablero Secundario	no	Se instalará
3	Botiquín Primeros Auxilios	no	Se comprará uno
4	Extintor	no	Se comprará uno
5	Esterilizador 1	no	Se moveran desde su actual lugar
6	Esterilizador 2	no	Se moveran desde su actual lugar
7	Área de Acopio 1	no	Se señalizará
8	Área de Acopio 2	no	Se señalizará
9	Ducha de Emergencia	no	Se contruirá
10	Equipo Incinerador	si	Se reacondionará
11	Panel de Control Incinerador	si	Esta en regular estado, se reacondionará
12	Bomba de Disiel	si	No Funcionando en la Actualidad
13	Armario Herramientas y Equipo de Protec.	no	Se utilizará uno del hospital
14	Tanque de Diario	si	Se reubicará en la posición indicada
15	Ventanas	no	Se instalarán 11 ventanas para circulación de aire.

Tabla 4.2. Identificación Figura 5.2.

En la figura 4.3 se muestran los carteles de señalización que estarán colocados tanto dentro y fuera del cuarto de tratamiento en un lugar visible como recordatorio de las precauciones que debe tomarse.



Extintor



Uso obligatorio de guantes



Material Bioinfeccioso



Material Inflamable



Prohibido fumar.

Figura 4.3. Señalización de Seguridad en el Cuarto de tratamiento.

4.2.1 Plano de Distribución Eléctrica del Cuarto de Tratamiento.

Para la distribución eléctrica del cuarto de incineración se ha tomado en cuenta las consideraciones de los equipos que serán instalados en éste, así como también, se toma en cuenta las nuevas instalaciones eléctricas en cuanto a iluminación y toma corrientes se refiere; en cuanto a la iluminación se instalarán lámparas fluorescentes de 3 x 32 Watts todas tienen balastro electrónico y difusor punta de diamante, los tomas serán polarizados.

Con respecto a los equipos se han tomado en cuenta dos casos:

4.2.1.1 Cuando cada uno de los esterilizadores recibe su alimentación de vapor directamente del cuarto de calderas.

4.2.1.2 Cuando cada uno de los esterilizadores recibe su alimentación de vapor por medio de un generador de vapor o calderín instalado en cada equipo.

En cada uno de los casos se presenta el cuadro de carga correspondiente y los materiales a utilizar, también se presenta los planos de distribución eléctrica para cada caso.

Es de resaltar que solamente se toman en cuenta para el diseño de las instalaciones eléctricas los equipos esterilizadores ya que si el caso es de instalar generadores de vapor estos cambian el consumo y el tipo de alimentación que llegará al tablero principal ubicado en este cuarto.

4.2.1.1 Cuando cada uno de los Esterilizadores Recibe su Alimentación de Vapor Directamente del Cuarto de Calderas.

Como se menciona anteriormente cuando los esterilizadores reciben la alimentación desde las calderas principales las especificaciones del diseño del cuarto de tratamiento cambian.

En la figura 4.4 se muestra el plano de ubicación de los equipos y las alimentaciones que deberán tener cada uno de ellos, así como también se muestra la ubicación de los tomas y equipos.

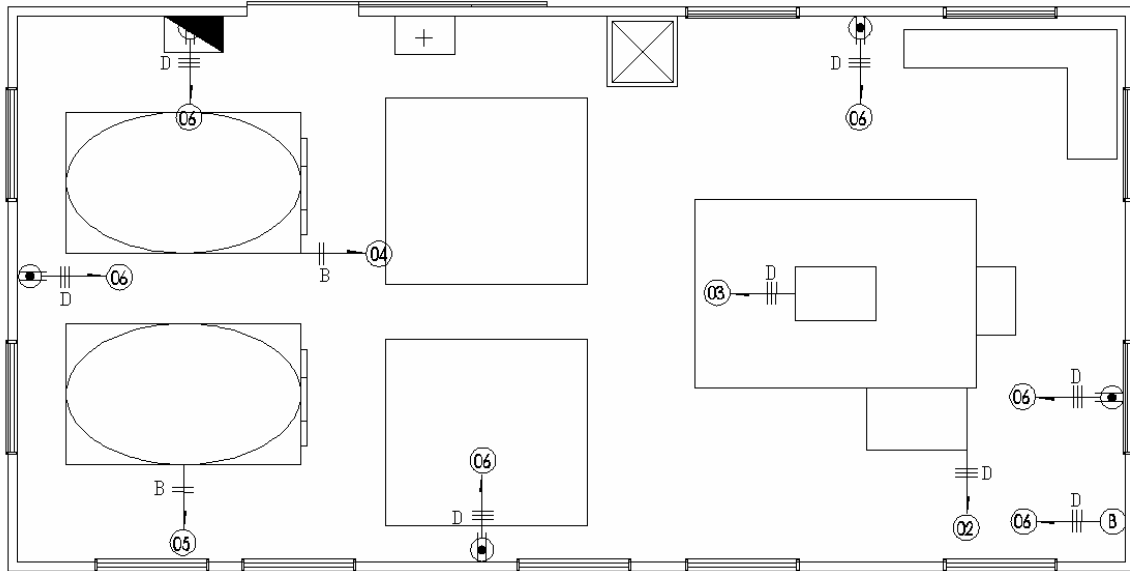


Figura 4.4. Plano de toma corrientes utilizando alimentación cuarto de calderas. Esc. 1:200.

En la tabla 4.3 se muestra el cuadro de nomenclatura para el cableado del cuarto de tratamiento.

CUADRO DE ALAMBADO	
CLAVE	DESCRIPCION
A	2 THHN 10, \varnothing 3/4"
B	2 THHN 12, \varnothing 1/2"
C	2 THHN 14, \varnothing 1/2"
F	2 THHN 14, \varnothing 1/2"
D	2 THHN 10 + 1 THHN 12, \varnothing 3/4"
E	2 THHN 8 + 1 THHN 10, \varnothing 1"

Tabla 4.3. Cuadro de Nomenclatura para Alambrado en Cuarto de Tratamiento.

Según el plano anterior, el cuadro de carga para el cuarto de tratamiento considerando que los equipos esterilizadores reciben su alimentación directamente del cuarto de calderas queda según lo muestra la tabla 4.4.

TABLERO GENERAL DEL CUARTO DE TRATAMIENTO							
CIRCUITO No.	ESPACIO OCUPADO	VOLTAJE V.	POTENCIA V.A.	FASES		PROTECCION A/P	DESCRIPCION DE LA CARGA
				A	B		
1	1	120	300	2.50		15/1	3 Lamparas Flourescentes 3 x 32W
2	2-4	240	600	2.5	2.5	20/2	Motor monofásico para cámara primaria de incinerador 0.2 HP
3	3-5	240	600	2.5	2.5	20/2	Motor monofásico para cámara secundaria de incinerador 0.2 HP
4	6	120	500	4.17			Equipo Esterilizador #1
5	7	120	500		4.17		Equipo Esterilizador #2
6	8	120	400		3.33		Bomba de Diesel + 5 tomas dobles polarizados de uso general
Tablero monofásico de 8cc Barras 125 Amp., 3 hilos n/s sin MAIN.		Total	2900	11.67	12.5	Alimentación 2 THHN #10; 1 THHN #12; En tubería de 1/2" de diámetro	
		F.D. 0.6	1740	7	7.5		

Tabla 4.4. Descripción de Cuadro de Carga para Cuarto de Tratamiento opción cuarto de calderas.

4.2.1.2 Cuando cada uno de los Esterilizadores Recibe su Alimentación de Vapor por Medio de un Generador de Vapor o calderín Instalado en cada Equipo.

En este caso el equipo de esterilización cuenta con su propio generador de vapor y este equipo trabaja con conexión 220 Vac. consumiendo aproximadamente 34 amp por línea a plena carga.

En este caso las instalaciones en cuanto a tomas corriente respecta no presentan ningún cambio, el cambio principal reside en los alimentadores para los equipo de esterilización ya que como se menciona anteriormente estos llevan consigo un equipo encargado de la generación de vapor.

En la figura 4.5 se muestra el plano de ubicación de los equipos y sus respectivas alimentaciones, también se muestra las instalaciones eléctricas de tomas corriente y equipos.

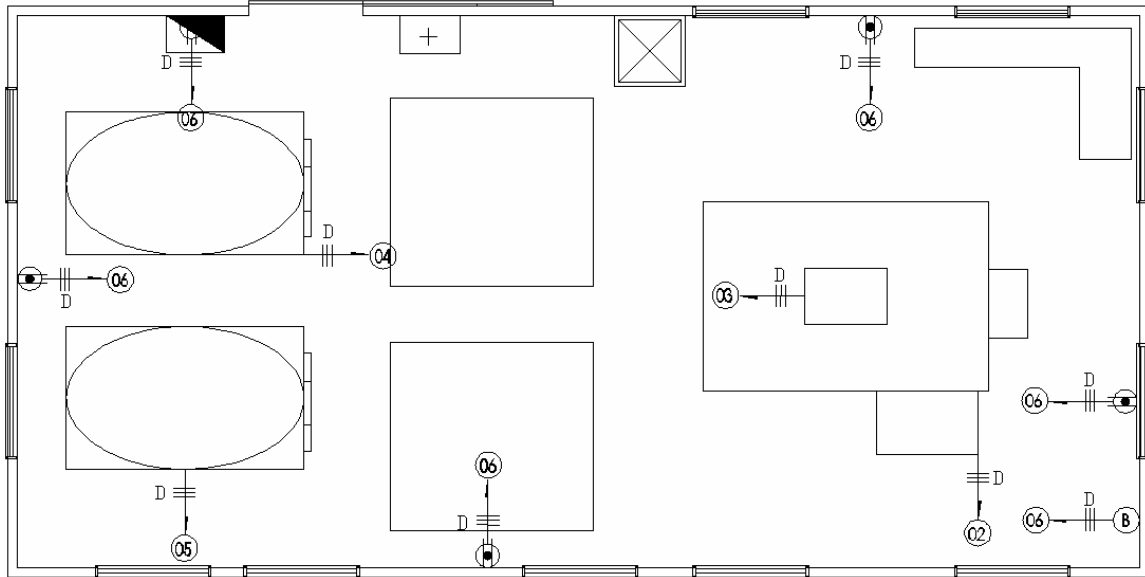


Figura 4.5. Plano de toma corrientes utilizando Calderin. Esc. 1:200.

En la tabla 4.5 se muestra el cuadro de nomenclatura para el cableado del cuarto de tratamiento.

Según el plano anterior el cuadro de carga para el cuarto de tratamiento considerando que los equipos esterilizadores tendrán instalados su propio generador de vapor eléctrico queda según lo muestra la tabla 4.5.

TABLERO GENERAL DEL CUARTO DE TRATAMIENTO							
CIRCUITO No.	ESPACIO OCUPADO	VOLTAJE V.	POTENCIA V.A.	FASES		PROTECCION A/P	DESCRIPCION DE LA CARGA
				A	B		
1	1	120	300	2.50		15/1	3 Lamparas Flourescentes 3 x 32W
2	2-4	240	600	2.5	2.5	20/2	Motor monofásico para cámara primaria de incinerador 0.2 HP
3	3-5	240	600	2.5	2.5	20/2	Motor monofásico para cámara secundaria de incinerador 0.2 HP
4	6-8	240	8000	33.33	33.33	40/2	Generador Eléctrico de vapor (1)
5	5-7	240	8000	33.33	33.33	40/2	Generador Eléctrico de vapor (2)
6	11	120	400		3.33		Bomba de Diesel + 5 tomas polarizados de uso General
7	12						Reserva
Tablero monofásico de 12cc Barras 125 Amp., 3 hilos n/s sin MAIN.		Total	17900	74.17	75	Alimentación 2 THHN #6; 1 THHN #8; En tubería de 1" de diámetro	
		F.D. 0.6	10740	44.5	45		

Tabla 4.5. Descripción del Cuadro de Carga para el Cuarto de Tratamiento opción utilizando calderin.

El plano de iluminación no presenta ningún tipo de cambio si se instalan los equipos alimentados por medio de un calderín o por medio de las calderas centrales del HRISA, es de recalcar que la luminarias serán fijadas en cielo falso y estas estarán a una altura aprox. de 2 mts. Para lo anterior se utilizarán anclas expansivas. En la figura 4.6 se muestra el plano de iluminación correspondiente para el cuarto de tratamiento.

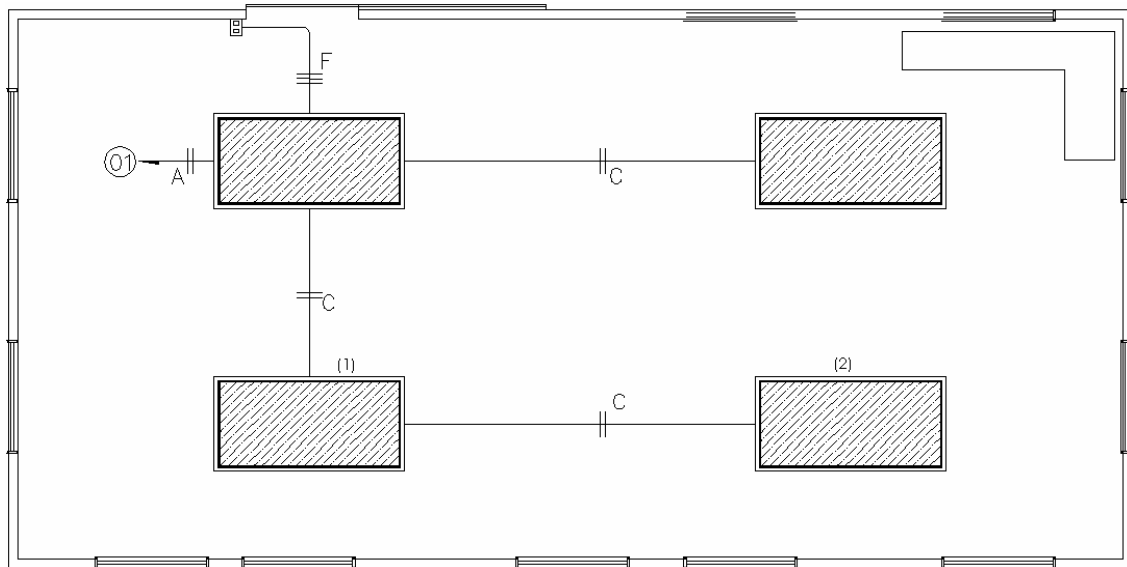


Figura 4.6. Plano de Iluminación del cuarto de tratamiento. esc. 1:200.

Cabe mencionar que la red de tierra a utilizar es la existente del hospital ya que se pudo constatar el buen estado de la misma, a esta se le aplica un mantenimiento constante así como también una medición de la misma periódicamente y cuyo valor actual es de 2Ω cabe mencionar que la medida de una red de tierra común debe de estar en un rango $1 - 5 \Omega$, también se puede mencionar que esta es la que se ocupa actualmente para todos los equipos instalados en el HRISA.

4.3 Rediseño en los Equipos de Esterilización.

4.3.1 Descripción General del Proceso.

El proceso de esterilización por vapor saturado consiste en la eliminación de microorganismos por desnaturalización de las proteínas; este método elimina los

microorganismos utilizando vapor saturado y temperaturas entre 121 °C y 135°C de vapor saturado. Sus tiempos de esterilización son de 20 a 30 minutos.

Los equipos utilizados para realizar estos procesos pueden recibir su alimentación de vapor por medio de dos formas:

1. Por medio de un sistema de calderas centrales del hospital.
2. Por medio de un generador vapor eléctrico propio.

4.3.2 Generalidades del Diseño.

En el proceso de esterilización existen dos condiciones que deben de presentarse para que éste se lleve a cabo.

1. Condiciones de presión determinadas.
2. Condiciones de temperatura determinadas.

Estas dos condiciones pueden ser seteables por parte del usuario o también pueden ser seteables y variable por medio de un control semiautomático o automático.

Para el rediseño del equipo esterilizador se presentan dos propuestas de alimentación de vapor.

4.3.2.1 Dotando al Equipo de un Generador de Vapor Eléctrico “Calderín”.

4.3.2.2 Alimentación de Vapor Directa Proveniente del Sistema Central de Calderas.

4.3.2.1 Dotando al Equipo de un Generador de Vapor Eléctrico “Calderín”.

Como en el nombre se indica el equipo esterilizador cuenta en su parte inferior de un generador de vapor eléctrico llamado “Calderín” el cual en su parte interna cuenta con un juego de resistencias la cuales tienen como función principal el de calentar el agua sostenida en el mismo calderín, así mismo éste cuenta con un control de flotador el cual previene que las resistencias trabajen sin agua o en seco.

Las características de un calderín varían de acuerdo al equipo a que este conectado, en nuestro caso ambos equipos tienen las mismas medidas internas de cámara (chamber) las cuales son: 0.085 m³ ó 23.89 galones, por esto se instalará un calderín o caldera de generador de vapor de la marca Consolidated con las características que podemos observar en la tabla 4.6.

GENERADOR DE VAPOR (CALDERIN)	
Marca	CONSOLIDATED
Potencia (W)	8,000
Capacidad Cámara (m ³)	0.083 m ³
Alimentación (Vol)	220 Volt. A.C.
Carga por Línea (Amp.)	30-34 Amp. Plena carga.

Tabla 4.6. Características Mecánicas y Eléctricas de Calderín Consolidated.

4.3.2.1.1 Esquema de Ubicación de la Unidad de Caldera Eléctrica.

Como se especificó anteriormente que el generador eléctrico esta ubicado en la parte inferior de las cámaras del equipo tal como se muestra en la figura 4.7, las conexiones eléctricas que a éste se harán llegar viajaran dentro de una tubería del tipo coraza galvanizada de ½” la cual tiene un revestimiento el cual no permite que los conductores puedan ser afectados por el calor, ambiente y animales circundantes. Los conductores que servirán de alimentación para este equipo serán conductores del tipo THHN calibre #10 el cual estará conectado directamente hacia el panel central de protecciones térmicas, así también los conductores que conectaran el sistema de control para éste serán del tipo THHN calibre 14 los cuales darán las ordenes de comienzo de operación del equipo y finalización de operación del mismo.

En cuanto a conexiones hidráulicas hacia de el equipo de esterilización, este llegara e introducirá el vapor generado hacia la cámara por medio de tubería de carbón o hierro carbonatado ya que de éste mismo tipo de tubería se harán todas las demás conexiones de flujo de vapor, el diámetro de esta tubería será de ½” y si fuera necesario la instalación de codos.

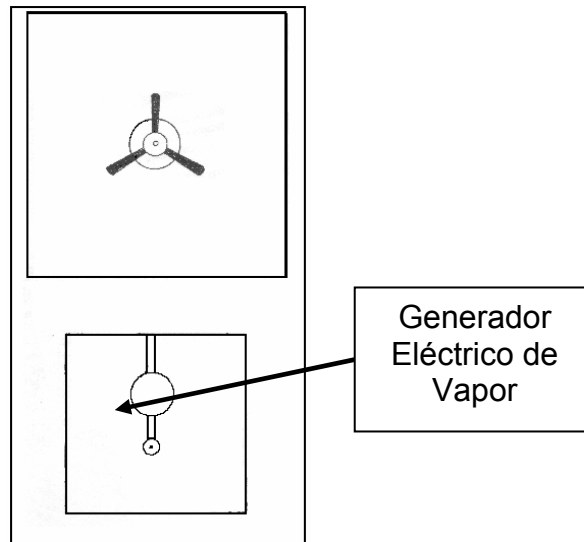


Figura 4.7. Ubicación de calderín eléctrico en equipo de esterilización.

4.3.2.1.2 Cámara (CHAMBER) y Chaqueta (JACKET).

Los equipos esterilizadores están constituidos por una Cámara (Chamber) y una Chaqueta (Jacket), ambas cámaras están conectadas entre sí por medio de una válvula la cual es abierta o cerrada según sea el caso o la etapa dentro del proceso de esterilización que se encuentre el equipo. Estas cámaras en la mayoría de los equipos están construidas de acero inoxidable, en los equipos mas modernos la cámara esta construida de acero inoxidable y la Chaqueta esta construida por acero de carbón, en el caso de los esterilizadores que se encuentran en el HRISA sus dos cámaras están construidas de acero inoxidable, el cual se caracteriza por su alta resistencia a la corrosión.

Ese metal no está exento al fenómeno de corrosión la cual es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas.

Existen varios métodos para prevenir estos fenómenos, entre los cuales podemos mencionar:

- Uso de materiales de gran pureza.
- Presencia de elementos de adición en aleaciones, ejemplo aceros inoxidables.

- Tratamientos térmicos especiales para homogeneizar soluciones sólidas, como el alivio de tensiones
- Inhibidores que se adicionan a soluciones corrosivas para disminuir sus efectos, ejemplo los anticongelantes usados en la automoción.
- Recubrimiento superficial: pinturas, capas de oxido, recubrimientos metálicos
- Protección catódica.

De los métodos mencionados anteriormente el que se tomará en cuenta en el rediseño será el llamado “Protección Catódica” el cual es una técnica de control de la corrosión, que esta siendo aplicada con mucho éxito en el mundo entero.

Se puede aplicar protección catódica en metales como: acero, cobre, latón y aluminio. Como condición fundamental las estructuras componentes del objeto a proteger y el elemento de sacrificio, deben mantenerse en contacto eléctrico e inmerso en un electrolítico.

4.3.2.1.3 Ánodo Galvánico.

Se fundamenta en el mismo principio de la corrosión galvánica, en la que un metal más activo es anódico con respecto a otro más noble, corroyéndose el metal anódico.

En la protección catódica con ánodo galvánico, se utilizan metales fuertemente anódicos conectados a la pieza a proteger, dando origen al sacrificio de dichos metales por corrosión, para la protección de la pieza.

La diferencia de potencial existente entre el metal anódico y la pieza a proteger, es de bajo valor porque éste sistema se usa para pequeños requerimientos de corriente, pequeñas estructuras y en medio de baja resistividad.

Características de un ánodo de sacrificio

- Debe tener un potencial de disolución lo suficientemente negativo, para polarizar la estructura de acero (metal que normalmente se protege) a $-0,8V$, sin embargo el potencial no debe ser excesivamente negativo, ya que eso motivaría un gasto superior, con un innecesario paso de corriente. El potencial práctico de disolución puede estar comprendido entre $-0,95$ a $-1,7 V$.

- Corriente suficientemente elevada, por unidad de peso de material consumido.
- Buen comportamiento de polarización anódica a través del tiempo.
- Bajo costo.

Considerando que el flujo de corriente se origina en la diferencia de potencial existente entre el metal a proteger y el ánodo, éste último deberá ocupar una posición más elevada en la tabla de potenciales (serie electroquímica o serie galvánica)

Los ánodos galvánicos que con mayor frecuencia se utilizan en la protección catódica son: magnesio, zinc, aluminio.

Magnesio: los ánodos de magnesio tienen un alto potencial con respecto al hierro y están libres de pasivación. Están diseñados para obtener el máximo rendimiento posible, en su función de protección catódica. Los ánodos de magnesio se utilizan en oleoductos, pozos, tanques de almacenamiento de agua incluso para estructuras que requieran una protección temporal.

Zinc: para estructuras metálicas inmersas en agua de mar o en suelo con resistividad eléctrica de hasta 1000 ohm-cm

Aluminio: para estructuras inmersas en agua de mar.

Ejemplos de ánodos para protección catódica son:

Ánodos de Fe-Si-Cr para Protección Catódica

Los ánodos de aleación de Fe-Si-Cr están fabricados mediante fundición centrifugada y son de gran versatilidad para instalaciones de protección catódica. Ofrecen mejores prestaciones de durabilidad, y resistencia, que los fundidos en coquilla (mucho más frágiles), y por lo tanto una mayor garantía de calidad y rendimiento.

CONEXIONES:

- a) Conexión con soldadura de plomo y sellado con resina EPOXY y PE retractil.
- b) Conexión centrada a presión con cable soldado y sellado con resina EPOXY.

Las propiedades de este tipo de ánodo se puede observar en la tabla 4.7.


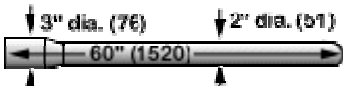
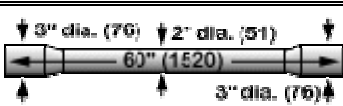


Tipo ánodo	Dimensiones Pulgadas (mm)	Peso Nominal lb.(kg.)	Area Nominal sq. ft. (m2)	Pesos por ánodo
				Kgs
SHA		43 (20 kg)	2.6 (.24)	20
EHA		44 (20 kg)	2.6 (.24)	21
EHM		60 (27 kg)	2.7 (.25)	28
EHK		26 (12 kg)	2.0 (.19)	12
EHR		110 (50 kg)	2.0 (.37)	50

Tabla 4.7. Propiedades Anodos de Fe-Si-Cr ⁽⁹⁾.

CABLES:

Habitualmente se sirven los ánodos con 5 m de cable #6 AWG HWPE (1x16 mm²).

4.3.2.1.4 Tiempos y Temperaturas del Proceso de Esterilización.

Como se dijo anteriormente las temperaturas que este tipo de equipo maneja durante el proceso de esterilización son de un rango muy alto y estas pueden variar dependiendo el tiempo y presión que se utilizará en el proceso tal como se muestra en la tabla 2.1.

9: Catálogo de Ánodos de Fe-Si-Cr para Protección Catódica de PROCAINSA.

Para mantener la temperatura de trabajo al interior del equipo se necesita, además del flujo constante de vapor hacia el interior de la cámara, el uso de un material especial para recubrir éstas en la parte externa y evitar una pérdida de calor excesiva así como también un accidente al operario al momento de acercarse a los alrededores del equipo cuando este se encuentra en funcionamiento; comúnmente este material es la Fibra de Vidrio la cual tiene entre sus propiedades: no se quema, pudre ni absorbe la humedad ni los olores, pruebas establecidas por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés) han demostrado que la fibra de vidrio en sí no fomenta el crecimiento de moho, hongos ni bacteria. Sin embargo, ese tipo de crecimiento puede ocurrir en cualquier material que queda obstruido con desechos y que permanece húmedo por un tiempo prolongado.

4.3.2.1.5 Recubrimientos Térmicos.

La fibra de vidrio se puede describir como termoaislante preformado fabricado con fibra de vidrio aglutinada con resinas especiales para soportar altas y bajas temperaturas, moldeado para ajustarse a las superficies de las tuberías de cobre y de hierro de medidas comerciales.

Se presentan como medias cañas con diversos diámetros y espesores para tuberías, rollos y placas para ductos y equipos que operan desde -84°C . hasta 454°C , es por lo anterior que se considera que los equipos debe de tener un recubrimiento en todo el exterior de su cámara.

4.3.2.1.6 Funcionamiento General.

En este tipo de esterilizadores, el vapor es generado localmente, es decir, que el equipo cuenta con un generador de vapor el cual provee el vapor necesario para el proceso, este equipo generador de vapor llamado “calderín” recibe la señal de encendido desde un panel central el cual esta ubicado al frente del equipo esterilizador, es manejado por pulsadores, los cuales envían la señal hacia un sistema de contactores y bobinas los cuales ejecutarán la orden dependiendo si se ha cumplido las condiciones necesarias para que el proceso se ejecute.

La primera etapa dentro del proceso de esterilización sucede cuando desde el generador viaja el vapor hacia la chaqueta esta condición se mantiene hasta que se obtiene una presión de 21 psi (1.5 atm). Esta presión esta monitorizada por medio de un manómetro ubicado en la chaqueta, en ésta etapa del proceso el factor más importante es la presión en la chaqueta. Es necesario que esta presión se mantenga durante todo el proceso, a esta etapa se le llama etapa de pre-esterilización.

En la figura 4.8 se puede observar el diagrama de tuberías y el flujo de vapor hacia la chaqueta.

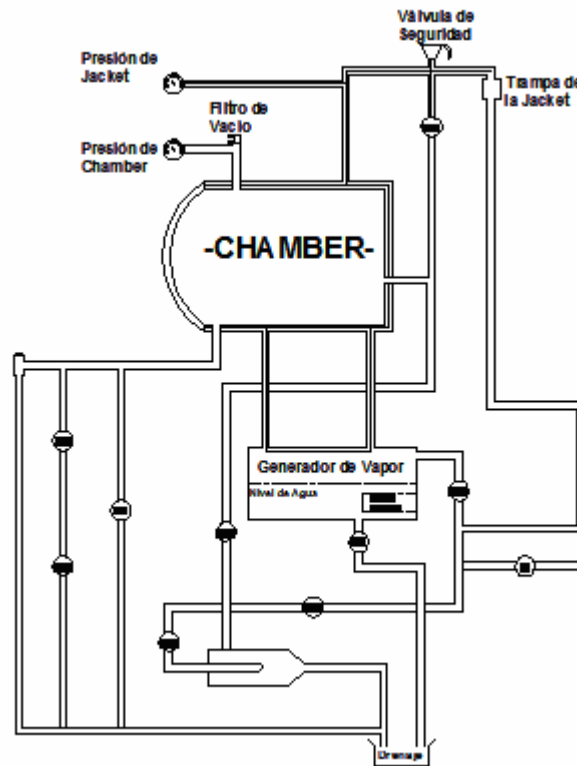


Figura 4.8. Diagrama del Circuito de Vapor justos antes del inicio del Proceso de Esterilización.

La segunda etapa del proceso sucede cuando la presión de 21psi (1.5 atm) es obtenida luego de pasar 5 minutos, la válvula solenoide que comunica la cámara con la chaqueta es abierta y permite así el paso del vapor hacia la cámara, esto permite que la cámara se caliente hasta 121°C. La otra condición que se debe de cumplir es que la presión de la cámara debe de ser de 21psi (1.5 atm), estos dos factores se pueden observar en el manómetro de la cámara y en el termómetro, ambos medidores están ubicados en la parte frontal del equipo; cuando estas condiciones

se han cumplido es cuando el proceso de esterilización comienza y esto se mantendrá hasta que el mismo finalice.

En la figura 4.9 se muestra la condición del vapor para la etapa de esterilización.

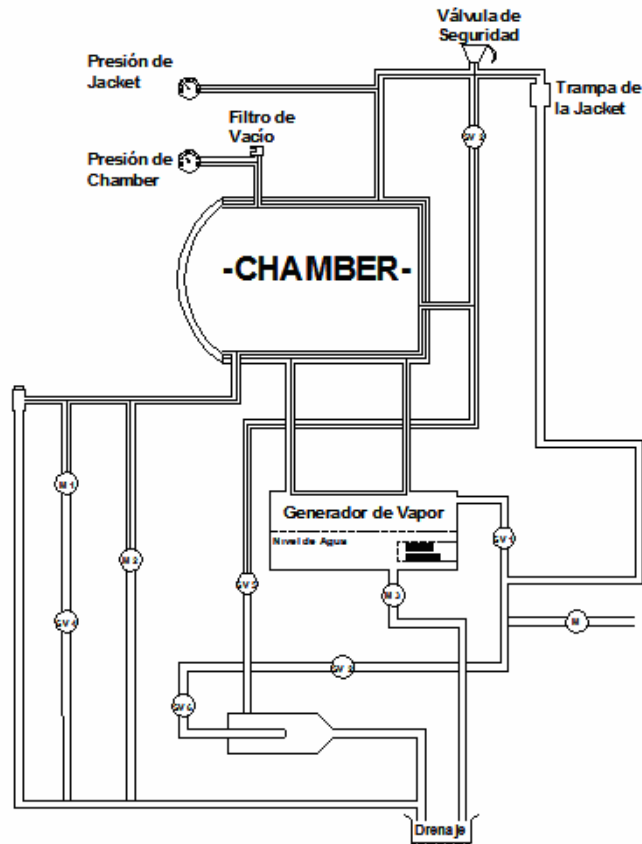


Figura 4.9. Condición del Vapor Durante la Esterilización.

La tercera etapa del proceso de esterilización se refiere a la evacuación del vapor existente de la cámara, para esto es necesario que se le indique al equipo que tipo de evacuación realizará la cual dependerá de los materiales que se encuentren dentro del equipo, así en el caso de bultos o paquetes la evacuación de vapor será rápida, esto se obtendrá cerrando la válvula solenoide de comunicación entre chaqueta y cámara, luego de esto también se debe de abrir la válvula solenoide encargada para este fin; en el caso de que se estén esterilizando líquidos la evacuación de vapor deberá ser de manera lenta, esto se obtiene haciendo que el vapor viaje por el circuito más largo hacia el drenaje, al igual que en el caso anterior

la válvula de comunicación entre cámara y chaqueta debe de ser cerrada y se debe aperturar la válvula de evacuación lenta.

En la figura 4.10 se muestra la condición de vapor justo cuando el proceso de evacuación rápida se ha iniciado, también se muestra el flujo de vapor hacia el drenaje.

En la figura 4.11 se muestra la condición de vapor justo cuando el proceso de evacuación lenta se ha iniciado, también se muestra el flujo de vapor hacia el drenaje.

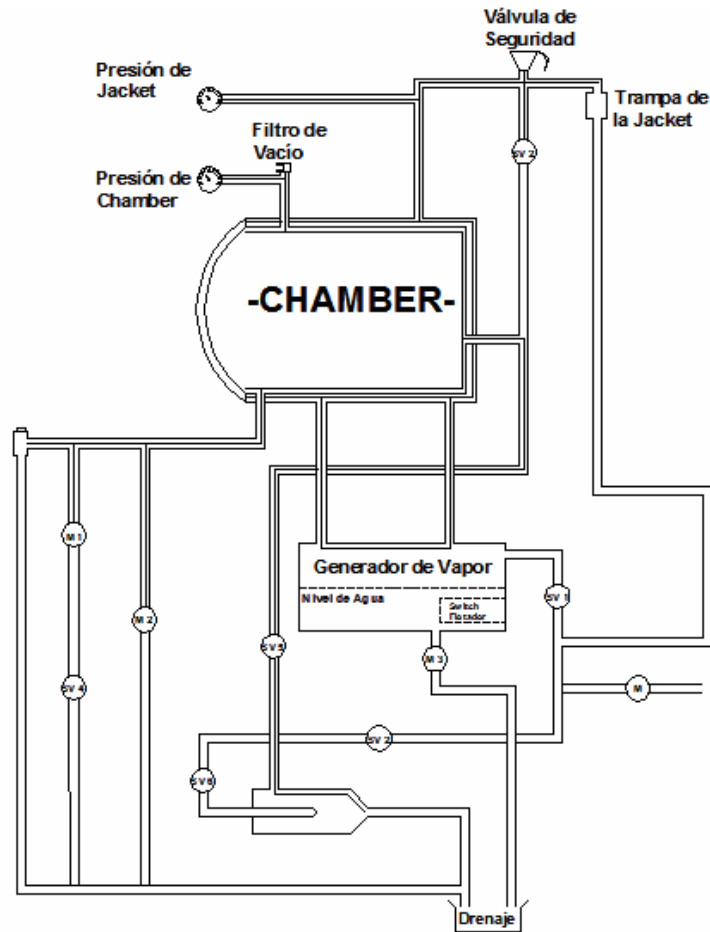


Figura 4.10. Etapa de evacuación rápida de vapor.

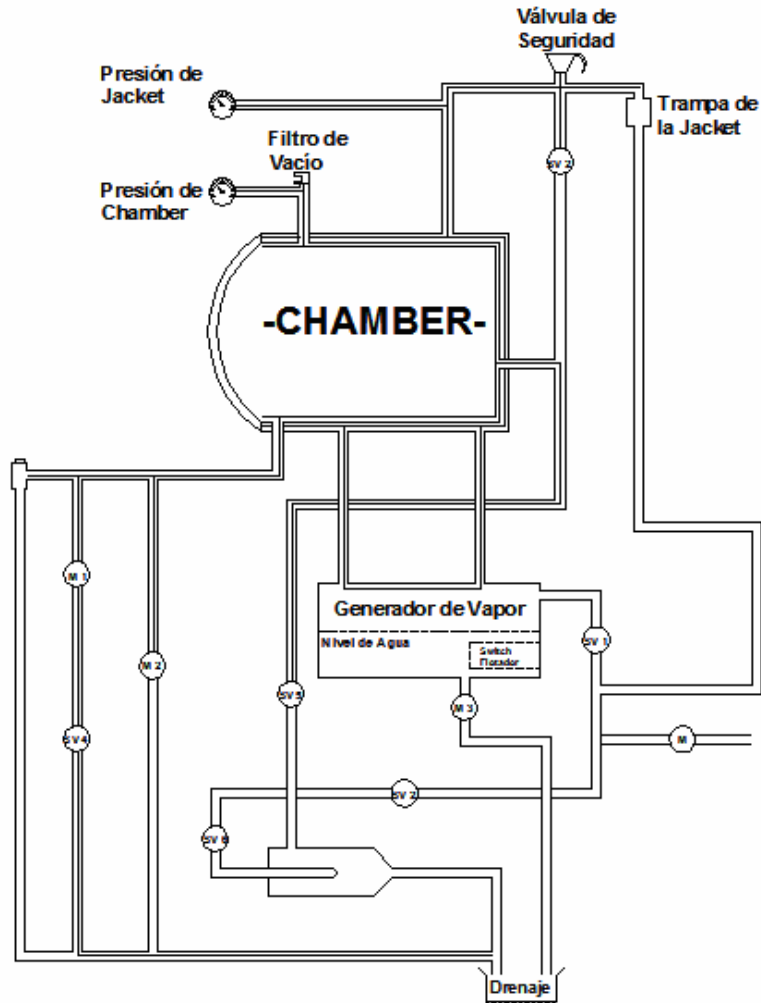


Figura 4.11. Etapa de Evacuación Lenta de Vapor.

La última etapa del proceso de esterilización consiste en eliminar la humedad remanente en los materiales sometidos al proceso, esto se logra introduciendo aire circundante o del exterior del equipo, el cual hace una presión negativa y produce que la humedad sea arrastrada fuera de la cámara por medio de un efecto de succión, a ésta etapa se le llama secado; al finalizar ésta etapa es cuando el equipo está listo, luego de retirar lo sostenido en la cámara, se puede reiniciar el proceso de esterilización nuevamente.

En la figura 4.12 se ilustran las condiciones inmediatamente después que el proceso de esterilización ha terminado.

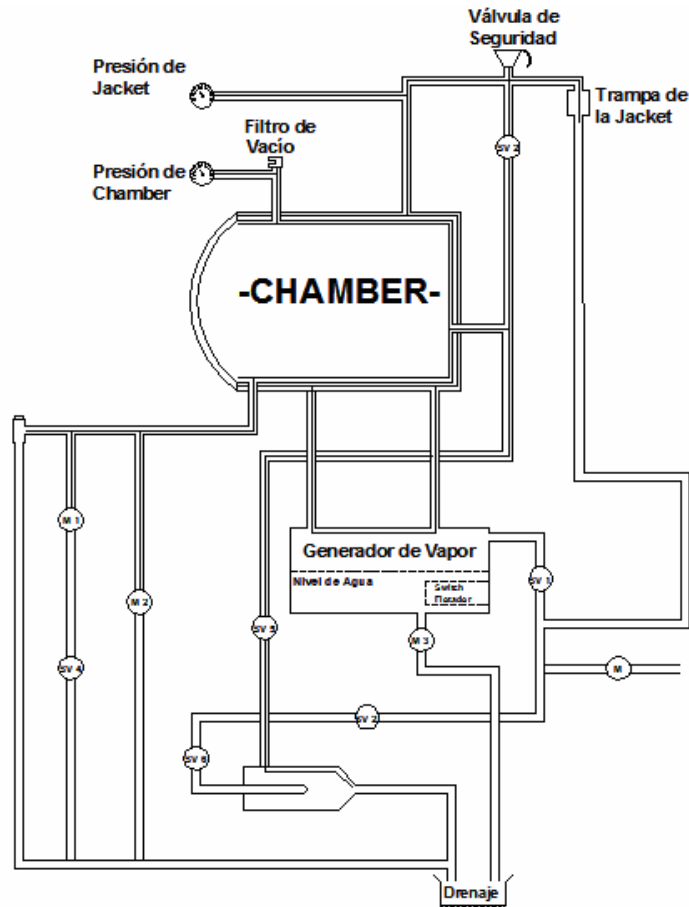


Figura 4.12. Finalización del proceso de esterilización Secado.

Existe una reutilización del vapor de escape de la válvula ferrocarril, como se puede ver en la figura 4.12, la expulsión del vapor por medio de ésta válvula se realimenta hacia la entrada de vapor general del equipo, el vapor que no se utiliza es expulsado hacia el drenaje.

4.3.2.1.7 Sistema de Tuberías y Válvulas.

Se ha hablado acerca de la generación de vapor, la cual estará a cargo de un equipo eléctrico cuyas características se especificaron anteriormente, este vapor generado debe de viajar por medio de varias tuberías, las cuales están conectadas entre sí por diferentes válvulas que tienen como función principal el permitir o negar el paso del vapor, dependiendo de cual sea el caso o la etapa del proceso de esterilización en que se encuentre.

El circuito neumático está constituido fundamentalmente por tuberías de carbón las cuales varían en longitud, ya que esto dependerá de la fracción de circuito donde ésta tubería está ubicada; es de resaltar que esta tubería tiene un diámetro de ½” la cual permite que el vapor viaje hacia el interior o exterior del equipo dependiendo así de cual sea el propósito de la ubicación de la tubería.

En cuanto a las válvulas solenoides pueden ser de dos tipos, de vástago, que se utilizan en válvulas pequeñas; y de membrana.

Todas tienen sentido de circulación, deben funcionar en posición horizontal con la bobina hacia arriba y su consumo eléctrico es muy pequeño. Cuando la bobina del solenoide no tiene tensión la válvula está cerrada mediante un muelle.

Cuando excitamos la bobina hacemos subir el vástago y se abre la válvula. La bobina no hace ningún esfuerzo ya que no tiene que vencer ninguna presión.

La figura 4.13 muestra los elementos tales como válvulas, generador y el circuito neumático que constituye el equipo esterilizador.

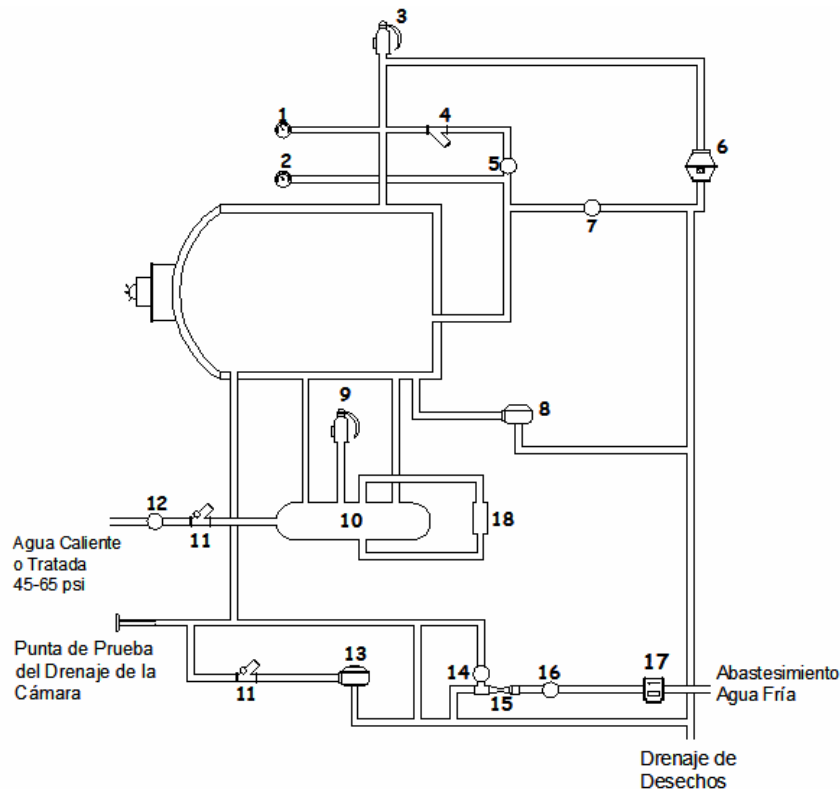


Figura 4.13. Diagrama de Circuito y Válvulas de un Equipo Esterilizador

En la tabla 4.8 se presentan la nomenclatura de todos lo elementos que componen un equipo esterilizador y que se muestran en la figura 4.13.

1	Medidor de la Presión de Jacket
2	Medidor de la Presión de Chamber
3	Válvula de Seguridad de Jacket
4	Strainer
5	Selenoide de Entrada de Vapor a Chamber
6	Trampa de Aire de Jacket
7	Selenoide Extractor del Ciclo Fluido
8	Trampa Termostática de Jacket
9	Válvula de Seguridad (50 psi)
10	Generador de Vapor Eléctrico
11	Válvula Check
12	Selenoide Alimentador de Agua
13	Trampa Termostática de Chamber
14	Selenoide Extractor del Ciclo Rápido
15	Propulsor de Agua Pulverizada
16	Selenoide Propulsor de Agua
17	Water Strainer
18	Corte de Bajo Nivel de Agua

Tabla 4.8. Nomenclatura de dispositivos mostrados en la figura 4.13.

Las utilizadas en éste tipo de equipo son válvulas solenoides de 2 vías de uso general, dentro de los tipos de aplicaciones típicas en que se utilizan estas válvulas se tiene: Agua, aire, aceites livianos, combustibles livianos, gases neutros vapor de agua y otros. Los diámetros de estas dependerán del modelo que se escoja al momento de la instalación presentándose así la tabla comparativa 4.9 de válvulas solenoides marca Jefferson.

Según la tabla 4.8 se hace la selección de la válvula solenoide No. 1393 y esto es dado por sus características técnicas y características generales.

En la figura 4.14 se puede observa la válvula solenoide de la marca Jefferson No. 1393.

Características Principales

- Normalmente cerrada o normalmente abierta.
- Acción directa. No necesita presión diferencial mínima para operar.
- Cuerpo de latón forjado, latón forjado niquelado.
- Conexiones roscadas BSP o NPT.

- Cierre tipo cuchilla de acero inoxidable sobre asientos de PTFE. Su pasaje recto evita caídas de presión y turbulencias por cambio de dirección del fluido como ocurre en las válvulas convencionales.
- Bobinas capsuladas.

Nro de Serie	Ø de Conexión en Pulgadas									Temp. Max. °C			Dp bar		Aplicaciones Típicas									
	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	80	150	180	Mínimo	Máximo	Aire y gases inertes	Agua y Líquidos livianos	Aceites Termicos	Vapor	Oxigeno	Gasolina	Fluidos Criogenicos	Vacio	
1314											●	●	●	0	15	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
1326	■										●			0	50	SI	SI	-	-	SI	SI	-	SI	
1327		■									●	●	●	0	100	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
1335			■								●	●		0	10	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	SI	
1342											●	●	●	0.2	15	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-
1390		■									●	●	●	0.1	15	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-
1393		■											●	0	4	SI	SI	SI	SI	-	-	-	-	-
2026	■										●	●		0	50	SI	SI	-	SI	SI	SI	-	SI	
2036			■								●			0.1	10	SI	SI	-	-	-	-	-	-	-
2036						■					●			0.3	10	SI	SI	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.9. Cuadro Comparativo de Modelos de Válvulas Solenoide marca Jefferson ⁽¹⁰⁾.



Figura 4.14. Válvula Solenoide No.1393.

10: Catálogo de válvulas solenoides de la empresa Jefferson Solenoid Valves USA Inc.

Características Opcionales.

- Indicador luminoso de bobina energizada.
- Bobinas y carcasas a prueba de explosión y/o intemperie.

Especificaciones Técnicas

Dimensiones Generales.

Las dimensiones de la válvula solenoide se muestran en la figura 4.15 como se observa estas válvulas son de tamaño pequeño y esto hace que en sí este tipo de válvula no ocupe mucho espacio en el equipo esterilizador.

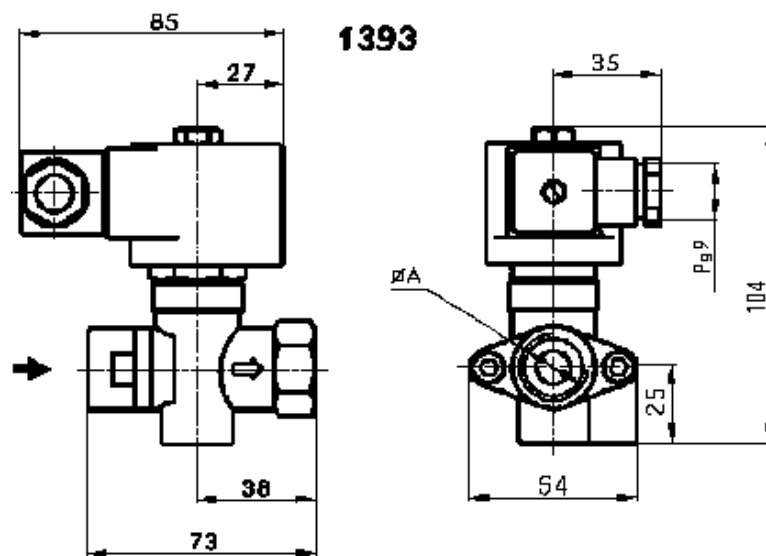


Figura 4.15. Dimensiones válvulas solenoides. Medidas en mm.

4.3.2.2 Alimentación de Vapor Directa Proveniente del Sistema Central de Calderas.

A diferencia del rediseño anterior en este caso el esterilizador no tendrá una generación de vapor local o propia, al contrario la alimentación de vapor de este equipo dependerá del sistema central de caldera del hospital; es de recalcar que de esta forma es que el equipo trabajaba originalmente.

Para esto es necesario implementar una tubería de $\frac{3}{4}$ " la cual viajará una distancia de 35 mts. (distancia existente desde las calderas principales hasta la ubicación del equipo), esta tubería viajará de forma subterránea ya que tendrá que atravesar una calle de acceso del hospital, la tubería deberá ser de acero al carbón y

tendrá que estar instalada aproximadamente a 3 mts de profundidad, al igual que también la instalación de la misma tendrá que estar acompañada de un revestimiento de tierra dura o tierra mezclada con cemento lo anterior con el propósito de evitar que la presión ejercida de los automóviles y el revestimiento de la calle dañen la tubería y puedan producir algún tipo de ruptura en la misma produciendo así una fuga de vapor.

Para el rediseño del circuito de vapor, cámara, chaqueta y revestimiento del equipo serán tomadas en cuentas las mismas consideraciones que en el caso anterior que es cuando el equipo cuenta con su propio generador eléctrico de vapor, puesto que, no es necesario hacer ningún tipo de cambio en el rediseño para cuando el equipo recibe la alimentación desde un generador externo (calderas centrales).

4.3.2.2.1 Funcionamiento General.

En este tipo de esterilizadores, el vapor es generado por medio del sistema de calderas centrales, el proceso de esterilización comienza cuando una válvula solenoide recibe una señal eléctrica desde un panel central, el cual está ubicado al frente del equipo esterilizador, este panel es manejado por pulsadores los cuales mandan la señal hacia un sistema de contactores y bobinas los cuales ejecutaran la orden dependiendo si se ha cumplido las condiciones necesarias para que el proceso se ejecute.

La primera etapa dentro del proceso de esterilización sucede cuando la válvula solenoide permite que el vapor sostenido dentro de la tubería de alimentación viaje hacia la chaqueta, esta condición se mantiene hasta que se obtiene una presión de 21 PSI, esta presión está monitorizada por medio de un manómetro ubicado en la chaqueta, en ésta etapa del proceso el factor más importante es la presión en la chaqueta, es necesario que dicha presión se mantenga durante todo el proceso, a esta etapa se le llama etapa de pre-esterilización, ésta válvula se mantiene abierta durante todo el proceso para asegurar que la presión en la chaqueta se mantendrá siempre en el valor deseado.

En la figura 4.16 se puede observar el diagrama de tuberías y el flujo de vapor hacia la chaqueta.

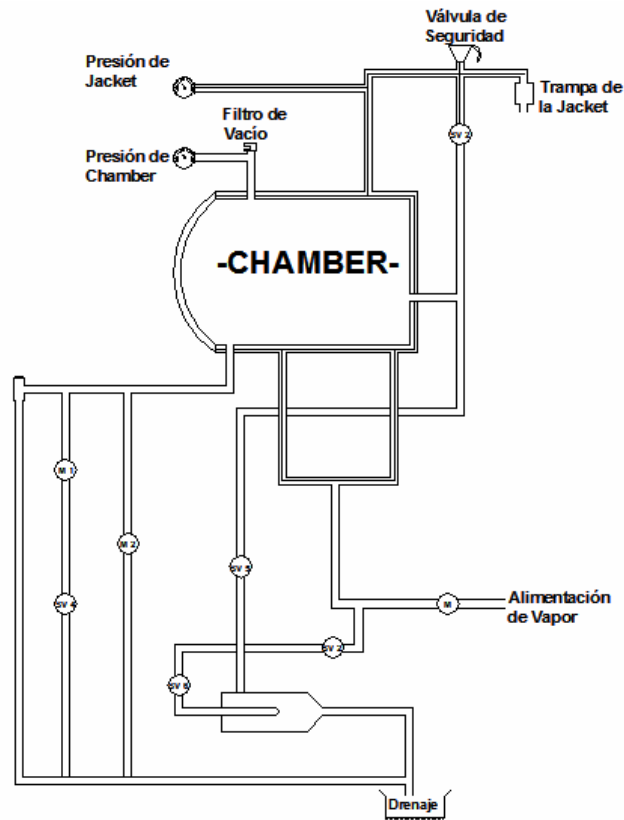


Figura 4.16. Diagrama del Circuito de Vapor Justo antes del Inicio de Proceso de Esterilización.

La segunda etapa del proceso sucede cuando la presión de 21 PSI es obtenida. Luego de pasar 5 minutos la válvula solenoide que comunica la cámara con la chaqueta es abierta y permite así el paso del vapor hacia la cámara, esto permite que la cámara se caliente hasta 121°C, la otra condición que se debe de cumplir es que la presión de la cámara debe de ser de 21 PSI, estos dos factores se pueden observar en el manómetro de cámara y en el termómetro, ambos medidores están ubicados en la parte frontal del equipo; cuando estas condiciones se han cumplido es cuando el proceso de esterilización comienza y esto se mantendrá hasta que el mismo finalice.

En la figura 4.17 se muestra la condición del vapor para la etapa de esterilización.

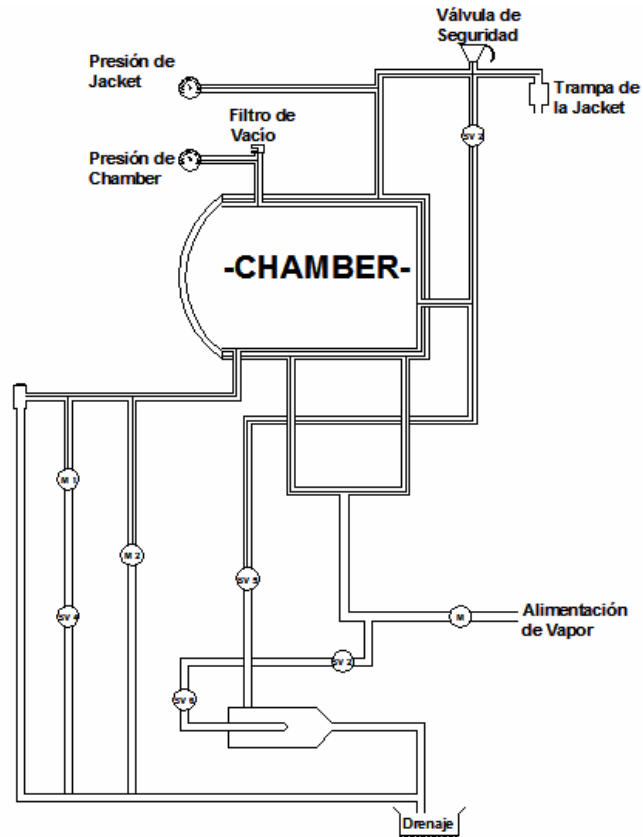


Figura 4.17. Condición del Vapor Durante la Esterilización.

La tercera etapa del proceso de esterilización se refiere a la evacuación del vapor existente en la cámara, para esto es necesario que se le indique al equipo que tipo de evacuación realizará y esto dependerá de los materiales que se encuentren dentro del equipo, así en el caso de bultos o paquetes la evacuación de vapor será rápida y esto se obtendrá cerrando la válvula solenoide de comunicación entre chaqueta y cámara, luego de esto también se debe de abrir la válvula solenoide encargada para este fin; en el caso de que se estén esterilizando líquidos la evacuación de vapor deberá ser de manera lenta, esto se obtiene haciendo que el vapor viaje por el circuito más largo hacia el drenaje, al igual que en el caso anterior la válvula de comunicación entre cámara y chaqueta debe de ser cerrada y se debe aperturar la válvula de evacuación lenta.

En la figura 4.18 se muestra la condición de vapor justo cuando el proceso de evacuación rápida se ha iniciado, también se muestra el flujo de vapor hacia el drenaje.

En la figura 4.19 se muestra la condición de vapor justo cuando el proceso de evacuación lenta se ha iniciado, también se muestra el flujo de vapor hacia el drenaje.

La última etapa del proceso de esterilización es cuando se necesita eliminar la humedad remanente en los materiales sometidos al proceso, esto se logra introduciendo aire circundante o del exterior, que produce una presión negativa y concibe que la humedad sea arrastrada fuera de la cámara por medio de un efecto de succión, a ésta etapa se le llama secado, cuando esta etapa finaliza es cuando el equipo esta listo, luego de retirar lo sostenido en la cámara, para reiniciar el proceso de esterilización nuevamente.

En la figura 4.20 se ilustra la condición inmediatamente después que el proceso de esterilización ha terminado.

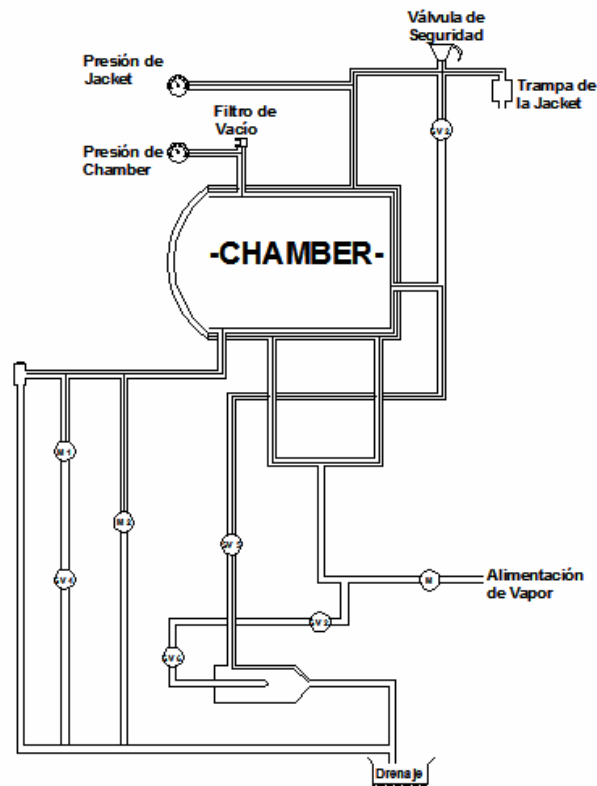


Figura 4.18. Etapa de Evacuación Rápida de Vapor.

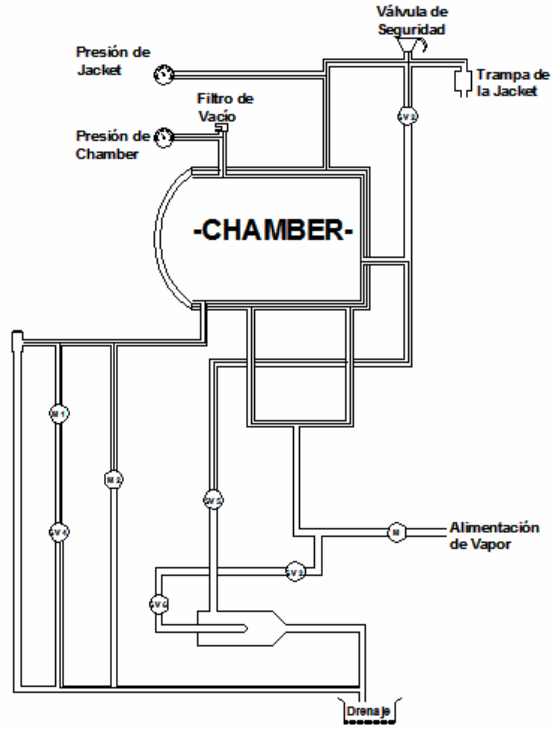


Figura 4.19. Etapa de Evacuación Lenta de Vapor.

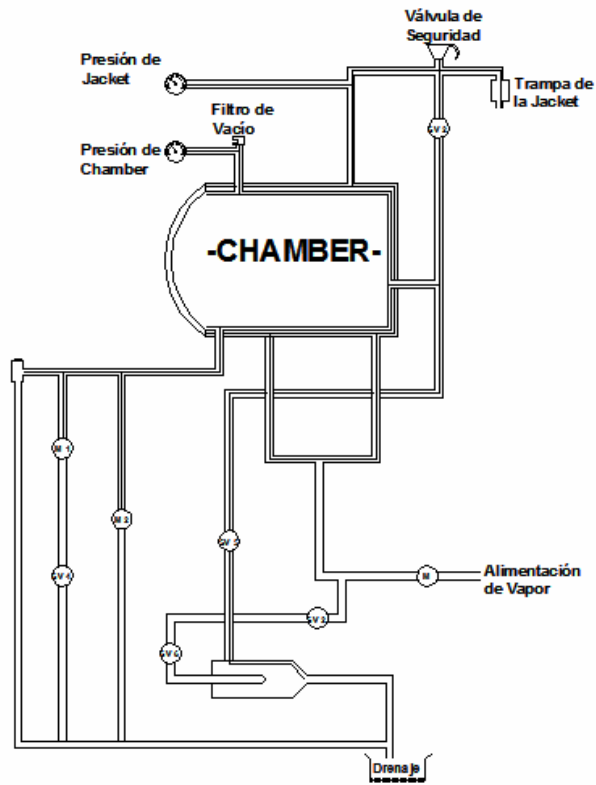


Figura 4.20. Finalización del proceso de esterilización Secado.

4.3.3 Diseño del Sistema de Control del Equipo Esterilizador por Medio de Contactores.

Para la realización del Diseño del circuito de control por medio de contactores para los equipos esterilizadores se toman en cuenta que puede existir dos tipos de control diferentes y esto es dependiendo del tipo de alimentación que reciban, es decir:

4.3.3.1 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde las Calderas Centrales.

4.3.3.2 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde un Generador o Calderín.

4.3.3.1 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde las Calderas Centrales.

El circuito figura 4.23 muestra la lógica de control general correspondiente a la alimentación directa de vapor de los esterilizadores desde el cuarto de calderas del HRISA. El vapor luego de viajar desde el cuarto de calderas del hospital por medio de una tubería de acero al carbón llega a la entrada de vapor del equipo esterilizador, el paso de éste es controlado por una electro-válvula general de alimentación y es desde este punto que se controla la operación de los equipos de esterilización. A continuación, se expone en detalle el funcionamiento del equipo para llevar a cabo el proceso de esterilización.

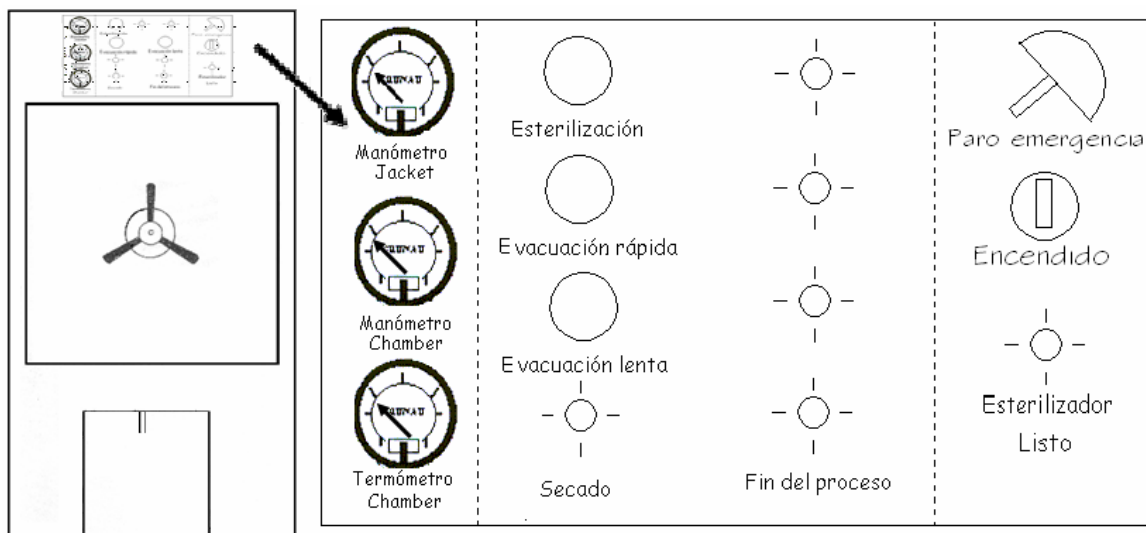


Figura 4.21. Panel de Control Esterilizador con Alimentación Directa.

En la figura 4.21 se muestra el panel de control general y su ubicación en el equipo esterilizador con alimentación directa de vapor, en el panel podemos identificar los siguientes elementos: Paro de emergencia (So), Encendido general (I), luz indicadora que el sistema esta listo para iniciar el proceso de esterilización *Esterilizador Listo* (L₁), pulsador de inicio de operación de la Esterilización de los materiales (S₁), luz indicadora de finalización del proceso de esterilización (L₂), pulsador para la evacuación rápida de vapor (S₂), luz indicadora del proceso de evacuación rápida de vapor (L₃), pulsador para la evacuación lenta de vapor (S₃), luz indicadora del proceso de evacuación lenta de vapor (L₄), luz indicadora del proceso de secado (L₅), luz indicadora de la finalización del proceso de esterilización (L₆). En el panel de control también podemos identificar los dos manómetros indicadores de la presión correspondiente a la cámara externa (Jacket) y la cámara de esterilización (Chamber), así como el termómetro que muestra la temperatura dentro de la cámara durante el proceso de esterilización.

4.3.3.1.1 Descripción del Funcionamiento.

Accione el interruptor de encendido general (I), para alimentar eléctricamente todo el circuito de control y el circuito de fuerza del esterilizador, girando el interruptor (I). Con el accionamiento de este interruptor se energizan las bobinas del circuito y se acciona la electroválvula de alimentación principal de vapor (K₁), permitiendo que el flujo proveniente desde el cuarto de calderas del Hospital ingrese hacia la cámara externa (Jacket).

Cuando la presión dentro de la Chaqueta sea de 21 PSI se accionará automáticamente el presostato ubicado en esta cámara, el cual se encuentra seteado a este valor para cerrar sus contactos; con el accionamiento de este dispositivo se alimenta el temporizador con retardo a la conexión (K₂), dispositivo que se encuentra seteado para un tiempo de 5 minutos, ya que se debe mantener la presión de 21 PSI dentro de la Chaqueta por este tiempo antes de poder iniciar el proceso de esterilización. Después de transcurrido este tiempo el temporizador (K₂) cierra sus contactos alimentando la luz indicadora para poder iniciar el proceso de esterilización (L₁).

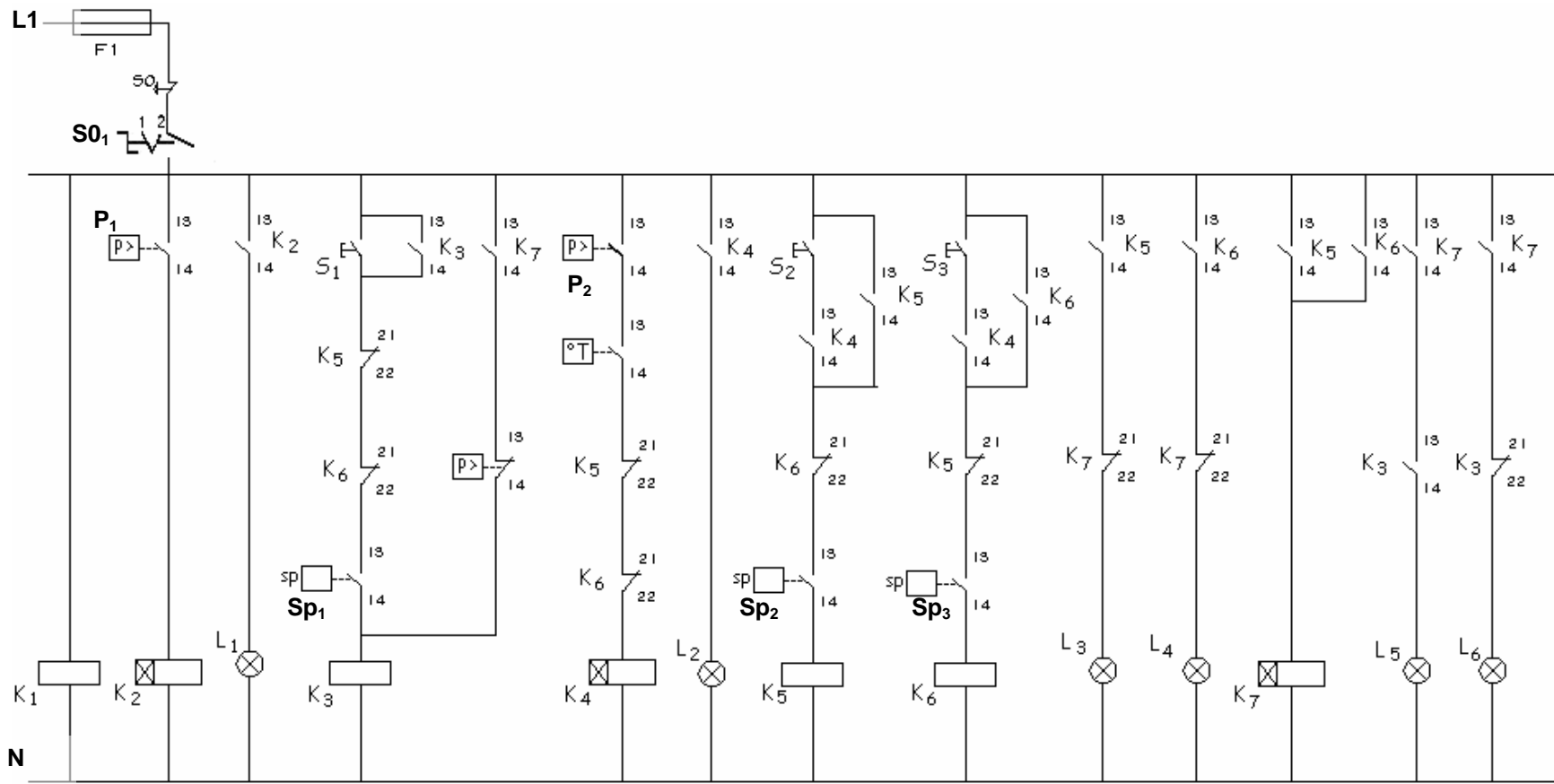


Figura 4.22 Diagrama de Control por Medio de Contactores⁽¹¹⁾.

11: Norma utilizada: DIN (Instituto Alemán de Normalización). Ver Anexo A.

Antes de presionar el pulsador (S_1) para iniciar el proceso de esterilización, verifique que la puerta del esterilizador este cerrada, ya que el sistema cuenta con un dispositivo de seguridad que impide el inicio del proceso a menos que la puerta este cerrada. Con el accionamiento de (S_1) se activa la electroválvula de alimentación hacia la cámara de esterilización (K_3), permitiendo el paso de vapor desde la Chaqueta hacia la cámara de esterilización. El tiempo efectivo de esterilización inicia en el momento que la cámara alcanza la temperatura y presión de esterilización; estas variables son controladas por medio del presostato y el termostato ubicados dentro de esta cámara, los cuales cierran sus contactos al momento de alcanzar los valores de operación (21 PSI y 121°C, respectivamente), activando el temporizador con retardo a la conexión (K_4).

El temporizador (K_4) cierra sus contactos después de pasado el tiempo de esterilización (30 min), con lo que se acciona la luz indicadora que el proceso de esterilización ha finalizado (L_2).

Ahora, siguiendo el proceso de esterilización, se deberá seleccionar el método de evacuación de vapor, ya sea rápida o lenta. El método de evacuación dependerá del tipo de material a ser esterilizado. Se seleccionará la evacuación lenta si son líquidos los que se están esterilizando y rápida si es otro tipo de desecho. Para habilitar el proceso se deberá presionar (S_2) si se desea que la evacuación sea rápida, con lo que se alimenta la electroválvula correspondiente para este proceso (K_5). En el caso que se desee una evacuación lenta se deberá presionar el pulsador (S_3), para habilitar la electroválvula correspondiente dentro del equipo (K_6) y permitir la evacuación lenta del vapor dentro de la cámara de esterilización. Para ambos casos, cabe mencionar que al habilitarse cualquiera de estos procesos se deshabilita la electroválvula de conexión entre la Chaqueta y la cámara de esterilización (K_3) y se cierra el paso de vapor desde la Chaqueta, para poder extraer el vapor dentro de la cámara de esterilización (Chamber). También se puede apreciar en el circuito que existen dos luces indicadoras: (L_3) para indicar que se esta llevando acabo una evacuación rápida y (L_4) para indicar que se esta llevando acabo una evacuación lenta de vapor.

El proceso de evacuación se encuentra controlado por un temporizador (K₇) que, después de transcurrido un tiempo de 15 min, cierra sus contactos para poder habilitar automáticamente la siguiente etapa dentro del proceso de esterilización (secado). Cabe mencionar que con el accionamiento de este dispositivo se deshabilita la luz indicadora del proceso de evacuación de vapor (L₃ o L₄, dependiendo del tipo de evacuación seleccionada). El proceso de secado conlleva la apertura, nuevamente, de la electroválvula de conexión entre Chaqueta y Chamber (K₃), ya que el flujo de vapor crea un vacío que termina de extraer la humedad contenida dentro de la cámara de esterilización, secando los DSBH contenidos dentro del equipo. Para identificar que el proceso de secado se está llevando a cabo existe una luz indicadora (L₅), la cual se desactiva cuando se logra una presión igual a cero dentro de la cámara de esterilización.

Con esto se concluye el proceso de esterilización y se puede visualizar mediante la luz indicadora (L₆). Cuando se activa este indicador se debe abrir la puerta de acceso del esterilizador parcialmente para extraer el vapor restante y se deben esperar unos minutos para remover los DSBH esterilizados.

Al abrir la puerta del equipo, se realiza un reseteo general y el sistema se encuentra en este momento en un estado de espera para poder ser utilizado nuevamente, o si ya no se realizará ninguna otra carga se procede a desactivar completamente el sistema girando a su posición de apagado el interruptor de encendido general (I).

4.3.3.2 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde un Generador o Calderín.

El circuito figura 4.25 muestra la lógica de control general correspondiente a la alimentación con generador propio de vapor (calderín). El vapor es generado localmente por el equipo por medio de un calderín, que calienta hasta el punto de evaporación el flujo de agua ingresado dentro de éste, para luego alimentar la entrada de vapor del equipo. Al igual que en el caso de la alimentación directa, el paso de vapor es controlado por una electro-válvula general de alimentación. La adición del calderín supone una modificación en el circuito de control, ya que

también se maneja el funcionamiento del calderín. A continuación, se expone en detalle el funcionamiento del equipo para llevar a cabo el proceso de esterilización.

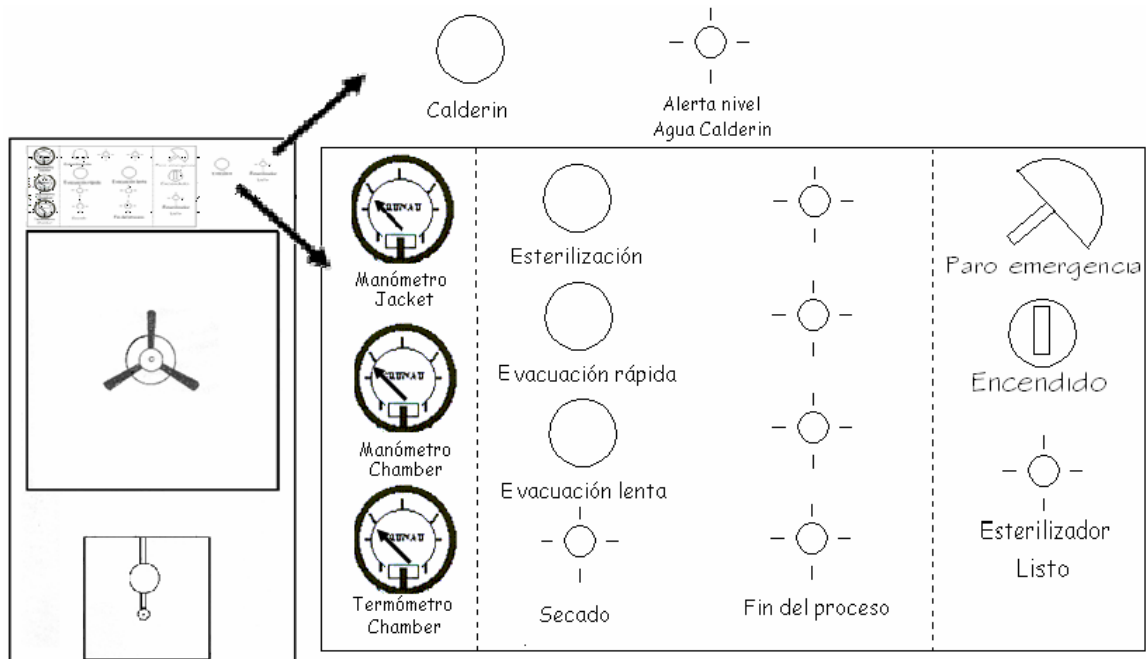


Figura 4.23. Panel de Control Esterilizador con Generador Local de Vapor.

En la figura 4.23 se muestra el panel de control general y su ubicación en el equipo esterilizador con generador local de vapor (calderín), en el panel podemos identificar los siguientes elementos: Paro de emergencia (S₀), encendido general (I), luz indicadora que el sistema esta listo para iniciar el proceso de esterilización *esterilizador Listo* (L₁), pulsador de inicio de operación de la Esterilización de los materiales (S₁), luz indicadora de finalización del proceso de esterilización (L₂), pulsador para la evacuación rápida de vapor (S₂), luz indicadora del proceso de evacuación rápida de vapor (L₃), pulsador para la evacuación lenta de vapor (S₃), luz indicadora del proceso de evacuación lenta de vapor (L₄), luz indicadora del proceso de secado (L₅), luz indicadora de la finalización del proceso de esterilización (L₆) y podemos observar, a diferencia del panel de control con alimentación directa de vapor, el pulsador para encendido del calderín (S₄) y luz indicadora de bajo nivel de agua en el calderín (L₇). En el panel de control también podemos identificar los dos

manómetros indicadores de la presión correspondiente a la cámara externa (Jacket) y la cámara de esterilización (Chamber), así como el termómetro que muestra la temperatura dentro de la cámara durante proceso de esterilización.

4.3.3.2.1 Descripción del Funcionamiento.

Antes de iniciar con el proceso de esterilización se deberá verificar que el equipo este apto para poder realizar la esterilización de los DSBH y haber realizado el mantenimiento correspondiente del equipo (rutina diaria, rutina semanal, rutina mensual).

Accione el interruptor de encendido general (I), para alimentar eléctricamente todo el circuito de control y el circuito de fuerza del esterilizador, girando el interruptor (I). A diferencia del esterilizador con alimentación directa, en este caso al accionar el interruptor (I) el sistema verifica en primer lugar el nivel de agua del calderín y si el nivel de este no corresponde con el nivel seteado para su accionamiento, el sistema enciende automáticamente la bomba de llenado (K₈) y enciende la luz indicadora de bajo nivel (L₇); la bomba de llenado se detendrá automáticamente cuando se logre el nivel optimo de agua y se apagara la luz indicadora (L₇). Se procede entonces a habilitar el calderín (K₉), accionando el pulsador (S₄), con lo que también se acciona la electroválvula de alimentación principal de vapor (K₁), permitiendo que el flujo proveniente desde el cuarto de calderas del Hospital ingrese hacia la cámara externa (Jacket).

A partir de este punto el funcionamiento es similar al ya expuesto en la sección de alimentación directa y una vez finalizado el proceso, indicado por la alerta (L₆), se realiza un reseteo del sistema al abrir la puerta del equipo. El sistema se encuentra en este momento en un estado de espera para poder ser utilizado nuevamente, o si ya no se realizará ninguna otra carga se procede a desactivar completamente el sistema girando a su posición de apagado el interruptor de encendido general (I).

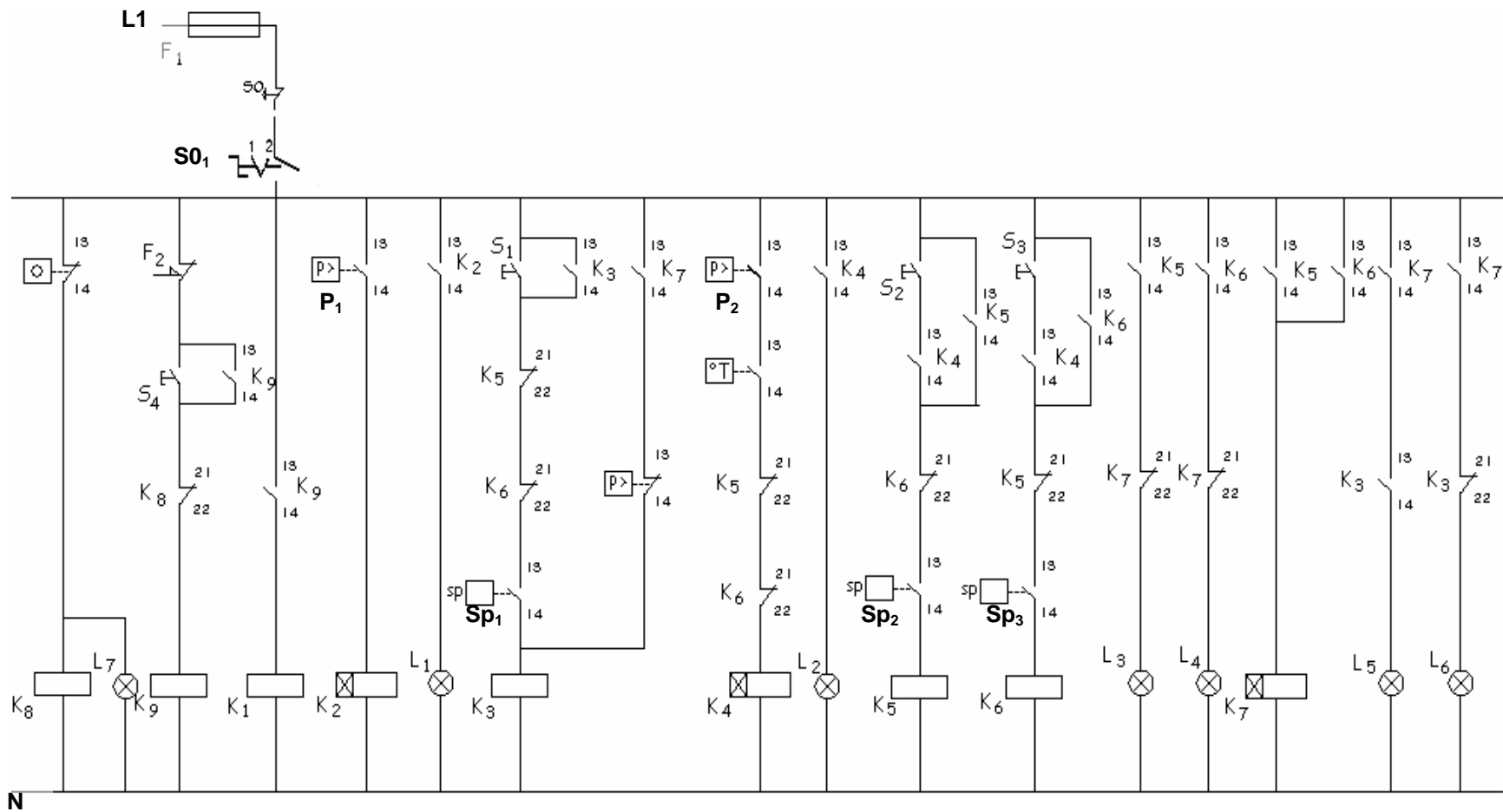


Figura 4.24. Diagrama de Control por Medio de Contactores⁽¹¹⁾.

4.3.4 Diseño en el Sistema de Control del Equipo Esterilizador por Medio de un Control Lógico Programable.

En esta sección se expondrá como poder controlar el proceso de esterilización, para ambos métodos de alimentación de vapor, haciendo uso de las herramientas del programa LOGO Soft Comfort V 5.0, propio del automata programable LOGO! de la compañía SIEMENS y que permite visualizar el ordenamiento en cascada de todos los bloques lógicos que conforman el programa final de control para el proceso de esterilización.

Los dos casos que se toman en cuenta para el sistema de control son los siguientes

4.3.4.1 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde las Calderas Centrales.

4.3.4.2 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde un Generador o Calderín.

4.3.4.1 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde las Calderas Centrales.

El panel de control que genera y alimenta las entradas lógicas del autómata es similar al ya planteado en la sección de control por medio de contactores (figura 4.21), con la consideración que ya no se alimentarán las bobinas de un contactor, sino que las entradas del autómata y en base a estas señales y a un proceso lógico desarrollado dentro del LOGO! es que se habilitan finalmente las salidas que llevan una señal eléctrica hacia los dispositivos de accionamiento.

En la figura 4.25 podemos observar el esquema de control, en el cual:

- I₁: Encendido general (I).
- I₂: Paro de emergencia (So).
- I₃: Presostato Chaqueta (Jacket).
- I₄: Pulsador inicio esterilización de materiales (S₁).
- I₅: Señal puerta de acceso esterilizador.
- I₆: Presostato presión de esterilización Cámara (Chamber).
- I₇: Termostato cámara de esterilización Cámara (Chamber).
- I₈: Pulsador evacuación rápida de vapor (S₂).

I₉: Pulsador evacuación lenta de vapor (S₃).

I₁₀: Presostato presión cero Cámara (Chamber).

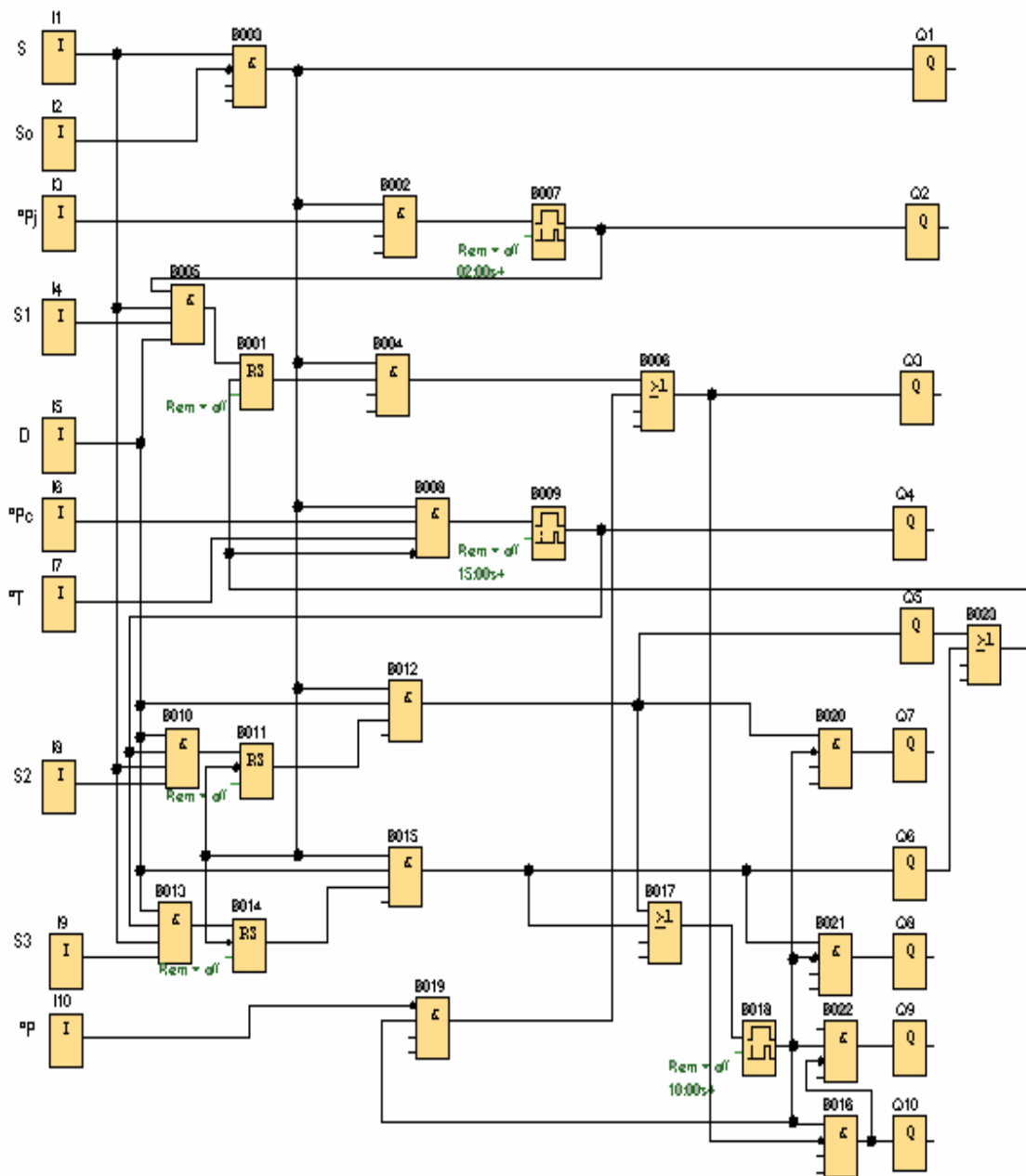


Figura 4.25. Lógica de Bloques Módulo LOGO!

Q₁: Electroválvula de alimentación principal.

Q₂: Luz indicadora esterilizador listo.

Q₃: Electroválvula alimentación Cámara (Chamber).

Q₄: Luz indicadora proceso de esterilización finalizado.

Q₅: Electroválvula evacuación rápida.

Q₆: Electroválvula evacuación lenta.

Q₇: Luz indicadora evacuación rápida.

Q₈: Luz indicadora evacuación lenta.

Q₉: Luz indicadora secado.

Q₁₀: Fin del proceso de esterilización.

4.3.4.1.1 Descripción del Funcionamiento.

Antes de iniciar con el proceso de esterilización se deberá verificar que el equipo este apto para poder realizar la esterilización de los DSBH y haber realizado el mantenimiento correspondiente del equipo (rutina diaria, rutina semanal, rutina mensual).

Accione el interruptor de encendido general (I), para alimentar eléctricamente todo el circuito de control y el circuito de fuerza del esterilizador, girando el interruptor (I). Con el accionamiento de este interruptor se energizan las bobinas del circuito y se acciona la electroválvula de alimentación principal de vapor (Q₁), permitiendo que el flujo proveniente desde el cuarto de calderas del Hospital ingrese hacia la cámara externa (Jacket).

Cuando la presión dentro de la Chaqueta sea de 21 PSI se accionará automáticamente el presostato ubicado en esta cámara, el cual se encuentra seteado a este valor para cerrar sus contactos; con el accionamiento de este dispositivo se alimenta el temporizador con retardo a la conexión (B₀₀₇), dispositivo que se encuentra seteado para un tiempo de 5 minutos, ya que se debe mantener la presión de 21 PSI dentro de la Chaqueta por este tiempo antes de poder iniciar el proceso de esterilización. Después de transcurrido este tiempo el temporizador (B₀₀₇) cierra sus contactos alimentando la luz indicadora para poder iniciar el proceso de esterilización (Q₁).

Antes de presionar el pulsador (S₁) para iniciar el proceso de esterilización, verifique que la puerta del esterilizador este cerrada (I₅), ya que el sistema cuenta con un dispositivo de seguridad que impide el inicio del proceso a menos que la puerta este cerrada. Con el accionamiento de (S₁) se activa la electroválvula de alimentación hacia la cámara de esterilización (Q₃), permitiendo el paso de vapor desde la Chaqueta hacia la cámara de esterilización. El tiempo efectivo de esterilización inicia en el momento que la cámara alcanza la temperatura y presión de esterilización; estas variables son controladas por medio del presostato y el termostato ubicados dentro de esta cámara, los cuales cierran sus contactos al momento de alcanzar los valores

de operación (21 PSI y 121 °C, respectivamente), activando el temporizador con retardo a la conexión (B₀₀₉)

El temporizador (B₀₀₉) cierra sus contactos después de pasado el tiempo de esterilización (30 min.), con lo que se acciona la luz indicadora que el proceso de esterilización ha finalizado (Q₄).

Ahora, siguiendo el proceso de esterilización, se deberá seleccionar el método de evacuación de vapor, ya sea rápida o lenta. El método de evacuación dependerá del tipo de material a ser esterilizado. Se seleccionará la evacuación lenta si son líquidos los que se están esterilizando y rápida si es otro tipo de desecho. Para habilitar el proceso se deberá presionar (S₂) si se desea que la evacuación sea rápida, con lo que se alimenta la electroválvula correspondiente para este proceso (Q₅). En el caso que se desea una evacuación lenta se deberá presionar el pulsador (S₃), para habilitar la electroválvula correspondiente dentro del equipo (Q₆) y permitir la evacuación lenta del vapor dentro de la cámara de esterilización. Para ambos casos, cabe mencionar que al habilitarse cualquiera de estos procesos se deshabilita la electroválvula de conexión entre la Chaqueta y la cámara de esterilización (Q₃) y se cierra el paso de vapor desde la Chaqueta, para poder extraer el vapor dentro de la cámara de esterilización (Chamber). También se puede apreciar en el circuito que existen dos luces indicadoras: (Q₇) para indicar que se esta llevando acabo una evacuación rápida y (Q₈) para indicar que se esta llevando acabo una evacuación lenta de vapor.

El proceso de evacuación se encuentra controlado por un temporizador (B₀₁₈) que, después de transcurrido un tiempo de 15 min, cierra sus contactos para pode habilitar automáticamente la siguiente etapa dentro del proceso de esterilización (secado). Cabe mencionar que con el accionamiento de este dispositivo se deshabilita la luz indicadora del proceso de evacuación de vapor (Q₇ o Q₈, dependiendo del tipo de evacuación seleccionada). El proceso de secado conlleva la apertura, nuevamente, de la electroválvula de conexión entre Chaqueta y Chamber (Q₃), ya que el flujo de vapor crea un vacío que termina de extraer la humedad contenida dentro de la cámara de esterilización, secando los DSBH contenidos dentro del equipo. Para identificar que el proceso de secado se esta llevando a cabo existe una luz indicadora (Q₉), la

cual se desactiva cuando se logra una presión igual a cero dentro de la cámara de esterilización.

Con esto se concluye el proceso de esterilización y se puede visualizar mediante la luz indicadora (Q₁₀). Cuando se activa este indicador se debe abrir la puerta de acceso del esterilizador parcialmente para extraer el vapor restante y se deben esperar unos minutos para remover los DSBH esterilizados.

Al abrir la puerta del equipo, se realiza un reseteo general y el sistema se encuentra en este momento en un estado de espera para poder ser utilizado nuevamente, o si ya no se realizará ninguna otra carga se procede a desactivar completamente el sistema girando a su posición de apagado el interruptor de encendido general (I).

4.3.4.2 Cuando los Equipos Esterilizadores Reciben la Alimentación de Vapor desde un Generador o Calderín.

El panel de control que genera y alimenta las entradas lógicas del autómeta es similar al ya planteado en la sección de control por medio de contactores (figura 4.23), con la consideración que ya no se alimentarán las bobinas de un contactor, sino que las entradas del autómeta y en base a estas señales y a un proceso lógico desarrollado dentro del LOGO es que se habilitan finalmente las salidas que llevan una señal eléctrica hacia los dispositivos de accionamiento. En la figura 4.26 se puede observar el esquema de control, en el cual:

- I₁: Encendido general (I).
- I₂: Paro de emergencia (So).
- I₃: Presostato Chaqueta (Jacket).
- I₄: Pulsador inicio esterilización de materiales (S₁).
- I₅: Señal puerta de acceso esterilizador.
- I₆: Presostato presión de esterilización Cámara (Chamber).
- I₇: Termostato cámara de esterilización Cámara (Chamber).
- I₈: Pulsador evacuación rápida de vapor (S₂).
- I₉: Pulsador evacuación lenta de vapor (S₃).
- I₁₀: Presostato presión cero Chaqueta (Chamber).
- I₁₁: Nivel de agua calderín.
- I₁₂: Pulsador encendido calderín (S₄).

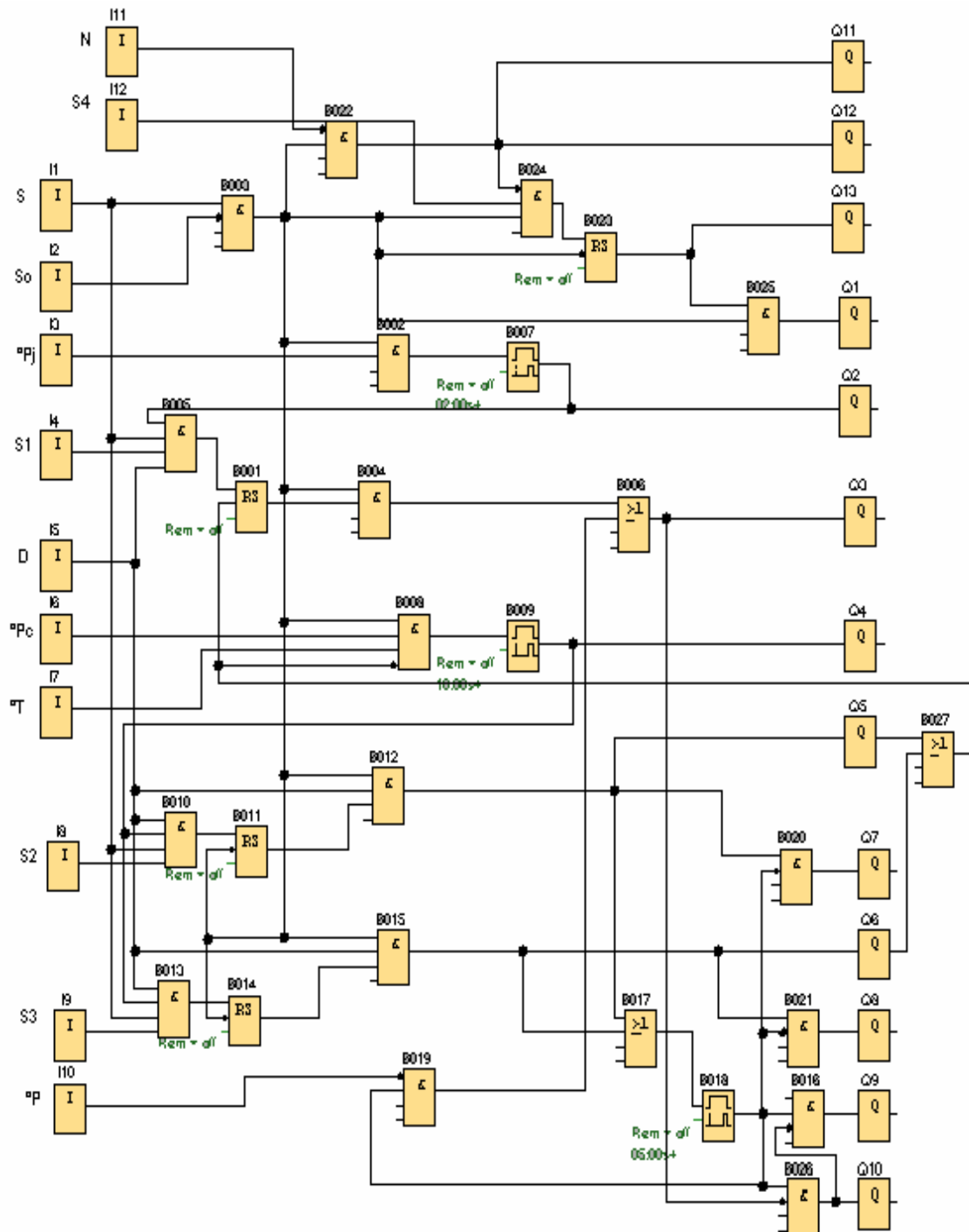


Figura 4.26. Lógica de Bloques Módulo LOGO!

- Q₁: Electroválvula de alimentación principal.
- Q₂: Luz indicadora esterilizador listo.
- Q₃: Electroválvula alimentación Cámara (Chamber).
- Q₄: Luz indicadora proceso de esterilización finalizado.
- Q₅: Electroválvula evacuación rápida.
- Q₆: Electroválvula evacuación lenta.
- Q₇: Luz indicadora evacuación rápida.

Q₈: Luz indicadora evacuación lenta.

Q₉: Luz indicadora secado.

Q₁₀: Fin del proceso de esterilización.

Q₁₁: Bomba de agua calderín.

Q₁₂: Alerta bajo nivel de agua.

Q₁₃: Calderín.

4.3.4.2.1 Descripción del Funcionamiento.

Antes de iniciar con el proceso de esterilización se deberá verificar que el equipo este apto para poder realizar la esterilización de los DSBH y haber realizado el mantenimiento correspondiente del equipo (rutina diaria, rutina semanal, rutina mensual).

Accione el interruptor de encendido general (I), para alimentar eléctricamente todo el circuito de control y el circuito de fuerza del esterilizador, girando el interruptor (I). A diferencia del esterilizador con alimentación directa, en este caso al accionar el interruptor (I) el sistema verifica en primer lugar el nivel de agua del calderín y si el nivel de este no corresponde con el nivel seteado para su accionamiento, el sistema enciende automáticamente la bomba de llenado (Q₁₁) y enciende la luz indicadora de bajo nivel (Q₁₂); la bomba de llenado se detendrá automáticamente cuando se logre el nivel optimo de agua y se apagara la luz indicadora (Q₁₂). Se procede entonces a habilitar el calderín (Q₁₃), accionando el pulsador (S₄), con lo que también se acciona la electroválvula de alimentación principal de vapor (Q₁), permitiendo que el flujo proveniente desde el cuarto de calderas del Hospital ingrese hacia la cámara externa (Jacket).

A partir de este punto el funcionamiento es similar al ya expuesto en la sección de alimentación directa y una vez finalizado el proceso, indicado por la alerta (Q₁₀), se realiza un reseteo del sistema al abrir la puerta del equipo. El sistema se encuentra en este momento en un estado de espera para poder ser utilizado nuevamente, o si ya no se realizará ninguna otra carga se procede a desactivar completamente el sistema girando a su posición de apagado el interruptor de encendido general (I).

4.4 Rediseño del Equipo de Incineración.

4.4.1 Descripción General del Proceso.

La incineración es el proceso de oxidación química en el cual los DSBH son quemados bajo condiciones controladas para oxidar el carbón e hidrogeno presentes en ellos, destruyendo con ello cualquier material con contenido de carbón, incluyendo los patógenos.

Los gases de combustión son expulsados a través de una chimenea, mientras que los residuos convertidos en cenizas son removidos periódicamente para su disposición final en el relleno sanitario.

4.4.2 Generales del Diseño.

Los medios que se requieren para que un incinerador funcione en buenas condiciones, en armonía con el medio ambiente y que cumpla con las normas de la Organización Mundial de la Salud son las siguientes:

- Todos los DSBH deben tener un proceso de segregación, almacenamiento y acopio temporal adecuado para que el incinerador pueda ser la parte final del sistema de degradación.
- El piso en el lugar de almacenamiento o acopio temporal debe tener un declive de un 2% hacia el desagüe para facilitar el lavado y la desinfección. Este lugar debe lavarse con un desinfectante por lo menos una vez por semana.
- Todos los orificios y entradas del cuarto de incineración deben estar protegidos para evitar el ingreso de insectos, roedores y aves.
- El área de incineración debe identificarse con señales de advertencia.
- El incinerador y el almacenamiento temporal de los DSBH deben colocarse en un área alejada del hospital y de sus servicios.
- El equipo incinerador debe ser de uso confiable y seguro, que no permita la emisión de gases tóxicos a la atmósfera y que no posea superficies calientes alrededor del equipo.
- El incinerador debe quemar por completo el material que ingrese a el, y después del proceso solamente deben devolverse al ambiente

gases totalmente oxidados e inertes; las cenizas producto de la combustión, deben ser removidas del equipo incinerador después de su uso.

4.4.3 Características Técnicas del Equipo Incinerador.

El incinerador tendrá dos cámaras de combustión comunicadas una con la otra, en la primera se ingresan todos los desechos contaminados para incinerarse, los gases calientes producto de la combustión serán llevados a la cámara secundaria donde serán quemados. Estas dos cámaras forman el equipo incinerador, como lo muestra la figura 4.27.

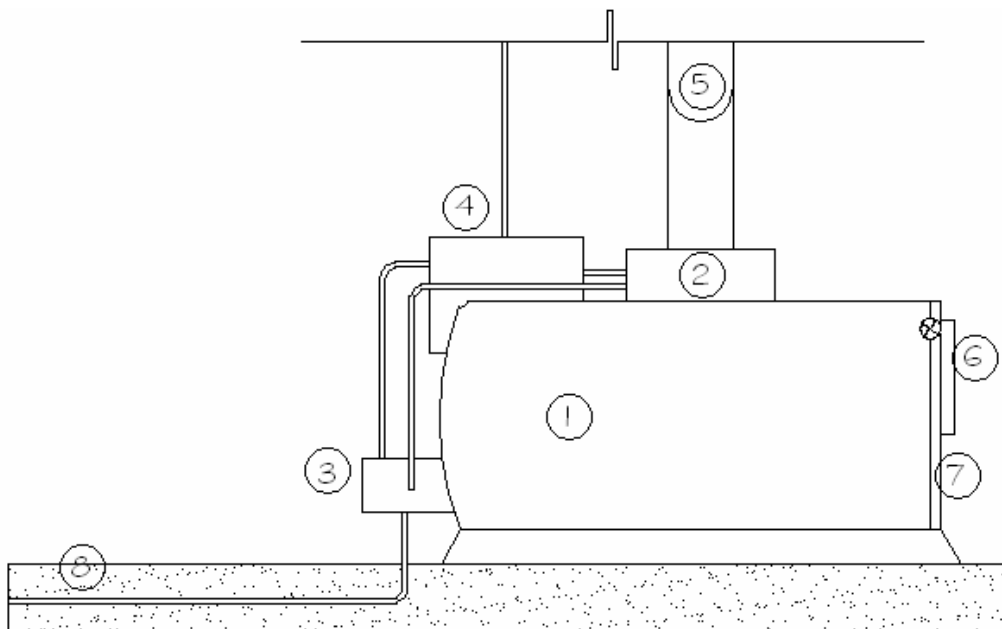


Figura 4.27. Partes Principales del Equipo Incinerador.

En la tabla 4.10 se nombran los numerales descritos en la figura 5.28.

Numeral	Elemento	Existencia	Observaciones
1	Cámara Primaria	si	En buen estado, se instalará nuevo quemador
2	Cámara Secundaria	si	En buen estado, se instalará nuevo quemador
3	Quemador Cámara Primario	no	Se instalará
4	Panel de Control	si	Se reacondicionará
5	Filtro Seco	no	Se implemetará
6	Compuerta de Alimentación	si	En buen estado
7	Compuerta de Limpieza	si	En buen estado
8	Tubería de Diesel del tanque auxiliar.	no	Se instalará

Tabla 4.10. Referencia Figura 4.26.

El equipo de incineración contará con una cámara principal de acero, con resistencia a las altas temperaturas, esta cámara se encuentra revestida por cemento refractario, cuya finalidad es la de retener el calor generado por el quemador. El quemador consiste en una boquilla donde se pulveriza el combustible con una mezcla de aire, el cual encenderá mediante una chispa producida por un sistema eléctrico. La inyección de aire la realiza una turbina que cuenta con dos velocidades de operación, trabajando al 100% para el precalentamiento del incinerador y al 50% para la incineración de los DSBH. Las temperaturas de operación de la cámara primaria deben oscilar entre 800°C a 850°C. Ver anexo B.

La cámara de incineración primaria es de forma circular para favorecer la quema de los DSBH en todos los puntos y para que no existan puntos muertos donde no se puedan quemar los desechos. Cuenta con una parrilla móvil, donde se depositan los desechos, que luego se remueve para extraer las cenizas producidas por la quema.

La puerta de ingreso de los materiales a la cámara de combustión primaria debe ser amplia, de fácil y segura operación, además debe evitar las fugas de gases, humos y olores para lo que se utilizan sellos refractarios. Para seguridad del operador se considera tener una puerta de ingreso de los DSBH en la parte central de la puerta de limpieza, por la cual se introducen los desechos. Dicha puerta se abrirá en caso de limpieza de las cenizas restantes

de la incineración y para retirar la parrilla móvil, dicha limpieza debe realizarse por lo menos 4 horas después de apagar los quemadores.

4.4.3.1 Filtro de Olores o Cámara Secundaria.

El filtro de olores también puede ser llamado cámara de post-combustión o cámara secundaria, es el encargado de eliminar los olores de los gases de la combustión y completar la combustión incompleta de la cámara primaria, reduciendo las emisiones tóxicas al ambiente, además también reduce las materias en partículas pequeñas que viajan junto con los gases calientes.

Se hacen pasar los gases de combustión de la cámara primaria a la secundaria, en la cámara secundaria se provoca turbulencia mediante una turbina y se queman los gases producto de la quema de los DSBH, con lo que se eliminan los componentes orgánicos en la mezcla de los gases de combustión. Del mismo modo se eliminan los gases tóxicos producidos por la quema de productos de alto nivel calórico, debido a la alta temperatura a la que opera la cámara de post-combustión. Por lo que se necesitan temperaturas mínimas de 950°C y una máxima de 1000°C, las que deben ser monitoreadas constantemente para mantener el incinerador operando sin contaminar el ambiente. Ver anexo B.

Esta cámara no necesita variar la velocidad de la turbina de inyección de aire, puesto que, de la función de la misma depende la eficiencia del incinerador, por lo que siempre se operará a su máxima velocidad y por lo tanto la cámara operará a su máxima capacidad.

Las paredes refractarias son idénticas a las de la cámara primaria. La cámara secundaria no debe tener puerta de ingreso de materiales, y tampoco una escotilla de limpieza, solamente una escotilla de inspección para controlar la operación. La etapa filtrante constituye una pieza vital para que el equipo incinerador no produzca humos ni olores desagradables que contaminen el medio ambiente.

4.4.3.2 Cemento Refractario.

El cemento refractario a utilizar dentro de las cámaras de combustión debe contener el calor generado por el combustible, por la combustión de los

desechos y por las reacciones internas; por lo que el rango de operación del refractario se fija en los 1,200 grados centígrados.

El cemento refractario que se utiliza es el K-1000, sus características se presentan en la tabla 3.1. Este cemento tiene un punto de fusión y una temperatura de servicio alta.

4.4.3.3 Alimentación de Combustible (Diesel).

El combustible para la operación del incinerador es proporcionado por un tanque presurizado llamado tanque principal, el cual alimenta al tanque de distribución o tanque de diario. Para su operación cada uno de los quemadores tiene una línea de alimentación desde el tanque de diario, gobernada por electroválvulas normalmente cerradas. Esto se puede observar en la figura 4.28.

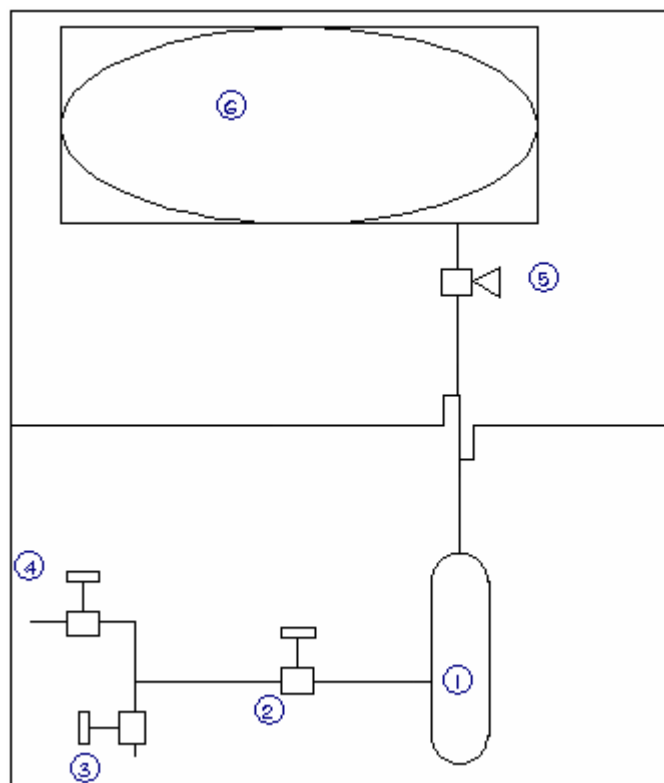


Figura 4.28. Tuberías de Diesel y Electroválvulas.

En la tabla 4.11 se nombran los numerales descritos en la figura 4.28.

Numeral	Elemento	Existencia	Observaciones
1	Tanque de Distribución auxiliar	si	Se reubicará en la posición indicada
2	Electroválvula Principal	no	Se instalará
3	Electroválvula Quemador Primario	no	Se instalará
4	Electroválvula Quemador Secundario	no	Se instalará
5	Válvula de Regulación Manual	si	En buen estado
6	Tanque Principal de Diesel	si	En buen estado

Tabla 4.11. Referencia Figura 4.27.

El combustible a utilizar será el Diesel por su fácil manejo y adquisición en el mercado local.

La combustión se regula al variar la velocidad de las turbinas, ya que para mantenerla es necesario aire en exceso dentro de la cámara primaria, al reducir el aire se reduce la combustión, por lo que, se manejarán dos velocidades, la primera será al 100% de la capacidad del quemador, con esta velocidad se alcanzará un alta temperatura dentro de la cámara en el inicio del proceso (precalentamiento). La segunda velocidad con el quemador apagado será al 50% de la capacidad nominal de la turbina, y se utilizará para la incineración de los desechos ayudándose de su poder calorífico.

El quemador de la cámara secundaria debe mantenerse operando en todo momento, ya que es el primer tratamiento de los gases de combustión generados en la quema de la cámara primaria. Este quemador deberá mantener contacto directo con los gases provenientes de la cámara primaria. Para la turbina del quemador de la cámara secundaria no es necesario variar la velocidad, ya que se requiere que opere siempre a alta velocidad, trabajando al 100% de su capacidad nominal.

4.4.3.4 Filtro Seco.

El objetivo del filtro seco es atrapar los sólidos suspendidos en los gases de combustión, haciéndolos pasar a través de una malla o tamiz por la que se filtran los gases. Así todos los gases pasan dentro del filtro seco antes de llegar a la chimenea.

Si el radio del tamiz es menor que la mitad del radio de la partícula, esta se adhiere al tamiz, y se desvía de la corriente natural de los gases de salida funcionando la adhesión del mismo. Depende del diámetro de los tamices el tamaño de las partículas a recolectar.

Conforme se utiliza la adhesión, el material adherido se va aumentando y el tamiz se satura de material recolectado por lo que se debe hacer un cambio. Debido a que los filtros secos son desechables, se debe programar su cambio por filtros nuevos después del proceso de incineración. Por lo que se diseñó un sistema de compuerta para su fácil manejo.

El extractor de aire esta en la parte final del conducto de los filtro secos, como se ve en la figura 4.29 éste dirige el aire aumentando la velocidad de los gases hacia la chimenea, también se utiliza para forzar a los gases a pasar entre el filtro seco para después enviarlos a la atmósfera por medio de la chimenea.

4.4.3.5 La Chimenea.

La altura mínima de la chimenea debe ser de 10 metros con lo que se garantiza que las emanaciones del incinerador no afectaran a los alrededores del cuarto de tratamiento. Por normativa el diámetro de la chimenea no debe ser menor de 0.3m, en nuestro caso la chimenea tendrá un diámetro de 0.36m. Ver anexo B.

La chimenea debe estar abierta en la parte inferior para recolectar los sedimentos que aun puedan viajar por la misma, y que no logran alcanzar la altura de la chimenea. Es importante notar que la parte mas baja de la chimenea debe tener una puerta cerrada, caso contrario los gases pueden salir. Esta puerta debe abrirse solamente para efectos de limpieza con el extractor de aire desconectado y el incinerador apagado, esta parte es llamada cenicero. El diseño de la chimenea puede ser apreciado en la figura 4.29.

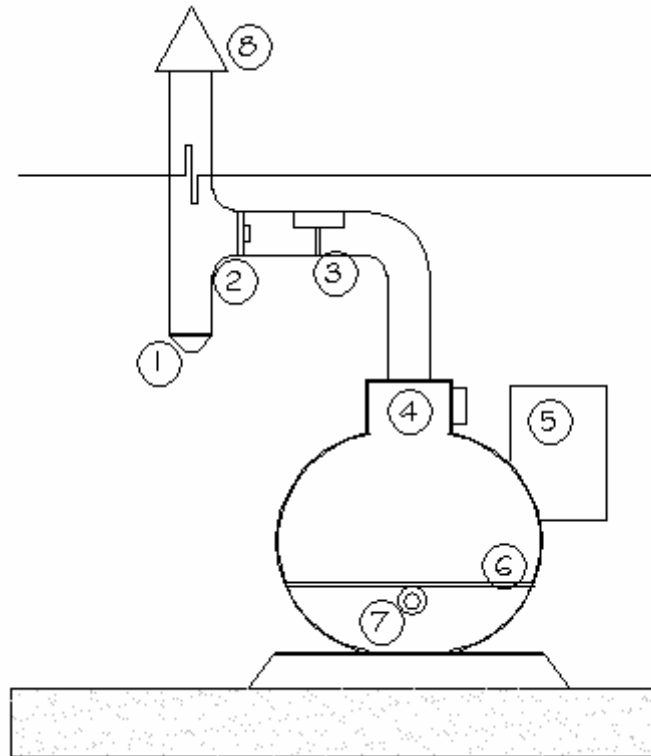


Figura 4.29. Diseño del Filtro Seco y Extractores de Aire y Chimenea.

En la tabla 4.12 se nombran los numerales descritos en la figura 4.29.

Numeral	Elemento	Existencia	Observaciones
1	Cenicero	no	Se instalará
2	Ventilador Filtro Seco	no	Se instalará
3	Filtro Seco	no	Se instalará
4	Cámara Secundaria	si	En buen estado
5	Panel de Control	si	Se reacondicionará
6	Parrilla Para Desechos	si	En buen estado
7	Quemador Cámara Primaria	no	Se instalará
8	Gorro Chino	no	Se instalará

Tabla 4.12. Referencia Figura 4.29.

4.4.3.6 Medición de Temperatura.

La temperatura de trabajo del incinerador será constantemente censada por medio de termocuplas del tipo k y mostrada por medio de indicadores digitales de temperatura, el funcionamiento de este componente del equipo se basa en el siguiente principio:

El fenómeno por el cual, la termocupla entrega una fem, térmicamente dependiente, lo conocemos como efecto Seebeck. Este es en realidad, la superposición de otros dos efectos: El efecto Thomson y el efecto Peltier.

El efecto Peltier dice: En la unión de dos metales, aparece una fem.

El efecto Thomson dice: Si en un cuerpo metálico, hay puntos a diferentes temperaturas, entre esos puntos aparecerá una fem. Esta fem no depende de la distancia entre los puntos. Sólo de la diferencia de las temperaturas.

Físicamente la termocupla se muestra en la figura 4.30 por medio de un esquema lateral, en donde el brazo derecho es el elemento metálico generador de la fem y es el que se introduce en el interior del incinerador.

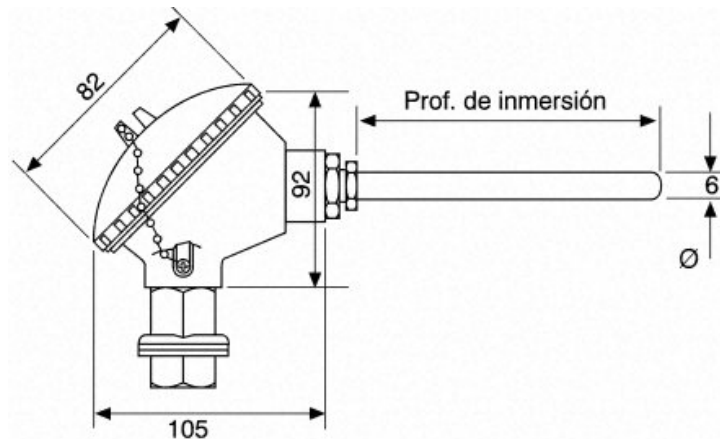


Figura 4.30. Esquema de Termocupla tipo K, utilizada para medir la temperatura de la Cámara Primaria y Secundaria (medidas en mm.).

4.4.4 Diseño del Sistema de Control del Equipo Incinerador.

El sistema de control se divide en dos partes:

4.4.4.1 Sistema de Control por medio de Contactores.

4.4.4.2 Sistema de Control por medio de un Control Lógico Programable.

4.4.4.1 Sistema de Control por medio de Contactores.

El circuito de control se muestra en la figura 4.32, acá se pueden observar los diferentes elementos de control del sistema. El diseño de este circuito toma en cuenta las variables de tiempo de precalentamiento, tiempo de incineración, medidas de seguridad en plena operación como la apertura de la puerta y paros de los quemadores de la cámara; también un paro general de emergencia de todo el equipo con enclavamiento mecánico.

En la tabla 4.13 se pueden observar las referencias del diagrama de la figura 4.31. Al accionar el interruptor I1 se activa el incinerador energizando la bomba de Diesel(K9) para bombear combustible a presión hacia los quemadores, también se abre la electroválvula principal (K10) y se energizan las termocuplas, el controlador y los indicadores de temperatura (K11), de este modo el incinerador queda listo para comenzar a trabajar. Presionando el pulsador S1 se inicia el proceso de precalentamiento del incinerador encendiendo la turbina del quemador primario al 100% de su velocidad(K1), al mismo tiempo se abre la electroválvula del quemador primario(K3) y se enciende el chispero(K2) produciendo así la llama necesaria para calentar el incinerador, aquí se energiza el relé temporizador (KT1) para contar el tiempo predeterminado de precalentamiento del incinerador que es de 40 minutos, éste al pasar dicho tiempo apaga la cámara primaria permitiendo comenzar el proceso de incineración.

Accionando S2 se enciende el quemador secundario energizando la turbina 2 (K4), la electroválvula 2 (K5) y el chispero de la cámara secundaria (K5), iniciando también el calentamiento de la cámara secundaria.

Transcurrido el tiempo de precalentamiento se desconecta el quemador 1 abriendo los contactos NA de KT1, presionando S3 se enciende la turbina al 50% de su velocidad (K7) por medio de un variador de velocidad (cuyo diagrama se muestra en la figura 4.36), aquí también se enciende el extractor de gases (K8)de la chimenea energizando.

Todos los pulsadores de arranque tienen su contraparte de paro de funciones (S4, S5, S6), para permitir tener maniobrabilidad en el equipo y asegurarse de esta manera que la incineración se lleve a cabo según las especificaciones y las normas ya establecidas. El interruptor SP esta instalado en la puerta de acceso de los DSBH y funciona de tal manera que al abrir la puerta y estar funcionando el quemador primario o la turbina al 50% en la etapa de precalentamiento o incineración respectivamente abre sus contactos y los apaga.

El reloj display esta instalado de tal manera que, ya sea en la etapa de precalentamiento o en la de incineración despliega el tiempo transcurrido desde que se inicio la etapa.

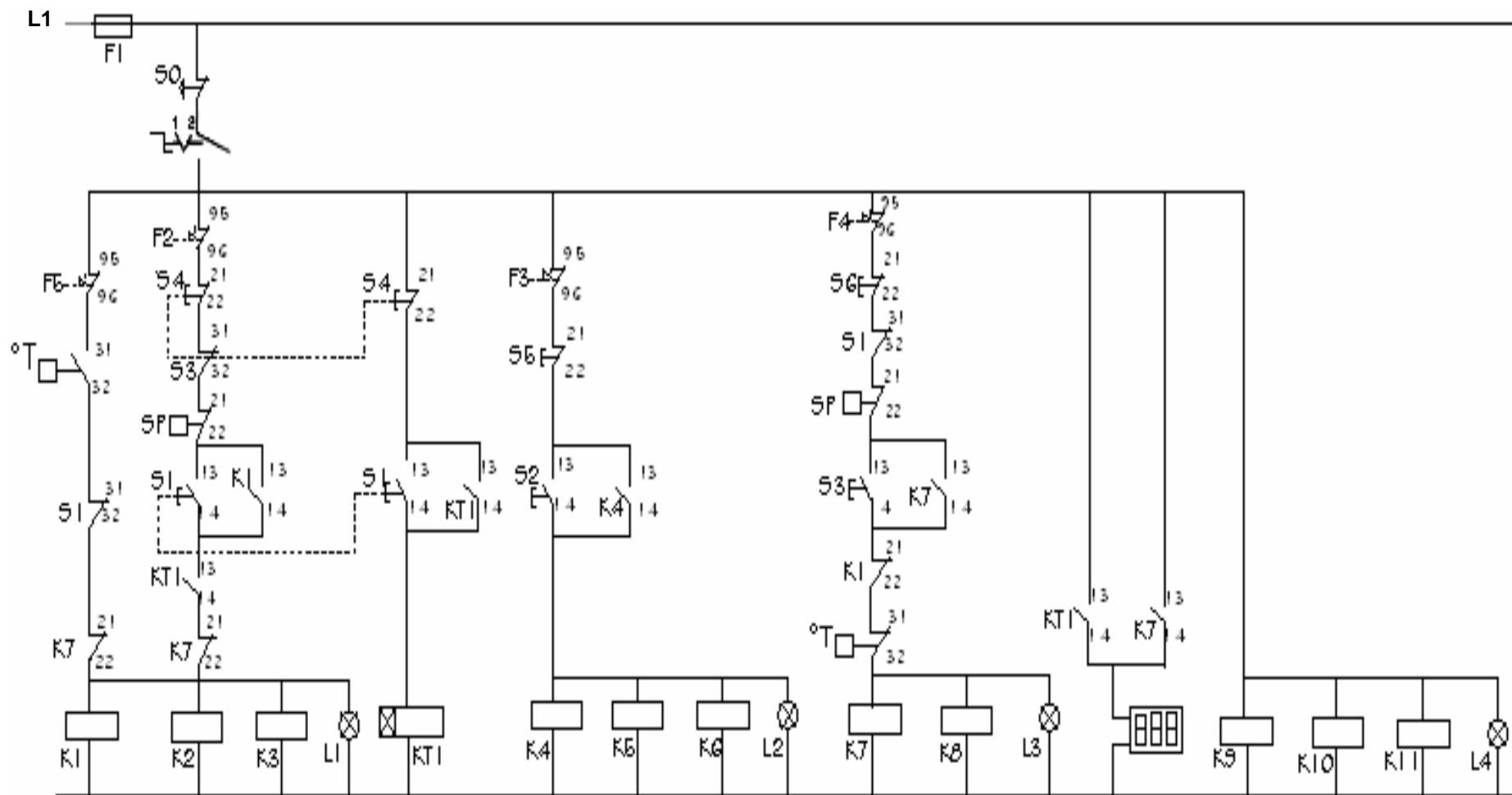


Figura 4.31. Circuito de Control del Equipo Incinerador a base de Contactores⁽¹¹⁾.

En la tabla 4.13 se nombran los numerales descritos en la figura 4.31.

K1	Turbina 1 al 100% de su capacidad
K2	Transformadores (chispero)
K3	Electroválvula quemador cámara primaria
K4	Turbina 1 quemador secundario
K5	Transformadores 2 (chispero 2)
K6	Electroválvula quemador cámara secundaria
K7	Turbina 1 al 50% de su capacidad
K8	Extractor de aire chimenea.
K9	Bomba de Diesel
K10	Electroválvula principal.
K11	Electroválvulas, controlador e indicadores de temperatura
KT1	Relé temporizador
⁰ T	Interruptor de temperatura
S0	Parada de emergencia
I1	Interruptor de accionamiento
S1	Encendido quemador cámara primaria
S2	Encendido quemador cámara secundaria
S3	Encendido turbina 1 al 50%
S4	Paro cámara primaria
S5	Paro cámara secundaria
S6	Paro turbina a 50% y extractor filtro seco
SP	Interruptor de presión accionado por puerta de desechos.
L1	Luz indicadora quemador primario funcionando
L2	Luz indicadora quemador secundario funcionando
L3	Luz indicadora "Incineración de DSBH en proceso"
L4	Incinerador activado y listo para trabajar.

Tabla 4.13. Referencia de la Figura 4.31.

4.4.4.1.1 Operación por Medio de Panel de Control.

El panel de control, encargado del funcionamiento del equipo, constará de pulsadores y luces indicadoras, según sea el proceso que se este llevando acabo, el cronometro para tomar el tiempo de funcionamiento del incinerador será incluido en la esquina inferior izquierda del panel de control.

El panel de control tiene incorporado luces indicadoras para cada función que desarrolla el incinerador, así en la etapa de precalentamiento la luz indicadora junto a los pulsadores de precalentamiento se enciende (L1). Igualmente la luz

indicadora de la cámara secundaria en operación (L2) esta situada junto a los pulsadores que comandan dicha función. Del mismo modo la luz indicadora de incineración (L3) enciende cuando la turbina se encuentra proporcionando aire al 50% de su capacidad y los desechos se encuentran en tratamiento. Existe una ultima luz indicadora que señala que el incinerador esta encendido (L4) y listo a la espera del accionamiento de sus etapas.

Las diferentes partes del panel de control se muestran en la figura 4.32. En la parte izquierda observamos todos los indicadores (temperaturas de las cámaras y cronometro), en la parte central se ubican los pulsadores de accionamiento y paro, así como luces indicadoras con su respectiva nomenclatura, finalmente en la parte derecha se encuentra el encendido general y el apagado de emergencia.

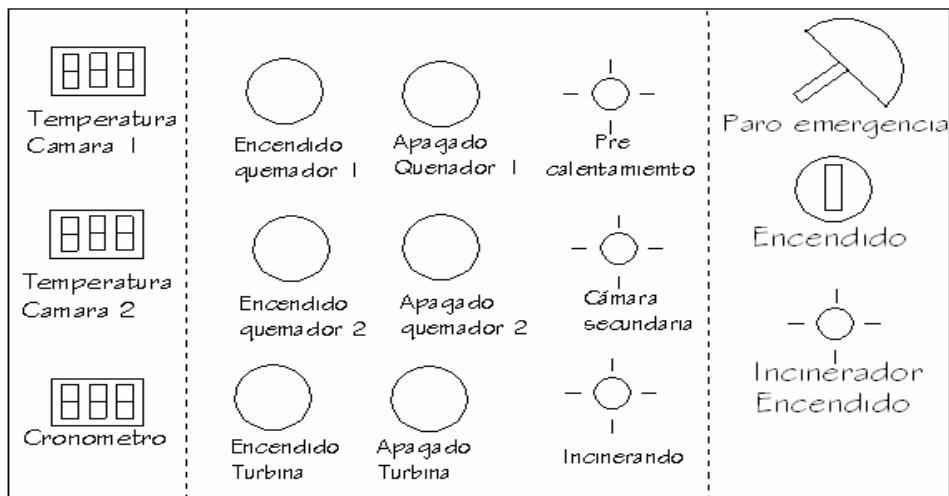


Figura 4.32. Panel de Control del Equipo Incinerador.

En la tabla 4.14, se muestran algunos de los elementos utilizados en el sistema de control del equipo incinerador, al igual que sus principales características. Los elementos fueron seleccionados de acuerdo a su funcionamiento, precio y confiabilidad en su uso, así como con el cumplimiento de las normas y estándares.

4.4.4.2 Sistema de control por medio de un Control Lógico Programable.

A continuación se describe el funcionamiento del esquema de bloques en cascada, que permite controlar el funcionamiento del incinerador para el tratamiento de los DSBH generados por el HRISA. Este esquema ha sido generado por medio de las herramientas del programa LOGO Soft Comfort V 5.0, propio del autómatas programable LOGO de la compañía SIEMENS.

El panel de control del cual recibe las señales el LOGO es similar al ya expuesto en la sección de control por medio de contactores (figura 4.32). El esquema de control mostrado en la figura 4.33 muestra las conexiones internas dentro del LOGO, para poder manejar el funcionamiento del incinerador. En la figura podemos observar:

Entradas:

- I₁: Encendido general (I),
- I₂: Paro de emergencia (So),
- I₃: Pulsador encendido quemador 1 - 100% (S₁)
- I₄: Pulsador apagado quemador 1 - 100% (S₄)
- I₅: Pulsador encendido quemador 2 (S₂)
- I₆: Pulsador apagado quemador 2 (S₅)
- I₇: Pulsador encendido quemador 1 - 50% (S₃)
- I₈: Pulsador apagado quemador 1 - 50% (S₆)
- I₉: Termocupla cámara 1
- I₁₀: Señal puerta de acceso incinerador

Salidas:

- Q₁: Bomba de Diesel
- Q₂: Electroválvula principal
- Q₃: Controlador e indicadores de temperatura
- Q₄: Luz indicadora Incinerador activado y listo
- Q₅: Turbina 1 al 100% de su capacidad
- Q₆: Electroválvula quemador cámara primaria
- Q₇: Luz indicadora quemador primario
- Q₈: Transformadores (chispero 1)

- Q₉: Turbina quemador secundario
- Q₁₀: Electroválvula quemador cámara secundaria
- Q₁₁: Luz indicadora quemador secundario
- Q₁₂: Transformadores (chispero 2)
- Q₁₃: Extractor de aire chimenea
- Q₁₄: Turbina 1 al 50% de su capacidad y Luz indicadora “Incineración de DSBH en proceso”
- Q₁₅: Cronómetro
- Q₁₆: Anclaje mecánico puerta para permitir enfriamiento

4.4.4.2.1 Descripción del Funcionamiento.

Al accionar el interruptor I1 se activa el incinerador energizando la bomba de Diesel (Q₁) para bombear combustible a presión hacia los quemadores, también se abre la electroválvula principal (Q₂) y se energizan las termocuplas, el controlador y los indicadores de temperatura (Q₃), de este modo el incinerador queda listo para comenzar a trabajar y puede ser identificado mediante el accionamiento de la luz indicadora del incinerador activo y listo (Q₄). Presionando el pulsador (S₁) se inicia el proceso de precalentamiento del incinerador encendiendo la turbina del quemador primario al 100% de su velocidad(Q₅), al mismo tiempo se abre la electroválvula del quemador primario(Q₆) y se enciende el chispero(Q₈) produciendo así la llama necesaria para calentar el incinerador, aquí se energiza el relé temporizador (B₀₀₇) para contar el tiempo predeterminado de precalentamiento del incinerador que es de 40 minutos, éste al pasar dicho tiempo apaga la cámara primaria permitiendo comenzar el proceso de incineración.

Accionando S₂ se enciende el quemador secundario energizando la turbina 2 (Q₉), la electroválvula 2 (Q₁₀) y el chispero de la cámara secundaria (Q₁₂), iniciando también el calentamiento de la cámara secundaria, por medio de la luz indicadora (Q₁₁) se puede verificar que el quemador de la cámara secundaria se encuentra encendido.

Transcurrido el tiempo de precalentamiento se desconecta el quemador 1 abriendo los contactos del temporizador (B₀₀₇), presionando S3 se enciende la turbina a l al 50% de su velocidad (Q₁₄) por medio de un variador de velocidad (cuyo diagrama se muestra en la figura 4.34), aquí también se enciende el extractor de gases (Q₁₃)de la chimenea energizando, se puede verificar que la cámara secundaria se encuentra realizando el proceso de incineración de los DSBH mediante la luz indicadora (Q₁₄).

Todos los pulsadores de arranque tienen su contraparte de paro de funciones (S4, S5, S6) para permitir tener maniobrabilidad en el equipo y asegurarse de esa manera que la incineración se lleve a cabo según las especificaciones y las normas ya establecidas.

El interruptor SP (I₁₀) esta instalado en la puerta de acceso de los DSBH y funciona de tal manera que al abrir la puerta y estar funcionando el quemador primario o la turbina al 50% en la etapa de precalentamiento o incineración respectivamente abre sus contactos y los apaga.

El reloj display (Q₁₅) esta instalado de tal manera que, ya sea en la etapa de precalentamiento o en la de incineración despliega el tiempo transcurrido desde que se inicio la etapa.

Después de verificar que se ha completado la incineración de los DSBH se debe proceder a apagar el equipo y esperar a que este se enfríe durante 4 horas, este tiempo será registrado por temporizador (B₀₂₇) y se activará el anclaje electromecánico controlado (Q₁₄). Después de transcurrido el tiempo de enfriamiento y tras el accionamiento del temporizador (B₀₂₇) se desactiva el anclaje electromecánico (Q₁₄), permitiendo que se pueda abrir la puerta de acceso para remover los desechos y limpiar el equipo.

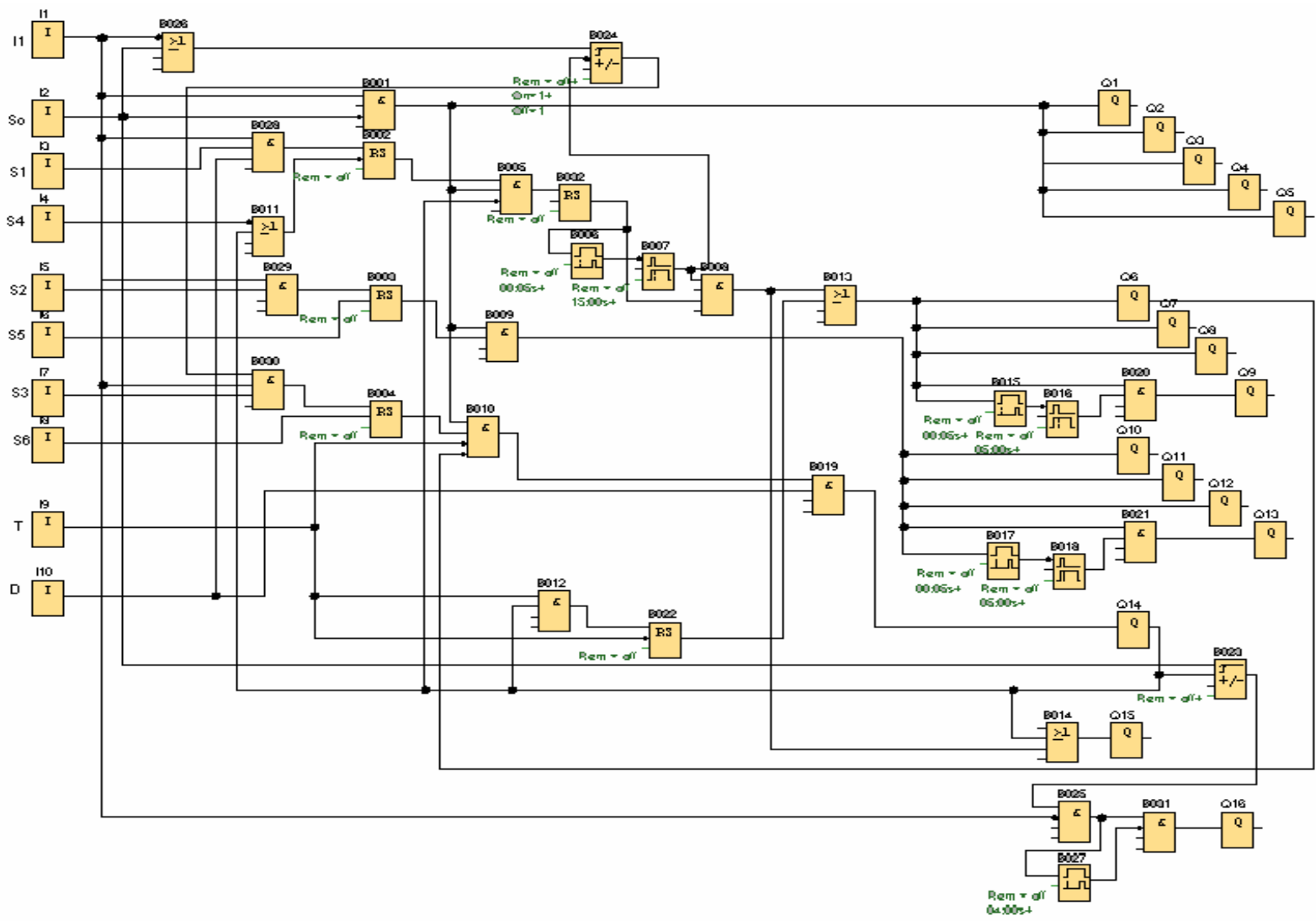








Figura 4.33. Lógica de Bloques Módulo LOGO.

Nombre del equipo	Características	Imagen
Controladores De Temperatura	<p>Tensión de alimentación: de 100 a 240Va.c. 50/60Hz</p> <p>Termoacoplador Tipos K/J/T/E/L/U/N/R/S/B</p> <p>Sensor de temp.</p> <p>Display LCD de iluminación post. de gran claridad y 3 colores</p> <p>Salida de control :Relé, 3A 250V a.c. o impulso 12V d.c. 21mA (PNP)</p> <p>Salida(s) de alarma Relé, 1A 250V a.c.</p> <p>Temp. de funcionamiento de -10°C a +55°C</p>	
Contactor	<p>Tension nominal de funcionamiento: 120V</p> <p>Temperatura ambiente: de -25°C a +60°C</p> <p>Vida util mecanica: 3×107 accionamientos</p> <p>Vida util electrica: 1×107 accionamientos</p> <p>Consumo de la bobina:</p> <p>a.c. (VA) 27 descarga 4,6 retención</p> <p>d.c. (W) 3,2 en descarga y retención</p> <p>2 N/O y 2 N/C</p>	
Relé temporizadores	<p>Se ajustan al estilo y dimensiones de los relés y contactores Klockner-Moeller DIL E</p> <p>Alta precisión en la repetición</p> <p>Fijación en carril DIN</p> <p>Bobinas con amplio margen de funcionamiento</p> <p>Temporizadores multifunción, 10 escalas de tiempo, 9 funciones</p> <p>Contacto de conmutación, 3A AC11</p> <p>Homologaciones UL y CSA</p>	
Termocupla tipo K	<p>Tipo de termopar K</p> <p>Temp. de funcionamiento en continuo de -100°C a +1.300°C</p> <p>Lectura puntual máxima +1.300°C</p> <p>Precisión no especificada entre -100°C y 0°C, de 0°C a +400°C: ± 3°C , de 400°C a 1.300°C: ± 0,75%, no especificada por encima de 1.300°C</p> <p>Aislamiento del termopar: Polvo de óxido de magnesio</p>	
Parada con enclavamiento	<p>Admite hasta tres bloques de contactos simples o seis bloques dobles.</p>	
Pulsador Motor eléctrico	<p>Admite hasta tres bloques de contactos simples o seis bloques dobles.</p> <p>Tensión: 220/240V a.c.</p>	

<p>Monofásico a.c.</p>	<p>Conexiones: a caja terminal con aperturas roscadas para conductos de 20mm Corriente de arranque: 2,5 veces la corriente a plena carga (aprox.) Este tipo de motor se caracteriza por una baja corriente de arranque Potencia nominal 150W Corriente de entrada 1,2 A r.p.m. 2800</p>	
<p>Guardamotores</p>	<p>Limitan daños en caso de corto circuito y sobrecarga guardamotores 3RV de la línea SIRIUS</p>	
<p>Bomba centrífuga de Diesel</p>	<p>Capacidad máx. de bombeo 14 L/min Puertos de entrada/salida: 13mm plano Motor: 220/240V a.c 50/60Hz Salida del motor: 10W Temp de funcionamiento: de -20°C a +85°C Altura: 98mm Longitud: 150mm Anchura: 112mm Peso: 1,46kg</p>	
<p>Ventilador (extractor de aire)</p>	<p>Ventiladores axiales de gran rendimiento, fabricados totalmente en metal y disponibles en diseños para tensiones a.c. estándar y d.c. sin escobillas. Van equipados con rodamientos de bolas para poder montarlos en cualquier posición. Pueden montarse de forma inversa para funcionar como inyectores o extractores; los modelos de a.c. incluyen una protección térmica integrada; los modelos d.c. van protegidos contra polaridad inversa y bloqueo del motor</p>	
<p>Variador de Velocidad.</p>	<p>Escala de potencia nominal de 0,1 a 1,5kW. Ofrece avanzadas funciones de supervisión y protección, accesibles a través del panel de control incorporado Completa gama de funciones de supervisión y protección 8 velocidades prefijadas Ajuste de frecuencia mediante potenciómetro Margen de ajuste de tiempos de aceleración y deceleración de 0,1 a 999s Tensión monofásica de alimentación de 120 a 240V a.c. Compacto para uso general y fácil de usar, destinado a aplicaciones de control de motores de baja complejidad. Entre las aplicaciones más comunes se incluyen ventiladores y cintas transportadoras.</p>	

Tabla 4.14. Elementos a Utilizar en el Control y Operación del Incinerador.

La segunda parte del sistema electromecánico es la parte de fuerza, éste se diseñó para el manejo de motores monofásicos que trabajan a 110Vac. En la figura 4.35 se muestra el circuito de fuerza con sus diferentes partes. Podemos destacar en él las protecciones por medio de fusibles y el variador de velocidad que permite que el motor monofásico trabaje al 50% de su capacidad y en este caso inyecte a la cámara primaria aire para la combustión tranquila de los DSBH.

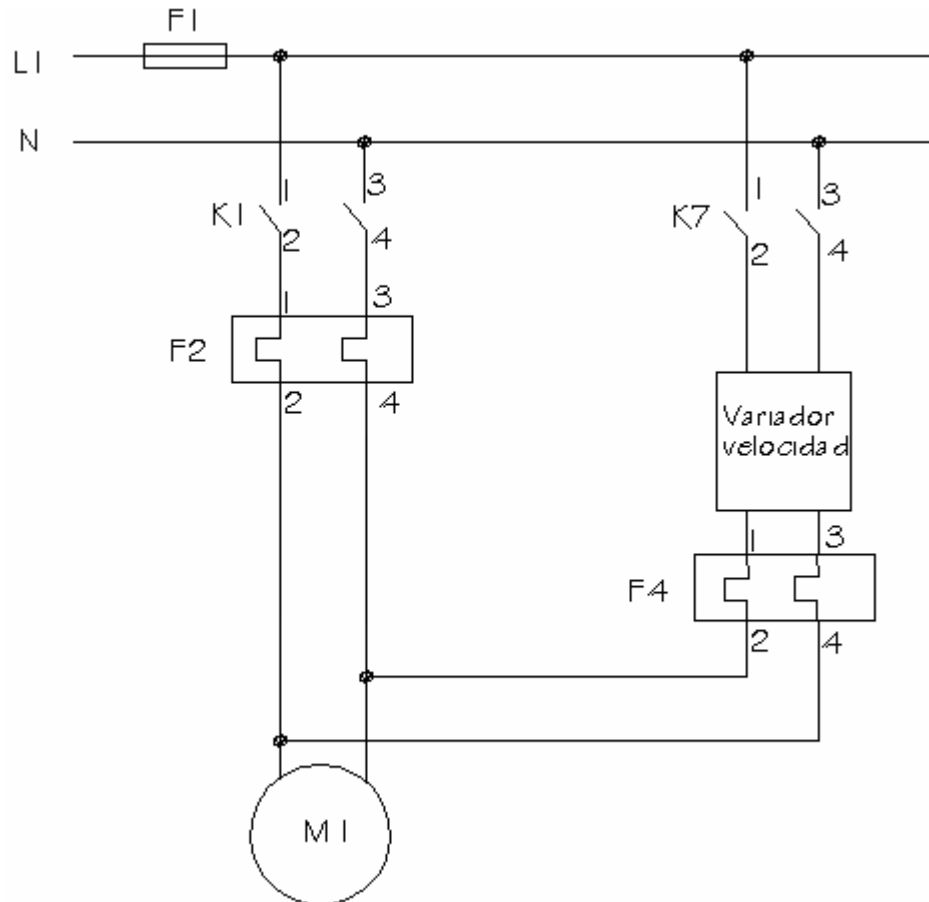


Fig. 4.34. Circuito de Control Turbina de Aire Cámara Primaria.

El detalle de las conexiones en el variador de velocidad se muestra a continuación en la figura 4.35, en la cual podemos ver las entradas y salidas de fuerza y el potenciómetro, que permite ajustar la velocidad de operación del motor.

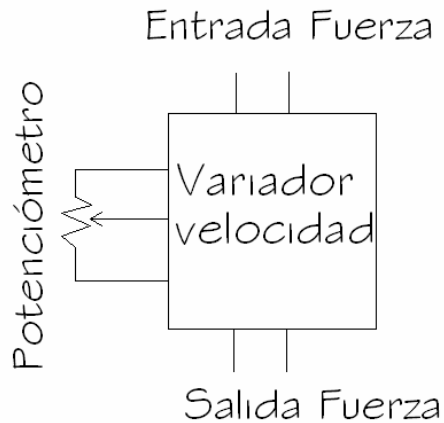


Figura 4.35. Diagrama de Variador de Velocidad para las 2 velocidades de la Turbina Primaria.

4.5 Pruebas para Motores de Inducción.

Las pruebas aplicables a motores eléctricos de inducción para poder determinar el buen estado del mismo son:

4.5.1 Prueba en vacío (operación sin carga).

4.5.2 Resistencia de aislamiento.

4.5.3 Vibración.

4.5.4 Prueba a rotor bloqueado.

4.5.1 Prueba de Vacío

En un motor de inducción, la prueba de vacío mide las pérdidas rotacionales del motor y suministra información sobre su corriente de magnetización.

Para esta prueba se necesita conectar un vatímetro, un voltímetro y un amperímetro al motor de inducción al cual se le permite girar libremente. La única carga puesta sobre el motor es un rozamiento propio y el rozamiento con el aire.

El resultado que se trata de obtener cuando se realiza esta prueba es que la potencia medida por el vatímetro, que es la potencia de entrada, debe de ser igual a la pérdida en el motor. Es de tomar en cuenta que las pérdidas en el cobre del rotor son despreciables debido a que la corriente producida en la carga es muy pequeña y esto es debido a la gran resistencia de la carga (Vacío).

4.5.2 Resistencia de Aislamiento.

Una de las mayores fallas en equipos eléctricos es causada por falla de aislamiento. El aislamiento es afectado por envejecimiento, humedad, polvo, condiciones ambientales, parámetros operacionales y prácticas de mantenimiento o limpieza.

Para la realización de esta prueba se utiliza un equipo especializado el cual aplica un voltaje de prueba d.c. fijo al bobinado mientras el motor o el generador está en mínima carga. Los voltajes de la prueba típicos son 500, 1000, 2500 o 5000 dc. El voltaje seleccionado se aproxima al voltaje operativo para cada equipo. El probador mide la corriente de fuga a tierra actual, la cual se relaciona con la rigidez dieléctrica del aislamiento del equipo. La corriente de la prueba se limita a 350 microamperes para evitar sobreesforzar el aislamiento debido a la aplicación prolongada de voltaje.

4.5.3 Prueba de Vibración.

Ya se ha demostrado muchas veces que la firma de vibración de una máquina en operación da mucha más información acerca del funcionamiento interno de la máquina que cualquier otra clase de prueba no destructiva. Un rodamiento con un pequeño defecto incipiente, provocará un cambio delator en la vibración de la máquina de la misma manera que un desbalanceo, una desalineación o una cantidad de otras fallas. El análisis de vibraciones, cuando está aplicado correctamente, permite al técnico detectar pequeños defectos mecánicos incipientes mucho antes que representen una amenaza en contra de la integridad de la máquina.

4.5.4 Prueba a Rotor Bloqueado.

A esta prueba también se le llama prueba de rotor enclavado. Durante esta prueba se bloquea o enclava el rotor de tal forma que no se pueda mover, se aplica voltaje al motor y se mide el voltaje, la corriente y la potencia resultante.

Se aplica un voltaje AC al estator y se ajusta el flujo de corriente al valor aproximado de plena carga. Cuando la corriente está en su valor de plena carga, se miden el voltaje, la corriente y la potencia resultante que fluyen hacia el motor.

Sin embargo, esta prueba presenta un problema. En operación normal, la frecuencia del estator es la frecuencia de la línea del sistema de potencia (50 ó 60

Hz). En condiciones de arranque, el rotor también está a la frecuencia de la línea. Sin embargo, en condiciones de operación normal, el deslizamiento de la mayoría de los motores es tan sólo de 2 ó 4% y la frecuencia resultante en el rotor está en un rango de 1 a 3 Hz, lo cual crea un problema en cuanto que la frecuencia de la línea no representa las condiciones de operación normal del rotor.

Lo anterior refleja las pruebas que se tienen que realizar a un motor de inducción monofásico o trifásico y así poder determinar si este está o no en buenas condiciones para poder seguir su ciclo de trabajo normal.

El equipo incinerador ubicado en el HRISA cuenta con dos motores eléctricos los cuales conforman parte del conjunto llamado quemador, al practicar la primera prueba, que es la prueba visual, se pudo constatar que este equipo contaba con la mayoría de sus partes en un estado de oxidación, tampoco se pudo constatar los datos de placa del mismo ya que también presentaba corrosión.

La prueba de vacío no arrojó ningún resultado, al momento de alimentar los bornes de entrada de los motores, el vatímetro conectado a cada motor presentaba un valor de 0W, de igual forma el rotor de los mismos nunca giró.

Las siguientes pruebas (prueba de vibración y rotor bloqueado), no se pudieron realizar a causa de que como se mencionó anteriormente no se pudo obtener ningún tipo de movimiento en el rotor de dichos motores.

Por lo anterior se determina que ambos motores ya no están en condiciones de ser reinstalados, puesto que ya no realizan la función principal para la que fueron diseñados, la cual es girar un rotor y en este caso en específico la de hacer girar los alabes de las turbinas para producir aire y llevar a cabo el proceso de combustión.

4.6 Pruebas para Determinar el Estado de Tuberías en los Equipos de Esterilización.

Una de las pruebas más comunes para la determinación del buen o mal estado de las tuberías, ya sea ésta parte de un circuito de tuberías o una pieza de determinada longitud, es la de inserción de presión desde un extremo y la medición de la misma en el otro extremo.

Esta prueba se realiza con una bomba común de mano la cual en su parte superior posee un manómetro, éste mide la presión inyectada por la bomba hacia la tubería, en el otro extremo de la misma tubería se instala un manómetro el cual medirá la presión que llega hacia él y que esta internamente en la pieza o circuito.

Para poder asegurar que la tubería esta libre de cualquier fuga en su superficie es necesario que la medida de presión tomada al principio del sistema o pieza sea igual a la medida de presión en el manómetro de salida, esta condición se debe mantener a lo largo de 5 minutos aproximadamente, si lo anterior se cumple, se podrá afirmar que la tubería sometida a la prueba está libre de fugas, de lo contrario se determina que existen fuga en cualquier parte de la superficie de la misma o del circuito en estudio.

En el caso de las tuberías instaladas en los equipos esterilizadores no se pudo realizar la prueba anterior ya que como se observa en la figura 4.36 las tuberías de estos equipos están severamente dañadas y en el caso de la figura 4.37 se observar que este equipo no cuenta mas con el sistema de tuberías.

En el caso de las válvulas solenoides no se realizaron pruebas ya que los equipos en estudio no cuentan más con sus válvulas originales y esto es a causa de que estas válvulas han sido removidas para poder ser usadas como repuestos de los equipos de esterilización en funcionamiento actualmente.

4.7 Pruebas para la calibración de Termómetros

Los termómetros más comunes usados en la industria son el termómetro bimetalico de varilla, las termocuplas, y el termistor. Además, los termómetros de luz infrarroja se están volviendo más populares.

Termómetros bimetálicos de varilla.

Este es un termómetro común y versátil, que generalmente es capaz de medir temperaturas de 0°F a 220°F (-18°C a 104°C). Típicamente tiene las siguientes características:

- Una tuerca de calibración ajustable para mantener su exactitud
- Marcas numéricas de temperatura fáciles de leer
- Una muesca para marcar el final del área sensible (que comienza en la punta)
- Rango de exactitud de +/- 2°F (1°C).

Termocuplas y Termistores.

Las termocuplas y los termistores miden la temperatura mediante una punta de prueba de metal o un área sensitiva y muestran el resultado en una pantalla digital.

Existen varios tipos de punta de pruebas y entre ellas se incluyen:

- Puntas de prueba de inmersión.
- Puntas de prueba para superficie.
- Puntas de prueba de penetración.
- Puntas de prueba de aire.

Cómo calibrar termómetros

La calibración es el proceso de asegurarse que un termómetro dé la lectura exacta al ajustarlo a un estándar conocido. La mayoría de los termómetros se pueden calibrar fácilmente: dos métodos de calibración aceptados son el método del punto de congelación y el método del punto de ebullición.

Método del punto de congelación para calibrar un termómetro.

En la tabla 4.15 se describe los procedimientos a seguir para la calibración del termómetro por medio de este método.

Método del punto de ebullición para calibrar un termómetro.

En la tabla 4.16 se describe los procedimientos a seguir para la calibración del termómetro por medio de este método.

Paso	Proceso	Notas
1	Llene de hielo molido un recipiente grande. Agregue agua potable limpia hasta que el recipiente esté lleno.	Agite bien la mezcla.
2	Ponga la varilla o la sonda del termómetro en el agua con hielo hasta que el área sensible esté totalmente sumergida. Espere 30 segundos, o hasta que el indicador deje de moverse.	No deje que la varilla o la sonda toquen los lados ni el fondo del recipiente. La varilla o la sonda del termómetro deben permanecer en el agua con hielo.
3	Sostenga la tuerca de calibración con unas pinzas o con otra herramienta y gire la cabeza del termómetro hasta que marque 32°F (0°C).	En algunos termocopios o termistores, es posible presionar el botón de reprogramación para ajustar la lectura.

Tabla 4.15. Método del punto de congelación para calibrar un termómetro.



Figura 4.36. Se observa la falta de tuberías para el equipo esterilizador.

Paso	Proceso	Notas
1	En un recipiente hondo ponga a hervir Agua potable y limpia.	
2	Ponga la varilla o la sonda del termómetro en el agua hirviendo hasta que el área sensible esté totalmente sumergida. Espere 30 segundos, o hasta que el indicador deje de moverse.	No deje que la varilla o la sonda toquen los lados ni el fondo del recipiente. La varilla o la sonda del termómetro deben permanecer en el agua hirviendo.
3	Sostenga la tuerca de calibración con unas pinzas o con otra herramienta y gire la cabeza del termómetro hasta que marque 212°F (100°C) o la temperatura apropiada para el punto de ebullición según sea su altura sobre el nivel del mar.	El punto de ebullición del agua es cerca de 1°F (0.5°C) menos por cada 550 pies (168m) sobre el nivel del mar. En algunos termoacoples o termistores, es posible presionar el botón de reprogramación para ajustar la lectura.

Tabla 4.16. Método del punto de ebullición para calibrar un termómetro.



Figura 4.37. Se observan el estado de corrosión del sistema de tuberías del equipo esterilizador.

4.8 CONCLUSIONES.

- Las normativas planteadas en el presente trabajo establecen ciertos parámetros que deben ser verificados constantemente para asegurar un proceso óptimo de tratamiento, por lo que se deben tener en cuenta para el buen funcionamiento de los equipos elementos de medición tales como: termocuplas, termostatos, presostatos, manómetros y relojes cronómetros.
- El rediseño del cuarto de tratamiento implica considerar, no solo los equipos como tal, sino la instalación de sistemas auxiliares necesarios para lograr la adecuada operación de las unidades.
- Los sistemas de control, ya sea por medio del uso de contactores ó de autómatas programables, permiten reducir el numero de operadores necesarios para llevar acabo el proceso, reducir los riesgos por error humano y llevar un mayor control sobre los procesos. En el caso de los autómatas programables, permite realizar cambios de programación in situ una vez puesto en marcha el equipo.

4.9 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda Utilizar elementos contruidos bajo normativas y estándares de construcción, ya que aseguran el buen funcionamiento de los equipos y alargan la vida útil de los mismos.
- La instalación debe llevarse a cabo por personal capacitado y ser supervisada por un especialista según sea el área: eléctrica, hidráulica, mecánica, civil, etc.
- Los indicadores visuales, tales como cronómetro y medidores análogos o digitales, son de suma importancia para la segura operación de los equipos, dado que muestran niveles de temperatura, presión y tiempo de funcionamiento, por lo que se recomienda que el personal este atento a ellos para prevenir cualquier daño del equipo.
- La Normativa Nacional del Medio ambiente establece de una manera superficial las reglamentaciones para el tratamiento de los DSBH y no define

los procedimientos que deben cumplirse, por lo que se hace necesario apoyarse en normativas internacionales para establecer procedimientos y parámetros críticos en el rediseño de los equipos de tratamiento.

- Se recomienda poner especial cuidado al momento de realizar los drenajes que debe de poseer el cuarto de tratamiento, puesto que los equipos esterilizadores tienden a drenar vapor a alta temperatura los drenajes de este fluido deben de estar contruidos del mismo material que las tuberías que se instalan en los equipos, es decir tubería de acero al carbón o carbonatado.

CAPITULO 5: MANUALES Y GUIAS DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DEL EQUIPO UTILIZADO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSHB.

5.1 Introducción.

En este capítulo se hace referencia a las diferentes guías y manuales de operación para los equipos sometidos al proceso de rediseño, dichos manuales serán de utilidad para el usuario al momento de hacer uso de los equipos, se presentan también guías de mantenimiento, que serán de mucha utilidad al usuario final de los equipos ya que ahí se detallan las diferentes acciones a tomarse para la programación, y acciones necesarias a tomar en cada equipo para así asegurar el buen funcionamiento de los equipos, así como también el alargar la vida útil de los mismos.

5.2 Guía de Procedimientos de Seguridad del Cuarto de Tratamiento.

Esta guía de seguridad describe procedimientos generales para el manejo de los DSBH dentro del cuarto de tratamiento:

Sobre el operador de los equipos:

El operador debe conocer los riesgos del manejo de los DSBH que se manipulan en el área del cuarto de tratamiento. Los DSBH en la fase de etiquetado se identifican para que las personas que tienen manipulación directa con los mismos conozcan el contenido de las bolsas, con lo que puedan tomar todas las medidas de seguridad. Entre los datos de interés para el operador están: el tipo de desecho, servicio que lo envía, grado de peligrosidad, fecha de envío, entre otros.

Debido al riesgo permanente del operador del incinerador, es necesario que éste se encuentre entrenado para el manejo de los DSBH y cuente con el equipo mínimo de seguridad, tal como guantes batí-agujas, botas, mascarilla, lentes, gabacha de asbesto. Además de encontrarse vacunado contra la hepatitis B.

Es necesario que el operador conozca todas las medidas de mitigación del cuarto de tratamiento, tales como el manejo de extintores, procedimiento de desconexión

instantánea (paro de emergencia), rutas de evacuación, depósitos areneros, llaves principales de combustible y alimentación de vapor (debe existir una llave de Diesel y vapor manual), llaves de agua, paneles eléctricos, etc.

Sobre los equipos de protección personal:

Para la etapa de recolección, transporte y acopio temporal de los DSBH se recomienda el siguiente equipo de protección personal:

1. Uniforme: Pantalón largo, chaqueta con manga mínimo $\frac{3}{4}$, gorra, mascarilla.
2. Guantes: De PVC, impermeables, resistentes, de color claro, preferentemente blancos, resistentes a sustancias corrosivas y de caña larga.
3. Calzado: Zapatos de seguridad con suela antideslizante, y puntero de acero.

Equipo a usar durante el tratamiento de los DSBH:

1. Uniforme: Pantalón largo, chaqueta con manga mínimo $\frac{3}{4}$, polo de algodón, gorra. De material resistente e impermeable y de color claro.
2. Respirador: contra aerosoles sólidos de alta eficiencia y válvula de exhalación, que cuente con una certificación internacional.
3. Zapatos: de seguridad, con suela antideslizante, con puntera de acero.
4. Guantes: de nitrilo y PVC.

Otras normas que se deben considerar:

- a) El cuarto de tratamiento debe permanecer limpio, por el trabajo que realiza.
- b) Debe realizarse el Mantenimiento preventivo y limpieza indicadas sin falta, de acuerdo a la periodicidad especificada. Antes de limpiar cualquiera de los equipos, asegúrese que la cámara este fría.
- c) Por ningún motivo deje solos los equipos cuando estén funcionando, siempre vigílelos por cualquier problema.
- d) No deje que personas ajenas al área estén manipulando los equipos, principalmente cuando están trabajando.
- e) Cuando los equipos estén en funcionamiento siempre esté pendiente de los diferentes indicadores de los equipos: manómetros y termómetros, luces

indicadoras, relojes, etc, porque son ellos los que le indicarán lo que esta sucediendo en el proceso.

- i) Siempre revise los equipos antes de accionarlos. Cerciórese de que todos los dispositivos estén en su orden.
- j) Para la limpieza de la cámara del esterilizador, nunca use limpiadores que contengan cloro. Se recomienda que el agua de alimentación del tanque generador, sea por lo menos agua suavizada.

5.3 Manual de Operación del Equipo Esterilizador.

En el presente manual se describe la operación del Equipo Esterilizador, con el fin de que los operadores de estos equipos conozcan su correcto manejo y no incurran en fallas que interrumpen innecesariamente el servicio; logrando que los equipos trabajen de una manera eficiente y se disminuyan las acciones inseguras que puedan propiciar accidentes. Finalmente se pretende describir las técnicas básicas de limpieza y cuidados del equipo, que son responsabilidad del técnico operador.

A continuación se describen los pasos que se deben seguir para lograr una esterilización eficaz de los DSBH, desde la carga del autoclave hasta la descarga de los desechos, ya esterilizados.

5.3.1 Como Cargar el Autoclave.

- a) Acomode los bultos de tal forma que haya una libre circulación de vapor entre ellos (no trate de llenar el autoclave hasta sobrecargarlo).
- b) Coloque de lado las botellas, frascos y cualquier clase de recipiente no poroso de material seco. Esto permite un pronto desplazamiento del aire y un rápido contacto del vapor con las superficies de las vasijas y su contenido. También facilita el secado.
- c) Esterilice los líquidos separándolos de otros materiales.
- d) Cuando se esterilizan líquidos, debe hacerse con los recipientes destapados.
- e) La carga deberá estar formada por objetos o materiales cuyo tiempo de esterilización recomendado sea el mismo.

5.3.2 Operación del Autoclave a Vapor.

- 1) Encienda el autoclave girando el interruptor de encendido "ON", observará que enciende el foco piloto que está en el panel de control, en la parte frontal del esterilizador.
- 2) En la condición anterior, observe el manómetro de la precámara (JACKET), ya que este comenzará a aumentar su lectura hasta marcar una presión de 21 PSI; dicha presión debe lograrse en un tiempo no mayor a 10 minutos. De no lograrse esta condición es un indicativo directo que existe alguna fuga en la tubería de conexión entre las calderas y la Jacket, por lo que deberá verificarse esta sección en busca de fugas.
- 3) De lograrse la presión de trabajo de 21 PSI, el sistema mantendrá esta condición durante 5 minutos, tiempo después del cual se encenderá la luz indicadora para poder iniciar el proceso de esterilización.
- 4) Abra la puerta del esterilizador, girando el volante en el sentido contrario a las agujas del reloj, e ingrese los desechos a ser esterilizados, acomodándolos de tal manera que el flujo de vapor pueda llegar a todos los elementos ingresados.
- 5) Cierre la puerta y gire el volante en el sentido de las agujas del reloj, hasta que los anclajes de seguridad de la puerta se desplacen a su posición final. Asegúrese de que la puerta quede bien cerrada.
- 6) Presione el botón pulsador correspondiente al estado de *esterilización*, para iniciar el proceso de esterilización de los desechos.
- 7) En la condición anterior, verifique el manómetro de la cámara de esterilización (CHAMBER) y espere a que el manómetro marque una presión de 21 PSI y el termómetro llegue a una temperatura de 121°C, con lo que se acciona la luz indicadora de proceso de esterilización.
- 8) Los parámetros de esterilización: temperatura de 121°C y presión de 21 PSI, deberán obtenerse en un tiempo no mayor a 15 min (este tiempo puede variar dependiendo de la carga que se ingrese al equipo, pero puede tomarse 15 min como el tiempo promedio para alcanzar los valores de operación) y de no alcanzar estas condiciones en el tiempo estipulado es un indicativo directo que

existe una fuga en este tramo; por lo que se deberán verificar válvulas y tuberías para el caso de la alimentación de vapor, así como también los sellos de la puerta de carga.

- 9) Al lograr las condiciones indicadas en el numeral 8, se iniciará el tiempo de conteo del proceso de esterilización (30 min), con el fin de garantizar una esterilización eficaz de los desechos.
- 10) De observarse alguna variación en la temperatura o en la presión por debajo de los niveles ya establecidos, deberá detenerse el proceso ya que no se puede garantizar que se logre una esterilización exitosa de los DSBH.
- 11) Al terminar el tiempo de esterilización, se enciende luz indicadora que el proceso ha finalizado y se procede a expulsar el vapor de la cámara, dependiendo del tipo de carga que se tenga:
Si se desea una evacuación de vapor rápida se deberá presionar el botón de *evacuación rápida*; o si se desea una evacuación lenta de vapor se deberá presionar el botón de *evacuación lenta*.
- 9) Para eliminar la humedad remanente en la cámara, el esterilizador pasa automáticamente a una etapa de secado, esto se puede verificar mediante la luz indicadora de este proceso *Dry*, ya que internamente se crea un efecto de succión que arrastra la humedad de la cámara.
- 10) Para finalizar, asegúrese de que la presión de la cámara (CHAMBER) sea cero y proceda a abrir lentamente la puerta.
- 11) Al finalizar la jornada de trabajo apague el equipo girando el interruptor de encendido "OFF".

5.3.3 Descarga del Autoclave.

- a) Una vez finalizado el proceso de esterilización verifique que la presión en la cámara (chamber) sea cero y que haya presión en la camisa (jacket), revisando los manómetros indicadores para cada una de las recamaras.
- b) Desasegure y entreabra ligeramente la puerta. El escape de vapor indicará que la abertura es suficiente.

- c) Mantenga la puerta “entreabierta” (alrededor de $\frac{1}{2}$ cm) durante aproximadamente 20 a 25 minutos; esta medida permite la evaporación de la humedad y un secamiento completo de la carga.

5.4 Guía de Operación del Incinerador.

Los siguientes son los procedimientos básicos para la operación normal del incinerador, que deben seguirse para asegurarse de su buen funcionamiento:

- 1) Antes de encender el incinerador, se debe observar la limpieza efectuada a la cámara primaria previamente y limpiar si es necesario.
- 2) Revisar las puertas de limpieza y de acceso del incinerador así mismo la fijeza de los conductos de Diesel.
- 3) Para preparar el equipo para ser utilizado, se acciona el interruptor de activación del incinerador usando la llave respectiva. Con esto se habilita el sistema eléctrico, las termocuplas, la bomba de diesel, la electroválvula principal y la luz indicadora de encendido del equipo.
- 4) Para iniciar el proceso, se debe presionar el botón pulsador 1 de arranque del quemador de la cámara primaria, con lo que se habilita la electroválvula del quemador 1 inyectando combustible a presión a la cámara, también se enciende la chispa de ignición generada por el electrodo; al mismo tiempo se enciende la turbina 1 al 100% de su velocidad para inyectar aire a la cámara primaria.
- 5) La luz indicadora en el panel de control indicará que se realizó con éxito este encendido, de no accionarse automáticamente el piloto indicador de operación deberá detenerse todo el proceso y verificar todos los componentes del quemador.
- 6) Repetir de igual manera para el quemador 2, presionando el pulsador 2 del quemador de la cámara secundaria. Completando, de esta forma, la primera etapa de operación del incinerador.
- 7) La luz indicadora en el panel de control indicará que se realizó con éxito el encendido del quemador secundario, de no accionarse automáticamente el

piloto indicador de operación deberá detenerse todo el proceso y verificar todos los componentes del quemador.

- 8) Se debe dejar que el horno caliente durante 40 minutos con la turbina del quemador primario funcionando al 100% de su capacidad, observando el contador de tiempo y el indicador de temperatura.
- 9) Posteriormente a este tiempo se realiza automáticamente el apagado del quemador de la cámara primaria, el cerrado de la electroválvula 1 y el paro de la turbina de aire; ahora el incinerador esta listo para recibir la primera carga de desechos.
- 10) El operador puede abrir la puerta e introducir los desechos.
- 11) Inmediatamente después del ingreso de los desechos y después de cerrada la puerta de alimentación, el operador tiene que accionar el pulsador 3 para activar la turbina del quemador de la cámara primaria que opera ahora al 50% de su velocidad, esto para garantizar una combustión e incineración tranquila y homogénea de los desechos.
- 12) Al presionar el pulsador 3, se enciende, al mismo tiempo, el extractor de aire del filtro seco, se activa el piloto de carga del incinerador y se inicia el conteo de tiempo en el cronometro digital.
- 13) Dentro de la cámara se conlleva la combustión de los desechos, utilizando el poder calorífico de los desechos que se incineran para mantener la temperatura. El tiempo de incinerado de cada carga de desechos es de 15 minutos aproximadamente, dicho tiempo puede verificarse visualmente mediante el cronómetro ubicado en el panel de control del incinerador (ver figura 4.32)
- 14) Antes de realizar cada carga de desecho al incinerador, se deben pesar los DSBH, para llevar un control estadístico del peso del material, el volumen de desecho, la procedencia del desecho, fecha de ingreso al área de tratamiento, entre otros.
- 15) Para la primera carga del incinerador, el operador, debe poseer todos los elementos de seguridad descritos y proceder con cautela al abrir la compuerta de forma manual, lentamente y por etapas.

- 16) El operador puede abrir la puerta 90° o más para ingresar la primera carga, después de ingresar la carga, se debe cerrar por completo la compuerta de entrada y asegurar un cierre hermético por medio de la manivela.
- 17) Después de los 15 minutos de quema, se puede ingresar otra carga de desechos, siempre y cuando después de una inspección visual la primera carga haya sido incinerada. Si el material ingresado aún no se ha consumido por completo, el operador deberá cerrar la compuerta por completo y esperar para repetir el procedimiento.
- 18) Al igual que en la primera carga, el operador debe ser en extremo cuidadoso al abrir la compuerta de entrada a la cámara primaria, repitiendo el proceso descrito anteriormente.
- 19) Hay que notar que cada vez que la compuerta de alimentación en la cámara primaria se abre, se apaga la turbina de aire por medio de un pulsador en la puerta que se acciona al abrirla, ya sea para cargar desechos o para una inspección, y al cerrarla de nuevo se enciende automáticamente la turbina, con esto el cronometro digital inicia de nuevo el conteo.
- 20) Si la temperatura de la cámara primaria cae por debajo de los valores óptimos de incineración, entonces se desconecta automáticamente la turbina del quemador funcionando al 50 % de su capacidad y se activa nuevamente el quemador de la cámara primaria, cuya turbina funciona en esta etapa al 100 % de su velocidad; con esto se logra un aumento directo de la temperatura de la cámara. Una vez lograda la temperatura óptima de incineración se desconecta nuevamente el quemador de la cámara primaria y únicamente queda en operación la turbina del quemador primario funcionando al 50% de su velocidad.
- 21) Cuando se termine la quema de los DSBH a tratar en la jornada de trabajo, se procede a parar el equipo incinerador, para lo cual se presiona el botón pulsador de paro de la turbina de la cámara primaria y el pulsador de paro de la cámara secundaria y se cambia a 'apagado' el interruptor de mando; así se desconecta todo el sistema eléctrico, y el sistema de combustión, cerrando la válvula principal de diesel.

- 22) Debe dejarse enfriar el incinerador por lo menos 4 horas antes de proceder a su limpieza diaria. Durante este periodo se enclava la puerta del equipo, gracias a un temporizador que controla el cierre magnético de la puerta
- 23) La limpieza de la parrilla de cenizas se realiza al abrir la compuerta de limpieza para extraer los sólidos sedimentados sobre la parrilla, este material se debe ingresar a una bolsa, la cual se debe tratar como desecho común y ser depositado en el relleno sanitario.
- 24) Una vez abierta la puerta de limpieza se remueve por medio de una herramienta todos los sólidos suspendidos al fondo del incinerador, estos deben ser depositados en una bolsa identificada. En ambos casos, se deben depositar las bolsas en un relleno sanitario.
- 25) En caso de emergencia se puede presionar el botón paro de emergencia, con lo que el equipo desconecta la alimentación de combustible, deshabilita el sistema eléctrico y apaga todo. En estos casos deben desconectarse manualmente los interruptores termomagnéticos de los paneles generales por seguridad para hacer la inspección del problema.

NOTA:

Para todos los paros indicados en los apartados 5.3 y 5.4 de la operación de los equipos, se pueden colocar luces indicadores de emergencia. Queda a criterio del HRISA la aplicación a futuro de estos elementos por medio de módulos de expansión para el SIEMENS-LOGO, ya que con el programa LOGO Soft V5.0 en base al cual se realizó la automatización de los equipos posee un limitado número de salidas que puede controlar y es por ello que estos indicadores adicionales no se han agregado por contar el sistema con termómetros, presostatos y cronómetros que le permiten al operador visualizar lo que está sucediendo a cada momento del proceso.

5.5 Guías de Mantenimiento.

El mantenimiento efectivo prolonga la vida útil del equipo, reduce la frecuencia de condiciones de paro o de mala operación, contaminación del medio ambiente y se evitan reparaciones costosas.

El mantenimiento se divide en dos etapas principales: preventivo y correctivo.

Conociendo el tipo de accesorios que los equipos utilizan, y con base en las condiciones operacionales en que los accesorios están sometidos, se debe cumplir con un programa de mantenimiento.

La persona a cargo del mantenimiento del equipo tiene que tener conocimientos claros y bien definidos de la operación del equipo, así como de las condiciones severas a las que es sometido por la propia operación del equipo. Además de conocer áreas como electricidad, plomería, refractarios, sistemas de vapor, etc.

5.5.1 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo se define como el estado óptimo de las instalaciones, descubriendo las fallas en su parte inicial y corregirlas en el momento oportuno, invirtiendo una cantidad económica mínima, la cual incluye:

- Gastos en mantenimiento puramente preventivo.
- Gastos en reparaciones.
- Pérdidas de producción por mantenimiento preventivo o por mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo requiere un alto grado de conocimiento y organización eficiente, además, implica la realización de trabajos rutinarios en los cuales se tomarán en cuenta la limpieza de las instalaciones, ajustes, reposición de partes, lubricación, pruebas que determinen el estado de los distintos elementos, inspección de normas de instalación y de seguridad, trabajo generado por las inspecciones, etc.

Entre las ventajas obtenidas al realizar este mantenimiento podemos observar: aumento en la productividad debido a una mayor confianza al equipo, disminución del tiempo perdido, mayor vida útil, menor costo de reparación, entre otras.

5.5.2 Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento predictivo es parte vital del mantenimiento preventivo y por eso se le hace una mención por separado. Este consiste en obtener información más completa sobre las condiciones del equipo y así poder descubrir una falla antes de

que suceda para poder tomar decisiones favorables que no intervengan con el trabajo.

El predecir puede resolver los siguientes problemas:

- Sustituir en forma rutinaria, partes costosas, solo para operar con mayor seguridad.
- Pronosticar el tiempo de vida del equipo.
- Preguntarse si un operario está siguiendo realmente las instrucciones de operación.
- Suspensión del servicio fuera del tiempo programado por fallas imprevistas.

5.5.3 Mantenimiento Correctivo.

La actividad de mantenimiento correctivo, incluye todas las actividades que son necesarias para la reparación y recuperación de las instalaciones y máquinas, cuando estas dejan de funcionar o de proveer el servicio para el cual fueron diseñadas.

El mantenimiento correctivo comprende de 4 actividades principales:

- 1- Problema o dificultad en las instalaciones o máquinas.
- 2- Causa probable.
- 3- Posible solución.
- 4- Planificación del trabajo o reparación a desarrollar.

5.6 Mantenimiento Esterilizadores.

5.6.1 Mantenimiento Preventivo.

5.6.1.1 Rutina Diaria.

- 1) Quite el filtro ubicado en el drenaje de la cámara y límpielo de pelusa y sedimentos bajo chorro de agua.
- 2) Limpie con un trapo húmedo los paneles frontales del equipo donde se acumule el polvo.
- 3) Verifique el estado de manómetros y termómetros; en el caso de los manómetros se le aplicaran pruebas de presión las cuales se han expuesto en

el apartado 4.6 de este documento, para el caso de los termómetros se requiere de pruebas de temperaturas; las cuales, también se especifican en el apartado 4.7.

- 4) Asegúrese del buen estado de las válvulas, controlando que no existan fugas de vapor. Pueden realizarse pruebas visuales o de flujo para detectar cualquier fuga en las diferentes válvulas de los equipos.

5.6.1.2 Rutina Semanal.

- 1) Lave el interior de la cámara de esterilización. Use cualquier detergente.
- 2) Enjuague el interior de la cámara con agua común.
- 3) Seque el interior de la cámara con un trapo que no deje pelusa.
- 4) Coloque el filtro en su lugar.
- 5) Carros de carga y transportador, lávelos con una solución de detergente suave.

NOTA: Antes de efectuar los siguientes pasos deje que el esterilizador y el equipo de carga se enfríen a temperatura ambiente.

PRECAUCIÓN: Nunca use artículos de limpieza abrasivos, cepillos de alambre o fibras de acero.

PROBLEMAS COMUNES Y SUS CAUSAS.

En la tabla 5.1 se hace mención a los diversos problemas que se pueden presentar al momento de utilizar el equipo esterilizador.

PROBLEMA	CAUSA
El material sale mojado	<ul style="list-style-type: none">- El drenaje de la cámara está obstruido.- La trampa de vapor no trabaja.
No se logró la esterilización (el testigo no marcó).	<ul style="list-style-type: none">- Se sobrecargó la cámara con exceso de material.- Muy poco tiempo.- No se logró la temperatura de esterilización.
No se logró la temperatura de esterilización.	<ul style="list-style-type: none">- La presión del vapor no es correcta.- Existen fugas de vapor en la compuerta.
Los recipientes de vidrio se quiebran.	<ul style="list-style-type: none">- Se esterilizaron con el tapón colocado.- La evacuación del vapor de la cámara se realizó de manera rápida.

Tabla 5.1. Problemas Comunes con el Equipo Esterilizador ⁽¹²⁾

12: Proyecto de Mantenimiento Hospitalario MSPAS-GTZ.

5.7 Guías de Rutinas para el Mantenimiento del equipo Incinerador.

El mantenimiento preventivo se describe con base al período de elaboración, así: diario, semanal, mensual, trimestral, anual.

Mantenimiento diario:

A continuación se describen algunas tareas que forman parte del mantenimiento diario:

Antes y después de la incineración:

- 1) Limpieza: Limpiar la cámara primaria de combustión, el área del incinerador y el área de almacenamiento final después de cada jornada de trabajo.
- 2) Debe de recordar que el filtro seco debe de cambiarse después de cada operación.
- 3) Cambio de filtro seco: Proceder a retirar la compuerta de acceso al filtro, retirar los tornillos de fijación del filtro seco, remover el filtro utilizado y colocar un filtro nuevo, colocar y apretar los tornillos de fijación del filtro seco y finalmente colocar la compuerta.
- 4) Después de la operación diaria, dejar limpia el área de incineración.

5.7.1 Operación del incinerador.

- 1) En funcionamiento revisar que los quemadores operen normalmente, igual que los extractores de aire y los equipos de bombeo de combustible.
- 2) Ruidos: Identificar ruidos en operación normales y anormales.
- 3) Revisar operación de termocuplas por medio de los medidores de temperatura, buscar posibles mediciones sospechosas, en base a los procedimiento descritos en apartado 4.7
- 4) Revisar la temperatura externa de las cámaras de combustión, para detectar fugas de humo o daño de refractario.

5.7.2 Mantenimiento semanal.

Revisiones durante el paro programado del equipo:

- 1) Revisar toda la línea de combustible en busca de fugas, se puede utilizar una mezcla de agua jabonosa, formando burbujas, y aplicarla en las uniones,

observar si existe fuga. Toda fuga encontrada debe ser reparada de inmediato.

- 2) Lavar el área del incinerador, el incinerador en su parte exterior y toda el área de almacenamiento final de los DSBH, incluir paredes y suelos. Utilizar cloro como desinfectante u otro aprobado para procesos hospitalarios.

Medir la corriente que alimenta a los quemadores, extractores de aire, bombas de aire y equipo de enfriamiento de agua; comparandolo con los datos de placa de estos equipos, tales datos están en la tabla 4.13. Como ejemplo para el caso de los motores monofásicos su corriente maxima es de 1.2 Amps.

Medir la temperatura en el interior de las cámaras de combustión, y llevar un registro diario de dicha temperatura. Éstas medidas deben de estar dentro del rango de 800°C a 850°C para el caso de la cámara primaria y de 950°C a 1000°C para el caso de la cámara secundaria.

Lubricar las bisagras de la puerta de ingreso de materiales y la puerta de limpieza.

Para cambiar el filtro seco, se debe asegurar que el operador utilice el equipo de seguridad industrial necesario. Después de retirar los tornillos con tuerca mariposa se retira la puerta, después proceder a extraer el filtro seco y colocar otro filtro en buenas condiciones. Posteriormente de colocar el nuevo filtro seco en la chimenea, se debe cerrar la compuerta.

5.7.3 Mantenimiento Bimensual.

El mantenimiento bimensual debe programarse de tal manera que días antes se incineren lo más posible de DSBH, de esta manera se minimiza el impacto de uno o dos días de paro programado del equipo.

Revisar la fijación de los quemadores en las cámaras primaria y secundaria.

Revisar el estado de la tubería conduit de los conductores eléctricos.

Apretar todas las borneras eléctricas, incluyendo contactores, arrancadores, pulsadores, etc.

Revisar el estado de las bisagras de la puerta de ingreso de materiales y puerta de limpieza. Lubricar según sea necesario. Revisar el estado de los sellos en la puerta de alimentación o ingreso y limpieza, cambiar si es necesario.

Revisar el estado del ventilador y extractores de aire, de manera que gire con libertad. Lubricar si es necesario

Revisar el valor promedio de voltaje y amperaje de cada uno de los quemadores, así como de los motores generadores de aire.

Revisar el tiempo de operación del incinerador durante el mes, además del volumen, peso de los desechos

5.7.4 Mantenimiento Anual.

El mantenimiento anual del equipo incinerador es un mantenimiento programado desarrollado en un lapso de 2 a 3 días, este se realizará una vez al año.

- 1) Revisar el estado de los refractarios. Para ello es necesario ingresar a la cámara del incinerador y revisar el refractario en busca de fisuras, desgaste o desprendimiento de material. En el caso de encontrar alguna causa similar, es necesario programar su reparación. Tomar en cuenta que el parar el equipo por un mantenimiento de varios días, se acumulan DSBH, por lo que debe trabajarse en forma continua y al ponerlo en marcha debe trabajar hasta eliminar el volumen acumulado durante la reparación. Razón por la que debe evaluarse realizar este tipo de mantenimientos en épocas, donde estadísticamente es bajo la estadía de pacientes, así como operaciones y procedimientos quirúrgicos.
- 2) Revisar el estado de todos los motores eléctricos, tales como: quemador y extractores de aire. Se debe cambiar si es necesario.
- 3) Desmotar los quemadores del incinerador, y revisar desgastes o erosión en la boquilla del quemador, inspeccionar el estado general de operación de cada uno de los quemadores.
- 4) Desmontar las turbinas de aire o motores, y revisar desgastes o erosión en el impulsor y en la cubierta, además de inspeccionar el estado general de operación de cada uno de ellos.
- 5) Desmontar y revisar las termocuplas, cambiar si es necesario.

5.8 CONCLUSIONES.

- El mantenimiento preventivo de los equipos alarga su vida útil y garantiza la inversión de la institución en el mediano plazo
- La guía de procedimientos es la referencia obligatoria para la operación adecuada de los equipos y permite detectar cualquier malfuncionamiento.

5.9 RECOMENDACIONES.

- La seguridad en la utilización de los equipos de tratamiento debe ser prioridad para la institución, la cual debe velar porque todo el personal acate estas disposiciones, así como también proveer el equipo de protección personal adecuado.
- Se recomienda que antes de poner en operación los equipos, el personal a cargo del tratamiento de los DSBH conozca los manuales de seguridad, operación, y mantenimiento para que comprenda el funcionamiento general de los procesos y equipos.
- Se recomienda que la institución evalúe periódicamente a los operarios a cargo del tratamiento, para garantizar el adecuado manejo de los DSBH desde su generación hasta su disposición final.
- Se recomienda llevar un registro de todas las operaciones de mantenimiento, paros realizados y partes o repuestos utilizados; señalando fecha y descripción del trabajo realizado.

CAPITULO 6: CALCULO DE COSTOS PARA LA REHABILITACION DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.

Las opciones se plantean con la implementación de 2 equipos esterilizadores y un equipo incinerador, estos equipos podrán ser controlados por medio de contactores o por medio de la tecnología de controladores lógicos programables (PLC). La capacidad a instalar se analizó desde dos puntos de vista: primero tratando de dejar un equipo sobredimensionado previendo la posibilidad de brindar el servicio de tratamiento de los DSBH a los centros de salud cercanos. En segundo lugar también previendo las consecuencias de someter un solo equipo esterilizador a un trabajo continuo, esto es, la carga de trabajo de un equipo acorta su vida útil, incrementando los costos de mantenimiento y otros; por otro lado los paros necesarios para la realización de mantenimientos preventivos programados así como reparaciones no programadas, podrían ser cubiertos por el segundo equipo esterilizador, evitando así la acumulación de desechos.

En el caso de la combinación incinerador y esterilizador para el tratamiento de los DSBH, se mantendrá esta dualidad de procedimiento ya que no se tratarán por medio de incineración, materiales como plásticos y hules debido a que las emisiones al ambiente de éstos están sumamente restringidas por las normativas nacionales e internacionales, por lo que la segregación será uno de los puntos claves para el efectivo tratamiento de los DSBH y el cumplimiento de las leyes ambientales.

En los siguientes cuadros se muestra el desglose de costos para los diferentes materiales y elementos que se utilizarán para la puesta en marcha de los equipos.

Se muestran los costos unitarios de los accesorios y el costo total. También se exponen los costos por mano de obra de los trabajos a realizar.

Los costos han sido cotizados en diferentes empresas proveedoras de equipo, tanto nacionales como internacionales en algunos casos. Los costos de mano de obra son los precios promedio del mercado.

Se ha hablado de varias propuestas para el rediseño de los equipos de tratamiento de los DSBH, algunas de ellas más costosas que otras y esto se demuestra en los diferentes cuadros mostrados, en el cuarto de tratamiento se toma

en consideración que éste puede albergar los equipos esterilizadores alimentados de vapor localmente o con una alimentación de vapor proveniente del cuarto de calderas principal, en cada uno de los casos el rediseño del cuarto cambia, puesto que, si los equipos esterilizadores estarán alimentados desde el sistema de calderas generales el cuarto deberá poseer un tubo de alimentación de vapor y así alimentar cada equipo, en el caso contrario, la instalación de ésta tubería de alimentación será innecesaria, puesto que, cada equipo poseerá un calderín.

Lo mismo sucede en el caso de las instalaciones eléctricas, puesto que, los alimentadores para el tablero general deberán cambiar dependiendo de que los equipos posean o no una alimentación de vapor local.

El tiempo estipulado de realización del proyecto en su totalidad es de 26 días laborados, teniendo una plantilla de un supervisor del proyecto, 2 técnicos electricistas de 2da a 1ra categoría, y 4 ayudantes de electricistas. El desglose de precios de mano de obra se detalla en la Tabla 6.1.

	Diario	Días	Total
Mano de Obra:			
1 Supervisor del proyecto	\$20.20	26.00	\$525.20
2 Electricistas 1ra cat.	\$12.85	26.00	\$668.20
4 ayudantes electricistas	\$7.55	26.00	\$785.20
Total:	\$40.60	24.00	\$1,978.60

Tabla: 6.1 Desglose de mano de obra del proyecto.

Se ha hablado de varias propuestas para el rediseño de los equipos de tratamiento de los DSBH, algunas de ellas más costosas que otras y esto se demuestra en los diferentes cuadros mostrados, en el cuarto de tratamiento se toma en consideración que éste puede albergar los equipos esterilizadores alimentados de vapor localmente o con una alimentación de vapor proveniente del cuarto de calderas principal, en cada uno de los casos el rediseño del cuarto cambia, puesto que, si los equipos esterilizadores estarán alimentados desde el sistema de calderas generales el cuarto deberá poseer un tubo de alimentación de vapor y así alimentar cada

equipo, en el caso contrario, la instalación de ésta tubería de alimentación será innecesaria, puesto que, cada equipo poseerá un calderín.

Lo mismo sucede en el caso de las instalaciones eléctricas, puesto que, los alimentadores para el tablero general deberán cambiar dependiendo de que los equipos posean o no una alimentación de vapor local.

En la tabla 6.2 se muestran los costos del rediseño del cuarto de tratamiento cuando este aloja a los equipos esterilizadores, lo cuales tienen una alimentación directa de vapor desde la central de calderas.

La tabla 6.3 muestra los costos del rediseño del cuarto de tratamiento cuando este aloja a los equipos esterilizadores teniendo éstos una alimentación de vapor por medio de un Generador propio.

Lista de Materiales para el Rediseño de Cuarto de Tratamiento Cuando los Esterilizadores Reciben una Alimentación de Vapor desde el Sistema Central de Calderas			
MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Conductor THHN #12	200	\$0.19	\$38.00
Conductor THHN #14	40	\$0.12	\$4.80
Conductor THHN #10	120	\$0.30	\$36.00
Dados Térmicos 15A/1P	4	\$2.80	\$11.20
Dados Térmicos 20A/2P	2	\$6.50	\$13.00
Tablero Monofásico 8 c.c.	1	\$32.00	\$32.00
Ducha Completa	1	\$63.04	\$63.04
Botiquín Emergencia	1	\$25.00	\$25.00
Extintor contra Incendios	1	\$48.00	\$48.00
Grapas para Tubería tipo Conduit	50	\$0.80	\$40.00
Luminarias Fluorescente 3x32 con Balastro electrónico y Difusor Punta de Diamante	4	\$46.30	\$185.20
Uniones para Tubería tipo Conduit de 1/2" (incluye bifurcaciones y codos)	30	\$0.08	\$2.40
Uniones para Tubería tipo Conduit de 3/4" (incluye bifurcaciones y codos)	15	\$0.13	\$1.95
Tubería tipo Conduit 1/2" Pieza de 6 mts	9	\$3.00	\$27.00
Tubería tipo Conduit 3/4" Pieza de 6mts	6	\$4.00	\$24.00
Cajas 4 x 2 para Intemperie	7	\$2.30	\$16.10
Cajas Octogonales para Intemperie	5	\$2.30	\$11.50
Toma Doble Polarizado de 15 Amp. (Incluye Placa para Metálica)	5	\$1.68	\$8.40
Interruptor Doble de palanca tipo Silencioso de 15 Amp. (Incluye placa Metálica)	1	\$2.30	\$2.30
Tubería de Acero al Carbón 3/4" Pieza de 6 mts (Uniones Incluidas)	8	\$15.00	\$120.00
Señalización	5	\$8.00	\$40.00
Saranda contra Insectos	11	\$1.30	\$14.30
Botas	2	\$19.82	\$39.64
Guantes	2	\$10.58	\$21.16
Sub-Total			\$784.99
Mano de Obra			\$260.00
TOTAL			\$1,044.99

Tabla 6.2. Costo del Rediseño del Cuarto de Tratamiento cuando los Equipos Esterilizadores tienen alimentación Directa del Sistema Central de Calderas.

Lista de Materiales para el Rediseño de Cuarto de Tratamiento Cuando los Esterilizadores Reciben una Alimentación de Vapor desde un Calderín			
MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Conductor THHN #12	150	\$0.19	\$28.50
Conductor THHN #14	40	\$0.12	\$4.80
Conductor THHN #10	200	\$0.30	\$60.00
Conductor THW #8	35	\$0.54	\$18.90
Conductor THW #6	70	\$0.93	\$65.10
Dados Térmicos 15A/1P	2	\$2.80	\$5.60
Dados Térmicos 20A/2P	2	\$6.50	\$13.00
Dados Térmicos 40A/2P	2	\$13.65	\$27.30
Tablero Monofásico 12 c.c.	1	\$42.00	\$42.00
Ducha Completa	1	\$63.04	\$63.04
Botiquín Emergencia	1	\$25.00	\$25.00
Extintor contra Incendios	1	\$48.00	\$48.00
Grapas para Tubería tipo Conduit	50	\$0.80	\$40.00
Luminarias Fluorescente 3x32 con Balastro electrónico y Difusor Punta de Diamante	4	\$46.30	\$185.20
Uniones para Tubería tipo Conduit de 1/2" (incluye bifurcaciones y codos)	30	\$0.08	\$2.40
Uniones para Tubería tipo Conduit de 3/4" (incluye bifurcaciones y codos)	15	\$0.13	\$1.95
Tubería tipo Conduit 1/2" Pieza de 6 mts	9	\$3.00	\$27.00
Tubería tipo Conduit 3/4" Pieza de 6mts	6	\$4.00	\$24.00
Tubería tipo Conduit 1" Pieza de 6mts	6	\$2.50	\$15.00
Tubería de acero al carbón 1" Pieza de 6mts	6	\$21.85	\$131.10
Cajas 4 x 2 para Intemperie	7	\$2.30	\$16.10
Cajas Octogonales para Intemperie	5	\$2.30	\$11.50
Toma Doble Polarizado de 15 Amp. (Incluye Placa para Metálica)	5	\$1.68	\$8.40
Interruptor Doble de palanca tipo Silencioso de 15 Amp. (Incluye placa Metálica)	1	\$2.30	\$2.30
Señalización	5	\$8.00	\$40.00
Saranda contra Insectos	11	\$1.30	\$14.30
Botas	2	\$19.82	\$39.64
Guantes	2	\$10.58	\$21.16
Sub-Total			\$941.29
Mano de Obra			\$260.00
TOTAL			\$1,201.29

Tabla 6.3. Costo del Rediseño del Cuarto de Tratamiento cuando los Equipos Esterilizadores tienen Alimentación de vapor por medio de un Calderín.

Costos relacionados al rediseño de los equipos esterilizadores y su sistema de control, en la tabla 6.4 se muestra el costo total para el rediseño del equipo esterilizador teniendo éste una alimentación propia o por medio de calderín y un sistema de control por medio de contactores.

Lista de Materiales para el Rediseño del equipo Esterilizador Controlado por Contactores y Teniendo Alimentación propia de Vapor			
MATERIALES	Cantidad/Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Generador Eléctrico de Vapor	1	\$3,492.00	\$3,492.00
Conductor THHN #12	10	\$0.19	\$1.9
Conductor THHN #14	10	\$0.12	\$1.2
Contactores (2 Contactos normalmente cerrados y 2 contactos normalmente abiertos)	6	\$18.38	\$110.28
Contactores Temporizados (con retraso en la conexión)	3	\$55.63	\$166.89
Medidores Analógico de Temperatura	1	\$25.95	\$25.95
Válvulas Solenoides	5	\$190.00	\$950.00
Filtro para Drenaje de Cámara 1/2" (Strainer)	3	\$18.00	\$54.00
Caja de Registro 18" x 12" x 8"	1	\$10.00	\$10.00
Rack para montaje de Contactores	2	\$6.00	\$12.00
Trampas de Vapor 1/2"	2	\$268.00	\$536.00
Válvula Unidireccional 1/2"	5	\$104.44	\$522.20
Luces Indicadoras	5	\$2.84	\$14.20
Medidores Analógicos de Presión (Manómetros)	2	\$2.80	\$5.60
Termostatos N/A con Cerrado ajustable hasta 135C	1	\$4.00	\$4.00
Presostatos	2	\$6.00	\$12.00
Coraza Galvanizada de 1/2"	10	\$3.00	\$30.00
Tubería Acero al Carbón de 3/4" pieza de 6 mts (incluye uniones)	6	\$13.00	\$78.00
interruptores	1	\$13.73	\$13.73
pulsadores	3	\$4.55	\$13.65
Sub-Total			\$6,038.50
Mano de Obra			\$629.40
TOTAL			\$6,677.90

Tablas 6.4. Costo para el Rediseño del Equipo Esterilizador con un calderín y sistema de control por medio de contactores.

Lista de Materiales para el Rediseño del equipo Esterilizador Controlado por PLC LOGO! y Teniendo Alimentación propia de Vapor			
MATERIALES	Cantidad/Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Generador Eléctrico de Vapor	1	\$3,492.00	\$3,492.00
Conductor THHN #12	7	\$0.19	\$1.33
Conductor THHN #14	7	\$0.12	\$0.84
Medidores Analógico de Temperatura	1	\$25.95	\$25.95
PLC SIEMENS LOGO 230RC	1	\$135.60	\$135.60
Módulos expansión para LOGO	2	\$45.20	\$90.40
Contactores (2 Contactos normalmente cerrados y 2 contactos normalmente abiertos)	13	\$18.38	\$238.94
Válvulas Solenoides	5	\$190.00	\$950.00
Filtro para Drenaje de Cámara 1/2" (Strainer)	3	\$18.00	\$54.00
Caja de Registro 18" x 12" x 8"	1	\$10.00	\$10.00
Rack para montaje de Contactores	1	\$6.00	\$6.00
Trampas de Vapor 1/2"	2	\$268.00	\$536.00
Válvula Unidireccional 1/2"	5	\$104.44	\$522.20
Luces Indicadoras	5	\$2.84	\$14.20
Medidores Analógicos de Presión (Manómetros)	2	\$2.80	\$5.60
Termostatos N/A con Cerrado ajustable hasta 135 C	1	\$4.00	\$4.00
Presostatos	2	\$6.00	\$12.00
Coraza Galvanizada de 1/2"	10	\$3.00	\$30.00
Tubería Acero al Carbón de 3/4" pieza de 6 mts (incluye uniones)	6	\$13.00	\$78.00
interruptores	1	\$13.73	\$13.73
pulsadores	3	\$4.55	\$13.65
Sub-Total			\$6,220.27
Mano de Obra			\$629.40
TOTAL			\$6,851.84

Tablas 6.5. Costo para el Rediseño del Equipo Esterilizador con un calderín y sistema de control por medio de un Control Lógico Programable.

Costos relacionados al rediseño de los equipos esterilizadores y su sistema de control, en la tabla 6.6 se muestra el costo total para el rediseño del equipo esterilizador teniendo éste una alimentación proveniente del sistema de calderas centrales y su sistema de control por medio de contactores.

Lista de Materiales para el Rediseño del equipo Esterilizador Controlado por Contactores y Teniendo Alimentación de Vapor mediante Calderas Centrales			
MATERIALES	Cantidad/Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Contactores (2 Contactos normalmente cerrados y 2 contactos normalmente abiertos)	4	\$18.38	\$73.52
Conductor THHN #12	7	\$0.19	\$1.33
Conductor THHN #14	7	\$0.12	\$0.84
Contactores Temporizados (con retraso en la conexión)	3	\$55.63	\$166.89
Medidores Analógico de Temperatura	1	\$25.95	\$25.95
Válvulas Solenoides	5	\$190.00	\$950.00
Filtro para Drenaje de Cámara 1/2" (Strainer)	3	\$18.00	\$54.00
Trampas de Vapor 1/2"	2	\$268.00	\$536.00
Válvula Unidireccional 1/2"	5	\$104.44	\$522.20
Luces Indicadoras	5	\$2.84	\$14.20
Medidores Analógicos de Presión (Manómetros)	2	\$2.80	\$5.60
Termostatos N/A con Cerrado ajustable hasta 135C	1	\$4.00	\$4.00
Presostatos	2	\$6.00	\$6.00
Coraza Galvanizada de 1/2"	10	\$3.00	\$30.00
Tubería Acero al Carbón de 3/4" pieza de 6 mts (incluye uniones)	6	\$13.00	\$78.00
Interruptores	1	\$13.73	\$13.73
Pulsadores	3	\$4.55	\$13.65
Total			\$2,487.74
Mano de Obra			\$859.28
TOTAL			\$3,355.19

Tablas 6.6. Costo para el Rediseño del Equipo Esterilizador con Alimentación desde el Sistema de Calderas y Sistema de Control por medio de Contactores.

Lista de Materiales para el Rediseño del equipo Esterilizador Controlado por PLC LOGO! y Teniendo Alimentación de Vapor mediante Calderas Centrales			
MATERIALES	Cantidad/Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Medidores Analógico de Temperatura	1	\$25.95	\$25.95
PLC SIEMENS LOGO 230RC	1	\$45.20	\$45.20
Conductor THHN #12	7	\$0.19	\$1.33
Conductor THHN #14	7	\$0.12	\$0.84
Contactores (2 Contactos normalmente cerrados y 2 contactos normalmente abiertos)	2	\$18.38	\$36.76
Módulos expansión LOGO	2	\$45.20	\$90.40
Válvulas Solenoides	5	\$190.00	\$950.00
Filtro para Drenaje de Cámara 1/2" (Strainer)	3	\$18.00	\$54.00
Trampas de Vapor 1/2"	2	\$268.00	\$536.00
Válvula Unidireccional 1/2"	5	\$104.44	\$522.20
Luces Indicadoras	5	\$2.84	\$14.20
Medidores Analógicos de Presión (Manómetros)	2	\$2.80	\$5.60
Termostatos N/A con Cerrado ajustable hasta 135C	1	\$4.00	\$4.00
Presostatos	2	\$6.00	\$6.00
Coraza Galvanizada de 1/2"	10	\$3.00	\$30.00
Tubería Acero al Carbón de 3/4" pieza de 6 mts (incluye uniones)	6	\$13.00	\$78.00
Interruptores	1	\$13.73	\$13.73
Pulsadores	3	\$4.55	\$13.65
Sub-Total			\$2,419.69
Mano de Obra			\$859.28
TOTAL			\$3,287.14

Tablas 6.7. Costo para el Rediseño del Equipo Esterilizador con Alimentación desde el Sistema de Calderas y Sistema de Control por medio de un Control Lógico Programable.

Costos relacionados al rediseño del equipo incinerador y su sistema de control, en la tabla 6.8 se muestra el costo total para el rediseño del equipo incinerador teniendo un sistema de control por medio de contactores.

Lista de Materiales para el Rediseño del equipo Incinerador Controlado por Contactores			
MATERIALES	Cantidad/Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Termocuplas tipo K	2	\$59.98	\$119.96
Contactores (2 Contactos normalmente cerrados y 2 contactos normalmente abiertos)	11	\$18.38	\$202.18
Indicador digital de Temperatura	2	\$41.00	\$82.00
Conductor THHN #12	15	\$0.19	\$2.85
Conductor THHN #14	15	\$0.12	\$1.8
Válvulas Solenoides	3	\$190.00	\$570.00
Lámina de acero para Chimenea 2 x 1 mts, de 3mm de espesor	1	\$253.50	\$253.50
Luces Indicadoras	4	\$2.84	\$11.36
Control de Temperatura	1	\$135.00	\$135.00
Motores monofásicos	2	\$129.00	\$258.00
Control de Velocidad Motores Eléctricos	1	\$148.65	\$148.65
Pintura Exterior, Galón de pintura	1	\$35.00	\$35.00
Puerta Filtro Seco	1	\$21.00	\$21.00
Rejilla y Puerta Cenicero	1	\$65.00	\$65.00
Tubería Alimentadora de Diesel Galvanizada 3/4"	3	\$6.45	\$19.35
Coraza Galvanizada 1/2"	10	\$1.45	\$14.50
Ventilador para Filtro Seco	1	\$88.24	\$88.24
Filtros Secos	10	\$4.12	\$41.20
Interruptores	1	\$13.73	\$13.73
Pulsadores	1	\$4.55	\$4.55
Bomba Diesel	1	\$144.18	\$144.18
Guardamotores	2	\$51.22	\$102.44
Relé Temporizador	1	\$35.99	\$35.99
Sub-Total			\$2,365.83
Mano de Obra			\$858.75
TOTAL			\$3,229.23

Tabla 6.8. Costo para el Rediseño del Equipo Incinerador y su Sistema de Control por medio de Contactores.

Lista de Materiales para el Rediseño del equipo Incinerador Controlado por PLC			
MATERIALES	Cantidad/Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Termocuplas tipo K	2	\$59.98	\$119.96
Indicador digital de Temperatura	2	\$41.00	\$82.00
Conductor THHN #12	15	\$0.19	\$2.85
Conductor THHN #14	15	\$0.12	\$1.8
Válvulas Solenoides	3	\$190.00	\$570.00
Lámina de acero para Chimenea 2 x 1 mts, de 3mm de espesor	1	\$253.50	\$253.50
PLC SIEMENS LOGO 230RC	1	\$45.20	\$45.20
Contactores (2 Contactos normalmente cerrados y 2 contactos normalmente abiertos)	6	\$18.38	\$110.28
Módulos expansión LOGO	2	\$45.20	\$90.40
Luces Indicadoras	4	\$2.84	\$11.36
Control de Temperatura	1	\$135.00	\$135.00
Motores monofásicos	2	\$129.00	\$258.00
Control de Velocidad Motores Eléctricos	1	\$148.65	\$148.65
Pintura Exterior, Galón de pintura	1	\$35.00	\$35.00
Puerta Filtro Seco	1	\$21.00	\$21.00
Rejilla y Puerta Cenicero	1	\$65.00	\$65.00
Tubería Alimentadora de Diesel Galvanizada 3/4"	3	\$6.45	\$19.35
Coraza Galvanizada 1/2"	10	\$1.45	\$14.50
Ventilador para Filtro Seco	1	\$88.24	\$88.24
Filtros Secos	10	\$4.12	\$41.20
Interruptores	1	\$13.73	\$13.73
Pulsadores	1	\$4.55	\$4.55
Bomba Diesel	1	\$144.18	\$144.18
Guardamotores	2	\$51.22	\$102.44
Sub-Total			\$2,373.54
Mano de Obra			\$858.75
TOTAL			\$3,236.94

Tabla 6.9. Costo para el Rediseño del Equipo Incinerador y su Sistema de Control por medio de un Control Lógico Programable.

Se presentan las diferentes propuestas o combinaciones tomando en cuenta las anteriores especificaciones:

PROPUESTA #1

- Cuarto de tratamiento con alimentación de vapor proveniente de calderas generales.
- Dos equipos esterilizadores con alimentación de vapor proveniente de calderas generales y controladas por juego de contactores.
- Un equipo incinerador controlado por juego de contactores.

PROPUESTA #2

- Cuarto de tratamiento con alimentación de vapor proveniente de calderas generales.
- Dos equipos esterilizadores con alimentación de vapor proveniente de calderas generales y controladas por un control lógico programable (PLC).
- Un equipo incinerador controlado por un control lógico programable (PLC).

PROPUESTA #3

- Cuarto de tratamiento sin alimentación de vapor.
- Dos equipos esterilizadores con generador propio de vapor o calderín y controlado por un juego de contactores.
- Un equipo incinerador controlado por juego de contactores.

PROPUESTA #4

- Cuarto de tratamiento sin alimentación de vapor.
- Dos equipos esterilizadores con generador propio de vapor o calderín y controlado por un control lógico programable (PLC).
- Un equipo incinerador controlado por un control lógico programable (PLC).

OPCION #1	
EQUIPOS	COSTO POR EQUIPO
ESTERILIZADORES CON ALIMENTACION CALDERAS Y CONTROL POR CONTACTORES	\$6,694.04
INCINERADOR CONTROLADO POR CONTACTORES	\$3,224.58
CUARTO DE TRATAMIENTO	\$1,044.99
TOTAL	\$10,963.61

OPCION #2	
EQUIPOS	COSTO POR EQUIPO
ESTERILIZADORES ALIMENTACION CON CALDERAS Y CONTROLADO POR MEDIO DE PLC	\$6,557.94
INCINERADOR CONTROLADO POR PLC	\$3,232.29
CUARTO DE TRATAMIENTO	\$1,044.99
TOTAL	\$10,835.22

OPCION #3	
EQUIPOS	COSTO POR EQUIPO
ESTERILIZADORES CON ALIMENTACION POR MEDIO DE UN CALDERIN CONTROLADO POR CONTACTORES	\$13,335.80
INCINERADOR CONTROLADO POR CONTACTORES	\$3,224.58
CUARTO DE TRATAMIENTO	\$1,201.29
TOTAL	\$17,761.67

OPCION #4	
EQUIPOS	COSTO POR EQUIPO
ESTERILIZADORES CON ALIMENTACION POR MEDIO DE UN CALDERIN CONTROLADO POR PLC	\$13,699.34
INCINERADOR CONTROLADO POR PLC	\$3,232.29
CUARTO DE TRATAMIENTO	\$1,201.29
TOTAL	\$18,132.92

Tabla 6.10. Costo de las opciones de las propuestas de solución.

Existen gastos los cuales no se han tomado en cuenta, como los de operación y mantenimiento de los equipos, en estos gastos se contempla todos aquellos materiales gastables como lo son combustible, grasa, energía eléctrica, accesorios de limpieza para el cuarto de tratamiento, cambio de dispositivos tales como filtros secos e imprevistos que se puedan presentar durante el funcionamiento de los equipos. Estos gastos se detallan en la tabla 6.11.

Detalle	Mensual	Anual
-		
Energía eléctrica	\$75.00	\$900.00
Cambio de filtros	\$25.00	\$300.00
Accesorios de limpieza	\$12.50	\$150.00
Combustible, lubricantes y otros	\$45.00	\$540.00
Rutina Mnto preventivo (cada 3 meses aparitr de mes 2)	\$100.00	\$300.00
Otros/imprevistos	\$20.00	\$240.00
Total:	\$277.50	\$3,330.00

Tabla 6.11 Desglose de gastos de operación y mantenimiento para los equipos rehabilitados.

CAPITULO 7: ANALISIS COSTO-BENEFICIO PARA LAS PROPUESTAS DE SOLUCION PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DSBH.

7.1 Marco Teórico.

El análisis costo/beneficio es el proceso de colocar cifras en los diferentes costos y beneficios de una actividad ⁽¹³⁾. Al utilizarlo, podemos estimar el impacto financiero acumulado de lo que queremos lograr.

El análisis costo/beneficio está basado en un principio económico que en términos generales, sostiene que un proyecto es exitoso si el beneficio que genera la inversión en un período determinado, es mayor que la que se puede obtener con otra alternativa durante el mismo período. Por otra parte considera que un proyecto es más efectivo cuando logra sus productos con un menor costo y los beneficios sociales obtenidos son mayores que la inversión realizada.

Se debe utilizar el análisis costo/beneficio al comparar los costos y beneficios de las diferentes de opciones.

La utilización de la herramienta o método económico costo / beneficio es restrictiva debido a la complicación de expresar todos los costos y beneficios intangibles en términos monetarios. Por esto se hará diferentes análisis utilizando diferentes métodos para lograr los resultados más confiables posibles.

Los métodos seleccionados para realizar el análisis factibilidad económica de este proyecto son:

7.1.1 Valor presente Neto

7.1.2 Retorno de Inversión.

13: ANALISIS COSTO BENEFICIO. SOCIEDAD LATINOAMERICANA PARA LA CALIDAD. 2000.

El análisis de costo/beneficio involucra los siguientes pasos:

1. Reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada una de las decisiones u opciones.
2. Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos, como la mano de obra y equipos, serán exactos mientras que otros deberán ser estimados.
3. Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
4. Determinar los beneficios en dólares para cada decisión.
5. Seleccionar las cifras de los costos y beneficios totales, luego realizar el análisis con el método económico seleccionado.
6. Comparar las relaciones Beneficios a Costos para las diferentes decisiones propuestas. La mejor solución, en términos financieros es aquella con la relación más alta beneficios a costos.

De la investigación previamente realizada se obtienen los siguientes datos del costo que tiene actualmente el tratamiento de los DSBH para la Institución Hospitalaria:

Costos mensuales: El más bajo: \$1,505.12.
El costo más elevado: \$ 2,113.76
Costo promedio mensual: \$ 1,813.12

Por lo anterior, para el dato de reducción de gastos utilizaremos el valor promedio mensual. Del mismo modo el dato equivalente a beneficios será igual a Reducción de gastos.

7.1.1 Valor Presente Neto.

El Valor Presente Neto representa el Valor Presente (PV) de los flujos salientes de caja menos la cantidad de la inversión inicial.

La formula para el valor presente neto es:

$$PV = (\text{reducción de gastos} + \text{valor asegurado}) / (\text{factor de descuento})$$

Donde: PV: Valor presente

Reducción de gastos: ahorro en un año (\$)

Valor asegurado: ahorro asegurado de 1 mes \$1,813.12

Factor de descuento: tasa de interés promedio para préstamos del sector salud de organismos regionales de financiamiento.

NPV: PV – Inversión

Donde: NPV: valor presente neto

Inversión: valor de la inversión y costos en un año (\$)

En la tabla 7.1 se puede observar un cuadro comparativo de las diferentes opciones o alternativas estudiadas por medio de un análisis de Valor Presente Neto.

Opciones	Costos	Valor asegurado	Reducción de gastos	Factor descuento	PV	NPV
<u>Opción 1</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Opera. y Mantenimiento Total:	- \$3,224.58 \$6,694.04 \$1,044.99 \$3,300.00 \$14,263.61	\$1,813.12	\$21,757.40	1.08	\$21,824.56	\$7,560.95
<u>Opción 2</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Opera. y Mantenimiento Total:	\$3,232.29 \$6,557.94 \$1,044.99 \$3,300.00 \$14,135.22	\$1,813.12	\$21,757.40	1.08	\$21,824.56	\$7,689.34
<u>Opción 3</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Opera. y Mantenimiento Total:	\$3,224.58 \$13,335.80 \$1,201.29 \$3,300.00 \$21,061.67	\$1,813.12	\$21,757.40	1.08	\$21,824.56	\$762.89
<u>Opción 4</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Opera. y Mantenimiento Total:	\$3,232.29 \$13,699.34 \$1,201.29 \$3,300.00 \$21,432.92	\$1,813.12	\$21,757.40	1.08	\$21,824.56	\$391.64
<u>Opción 5: equipo nuevo</u> Incinerador Esterilizador Adaptación cuarto tratamiento Opera. y Mantenimiento. Total:	\$35,477.60 \$33,030.00 \$1,201.29 \$3,300.00 \$73,008.89	\$1,814.12	\$21,757.40	1.08	\$21,825.48	\$51,183.41

Tabla 7.1. Cuadro comparativo Valor Presente Neto.

Del cuadro anterior podemos concluir que durante un año la institución se ahorrará, con la opción #2, \$ 7,689.34, éste es el ahorro que se tendrá en todo el año referenciado a dinero actual. La opción #2 es el mayor ahorro de las opciones

presentadas, ya que las opciones 3 y 4 son a penas recuperables en un año arrojando valores bajos de dinero en la actualidad. La opción 1 muestra como la segunda en factibilidad.

7.1.2 Retorno de Inversión.

El retorno de inversión es un método extensamente empleado que calcula el tiempo que toma recuperar la inversión original, el ingreso del precio neto derivado o el ahorro neto realizado.

El método de recuperación determina el número de años requeridos para que el capital invertido sea cubierto por los beneficios resultantes. El número requerido de años recibe el nombre de período de recuperación, retorno de inversión, de pago o de equilibrio.

El período de recuperación (PR) generalmente se calcula como sigue:

$$PR = \frac{\text{COSTO INICIAL}}{\text{BENEFICIOS ANUALES} - \text{COSTOS ANUALES}}$$

Las desventajas del método de pago que desaconsejan su uso como criterio único para decisiones de inversión se pueden resumir como siguen:

a) El método no considera los movimientos de fondos más allá del período de recuperación y por lo tanto no mide la eficiencia de una inversión a lo largo de toda su vida.

b) El despreciar el costo de oportunidad del capital, esto es, el no descontar costos que ocurren en diferentes tiempos a una base común de comparación, da por resultado la determinación incorrecta de los beneficios y costos empleados para calcular el período de recuperación y por lo tanto la determinación de éste en forma incorrecta.

A pesar de sus limitaciones, el método del período de recuperación tiene ventajas en cuanto puede suministrar información útil en la evaluación de una inversión. Existen varias situaciones en las cuales el método de recuperación puede ser particularmente apropiado:

a) Una recuperación rápida puede ser un criterio importante para juzgar una inversión, cuando se dispone de recursos financieros para invertir por sólo un corto período.

b) El inversionista especulativo que tiene un horizonte de tiempo relativamente limitado, generalmente desea una rápida recuperación de la inversión inicial.

c) Cuando la vida esperada del activo es altamente incierta, la determinación de la vida de equilibrio, es decir del período de recuperación, es útil en establecer la probabilidad de lograr una inversión conveniente.

En la tabla siguiente 7.2 se muestra el cuadro comparativo del análisis de retorno de inversión en el que se muestra el resultado en periodos anuales. Esto, pues al final del periodo de un año de su funcionamiento, los equipos a rehabilitar deberán ser estudiados y diagnosticada su capacidad para seguir en funcionamiento por una año más, debiendo hacer una inversión considerablemente menor a la propuesta actual para su continuo buen funcionamiento.

No obstante este tiempo de vida útil relativamente corto, el HRISA se estará ahorrando en un año \$7,689.34, lo cual es un valor muy significativo para una institución de esa naturaleza. Esto sumado a los beneficios obtenidos como valor agregado al proyecto, estos beneficios no cuantificables son explicados en el próximo numeral.

Opciones	Costos	Beneficios (Reduc.gastos)	Ret. de Inv. (años)
<u>Opción 1</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Costo Op. y Mantenimiento Total:	\$3,224.58 \$6,694.04 \$1,044.99 \$3,300.00 \$14,263.61	\$21,757.40	0.5940
<u>Opción 2</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Costo Op. y Mantenimiento Total:	\$3,232.29 \$6,557.94 \$1,044.99 \$3,300.00 \$14,135.22	\$21,757.40	0.5870
<u>Opción 3</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Costo Op. y Mantenimiento Total:	\$3,224.58 \$13,335.80 \$1,201.29 \$3,300.00 \$21,061.67	\$21,757.40	0.9623
<u>Opción 4</u> Del equipo incinerador: Del equipo esterilizador: Del cuarto de tratamiento: Costo Op. y Mantenimiento Total:	\$3,232.29 \$13,699.34 \$1,201.29 \$3,300.00 \$21,432.92	\$21,757.40	0.9824
<u>Opción 5: equipo nuevo</u> Incinerador Esterilizador Del cuarto de tratamiento: Costo Op. y Mantenimiento Total:	\$35,477.60 \$33,030.00 \$1,201.29 \$3,300.00 \$73,008.89	\$21,757.40	3.7767

Tabla 7.2. Cuadro comparativo Beneficio entre Costo.

Después de realizar el cociente, los datos de la tabla 7.2 nos muestran que con la opción # 2 se obtienen los menor tiempo de recuperación, arrojando un dato de 0.5870 años, por lo cual sigue siendo la opción a elegir después de los análisis anteriores.

Por lo tanto desde el punto de vista financiero la opción a proponer es la #2.

OPCION #2	
EQUIPOS	COSTO POR EQUIPO
ESTERILIZADOR ALIMENTACION CALDERAS Y CONTROLADO POR MEDIO DE PLC	\$6,557.94
INCINERADOR CONTROLADO POR PLC	\$3,232.29
CUARTO DE TRATAMIENTO	\$1,044.99
COSTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	\$3,300.00
TOTAL	\$14,135.22

Tabla 7.3. Cuadro final de costos de opción 2 propuesta.

En la tabla 7.4 se presenta la proyección de flujo de efectivo concerniente a la inversión de capital en el proyecto de rehabilitación de los equipos para el tratamiento de los DSBH.

INSTITUCION: HOSPITAL REGIONAL DEL ISSS DE SANTA ANA

PROYECCION DE FLUJO DE EFECTIVO (PRESTAMO BANCARIO)

De: JUNIO 2005 a JUNIO 2006.

FLUJO DE EFECTIVO

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Saldo inicial (al final del mes anterior)		-				
		1,813.12	-872.72	67.68	908.08	1,848.48
INGRESOS:						
Ahorro Neto		1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12
Préstamos bancarios	10,835.22					
Total de Ingresos	10,835.22	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12
EGRESOS:						
Pago a TRANSAE	1,813.12					
Pagos a proveedores de bienes y servicios		272.72	272.72	272.72	272.72	272.72
Costo de producción (pago de mano de obra directa e indirecta)		320.00	320.00	320.00	320.00	320.00
Gastos de mantenimiento				100.00		
Pagos de préstamos bancarios		280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Inversión Inicial del Proyecto	10,835.22					
Total de Egresos	12,648.34	872.72	872.72	972.72	872.72	872.72
Saldo (Déficit) del mes	-1,813.12	940.40	940.40	840.40	940.40	940.40
Saldo (Déficit) Acumulado	-1,813.12	-872.72	67.68	908.08	1,848.48	2,788.88

**INSTITUCION: HOSPITAL REGIONAL DEL ISSS DE SANTA ANA
PROYECCION DE FLUJO DE EFECTIVO (PRESTAMO BANCARIO)**

De: JUNIO 2005 a JUNIO 2006.

FLUJO DE EFECTIVO	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Saldo inicial (al final del mes anterior)	2,788.88	3,629.28	4,569.68	5,510.08	6,350.48	7,290.88	0
INGRESOS:							
Ahorro Neto	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	19,944.32
Préstamos bancarios							10,835.22
Total de Ingresos	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	
EGRESOS:							
Pago a TRANSAE							1,813.12
Pagos a proveedores de bienes y servicios	272.72	272.72	272.72	272.72	272.72	272.72	2,999.92
Costo de producción (pago de mano de obra directa e indirecta)	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00	3,520.00
Gastos de mantenimiento	100.00			100.00			300.00
Pagos de préstamos bancarios	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	3,080.00
Inversión Inicial del Proyecto							10,835.22
Total de Egresos	972.72	872.72	872.72	972.72	872.72	872.72	
Saldo (Déficit) del mes	840.40	940.40	940.40	840.40	940.40	940.40	
Saldo (Déficit) Acumulado	3,629.28	4,569.68	5,510.08	6,350.48	7,290.88	8,231.28	

Tabla 7.4. Proyección de flujo de efectivo concerniente a la inversión de capital.

En la tabla 7.5 se muestra el flujo de caja muestra las perspectivas de inversión del proyecto si este se realizara en tres etapas que son:

Mes	Actividad	Costo actividad ⁽¹⁴⁾
Mes 1	Restauración del cuarto de tratamiento y puesta en marcha de esterilizador #1	\$4,323.96
Mes 4	Puesta en marcha del esterilizador #2	\$3,278.97
Mes 6	Puesta en marcha del incinerador	\$3,232.29
	Total:	\$10,835.22

Tabla 7.5 Perspectivas de inversión para el proyecto de rehabilitación.

En el primer mes se realizara la inversión completa del cuarto de tratamiento de manera que este quede listo para las futuras rehabilitaciones de los equipo.

En este caso, los fondos que serian utilizados son fondos propios del hospital, dado que las instituciones financieras necesitan una justificación de desembolsos de prestamos de inversión y en nuestro caso se ha demostrado que en un solo y único desembolso es factible y recomendable realizarlo, debido al ahorro que se tendría a partir del mes 2 en pago a la empresa TRANSAE.

Las etapas del proyecto se han planificado de tal manera que se concluyan en los primeros 6 meses del año a analizar, de manera que la operación y el ahorro se desarrollen por lo menos 6 meses completando así el año de cierre de inversión.

⁽¹⁴⁾ Costos obtenidos de cuadro final de inversión del proyecto Tabla 7.3.

INSTITUCION: HOSPITAL REGIONAL DEL ISSS DE SANTA ANA

PROYECCION DE FLUJO DE EFECTIVO (FONDOS PROPIOS)

de: JUNIO 2005 a JUNIO 2006.

FLUJO DE EFECTIVO

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Saldo inicial (al final del mes anterior)		-6,137.08	-5,790.71	-5,444.35	-8,376.95	-7,784.28
INGRESOS:						
Ahorro Neto		543.94	543.94	543.94	1,087.82	1,087.82
Préstamos bancarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de Ingresos		543.94	543.94	543.94	1,087.82	1,087.82
EGRESOS:						
Pago a TRANSAE	1,813.12					
Pagos a proveedores de bienes y servicios		90.91	90.91	90.91	181.81	181.18
Costo de producción (pago de mano de obra directa e indirecta)		106.67	106.67	106.67	213.33	213.33
Gastos de mantenimiento					100.00	
Gastos de administración						
Pagos de préstamos bancarios	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversion Inicial del Proyecto	4,323.96			3,278.97		3,232.29
Total de Egresos	6,137.08	197.57	197.57	3,476.54	495.15	3,626.80
Saldo (Deficit) del mes	-6,137.08	346.37	346.37	-2,932.60	592.67	-2,538.98
Saldo (Deficit) Acumulado	-6,137.08	-5,790.71	-5,444.35	-8,376.95	-7,784.28	-10,323.26

FLUJO DE EFECTIVO

	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Total
Saldo inicial (al final del mes anterior)	-10,323.26	-9,102.86	-7,982.46	-6,762.06	-5,641.66	-4,421.26	0
INGRESOS:							
Ahorro Neto	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	14,686.18
Préstamos bancarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de Ingresos	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	1,813.12	
EGRESOS:							
Pago a TRANSAE							1,813.12
Pagos a proveedores de bienes y servicios	272.72	272.72	272.72	272.72	272.72	272.72	2,272.03
Costo de producción (pago de mano de obra directa e indirecta)	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00	2,666.66
Gastos de mantenimiento		100.00		100.00			300.00
Gastos de administración							0.00
Pagos de préstamos bancarios	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversion Inicial del Proyecto							10,835.22
Total de Egresos	592.72	692.72	592.72	692.72	592.72	592.72	
Saldo (Deficit) del mes	1,220.40	1,120.40	1,220.40	1,120.40	1,220.40	1,220.40	
Saldo (Deficit) Acumulado	-9,102.86	-7,982.46	-6,762.06	-5,641.66	-4,421.26	-3,200.86	

Tabla 7.6. Flujo de caja para realización del proyecto de rehabilitación en tres etapas.

7.2 Interpretación Resultado del Análisis Costo/Beneficio y Beneficios Intangibles.

Un análisis costo/beneficio por si solo puede no ser una guía clara para tomar una buena decisión. Existen otros puntos que deben ser tomados en cuenta, por ejemplo la moral de los empleados, la seguridad, las obligaciones legales y la satisfacción del cliente, entre otras.

En la valoración económica pueden existir elementos perceptibles por una comunidad como perjuicio o beneficio, pero que al momento de su ponderación en unidades monetarias, sea imposible o altamente difícil materializarlo.

Aunque es deseable que los beneficios sean mas grandes que los costos, no existe una respuesta única de cual es la relación ideal de beneficio a costo.

Como se indico anteriormente, los beneficios tales como la moral de los empleados, las responsabilidades legales, la seguridad, la responsabilidad social pueden ser beneficios escondidos que no son evidentes en un análisis costo/beneficio como tal.

Del análisis realizado sobre las diferentes opciones de propuestas de solución podemos puntualizar que, económicamente según los indicadores de los métodos elegidos, la opción 2 es la más viable.

Como se recalco antes existen beneficios que son difíciles de cuantificar por lo que la interpretación de los resultados numéricos debe relacionarse a estos beneficios intangibles. Así podemos mencionar que con la implementación de una solución dentro de la institución se cumplen con las siguientes reglamentaciones ambientales: artículo 24, 25, 29, 30 de la Legislación Ambiental 2004 de El Salvador.

Al mismo tiempo el factor de prevención de enfermedades infecciosas transmitidas por el transporte de los DSBH y manejo por personas externas al HRISA es una consideración positiva a la hora de sopesar uno de los beneficios del tratamiento in situ.

7.3 Adquisición de Equipos Nuevos.

Se expone la posibilidad de la adquisición de equipos nuevos para las tareas de tratamiento de los DSBH, el cual tendría que ser comprado en el exterior para lo que se investigó con las siguientes empresas proveedoras:

INCIMEX, Incineradores y Crematorios Inc. Empresa ubicada en México distrito federal. Precio incinerador \$ 32,071.75 con IVA incluido. A este monto se le suma: los impuestos arancelarios, gastos de embarque y fletes, gastos de montaje y arranque por cuenta del cliente, en este caso el HRISA; por lo que la inversión sería aproximadamente de \$ 40,089.68 con IVA incluido.

CONSOLIDATED STILLS & STERILIZERS. Empresa ubicada en Suffolk County, Massachussets. USA. Precio en planta de \$33,030.00 (con IVA incluido) importado e instalado por la empresa ELECTROMEDICAL SALVADOREÑA S.A. de C.V.

Getinge International AB. Empresa ubicada 8280 NW 27th Street, Suite # 511, Miami FL 33122, USA. Precio en planta de \$34,112.00 (con IVA incluido).

De las opciones de esterilizadores se eligió la de la empresa Consolidated, por el criterio de precio y atención de la empresa representante en El Salvador.

Opción 5	
Adquisición de equipo nuevo	
Un equipo Incinerador	\$40,089.70
Un equipo Esterilizador	\$33,030.00
Adaptación cuarto tratamiento	\$1,201.29
Operación y Manto. anual	\$3,300.00
Total:	\$77,620.99

Esta última opción también se tomó en cuenta en los análisis, arrojando datos no viables para la posible inversión del HRISA.

7.4 CONCLUSIONES.

- Los métodos utilizados para el análisis costo beneficio demuestran la factibilidad del proyecto desde el punto de vista económico.
- Los beneficios intangibles son variables no cuantificables dentro del análisis costo beneficio, pero que son de suma importancia al momento de tomar una decisión sobre que alternativa implementar.

7.5 RECOMENDACIONES:

- En base a los resultados obtenidos en los diferentes métodos del análisis costo beneficio, se recomienda la implementación de la opción No. 2; al mismo tiempo los beneficios intangibles reafirman la validez de esta alternativa.
- Se recomienda que los fondos necesarios para la realización de este proyecto sean gestionados en organismos regionales de apoyo social y no realizarlos con fondos propios.
- Se recomienda que el proyecto se realice en una sola etapa, ya que en primer lugar se realizaría con fondos provenientes de financiamiento de los contrario debe realizarse con fondos propios ya que no es rentable solicitar financiamiento y tener los fondos detenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- STATE OF THE ARTS ASSESSMENT OF MEDICAL WASTE THERNMAL TREATMENT. Por R.G. Barton, G.R. Hassel, W.S. Lanier and W.R. Seeker Energy and Enviromental Research Corporation. Irvine California. Diciembre 1999.
- OPERATION AND MAINTENANCE OF HOSPITAL MEDICAL WASTE INCINERATORS. Por U.S. Enviromental Protection Agency. CINCInnati. Enero 1991.
- Conferencia: LA TECNOLOGIA DE LA INCINERACION COMO TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS. Por Ingeniero Giuseppe Lacava. Panamá, 1996.
- Tomo I, Vol. 2-8 y Suplemento Especial: NOTAS. De la Asociación Mexicana para el control de los desechos sólidos peligrosos. Septiembre-Octubre 1993.
- LEGISLACIÓN AMBIENTAL 2004. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales El Salvador junto con Unión Europea. Noviembre 2004.
- MANUAL DE BAJA TENSIÓN. SIEMENS. Marcombo - Boixareu Editores.
- MÁQUINAS ELÉCTRICAS 3^A EDICIÓN. Chapman , Stephen J. McGraw Hill.
- INTRODUCCIÓN A SISTEMAS DE CONTROL. Auslander, David M. McGraw Hill.
- CIRCUITOS BÁSICOS DE CONTACTORES Y TEMPORIZADORES. Giró, Vicent Lladonosa. Marcombo.

- MÉTODOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA APLICADOS A SALUD.
Sociedad Latinoamericana para la Salud, 2000.
- BOLETÍN ANUAL INDICADORES DE SALUD 2003.
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2003.
Auspiciado por la Organización Panamericana de la Salud.
- ELECTROHIDRAULICA
Convenio Cena –Festo
Festo Didactic KG, 1989

REFERENCIAS.

<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/combust.htm>

Página oficial de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, con referencia a las emisiones de gases contaminantes.

<http://www.gruposaludgtz.org/>

Página oficial del Grupo Salud GTZ El Salvador, Organización en pro de la salud y el desarrollo de la población salvadoreña.

<http://olmo.pntic.mec.es/~jmarti50/logo/logo.htm>

Artículo de la revista virtual de Electricidad, Electrónica y Automática (REEA), sobre autómatas lógicos programables Siemens LOGO.

http://www2.automation.siemens.com/logo/html_76/softdemo.htm

Página de descarga del programa LOGO! Soft Comfort DEMO Versión 5.0, para la programación de autómatas lógicos programables Siemens LOGO.

<http://www.rschile.cl/>

Electromecánica y Control. Sitio de elementos y características, costos y aplicaciones.

ANEXOS