



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

**IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y
DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL *MANIFOLD* HACIA LOS
SERVICIOS DE LAVANDERÍA, *JACUZZI*, SAUNA, PISCINA, AGUA
CALIENTE Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER, EN EL
HOSPITAL DE REHABILITACIÓN DEL IGSS COLINAS DE PAMPLONA
ZONA 13, GUATEMALA**

Ludwyn Fernando Fuentes Ramos

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, mayo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y
DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL *MANIFOLD* HACIA LOS
SERVICIOS DE LAVANDERÍA, *JACUZZI*, SAUNA, PISCINA, AGUA CALIENTE
Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER, EN EL HOSPITAL DE
REHABILITACIÓN DEL IGSS COLINAS DE PAMPLONA ZONA 13,
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUDWYN FERNANDO FUENTES RAMOS
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL *MANIFOLD* HACIA LOS SERVICIOS DE LAVANDERÍA, *JACUZZI*, SAUNA, PISCINA, AGUA CALIENTE Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER, EN EL HOSPITAL DE REHABILITACIÓN DEL IGSS COLINAS DE PAMPLONA ZONA 13, GUATEMALA

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



Ludwyn Fernando Fuentes Ramos



Guatemala, 14 de enero de 2011
REF.EPS.DOC.14.01.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Ludwyn Fernando Fuentes Ramos** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **199811575**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL MANIFOLD HACIA LOS SERVICIOS DE LAVANDERÍA, JACUZZI, SAUNA, PISCINA, AGUA CALIENTE Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER EN EL HOSPITAL DE REHABILITACIÓN DEL I.G.S.S. COLINAS DE PAMPLONA ZONA 13, GUATEMALA"**.

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

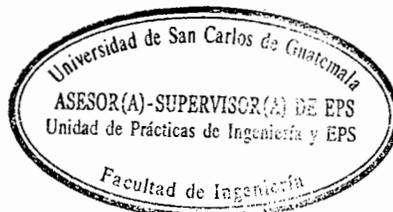
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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

c.c. Archivo
EESZ/ra





Guatemala, 14 de enero de 2011
REF.EPS.D.30.01.11

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

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL MANIFOLD HACIA LOS SERVICIOS DE LAVANDERÍA, JACUZZI, SAUNA, PISCINA, AGUA CALIENTE Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER EN EL HOSPITAL DE REHABILITACIÓN DEL I.G.S.S. COLINAS DE PAMPLONA ZONA 13, GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Ludwyn Fernando Fuentes Ramos** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

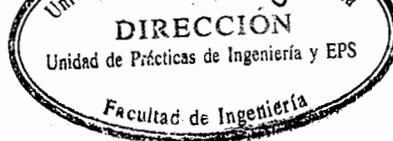
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarceño Zepeda de Serrano
Directora Unidad de EPS
Universidad de San Carlos de Guatemala



NISZ/ra

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación titulado IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL MANIFOLD HACIA LOS SERVICIOS DE LAVANDERÍA, JACUZZI, SAUNA, PISCINA, AGUA CALIENTE Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER EN EL HOSPITAL DE REHABILITACIÓN DEL I.G.S.S. COLINAS DE PAMPLONA ZONA 13, GUATEMALA, del estudiante Ludwyn Fernando Fuentes Ramos, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, enero de 2011.

JCCP/behdei



DTG. 141.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR SATURADO, DEL MANIFOLD HACIA LOS SERVICIOS DE LAVANDERÍA, JACUZZI, SAUNA, PISCINA, AGUA CALIENTE Y LÍNEA DE VAPOR A LA CISTERNA DE BUNKER, EN EL HOSPITAL DE REAHABILITACIÓN DEL IGSS COLINAS DE PAMPLONA ZONA 13, GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario **Ludwyn Fernando Fuentes Ramos,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 11 de mayo de 2011.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser mi guía en los momentos más felices, como en los difíciles de mi vida, te doy gracias Señor por haberme dado la oportunidad de finalizar mis estudios.
- MIS PADRES** Fernando Fuentes y Candelaria Ramos de Fuentes, por impulsarme a cumplir mis metas brindándome incondicionalmente su apoyo, sin su esfuerzo no hubiera completado esta ardua tarea. Gracias por estar conmigo, que Dios les bendiga siempre.
- MIS HERMANOS** Yanira, Guisela, Lenin, Zoila y Kandy, por su tiempo, paciencia y comprensión. Gracias por ser parte de mi vida.
- MIS ABUELOS** En especial a Pedro Fuentes (q.e.p.d.), Zoila Batres y María Eva Ramos, por los momentos compartidos en cada una de sus enseñanzas.
- MI ESPOSA** Rosa Vásquez, por su apoyo, amor, compañía y dedicación hacia mí.
- MIS AMIGOS** Marcos Estrada, Erick Ixcamparí, y a todos aquellos que de una u otra manera estuvieron junto a mí.

1.3.3.2.	Designación de cédulas	19
1.3.3.3.	Tubos de presión	20
1.3.4.	Componentes de tubería	21
1.3.4.1.	Uniones	21
1.3.4.2.	Accesorios roscados	26
1.3.4.3.	Válvulas	31
1.3.4.3.1.	Completamente abiertas o cerradas	31
1.3.4.3.2.	De flujo regulado	33
1.3.4.3.3.	De cierre o apertura automático	37
1.3.4.4.	Filtros	40
1.3.4.5.	Manómetro de tubo de <i>Bourdon</i>	41
1.3.4.6.	Trampas de vapor	42
1.3.4.6.1.	Termostáticas	43
1.3.4.6.2.	Mecánicas	47
1.3.4.6.3.	De impulso	50
1.3.4.6.4.	Termodinámicas	51
1.3.4.7.	Juntas de dilatación	52
1.3.4.8.	Soportes y anclajes para tubería	53
1.3.4.9.	Aislamiento térmico en tuberías	54
2.	ANÁLISIS DE RIESGO (FASE DE INVESTIGACIÓN)	57
2.1.	<i>Triage</i> hospitalario	57
2.1.1.	Plan de contingencia en desastres	57
2.1.2.	Definición	58
2.1.3.	Criterios básicos para la clasificación de las víctimas	58
2.1.4.	Regla general	60
2.1.5.	Integración del equipo <i>Triage</i>	60

2.1.6.	Acciones del equipo <i>Triage</i>	60
2.1.7.	Funciones de los integrantes de equipo <i>Triage</i>	61
2.1.8.	Color de las tarjetas	64
2.1.8.1.	Tarjeta roja	64
2.1.8.2.	Tarjeta amarilla	65
2.1.8.3.	Tarjeta verde	66
2.1.8.4.	Tarjeta amarilla con margen negro	67
2.1.8.5.	Tarjeta negra	68
2.1.9.	Normas de tratamiento	68
2.1.10.	Instituciones que rigen esta temática	69
2.1.11.	Acuerdos y Legislación Guatemalteca	70
2.1.12.	Emergencias ocurridas en los últimos 10 años	72
2.1.13.	Ubicación geográfica	73
2.2.	Descripción de riesgo por servicio	73
2.2.1.	Área de calderas	73
2.2.2.	Lavandería	74
2.2.3.	Sauna	75
2.2.4.	Piscina	76
2.2.5.	Línea de vapor a la cisterna de bunker	77
2.2.6.	<i>Jacuzzi</i>	78
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	79
3.1.	Situación actual de la red de vapor del hospital	79
3.1.1.	Lavandería	79
3.1.2.	Agua caliente	79
3.2.	Diseño de la red de vapor de los nuevos servicios	80
3.2.1.	Caldera	80
3.2.2.	Nuevos servicios	81
3.2.2.1.	<i>Jacuzzi</i>	81

3.2.2.2.	Sauna	81
3.2.2.3.	Piscina	82
3.2.2.4.	Línea de vapor a la cisterna de bunker	82
3.3.	Ejecución del proyecto	82
3.3.1.	Definición del proyecto	82
3.3.2.	Beneficios del proyecto	84
3.4.	Diseño de la línea de vapor	84
3.4.1.	Cálculo del diámetro de tubería	84
3.4.2.	Cálculo de la tubería de vapor	87
3.4.3.	Resistencia en accesorios en longitudes equivalentes	87
3.4.4.	Detalles del sistema de trampeo	90
3.4.5.	Listado de materiales	90
3.4.5.1.	Tubería	90
3.4.5.2.	Accesorios	91
3.4.5.3.	Sistema de tuberías	93
3.4.5.4.	Herramienta de trabajo	95
3.4.6.	Capacitación del personal	96
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA	101
	ANEXOS	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del hospital	12
2.	Organigrama de estructura del departamento de mantenimiento	14
3.	Caldera pirotubular	16
4.	Caldera acuatubular	17
5.	Unión roscada	22
6.	Unión soldada	23
7.	Brida deslizante	24
8.	Brida de unión a tope	24
9.	Brida roscada	25
10.	Brida ciega	25
11.	Codo	26
12.	Tee	27
13.	Yee	26
14.	Cople	27
15.	Niple	27
16.	Tuerca unión	28
17.	Reducción campana	28
18.	Reducción concéntrica	29
19.	Reducción excéntrica	29
20.	Reducción <i>bushing</i>	29
21.	Tapón	30
22.	Válvula de compuerta	31

23.	Válvula de esfera o bola	32
24.	Válvula de mariposa	32
25.	Flujo en válvula de globo	33
26.	Válvula de globo	34
27.	Válvula de aguja	35
28.	Válvula de pistón	36
29.	Válvula de diafragma	36
30.	Válvula reguladora	37
31.	Válvula de retención o cheque	38
32.	Válvula de alivio y seguridad	39
33.	Válvula solenoide	40
34.	Filtro	41
35.	Manómetro de tubo de <i>bourdon</i>	42
36.	Trampa de presión equilibrada	44
37.	Trampa de expansión líquida	45
38.	Trampa bimetálica	46
39.	Trampa de flotador	48
40.	Trampa de balde invertido	49
41.	Trampa de balde abierto	49
42.	Trampa de impulso	50
43.	Trampa termodinámica	51
44.	Junta de dilatación tipo "U"	52
45.	Junta de dilatación tipo telescópica	53
46.	Junta de dilatación tipo fuelle	53
47.	Riel para anclaje de tubería	54
48.	Soporte de pared reforzado	54
49.	Abrazadera	54
50.	Cañuelas	55
51.	<i>Triage</i> urgente	64

52.	<i>Triage</i> pronto	65
53.	<i>Triage</i> espera	66
54.	<i>Triage</i> diferido	67
55.	<i>Triage</i> negro	68
56.	Nomograma para cálculo de diámetro	85

TABLAS

I.	Longitud de tuberías	87
II.	Longitudes equivalentes en accesorios	88
III.	Resultados de longitud total	89
IV.	Cantidad de tubos	90
V.	Accesorios para <i>jacuzzis</i>	91
VI.	Accesorios para tanque de agua caliente	91
VII.	Accesorios para saunas	92
VIII.	Accesorios para piscina	92
IX.	Accesorios para línea de vapor al tanque de bunker	92
X.	Accesorios para retorno de condensado	92
XI.	Accesorios para lavandería	93

LISTA DE SÍMBOLOS

ASA	Asociación Americana de Normas (<i>American Standards Association</i>)
AWWA	Asociación Americana de trabajos de agua (<i>American Water Works Association</i>)
CAMIP	Centro de atención médica e integral de pensionados
CGC	Contraloría General de Cuentas
CIAAP	Coordinadora Interinstitucional de Asentamientos Precarios
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
W	Flujo de masa de vapor
PFI	Instituto de Fabricación de Tuberías (<i>Pipe Fabrication Institute</i>)
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
INFOM	Instituto Nacional de Fomento Municipal

INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
CIV	Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
MINEDUC	Ministerio de Educación
MFP	Ministerio de Finanzas Públicas
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
SE-CONRED	Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
ASTM	Sociedad Americana de prueba de materiales (<i>American Society for Testing Materials</i>)
UCEE	Unidad de Construcción de Edificios del Estado
COVIAL	Unidad Ejecutora de Conservación Vial

GLOSARIO

Aislamiento	Capacidad de los materiales para oponerse al calor.
Bunker	Es un combustible residual que se obtiene de la destilación y refinación de los hidrocarburos.
Cédula	Grosor o espesor de un tubo.
Condensado	Es el estado de cambio de la materia que se encuentra en forma gaseosa a forma líquida.
Conducción	Transmisión de calor por contacto directo a través de una sustancia.
Concéntrico	Donde las figuras y los sólidos tienen un mismo centro.
Convección	Es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas.
Diámetro	Es el segmento que pasa por el centro de una circunferencia y sus extremos son puntos de ella.

Dilatación	Extender, alargar o aumentar el volumen de una cosa por aumento de la temperatura.
Emergencia	Es una situación fuera de control que se presenta por el impacto de un desastre.
Esterilización	Eliminación de todos los microorganismos contenidos en un objeto o sustancia.
Excéntrico	En un círculo cuyo eje de rotación no coincide con su centro.
Golpe de Ariete	Fenómeno transitorio que se presenta en los conductos a presión ante un cierre abrupto de válvulas, presentándose aumentos y reducciones bruscas de presión en el fluido que pueden llevar a la falla del sistema.
Intercambiador	Es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto.
<i>Manifold</i>	Sistema de distribución de vapor hacia los servicios.
Mantenimiento	Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un equipo o maquinaria en un estado óptimo, en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

Refractario	Material que es capaz de mantener sus propiedades a elevadas temperaturas.
Sistema de trampeo	Es el conjunto de accesorios necesarios para separar el condensado del vapor.
<i>Triage</i>	Procedimiento que se utiliza para clasificar pacientes heridos en masa y priorizar la atención, basándose en el criterio médico de urgencia y la posibilidad de sobrevivir.
Válvula	Aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

RESUMEN

El siguiente informe de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se encuentra estructurado en tres fases, cada una de estas fases fueron desarrolladas en el hospital de Rehabilitación del IGSS Pamplona, específicamente en el área de calderas, donde se realizó la instalación de tubería para vapor.

En primera fase, Marco Teórico, se desarrollaron generalidades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social – IGSS, como también la diversidad de conceptos básicos y elementales de vapor, para una mejor comprensión del proyecto realizado.

En la segunda fase, la fase de investigación, se llevó a cabo un análisis de riesgo, desarrollándose un plan de contingencia en desastres, llamado *Triage* hospitalario, en donde se encuentra quiénes lo integran, qué acciones realiza, hasta las diferentes instituciones que la rigen, ya que está estructurada bajo una base legal para su funcionamiento en el momento de una emergencia.

En la tercera fase, la fase Técnico Profesional, se presentan todos los trabajos realizados para la ejecución del proyecto, desde el cálculo del diámetro de la tubería a utilizar, utilizando para dichos cálculos el uso de nomogramas hasta la diversidad de herramientas que se utilizaron para la instalación.

En la realización de la fase Técnico Profesional, se describe todo lo realizado en el campo, con el fin de transportar y distribuir el vapor a cada uno de los nuevos servicios del hospital.

OBJETIVOS

General

Contribuir con el mejoramiento de los diferentes servicios que se le brindará a todos los afiliados en el Hospital de Rehabilitación, del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Colinas de Pamplona.

Específicos

1. Instalar la tubería principal y sus derivaciones para el transporte y distribución de vapor.
2. Realizar el montaje de la caldera Piro-tubular para la generación de vapor en el área de calderas, en el Hospital de Rehabilitación.
3. Contribuir con la Independización de vapor, para uso de los nuevos servicios que se prestará a los afiliados.

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Mantenimiento es de vital importancia para el hospital, debido a que es el encargado de mantener en perfectas condiciones todas las máquinas de uso diario para servicio de los afiliados, y también las líneas de distribución de vapor.

En beneficio de los afiliados, el Hospital cuenta con nuevos servicios para hacer más fácil y rápida su recuperación, dentro de estas nuevas áreas se encuentran la piscina, *jacuzzi* y sauna, con programas especiales para terapia.

El montaje de la caldera y la instalación de la tubería para el transporte y distribución de vapor hacia cada uno de los nuevos servicios del Hospital de Rehabilitación del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Colinas de Pamplona, fue el proyecto que se realizó como Ejercicio Profesional Supervisado.

Considerando que para lograr una mejor comprensión del diseño y la implementación de tubería de vapor, se hace mención de diferentes conceptos básicos que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades

1.1.1. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

1.1.1.1. Reseña histórica

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

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

Al promulgarse la Constitución Política de la República de aquel entonces, el pueblo de Guatemala, encontró entre las Garantías Sociales en el Artículo 63, el siguiente texto: “SE ESTABLECE EL SEGURO SOCIAL OBLIGATORIO”. La ley regulará sus alcances, extensión y la forma en que debe ser puesto en vigor.

El 30 de octubre de 1946, el Congreso de la República de Guatemala, emite el Decreto número 295, “LA LEY ORGANICA DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL”. Se crea así “Una Institución autónoma, de derecho público de personería jurídica propia y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, cuya finalidad es aplicar en beneficio del pueblo de Guatemala, un Régimen nacional, unitario y obligatorio de Seguridad Social, de conformidad con el sistema de protección mínima” (Cap. 1, Art. 1).

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

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

1.1.1.2. Servicios prestados

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, en general brinda prestaciones en servicio dentro de los cuales están los servicios médicos que se brindan en los programas de Enfermedad, Maternidad y Accidentes, programas que en conjunto son conocidos como EMA.

La asistencia médica que el Instituto otorga a sus afiliados, pensionados, jubilados del estado y beneficiarios con derecho, se define como: “el conjunto de exámenes, investigaciones, tratamientos, prescripciones, intervenciones médico quirúrgicas y otras actividades que correspondan a los programas de prestaciones del Instituto, los cuales deben poner a la disposición del individuo y en consecuencia de la colectividad, los recursos de las ciencias médicas y otras ciencias afines que sean necesarios para promover, conservar, mejorar o restaurar el estado de salud, prevenir específicamente las enfermedades, mantener y restablecer la capacidad de trabajo de la población. (Art. 1 Acuerdo 466 de JD).

Las prestaciones en servicio de los Programas de Enfermedad, Maternidad y Accidentes se proporcionan actualmente en Consultorios, Hospitales y otras unidades médicas propias del Instituto por medio de su cuerpo médico y del respectivo personal técnico y auxiliar. Además, el Instituto, con base a normativa vigente, ha celebrado contratos con entes externos prestadores de servicios médicos especializados, con el propósito de brindar otros servicios a sus derechohabientes, los cuales el Instituto no cuenta en sus Unidades Médico Hospitalarias. Dentro de ello cabe mencionar convenios con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, UNICAR y Centro Médico Militar, así también se han celebrado contratos con médicos particulares para brindar servicios médicos, tanto a nivel general como especializado.

La asistencia médica que otorga el Instituto, tiene el propósito de promover, mejorar o restaurar la salud y restablecer la capacidad para el trabajo. Para alcanzar tales objetivos, el Instituto provee servicios de medicina preventiva, curativa y de rehabilitación (Artículos 16-17, Acuerdo 466 de J.D.).

Los servicios de medicina preventiva en materia de riesgos ocupacionales y accidentes comunes, se orientan preferentemente hacia el desarrollo de las labores de prevención y protección contra el acaecimiento de dichos riesgos y en general, a propugnar por la implantación y mantenimiento de las mejores condiciones de higiene y de seguridad dentro y fuera del trabajo (3er. Párrafo del Artículo 21, Acuerdo 466 de J.D.).

En los casos de enfermedad común, maternidad y accidentes, tanto de afiliados y beneficiarios con derecho, el Instituto, según sea el caso y Unidad Médica, llega a otorgar las siguientes prestaciones en servicio:

- Asistencia médica, Quirúrgica general y de Especialidades
- Asistencia Odontológica
- Asistencia Farmacéutica (medicamentos, materiales y equipo)
- Rehabilitación y suministro de aparatos ortopédicos y protésicos (según normativa)
- Exámenes radiológicos, de laboratorio y exámenes complementarios que sean necesarios para el diagnóstico y control de las enfermedades (ejemplo: estudios de imágenes como resonancias magnéticas nucleares, ultrasonidos, tomografías)
- Servicio social
- Transporte
- Hospedaje y alimentación

Las prestaciones en servicio a los trabajadores afiliados y sus beneficiarios, en los Programas de Enfermedad, Maternidad y Accidentes, dependiendo de las circunstancias, pueden ser brindadas como una Asistencia Médica de Consulta Externa, Asistencia en Servicios de Emergencia, Asistencia Médica Hospitalaria.

Actualmente con la modalidad de la Asistencia Médica es a través de visita domiciliar y la creación del programa Médico de Cabecera a nivel de jubilados del Estado y pensionado del Instituto, así como sus beneficiarios con derecho.

La asistencia médica hospitalaria se otorga, cuando a juicio del médico tratante del Instituto, sea necesaria la internación u hospitalización del paciente y que el caso no se pueda manejar ambulatoriamente. Así también, la asistencia médica en los servicios de Emergencia se otorgará en casos de enfermedades y accidentes con manifestaciones alarmantes o violentas que requieran tratamiento médico quirúrgico inmediato, así como los casos de agravamiento súbito de enfermos en tratamiento.

- La asistencia odontológica comprende: exámenes de la boca y regiones anexas, extracciones, obturaciones y en casos especiales otros procedimientos odontológicos. Esta asistencia es prestada en servicios odontológicos propios del Instituto o en los que para el efecto se tenga contratado.
- La asistencia farmacéutica es otorgada en farmacias del Instituto. El *stock* médico farmacéutico también contiene productos y materiales de curación, de laboratorio y otros, los cuales se encuentran establecidos en el listado básico de medicamentos de Instituto, el cual es producto de estudio, análisis, readecuación y renovación según tiempo establecido, con el propósito de actualizarlo.
- Por maternidad, el Instituto brinda a sus afiliadas o beneficiarias con derecho, los servicios de Asistencia Médica durante las fases: Prenatal, Natal y Posnatal.

- La Fase Prenatal incluye los exámenes o controles médicos periódicos durante el embarazo, así como el tratamiento de enfermedades y complicaciones del embarazo, tratamiento del aborto, educación higiénica y orientación para el bienestar de la familia, así como complemento nutricional a juicio del médico. Esta fase prenatal se presta desde el momento en que se informa sobre el estado del embarazo al Instituto.
- La Fase Natal incluye la asistencia obstétrica del parto, exámenes ordinarios y extraordinarios correspondientes al caso y las complicaciones que se presenten en ese período.
- La Fase Posnatal se extiende hasta un máximo de 45 días después del parto. Esta asistencia está orientada a controles médicos posparto y la asistencia médica necesaria.

El régimen de Seguridad Social, dentro de sus beneficios también da protección y prestaciones en servicio a los derechohabientes por los casos de Invalidez, Vejez y Sobrevivencia (IVS).

En la actualidad, el Instituto tiene una cobertura en sus tres programas (EMA) en 19 departamentos de los 22 con que cuenta Guatemala. Los departamentos que falta cubrir con los programas de Maternidad y Enfermedad son: Petén, Santa Rosa y El Progreso, Guastatoya. Cabe mencionar, que ya se han iniciado estudios para la ampliación de cobertura de los programas de Maternidad y Enfermedad en los tres departamentos mencionados.

La asistencia médico quirúrgica general y especializada, curativa y preventiva para niños, incluye lo siguiente:

- Atención de prematuros

- Tratamiento de anomalías y enfermedades congénitas
- Exámenes médicos de control de salud
- Asistencia médico quirúrgica y odontológica
- Vacunación contra enfermedades transmisibles
- Asistencia médico quirúrgica para accidentes comunes
- Educación a la madre sobre dietética
- Asistencia médica en consulta externa y hospitales

Respecto al Programa de Accidentes, éste comprende la asistencia a sus afiliados y beneficiarios con derecho, dando atención médica por consulta externa u hospitales de la Institución. Así también, cuando se habla de la asistencia médica en Rehabilitación, ello se entiende como el proceso que tiende a capacitar de nuevo a un trabajador, física y psíquicamente para la vida activa y por lo tanto comprende: la readecuación de órganos lesionados como una de las fases del tratamiento, sustitución o complemento de órganos mutilados por medio de aparatos protésicos y ortopédicos, siempre que sea posible y necesario y readaptación profesional, como el conjunto de esfuerzos tendientes a convertir de nuevo al trabajador en una persona económicamente activa y procurar conseguirle una ocupación compatible con sus aptitudes.

El Instituto cuenta con diversas Unidades Médicas, distribuidas, tanto a nivel metropolitano como departamental. Actualmente se cuenta con Unidades Integrales de Adscripción, Acreditación de derechos y Despacho de Medicamentos, así también hay Consultorios, Hospitales y Unidades Periféricas (zona 5 y zona 11), algunos de mayor o menor envergadura que otros, dependiendo de la demanda y capacidad instalada de servicios. La mayor demanda de servicios médicos está centrada en la Ciudad Capital de Guatemala, en particular los servicios especializados.

Dentro del área metropolitana se encuentran diversos centros médicos especializados los que sirven de referencia para otras Unidades, tales como la Policlínica, la Unidad de consulta Externa de Enfermedades, Hospital General de Enfermedades, Hospital General Dr. Juan José Arévalo Bermejo, Hospital de Gineco-Obstetricia y Hospital General de Accidentes.

Policlínica: es una Unidad que presta servicios, tanto de tipo general como especializado. Cuenta con clínicas médicas de las siguientes especialidades: Neurología, Dermatología, Urología, Psiquiatría, Reumatología, Gastroenterología, Cardiología, Urología, Otorrinolaringología, Oftalmología, Ginecología, Odontología y Endocrinología entre otras. Además, otorga servicio de atención en enfermedad común a su población de adscripción por zona de residencia. La Policlínica es un centro de referencia de especialidades médicas para otras Unidades que no cuentan con ese servicio especializado, por lo que refieren pacientes en consulta o en traslado para continuación de su tratamiento.

Unidad de Consulta Externa de Enfermedades: unidad de reciente creación, presta servicios médicos de tipo netamente de consulta externa para adultos. Cuenta con clínicas médicas especializadas en Dermatología, Otorrinolaringología, Audiología, Cirugía General, Cirugía de Abdomen, Cirugía de Tórax, Neurocirugía, Cirugía Plástica, Nefrología, Urología, Cirugía de Colon y Recto, Cirugía Vascular, Reumatología, Gastroenterología, Cirugía Oncológica, Endocrinología, Oncología, Hemato-Oncología, Nutrición, Neumología, Clínica de Cuidados paliativos, Coloproctología, Infectología (para pacientes HIV-SIDA) y Psicología entre otras.

Hospital General de Enfermedades: es el hospital de mayor envergadura con el que cuenta el IGSS para brindar servicios médicos, también es el de mayor resolución a nivel institucional y el de mayor aceptación de referencias realizadas por otras unidades para resolución y atención de casos médicos. Su mayor servicio lo presta en tratamiento de casos que requieren hospitalización médica, así también cuenta con servicio de atención de Emergencia Médicas (pediátrica y adultos), servicio el cual está abierto las 24 horas del día los 365 días del año.

Hospital General de Accidentes: está situado a nivel metropolitano y como su nombre lo indica, se dedica a atender de forma especializada a pacientes por el riesgo de Accidentes, aunque, ya hospitalizado el paciente y en tratamiento es ese hospital, por enfermedades intercurrentes, si el caso lo amerita, pueden ser tratados médicamente por médicos especializados en Medicina Interna, Cardiología, Neurología, Infectología, Nutrición, brindándoles también atención médica, aparte de lo relacionado a la Traumatología y Ortopedia, Cirugía General y Especializada.

Hospital de Gineco-Obstetricia: es un hospital especializado en la atención de la mujer, tanto embarazada como no embarazada pero con relación a lo ginecológico y obstétrico. Es un hospital de referencia para todo el país. Cuenta con servicio de consulta externa para el control del embarazo normal, así como el de bajo, mediano y alto riesgo, contando con clínicas especializadas. Además, están los servicios de atención de embarazos por cesárea segmentaria transperitoneal y las áreas de encamamiento u hospitalización. Da servicio relacionado al control de la natalidad, planificación familiar y uso de métodos anticonceptivos y problemas relacionados a la infertilidad.

Hospital General Dr. Juan José Arévalo Bermejo: el hospital cuenta con servicios de Emergencia, tanto para Maternidad como de Enfermedad común de adultos y niños (medicina y cirugía). También posee servicios de consulta externa para diversas especialidades médicas, así como de medicina interna, maternidad, pediatría y cirugía; servicios de hospitalización pediátrica y de adultos, divididos según sea el caso. Cuenta además con servicio médico de Cuidados Intensivos, de adultos, niños y neonatología. Cuenta con un alto poder de resolución médico quirúrgico.

Centro de Atención Médica Integral para Pensionados: este centro es la Unidad Médica que presta atención y servicios médicos a pacientes pensionados por el Instituto y jubilados del estado, así como a los beneficiarios que adquirieron este derecho. Presta servicios a través de varias especialidades médicas, como: Medicina General, Reumatología, Ginecología, Odontología, Medicina Interna, Neurología, Fisiatría, Urología, Dermatología, Medicina Interna, Traumatología y Cardiología.

Hospital de Rehabilitación: en este hospital se atiende pacientes pertenecientes, tanto al área metropolitana como departamental. Cuenta con diversos servicios, dentro de los cuales destaca la consulta externa y los servicios de hospitalización. Estos últimos son: servicio de lesiones diversas, como lesiones craneoencefálicas, medulares y amputadas, así como el servicio de lesiones de nervio periférico.

El hospital de Rehabilitación, a los derechohabientes, ya sea por enfermedad o accidente y que lo ameriten, se les puede brindar y de acuerdo al caso, una diversidad de terapias rehabilitativas, se pueden mencionar: Terapia Ocupacional, del Lenguaje, de Readaptación Laboral y Física.

En esta última se incluye el ultrasonido, hidroterapia y electroterapia. Además, hay áreas de terapia llamadas de: ambulación, deportiva y gimnasio, las cuales sirven como programa terapéutico dentro de la fisioterapia. Se encuentran además áreas destinadas a masaje y empaques de calor local, todo ello como parte del tratamiento.

A la fecha, este hospital está siendo remodelado, incluyendo también nueva infraestructura y ampliación. Producto de ello se estará brindando más y mejores servicios, dentro de los cuales cabe resaltar una piscina nueva climatizada con estándares de calidad, así también nuevos baños sauna y *jacuzzi*. Dentro de las nuevas instalaciones físicas se incluirá una nueva edificación para la rehabilitación del paciente pediátrico, servicio que cual actualmente se otorga en el Hospital General de Enfermedades.

1.1.1.3. Visión y misión del Hospital de Rehabilitación

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

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

1.1.1.4. Ubicación

El hospital de Rehabilitación del IGSS se encuentra ubicado en Colinas de Pamplona zona 13, Ciudad de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación del Hospital**



Fuente: Google Earth

1.2. Departamento de Mantenimiento

1.2.1. Actividades

Los Hospitales del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social - IGSS se componen de diversos departamentos, siendo uno de los más importantes el de mantenimiento, ya que vela por el buen funcionamiento de todas sus instalaciones.

El departamento de mantenimiento se compone de toda la logística técnica humana dentro de las áreas de electricidad, pintura, carpintería, herrería, plomería y control del funcionamiento del área de calderas y con su distribución de vapor hacia los distintos lugares del hospital.

Dentro de lo que es el área de electricidad, su función primordial es atender con urgencia y a la vez resolver todo problema provocado por corto circuito dentro de las líneas de distribución de energía eléctrica, como también la orientación de la conexión de equipo médico, al personal del hospital.

Las áreas de pintura, carpintería, herrería, plomería son áreas que atienden en forma permanente, debido al uso regular de los pacientes que son internados, las camas de metal y baños sufren deterioro.

La generación de vapor en el hospital es de mucha importancia, ya que se debe de transportar el vapor a los diversos lugares que lo necesitan, por ejemplo la cocina, ya que con el vapor se cocinan los alimentos que en el hospital se dan para todas las personas que se encuentran internadas allí.

Otras áreas que utilizan vapor son: la lavandería ya que el vapor sirve para secar la ropa que se ha lavado, la central de equipos con la esterilización de los instrumentos médicos que se utilizan.

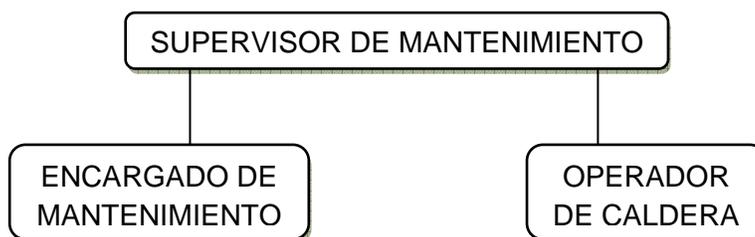
Igual los tanques de agua caliente ya que el vapor se transporta por un serpentín para calentar el agua y así poderla distribuir al área de duchas, rehabilitación, *jacuzzi*, sauna y piscina para acciones de recuperación.

1.2.2. Estructura organizacional

Como parte de la estructura organizativa del departamento de mantenimiento se encuentra:

- Supervisor de Mantenimiento: es la persona que recibe las órdenes de trabajo para la reparación de los problemas técnicos que se encuentren en el hospital.
- Encargado de mantenimiento: son las personas encargadas de ir al lugar donde ocurren los problemas y darles una pronta solución.
- Operador de caldera: la función primordial es operar la caldera para que genere el vapor sin ningún problema y así distribuirlo para cada uno de los servicios del hospital.

Figura 2. **Organigrama de estructura del departamento de mantenimiento**



Fuente: Departamento de Mantenimiento

1.3. Conceptos generales

1.3.1. Definición de calderas y tipos

Una caldera es una máquina o dispositivo de ingeniería que está diseñado para generar vapor saturado. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado.

Las calderas son un caso particular ya que en ellas se elevan altas temperaturas de intercambiadores de calor, en las cuales se produce un cambio de fase. Además son recipientes a presión, por lo cual son construidas en parte con acero laminado a semejanza de muchos contenedores de gas.

Debido a las amplias aplicaciones que tiene el vapor, principalmente de agua, las calderas son muy utilizadas en la industria para generarlo y hacer aplicaciones como:

- Esterilización, es común encontrar calderas en los hospitales, las cuales generan vapor para esterilizar los instrumentos médicos, también en los comedores con capacidad industrial se genera vapor para esterilizar los cubiertos.
- Generar electricidad, las calderas son parte fundamental de las centrales termoeléctricas.

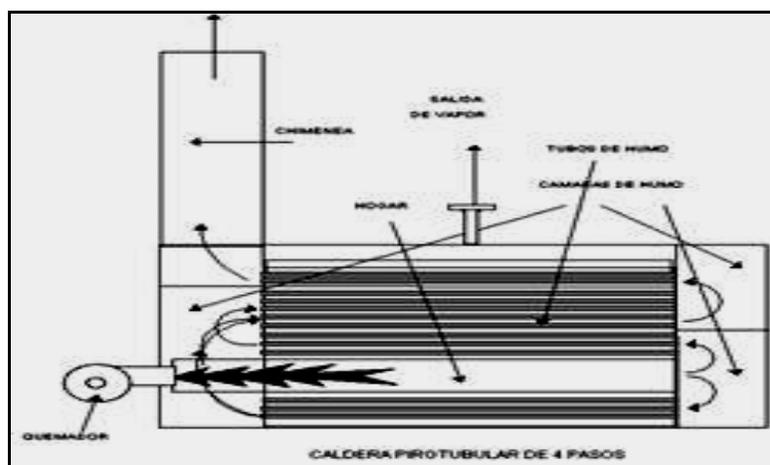
Aunque existen numerosos diseños y patentes de fabricación de calderas, cada una puede tener características propias, y se pueden clasificar en dos grandes grupos; calderas pirotubulares y acuotubulares.

1.3.1.1. Caldera pirotubular

Se denominan pirotubulares por ser los gases calientes procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior está bañado por el agua de la caldera.

El combustible se quema en un hogar, en donde tiene lugar la transmisión de calor por radiación, a los gases resultantes, se les hace circular a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección. Según sea una o varias las veces que los gases pasan a través del haz tubular, se tienen las calderas de uno o de varios pasos. En el caso de calderas de varios pasos, en cada uno de ellos, los humos sólo atraviesan un determinado número de tubos, cosa que se logra mediante las denominadas cámaras de humos. Una vez realizado el intercambio térmico, los humos son expulsados al exterior a través de la chimenea.

Figura 3. Caldera pirotubular



Fuente: <http://www.caballano.com/calderas.htm>

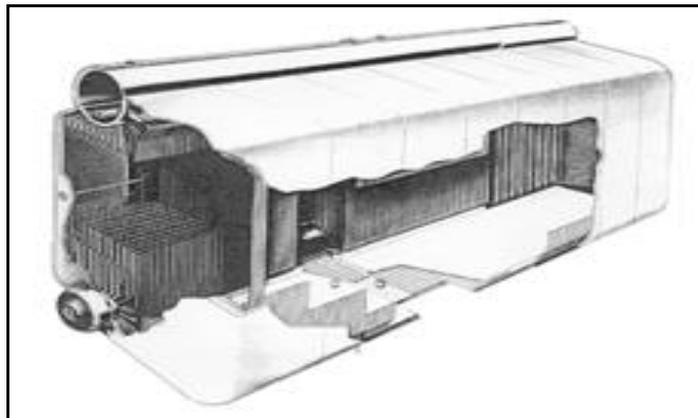
1.3.1.2. Caldera acuatubular

En estas calderas, al contrario de lo que ocurre en las piro-tubulares, es el agua la que circula por el interior de tubos que conforman un circuito cerrado a través del calderín o calderines que constituye la superficie de intercambio de calor de la caldera. Adicionalmente, pueden estar dotadas de otros elementos de intercambio de calor, como pueden ser el sobre calentador, recalentador, economizador.

Estas calderas, constan de un hogar configurado por tubos de agua, tubos y refractario, o solamente refractario, en el cual se produce la combustión del combustible y constituyendo la zona de radiación de la caldera.

Desde dicho hogar, los gases calientes resultantes de la combustión son conducidos a través del circuito de la caldera, configurado éste por paneles de tubos y constituyendo la zona de convección de la caldera. Finalmente, los gases son enviados a la atmósfera a través de la chimenea.

Figura 4. **Caldera acuatubular**



Fuente: <http://www.caballano.com/calderas.htm>

1.3.2. Tipos de vapor

- **Vapor húmedo:** al llevar vapor de la caldera al punto de utilización se condensa a lo largo de las tuberías. Este enfriamiento, por pequeño que sea, al actuar sobre un vapor saturado, causa una condensación, la cual se manifiesta corrientemente en forma de niebla, que es arrastrada por el vapor. Por esta razón, en la práctica casi nunca una libra de vapor saturado es realmente una libra de vapor. Dependiendo de ésta y otras consideraciones, en la práctica se puede suponer que el vapor (saturado) es húmedo o sea de cierta calidad (libras de vapor/libras de agua).
- **Vapor seco o saturado:** se denomina así a un vapor que se encuentra en condiciones de equilibrio con su líquido. En este estado tenemos la última gota de líquido que se transforma en vapor.
- **Vapor sobrecalentado:** es aquél que se encuentra a una temperatura mayor que la de saturación a una presión determinada.

1.3.3. Tuberías

Las tuberías son el medio de transporte y distribución, del vapor que genera la caldera hacia cada uno de los servicios específicos. Las tuberías pueden ser metálicas o no metálicas, considerando como metálicas al hierro de fundición, el acero, el cobre y el aluminio.

La tubería no metálica como el concreto, madera y plásticos se utilizan para fines específicos y los materiales no ferrosos, se utilizan para la conducción de fluidos que corroen a los materiales ferrosos.

1.3.3.1. Normas de especificación de las tuberías

La normalización en la industria de tuberías es función de muchas agrupaciones, y sus requerimientos varían entre países y asociaciones, entre las cuales están la Asociación Americana de Normas (ASA), la Sociedad Americana de Prueba de Materiales (ASTM), la Asociación Americana de Trabajos de Agua (AWWA) y el Instituto de Fabricación de Tuberías (PFI). La ASTM se dedica a la normalización de los métodos de prueba de los materiales y lo que concierne a sus propiedades químicas y físicas.

La ASA se dedica especialmente a los sistemas de tuberías. Normaliza dimensiones, norma esfuerzos permisibles, da fórmulas para determinar groesos de paredes, especifica válvulas y accesorios. Una de sus publicaciones muy útiles en esta materia es el Código para las tuberías de presión. La AWWA realiza la normalización de tuberías y accesorios de hierro de fundición. La PFI normaliza las técnicas de la preparación de los finales de tubería, principalmente los soldados.

1.3.3.2. Designación de cédulas

Básicamente se refiere al espesor o al grosor del tubo. Los más manejados en la industria es la cédula 40 y la 80, la 40 se usa mas en tuberías de agua. La cédula 80 se utiliza en tuberías de alta presión, como son gas y vapor. Existe una ecuación para el llamado número de Cédula, éste viene dado por la expresión:

$$\text{Cédula No.} = \frac{1000 P}{S}$$

Donde P es la Presión de operación en psig a la temperatura existente y S es el esfuerzo permisible del material en Psi.

1.3.3.3. Tubos de presión

Las calderas e intercambiadores de calor, requieren diferente tipo de tubería para manejar las altas temperaturas y requerimientos de dimensiones exactas para estos sistemas de más tensión, puede utilizarse tubería con número de cédula 40 y 80 dependiendo de la presión a la cual se va a trabajar. Para lo que es transporte y distribución de vapor, es usual utilizar la tubería de hierro negro con número de cédula 40, de acuerdo a la presión tuberías se clasifican como:

Tubería de 25 PSI: para tubería que trabaja a presiones menores de 25 PSI con una temperatura máxima de 450 °F se utiliza tubería de acero, hierro forjado, hierro fundido, cobre o bronce.

Tubería de 125 PSI: para tubería que trabaja a presiones que van de 25 a 125 PSI y con una temperatura no mayor de 450 °F se utiliza una tubería que puede ser de acero, hierro forjado, hierro fundido, cobre, bronce o acero soldado.

Tubería de 250 PSI: para tubería que trabaja a presiones que van de 125 a 250 PSI se pueden utilizar tubos de acero que se encuentran en el comercio y son:

- Acero soldado por fusión eléctrica
- Acero soldado por resistencia eléctrica
- Acero sin costura o hierro forjado

Tubería superior a 250 PSI: estas presiones son excesivas para instalaciones de vapor corrientes. Se utilizan hierros y aceros de aleación de los más diversos tipos.

1.3.4. Componentes de tubería

Para el transporte y distribución del vapor se necesita que la tubería sea instalada hacia cada uno de los servicios, por lo que dentro de los accesorios se contarán con uniones, válvulas, trampas de vapor, juntas de dilatación, soportes y aislamiento en tuberías.

1.3.4.1. Uniones

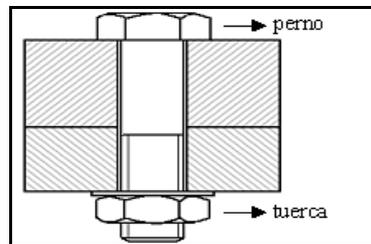
La instalación de tuberías se hace en obra, es decir que las secciones se cortan a la medida y se van empalmando en el lugar de la instalación, las uniones pueden ser:

Uniones roscadas: usualmente este tipo de rosca es muy utilizada en tuberías de diámetro pequeño (hasta diámetros nominales de 4 pulgadas como máximo).

Las roscas en los tubos a diferencia de los tornillos tienen cierta conicidad lo que hace que al apretarlas queden juntas herméticas, sobre todo cuando previamente se aplican sellantes como teflón, permatex, y epóxicos.

Cuando los tubos se unen mediante uniones roscadas, debe de observarse eliminar toda la rebaba interior que usualmente se forma al momento de hacer las roscas.

Figura 5. **Unión roscada**



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/14145315/UNIONES-SOLDADAS>

Uniones soldadas: las uniones soldadas son de gran utilidad, ya que se obtienen ventajas sobre los otros tipos de uniones, como por la economía y la fácil adaptación a diferentes tipos de trabajo.

Tanto el procedimiento como la persona que realiza este tipo de trabajo deben ser calificados. Es importante que el operario demuestre su habilidad y métodos para obtener los resultados satisfactorios.

La soldadura es un procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que han de soldarse.

La soldadura constituye una unión fija entre dos o más piezas metálicas, por lo general de igual material, las cuales por medio de calor entregado a las mismas, y casi siempre a un material adicional de aporte, se funden y se combinan resultando una unión.

Figura 6. **Unión soldada**



Fuente: <http://www.scribd.com/doc/14145315/UNIONES-SOLDADAS>

Uniones por bridas: en realidad es una variante tanto de uniones roscadas como de soldadas, ya que de ambas maneras se pueden fijar a las secciones del tubo aunque menos en el caso de bridas roscadas a tubos, además que se limitan a diámetros pequeños.

La brida soldada, para la instalación de tuberías en plantas industriales es cada vez mas usada, ya que permite efectuar labores de mantenimiento y ampliaciones con facilidad.

La ASA ha establecido para los fabricantes de bridas y accesorios soldados, normas en lo que respecta al acero usado e impone la obligación a los fabricantes a estampar la presión máxima de trabajo que soportan.

Dependiendo de la presión y la temperatura del fluido que se conduce así será el tipo de brida a colocar. De una forma muy general existen diversas bridas de acuerdo al trabajo que se requiere y por eso se clasifican en:

- **Bridas deslizantes:** son llamadas así debido a que el diámetro interior de las mismas coincide con el diámetro exterior de la tubería con cierta holgura lo que les permite deslizarse sobre la superficie exterior del tubo. También llamada *Slip-On* ya que es muy utilizada por su ligereza y economía, se usan para presiones hasta de 250 PSI.

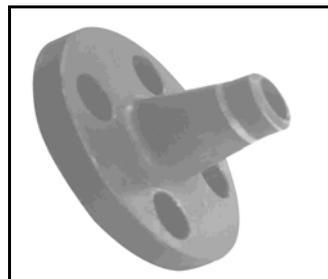
Figura 7. **Brida deslizante**



Fuente: <http://www.fluida.com.mx/files/7%20Bridas%20de%20acero.pdf>

- **Bridas de unión a tope:** como su nombre lo indica se unen a la tubería a tope, también llamada *Welding neck* y es importante que coincida con la cédula del tubo a soldar, para evitar escalones interiores que puedan provocar turbulencias en fluidos de alta velocidad, por su uso es para instalaciones donde el fluido tiene presiones mayores de 250 PSI.

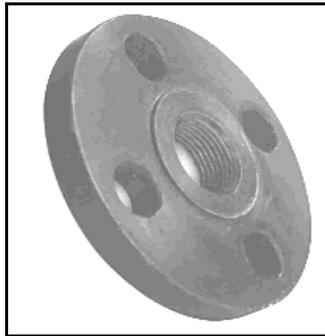
Figura 8. **Brida de unión a tope**



Fuente: <http://www.fluida.com.mx/files/7%20Bridas%20de%20acero.pdf>

- **Bridas roscadas:** son bridas que pueden ser instaladas sin necesidad de soldadura y se utilizan en líneas con fluidos con temperaturas moderadas, baja presión y poca corrosión, no es adecuada para servicios que impliquen fatigas térmicas.

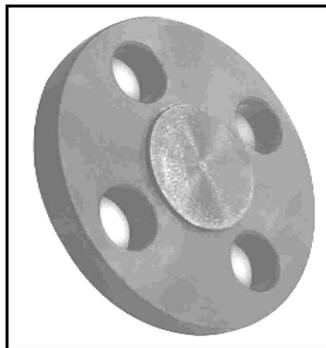
Figura 9. **Brida roscada**



Fuente: <http://www.fluida.com.mx/files/7%20Bridas%20de%20acero.pdf>

- **Brida ciega:** este tipo de brida, su función primordial en cualquier tubería es la de permitir el bloqueo o terminación de una línea de distribución.

Figura 10. **Brida ciega**



Fuente: <http://www.fluida.com.mx/files/7%20Bridas%20de%20acero.pdf>

1.3.4.2. Accesorios roscados

Se conoce por accesorios a todas las piezas usadas para conectar y formar la tubería. Los accesorios se especifican por el nombre, el tamaño nominal del tubo y el material.

Los materiales que se usan generalmente en los accesorios son: acero, hierro fundido, hierro maleable (hierro maleable tratado con calor), cobre, latón, acero inoxidable, aceros de aleación, acero forjado, o bronce. El material usado también depende de la presión y características del fluido.

Codos: cambia la dirección del flujo original, con un ángulo específico ya sea 180°,90°,45°,60°. Puede reducirse o conservar su medida original.

Figura 11. **Codo**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Tee: utilizado para desviar en 90° una parte del flujo o caudal para alimentar otra tubería cuando se requiera. Puede reducirse o conservar su medida original.

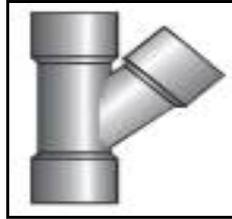
Figura 12. **Tee**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Yee: este accesorio hace exactamente la función de una Tee con la diferencia que también distribuye el fluido a 45°.

Figura 13. **Yee**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Cople: su función es la de unir dos conexiones con terminación macho del mismo diámetro, mantiene la misma dirección e invariablemente sus extremos son hembras.

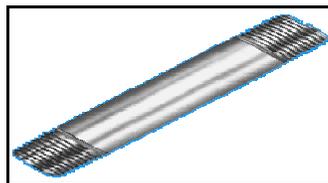
Figura 14. **Cople**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Niple: une dos conexiones con terminación hembra del mismo diámetro, mantiene la misma dirección e invariablemente sus extremos son machos.

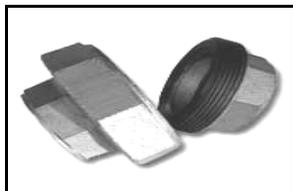
Figura 15. **Niple**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Tuerca unión: cuando dos conexiones hembras se encuentran frente a frente, un niple no puede cumplir la función de conectarlas pues se aflojaría de un extremo mientras el otro se aprieta. La solución la tiene esta conexión que tiene la función del cople pero con una rosca al centro que logra la inmovilidad de los extremos, es usada también para dar mantenimiento a las válvulas sin desarmar toda la línea, también llamada unión universal.

Figura 16. **Tuerca unión**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Reducción campana: cumple con la misma función del cople, sólo que una con medidas distintas, cabe aclarar que si es en acero forjado se llama cople reducido, si es soldable, rasurado o brindado, se le llama reducción concéntrica y cuando sus extremos son roscados se llama reducción campana, pero todos cumplen la misma función sólo es cuestión de semántica.

Figura 17. **Reducción campana**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Reducción concéntrica: ampliamente explicada en el renglón anterior, sus extremos quedan centrados en la misma forma.

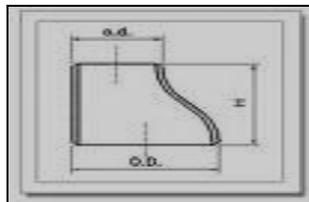
Figura 18. **Reducción concéntrica**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Reducción excéntrica: a diferencia de la concéntrica sus extremos quedan con un centro distinto, esta función permite que los condensados en líneas de vapor o de aire se puedan acumular y retirar con mayor facilidad.

Figura 19. **Reducción excéntrica**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Reducción *bushing*: a diferencia de todas las reducciones, que reducen dos conexiones macho la *bushing* reduce de hembra a macho. Por lo regular es roscada, aunque no es muy común.

Figura 20. **Reducción *Bushing***



Fuente: www.trevisa.com.mx

Tapones: estos accesorios se pueden encontrar por su diseño en forma de cachucha o macho y su función primordial es bloquear el paso de algún fluido por la tubería.

Figura 21. **Tapón**



Fuente: www.trevisa.com.mx

1.3.4.3. Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos.

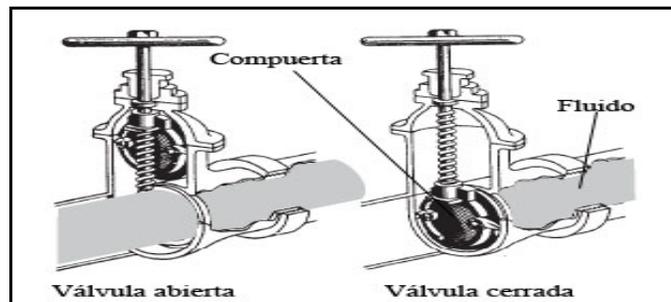
Las válvulas tienen las mismas conexiones que los accesorios y están hechas de bronce, hierro, acero y hierro maleable, de acuerdo a la forma de manejar un fluido, las válvulas se dividen en:

1.3.4.3.1. Completamente abiertas o cerradas

El funcionamiento ideal debe de ser como se indica, pero esto no quiere decir que no pueda permanecer abierta de manera parcial, el único detalle es que el dispositivo de cierre, sufrirá una erosión permanente que a su vez derivará en el menor tiempo de vida útil de la válvula y se clasifican en:

Válvula de compuerta: es la de uso más generalizado y sirve para cerrar o abrir el flujo, esta válvula opera moviendo un disco en ángulo recto con la dirección del fluido. El fluido fluye en dirección recta a través de la válvula, ofreciendo así una mínima resistencia, cuando está completamente abierta. Las válvulas de compuerta son ineficientes para regular el flujo, además cuando está casi cerrada produce vibraciones y ruidos.

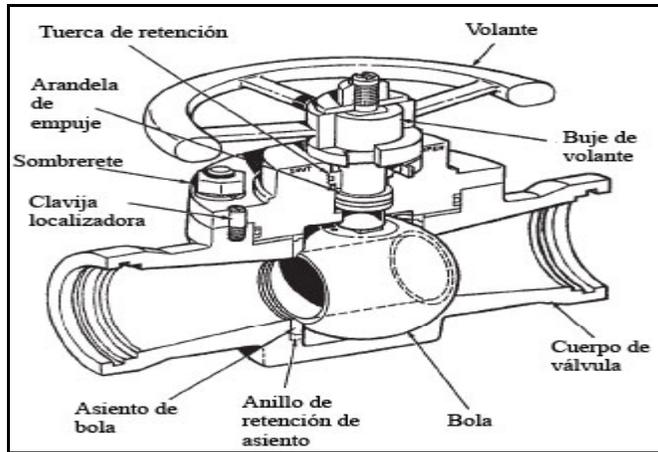
Figura 22. **Válvula de compuerta**



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.html

Válvula de esfera o bola: realiza la misma función que el disco en otras válvulas, a medida que la manija de la válvula da vuelta para abrir la válvula, la bola gira a un punto donde el agujero a través de la bola está alineado en parte o del todo con la entrada y la salida del cuerpo de válvula, permitiendo que el líquido atraviese la válvula. Cuando se gira la bola de manera que el agujero sea perpendicular a las aberturas de flujo del cuerpo de válvula, el flujo se detendrá.

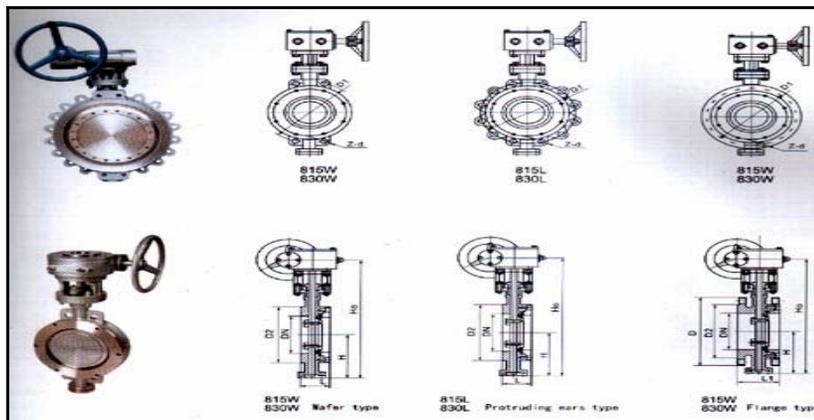
Figura 23. **Válvula de esfera o bola**



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.html

Válvula de mariposa: una combinación de la válvula compuerta y la de esfera, es que la válvula tiene una puerta circular que gira un cuarto de vuelta con lo cual el cierre o apertura se controla de una sencilla manera.

Figura 24. **Válvula de mariposa**



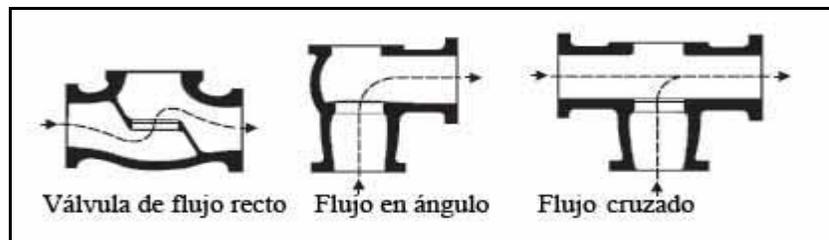
Fuente: www.trevisa.com.mx

1.3.4.3.2. De flujo regulado

La función primordial de todas las válvulas es controlar un flujo, pero aquellas que al hacerlo tienen por su diseño menos erosión son válvulas de regulación, cuando se operan en forma manual siempre serán operadas en multivueltes y se clasifican en:

Válvula de globo: las válvulas de globo son probablemente las válvulas más comunes en existencia y se debe su nombre a la forma globular del cuerpo de la válvula. Las aberturas de entrada y de salida de las válvulas globo están dispuestas a manera de satisfacer los requerimientos del flujo. En la figura 25 se muestra válvulas rectas, en ángulo y válvulas de flujo cruzado.

Figura 25. Flujo en válvula de globo



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.html

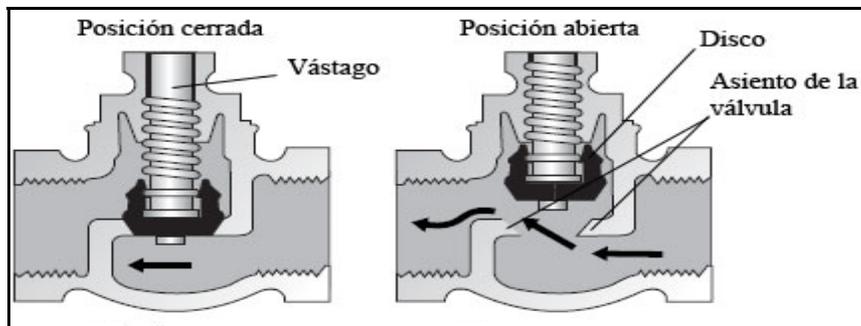
Las piezas móviles de una válvula globo consisten en el disco, el vástago de válvula, y la manivela de cierre. El vástago conecta la manivela al disco, el vástago va roscado y se encastra en los filetes de rosca en el sombrerete de la válvula.

La pieza de la válvula globo que controla el flujo es el disco, que está sujeto al vástago de válvula. La válvula es cerrada dando vuelta al vástago de válvula hacia adentro, hasta que el disco se apoye en el asiento de válvula, esto evita que el líquido atraviese la válvula.

El borde del disco y su asiento están delicadamente trabajados a máquina de manera que cuando la válvula es cerrada encastran en forma muy precisa.

Cuando la válvula esta abierta, el liquido atraviesa el espacio entre el borde del disco y el asiento. Dado que el fluido se desplaza igualmente en todos los lados del centro de apoyo cuando la válvula está abierta, no existe ninguna presión sin balancear sobre el disco que cause un desgaste desigual. El régimen al cual el líquido atraviesa la válvula es regulado por la posición del disco en relación con el asiento.

Figura 26. **Válvula de globo**



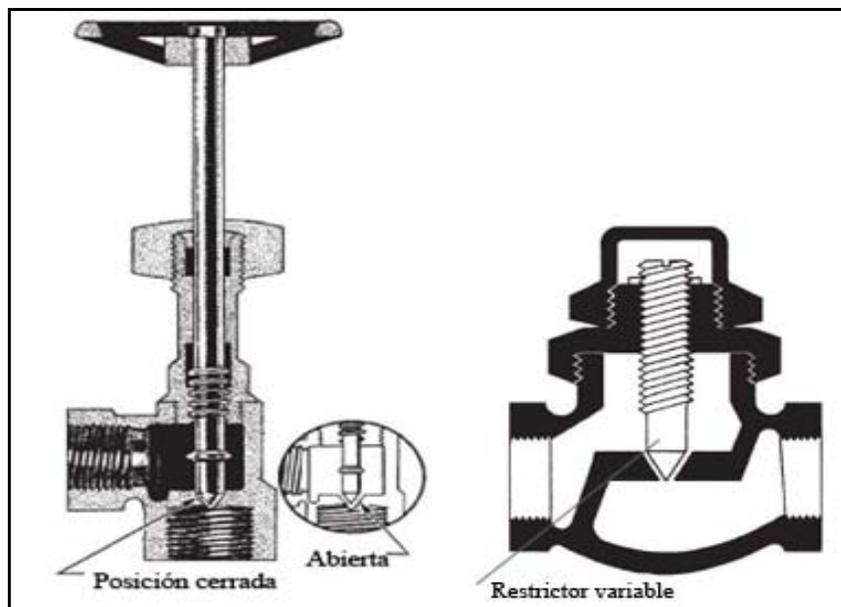
Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.html

Válvula de aguja: son similares en diseño y operación a la válvula globo, en vez de un disco, una válvula aguja tiene un punto afilado largo en el extremo del vástago de válvula. La forma cónica larga del elemento de la válvula, permite una superficie mucho más pequeña de asiento que el de la válvula globo; por lo tanto, la válvula de aguja es más conveniente como válvula reguladora.

Las válvulas de aguja se utilizan para controlar el flujo en manómetros delicados, los que se pueden dañar por repentinas variaciones del líquido bajo presión, son además usadas para controlar el extremo de un ciclo de trabajo, donde es deseable que el movimiento sea llevado lentamente a un alto, y en otros puntos donde sean necesarios ajustes exactos de flujo y se desee un pequeño régimen.

Aunque muchas de las válvulas de agujas usadas en los sistemas de fluidos de potencia sean el tipo manual, las modificaciones de este tipo de válvula son de uso frecuente como restrictores variables. Esta válvula se construye sin una manivela y se ajusta para proporcionar un régimen específico. Este régimen proporcionará un tiempo deseado de operación para un subsistema particular, puesto que este tipo de válvula se puede ajustar para cumplir los requisitos de un sistema particular, puede ser utilizado en una variedad de sistemas.

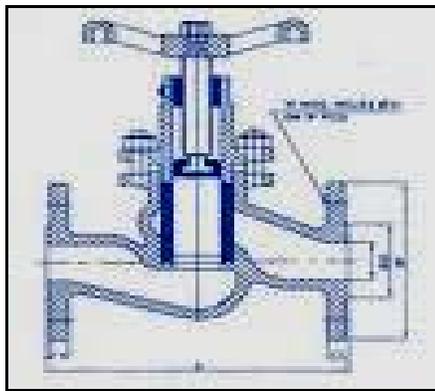
Figura 27. **Válvula de aguja**



Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.html

Válvula de pistón: con un cilindro y dos empaques colocados uno en la parte superior y otro en la parte inferior, el diseño de esta válvula permite regular la obturación completa del fluido, es la mejor válvula para manejos de fluidos severos, su diseño permite corregir fugas sin desarmar la línea de tubería.

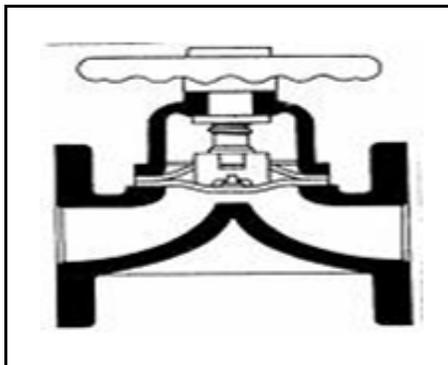
Figura 28. **Válvula de pistón**



Fuente: www.trevisa.com.mx

Válvula de diafragma: en fluidos con sólidos en suspensión o corrosivos es bueno usar esta válvula, tiene en su interior un orificio el cual es obstruido por una placa de hule suave y es empujado por vástago de la válvula.

Figura 29. **Válvula de diafragma**



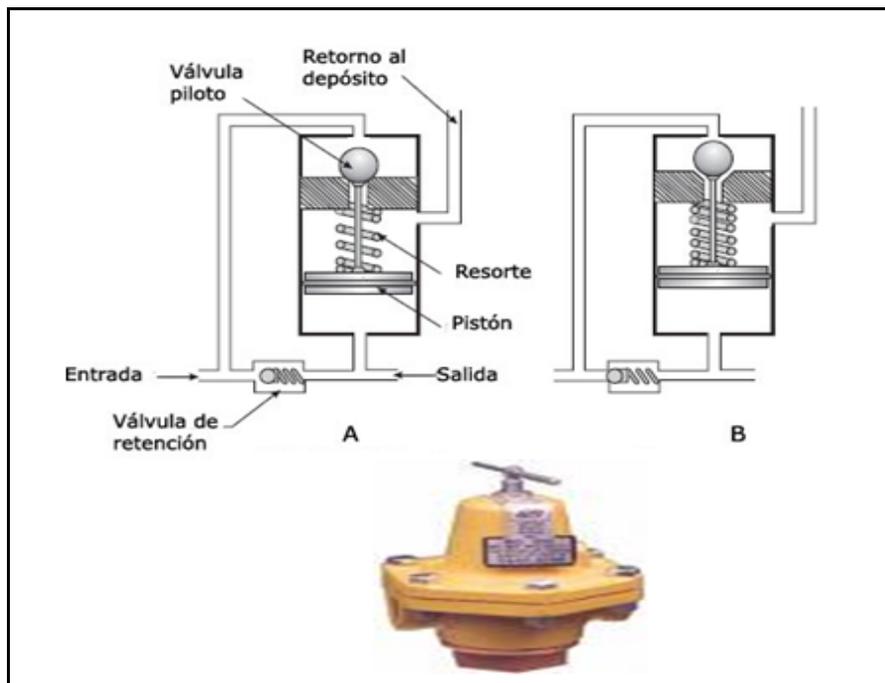
Fuente: www.trevisa.com.mx

1.3.4.3.3. De cierre o apertura automático

Ya sea para impedir el retorno del fluido, para traspasar un fluido de un recipiente a otro o directamente hacia la atmósfera obedeciendo un límite de presión, o para eliminar un fluido con diferente densidad, estas válvulas actuarán siempre de forma cíclica en el manejo del fluido y se clasifican en:

Válvula reguladora: los reguladores de presión, son usados para reducir una presión alta a una presión requerida por el servicio, pero pueden usarse también para controlar una presión uniforme, parten del mismo concepto de las de diafragmas, pero la placa puede ser de hule o de algún metal suave ya que conservan en la parte superior un mecanismo (resorte) que les da una constante presión sobre el diafragma, este mecanismo puede ser automatizado por dispositivos eléctricos, de temperatura o de la misma presión.

Figura 30. Válvula reguladora

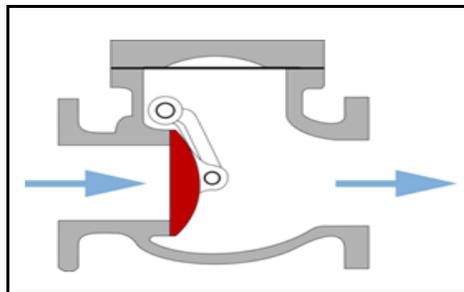


Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.html

Válvula de retención o cheque: para prevenir el regreso de un flujo se usa la válvula de cheque, el principio básico de toda válvula de cheque es que ésta se cerrará cuando hay un flujo en reversa.

Las válvulas de cheque pueden ser de columpio y horizontal de retención. En la de columpio, el fluido presiona una compuerta con bisagras, si el flujo se para o se regresa, la compuerta baja y cierra la válvula ella misma. La válvula de cheque horizontal de retención opera similarmente, excepto que la compuerta es reemplazada por un tapón que es elevado, a través de una guía, por la fuerza del fluido. El fluido cambia de dirección así como en las válvulas de globo, y trasmite un empuje vertical, si el flujo se para, la gravedad hala el tapón hacia abajo y cierra la válvula. Un flujo en reversa cerrará la válvula.

Figura 31. **Válvula de retención o cheque**

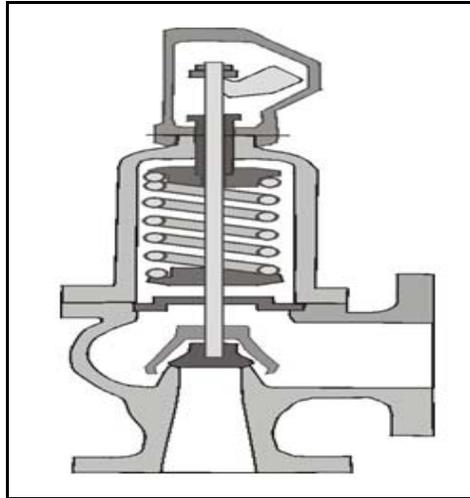


Fuente: www.trevisa.com.mx

Válvula de alivio y seguridad: la válvula de alivio y seguridad es similar en su construcción. Usualmente es un resorte calibrado a una determinada presión que presiona un tapón. Si la presión en la línea es mayor que la de calibración del resorte, el tapón se levantará hasta que las presiones sean iguales.

Una válvula de seguridad debe ser especificada para ser usada en el fluido de trabajo ya que éste puede ser líquido o gas.

Figura 32. **Válvula de alivio y seguridad**



Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.html>

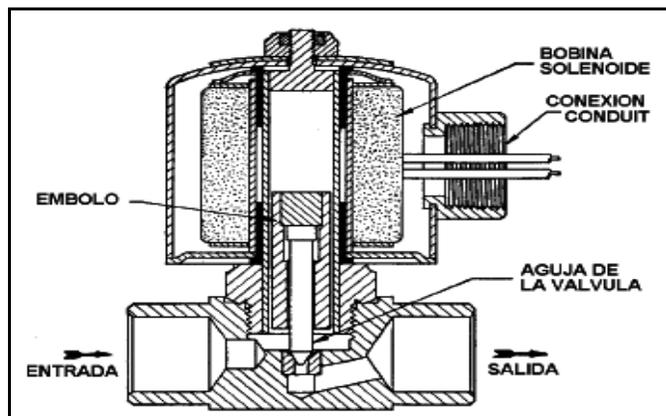
Válvula solenoide: es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o cerrada. A diferencia de las válvulas motorizadas, las cuales son diseñadas para operar en posición moduladora, la válvula de solenoide no regula el flujo aunque puede estar siempre completamente abierta o cerrada.

La válvula de solenoide puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

La válvula de solenoide se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa. Una válvula de solenoide consiste de dos partes accionantes distintas, pero integrales: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula.

Un electroimán es un imán en el cual las líneas de fuerza son producidas por una corriente eléctrica. Este tipo de imanes es importante para el diseño de controles automáticos, porque el campo magnético puede ser creado o eliminado al activar o desactivar una corriente eléctrica. El término "solenoid" no se refiere a la válvula misma, sino a la bobina montada sobre la válvula, con frecuencia llamada "el operador". La palabra "solenoid" se deriva de las palabras griegas "solen", que significa canal y "oide" que significa forma.

Figura 33. **Válvula solenoide**



Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.html>

1.3.4.4. **Filtros**

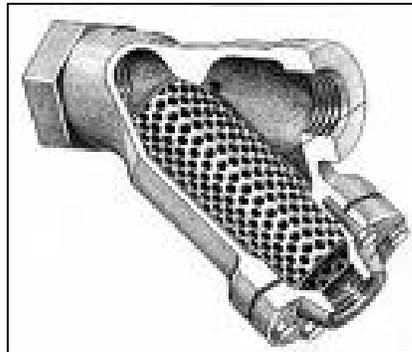
Un filtro es un elemento mecánico usado para retener toda impureza que pueda tener el fluido, tienen las mismas conexiones que los accesorios, están hechos de acero y hierro fundido.

Cuando está instalado antes de cualquier aparato, evita que el flujo entre con cualquier cuerpo extraño, lo cual impediría el funcionamiento normal del equipo, o lo dañaría. El funcionamiento consiste en el paso del flujo a través de un cedazo, el cual está enrollado rígidamente en forma cilíndrica, no permitiendo el paso de partículas extrañas en el flujo.

Se especifican por el material que se requiere, la presión y temperatura, el tipo de fluido y el tamaño de la tubería a la cual son conectados.

La instalación de un filtro es sencilla, ya que se incorpora a la tubería, teniendo solamente el cuidado de orientarlo según la dirección del flujo para lo cual traen una flecha que indica el sentido correcto.

Figura 34. **Filtro**



Fuente: www.trevisa.com.mx

1.3.4.5. **Manómetros de tubo de *Bourdon***

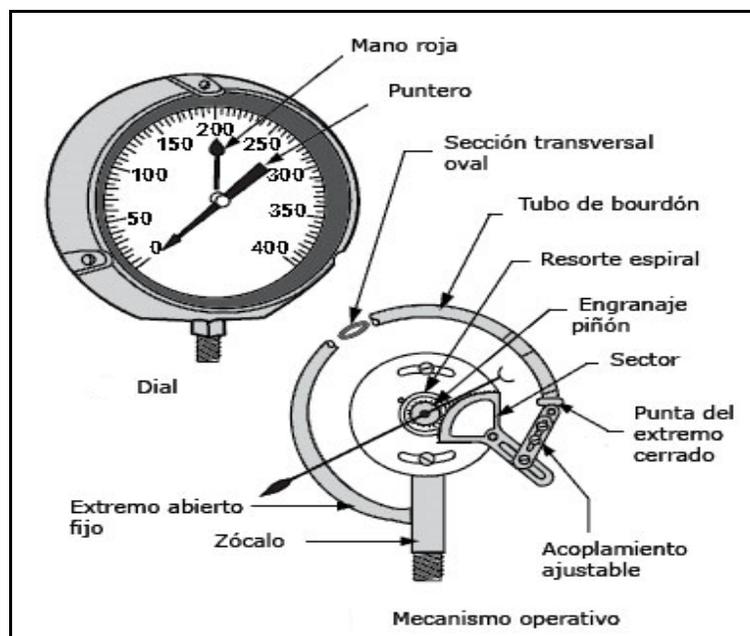
La mayoría de los indicadores de presión en uso tiene un tubo bourdón como elemento de medición. El tubo de *Bourdon* es un dispositivo que detecta la presión y convierte la presión en desplazamiento, puesto que el desplazamiento de tubo de *Bourdon* es una función de la presión aplicada, ésta puede ser amplificada e indicada mecánicamente por una aguja en un dial. Así, la posición del indicador indica indirectamente la presión.

Este manómetro consiste de una carátula o dial calibrado en unidades psi o Kpa y una aguja indicadora conectada a través de una articulación a un tubo curvado de metal flexible llamado tubo de *Bourdon*. El tubo de *Bourdon* se encuentra conectado a la presión del sistema.

Conforme se eleve la presión en un sistema, el tubo de *Bourdon* tiende a enderezarse debido a la diferencia en áreas entre sus diámetros interior y exterior. Esta acción ocasiona que la aguja se mueva e indique la presión apropiada en la carátula.

El manómetro de tubo de *Bourdon*, es por lo general, un instrumento de precisión cuya exactitud varía entre 0,1% y 3% de su escala completa. Son empleados frecuentemente para fines de experimentación y en sistemas donde es importante determinar la presión.

Figura 35. **Manómetro de tubo de *Bourdon***



Fuente: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.html>

1.3.4.6. Trampas de vapor

Las trampas de vapor son dispositivos para desalojar automáticamente el condensado que resulta del enfriamiento del vapor. Se requiere que éstas funcionen sin causar caída en la presión de la línea. Las trampas se deben localizar al final de cada línea y antes de una conexión de desvío a un equipo.

Si una cantidad de condensado permanece en una línea de vapor, un golpe severo llamado “Golpe de Ariete” puede causar un posible daño a un equipo, rotura de uniones o tuberías y accidentes graves.

El tiempo requerido para calentar un recipiente aislado o un intercambiador de calor es considerablemente largo si el aislante no se libra del condensado que se colecta durante la porción de enfriamiento de un ciclo.

Es importante el tamaño correcto y el tipo de trampa para que una instalación en particular se seleccione correctamente, el factor más importante en la selección de una trampa de vapor, es el servicio para el cual se va utilizar.

La trampa se utilizará para remover el condensado de las tuberías principales de vapor, *manifold*, separadores, purificadores, calentadores de agua y otro equipo donde el vapor seco a cierta temperatura es necesario.

De acuerdo a su principio de funcionamiento, las trampas de vapor se clasifican como:

1.3.4.6.1. Termostáticas

Pueden ser usadas en diferentes tipos de sistemas y cargas de trabajo como drenaje de hornos de vapor, de marmitas, radiadores, para calefacción, serpentines, calentadores, procesadores y líneas de acompañamiento.

El principio de funcionamiento por presión balanceada se logra mediante la expansión de un líquido, un fuelle y un obturador incorporado dentro de una cápsula construida íntegramente en acero inoxidable.

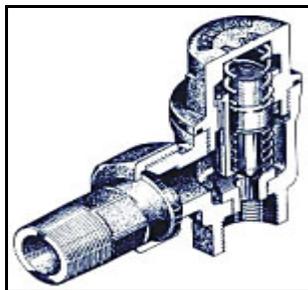
Su diseño permite resistir grandes presiones, golpes de ariete y vapor con un grado de sobrecalentamiento y buena resistencia al común de los condensados corrosivos.

Las trampas de tipo termostáticas se clasifican en:

De presión equilibrada: cuando llega vapor a la trampa, el elemento se expande y cierra la trampa. Cuando el condensado que rodea el elemento, se enfría aproximadamente 10° a 30° C. bajo la temperatura del vapor, la trampa se abre y descarga.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gran capacidad de purga de aire 2. Auto regulable 3. Gran capacidad de descarga con pequeña dimensión 4. La misma dimensión de válvula sirve para todas las presiones dentro de la gama de operación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No son apropiadas para vapor recalentado 2. Resistencia limitada al golpe de ariete 3. No son apropiadas para usos en el que el condensado debe ser retirado a medida que se vaya formando

Figura 36. **Trampa de presión equilibrada**

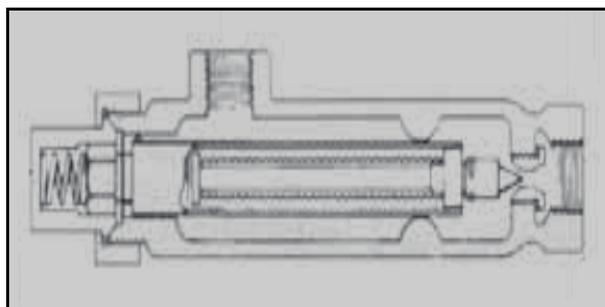


Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/>

De expansión líquida: el aire y el condensado se descargan hasta que el condensado alcance una temperatura predeterminada por debajo de 212°F (100° C). El elemento termostático lleno de líquido cierra la válvula para mantener la temperatura prefijada de descarga.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none"> 1. Soporta golpe de ariete 2. Descarga baja temperatura 3. Elimina el vapor instantáneo en el lugar de trabajo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limitadas aplicaciones tales como tanques de almacenamiento y algunas líneas donde el condensado puede ser retenido y enfriado antes de ser descargado 2. El condensado corrosivo puede atacar el elemento termostático 3. No son auto regulables

Figura 37. **Trampa de expansión líquida**

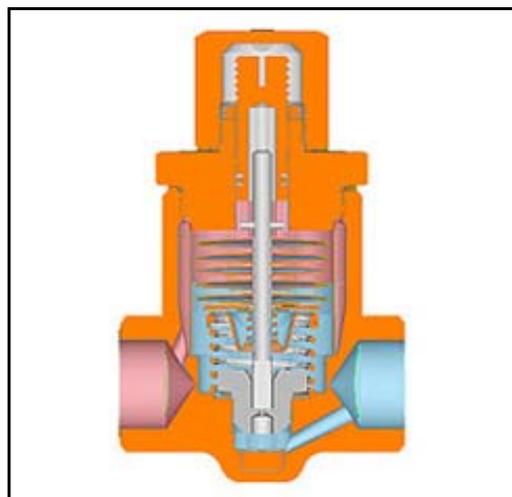


Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/>

Bimetálicas: el aire y el condensado se descargan desde el primer momento hasta que el condensado alcanza la temperatura predeterminada. El elemento termostático bimetálico cierra entonces la válvula para mantener la temperatura prefijada de descarga.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistencia al golpe de ariete 2. Alta sensibilidad cuando se regulan para descargar a bajas temperaturas 3. La baja temperatura de descarga evita vapor instantáneo en los lugares de trabajo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No son auto regulables 2. Las características del metal pueden cambiar con el uso 3. Limitadas aplicaciones cuando el condensado puede ser retenido y enfriado antes de ser descargado

Figura 38. **Trampa bimetálica**



Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.html>

1.3.4.6.2. Mecánicas

Las trampas mecánicas trabajan con el principio de diferencia entre la densidad del vapor y la del condensado. Por ejemplo, un flotador que asciende a medida que el nivel del condensado se incrementa, abriendo una válvula, pero que en presencia del vapor la mantiene cerrada.

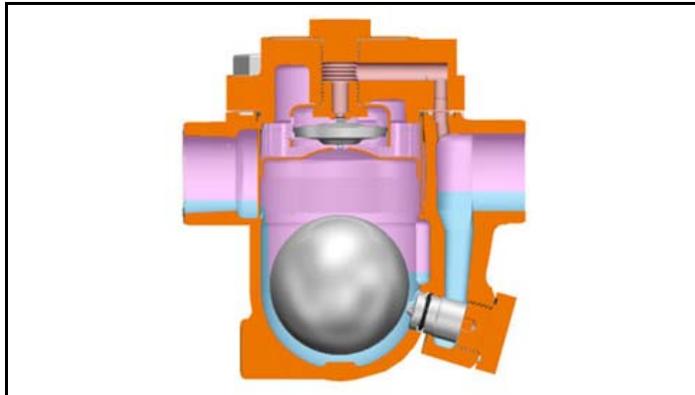
Las trampas mecánicas no pueden permitir el venteo de aire o de gases no condensables, sin embargo puede incorporarse un elemento térmico en algunas versiones.

Las trampas de tipo mecánicas se clasifican en:

De flotador y termostática: el aire que entra a la trampa se descarga a través de una ventila auxiliar. El condensado obliga al flotador a subir y coloca la válvula de descarga en tal posición que el condensado se descarga a medida que entra en la trampa. El nivel de condensado establecido en la trampa forma un sello efectivo para el vapor.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none">1. Descarga el condensado en forma continua2. Gran capacidad de ventilación a través de la ventila-regulable3. Térmicamente sensible4. No se producen grandes variaciones de presión en la descarga	<ol style="list-style-type: none">1. Sensible al golpe de ariete2. No pueden ser utilizados en equipos en los que el vapor recalentado puede llegar a la trampa

Figura 39. **Trampa de flotador**

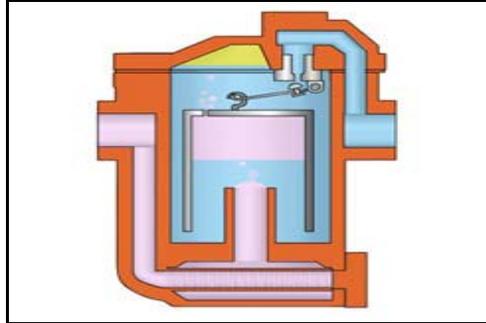


Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.html>

Balde invertido: el agua en la trampa mantiene un sello alrededor del balde. El vapor que entra lo hace flotar cerrando la válvula, por lo que el condensado se acumula en la entrada mientras los gases se escapan por el orificio permitiendo que el balde baje, abriendo la válvula para descargar el condensado. El vapor vuelve luego a accionar el mecanismo flotador.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none"> 1. Resistente a los golpes de ariete 2. Pueden construirse para presiones de trabajo muy altos 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baja sensibilidad cuando trabaja con cargas y presiones variables 2. Debe mantener un sello de agua para impedir la descarga continua del vapor 3. Capacidad limitada de purga de aire 4. No puede descargar el condensado tan rápidamente como se formó

Figura 40. **Trampa de balde invertido**

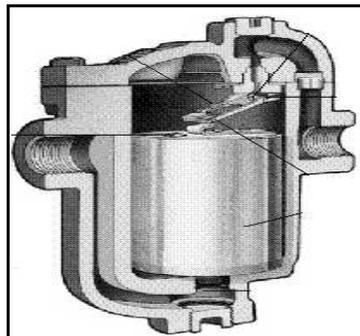


Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.html>

Balde abierto: el condensado de la trampa hace flotar el balde, sellando la trampa; cuando el condensado rebosa en el balde, éste se hunde abriendo la válvula. La presión obliga al condensado a subir por el tubo central, haciendo que flote de nuevo al balde para repetir el ciclo.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="347 1129 841 1213">1. Buena resistencia al golpe de ariete 	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="919 1129 1414 1213">1. Dificiles de instalar debido a las dimensiones y su peso <li data-bbox="919 1234 1414 1373">2. La descarga intermitente puede retardar la eliminación del condensado

Figura 41. **Trampa de balde abierto**



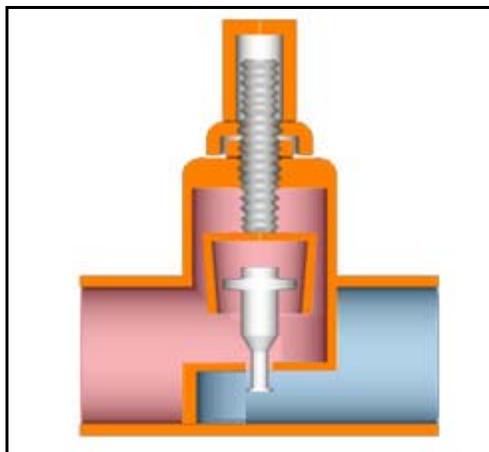
Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.html>

1.3.4.6.3. De impulso

Dos orificios en serie crean una diferencia de presión para cerrar la válvula. Condensado frío no crea suficiente presión para cerrar la válvula, y puede fluir libremente cuando la temperatura llega a 30°F debajo de la del vapor, se crea suficiente presión para cerrar la trampa y el condensado caliente es retenido hasta que se enfríe. El vapor puede ser descargado a través del orificio de sangría.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none">1. Son pequeñas y livianas2. Usualmente son de acero inoxidable3. Buena resistencia al golpe de ariete y el vapor recalentado	<ol style="list-style-type: none">1. Pueden atascarse las piezas de la válvula2. No pueden usarse en equipos con contrapresión superior al 30 % de la presión de entrada3. Los orificios de sangría pueden desperdiciar vapor con cargas livianas

Figura 42. Trampa de impulso



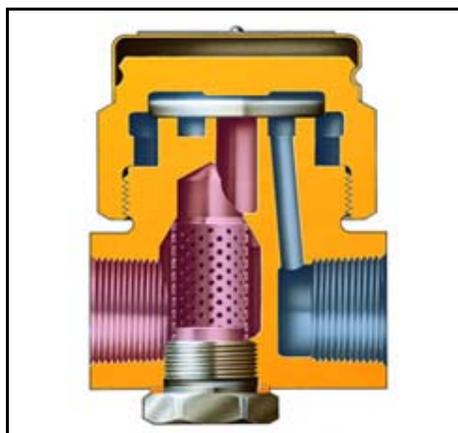
Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.html>

1.3.4.6.4. Termodinámicas

El condensado y el aire levantan el disco y fluyen libremente. El vapor en cambio aumenta la velocidad debajo del disco produciendo un vacío que lo cierra de golpe, cuando el vapor se enfría el disco se abre nuevamente para descargar el condensado.

Ventajas	Limitaciones
<ol style="list-style-type: none">1. Resistente a golpes de ariete2. Resistente a corrosión3. Opera a diferentes presiones y cargas4. Compacta y liviana5. Una sola pieza movable6. Responde a cargas variables	<ol style="list-style-type: none">1. No son apropiadas para presiones debajo de 10 lbs/pul²2. No se recomiendan para presiones bajas con válvulas de control de temperatura3. Algunos modelos están limitados a contrapresiones de 50 % de la presión de entrada

Figura 43. Trampa termodinámica



Fuente: <http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.html>

1.3.4.7. Juntas de dilatación

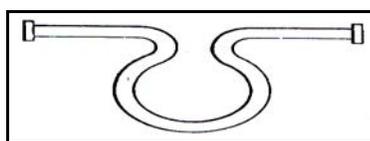
La dilatación es un fenómeno que no debe de olvidarse en la instalación de las tuberías de distribución de vapor. Las tuberías que conducen vapor saturado y recalentado requieren que la instalación sea flexible.

La solución mas aceptada es dejar que la tubería que está suspendida por soportes tipo tirante se acomode, aunque a veces este acomodamiento debe de ser confinado por condiciones particulares de la construcción para lo cual, se ancla la tubería en ciertos puntos por lo cual la diferencia de la dilatación se controla.

En los casos donde no hay espacio para que el tubo se acomode, se intercalan juntas de dilatación las que se seleccionan en función de presión y temperatura de trabajo, espacio con que se cuenta para su instalación y además que debe de conocerse la dilatación. Este rango no es más que la diferencia entre la longitud final del tubo dilatado y la longitud inicial cuando el tubo está a la temperatura ambiente y las juntas de dilatación se pueden clasificar como:

Junta de dilatación tipo “U”: donde se encuentran tuberías de alta presión es conveniente intercalar curvas de dilatación que se fabrican con el espesor de pared y flexibilidad, de acuerdo con la presión de trabajo a la que se someterá.

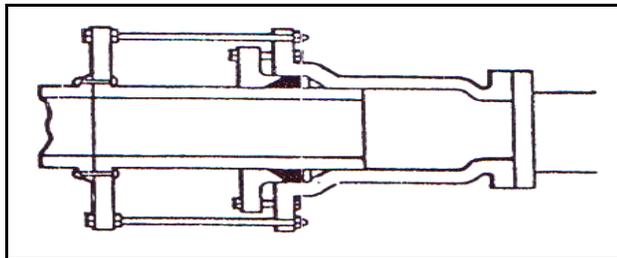
Figura 44. Junta de dilatación tipo “U”



Fuente: Copias de la clase de Plantas de Vapor

Junta de dilatación tipo telescópica: también llamada de deslizamiento, se utiliza frecuentemente donde hay poco espacio, donde las secciones de tuberías son largas y la presión es baja.

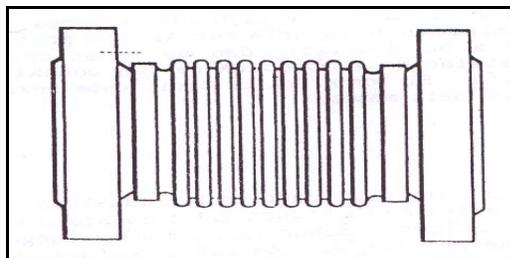
Figura 45. **Junta de dilatación tipo telescópica**



Fuente: Copias de la clase de Plantas de Vapor

Junta de dilatación tipo fuelle: para tuberías de vapor a presiones bajo e intermedio son satisfactorias este tipo de juntas, es utilizada en tramos cortos de tubería, siempre que el régimen de uso no fatigue ciertos puntos del fuelle.

Figura 46. **Junta de dilatación tipo fuelle**

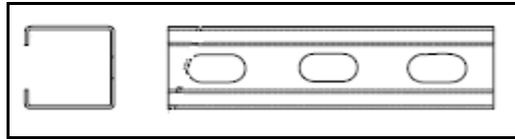


Fuente: Copias de la clase de Plantas de Vapor

1.3.4.8. **Soportes y anclajes para tubería**

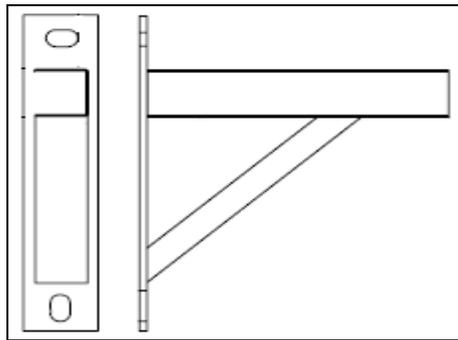
El anclaje sirve para guiar la expansión o para fijar la tubería, mientras que el soporte es usado para suspender la tubería y evitar los movimientos de flexión. La tubería puede también apoyarse en dos angulares, estos soportes donde descansa la tubería se les conoce como *C-Channel* o riel.

Figura 47. **Riel para anclaje de tubería**



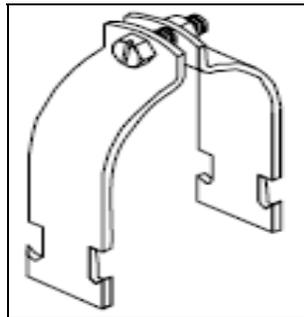
Fuente: <http://www.sapiensman.com/soportes/catalogo>

Figura 48. **Soporte de pared reforzado**



Fuente: <http://www.sapiensman.com/soportes/catalogo>

Figura 49. **Abrazadera**



Fuente: <http://www.sapiensman.com/soportes/catalogo>

1.3.4.9. **Aislamiento térmico en tuberías**

El aislamiento térmico es el método con el cual tratamos de aislar una superficie reduciendo la transferencia de calor hacia o desde el ambiente mediante el uso de materiales aislantes o de baja conductividad térmica y el material más utilizado es la fibra de vidrio.

El aislamiento para tuberías es un componente moldeado de una sola pieza de gran densidad elaborado de fibra de vidrio inorgánica ligada por una resina termoendurecible. El aislamiento se fabrica en largos de 914 mm con un forro de papel de aluminio aplicado en fábrica. Se recomienda para tuberías que funcionan de -28°C a 537°C .

La fibra de vidrio puede causar una irritación temporaria en la piel, debido a eso hay que utilizar ropa de manga larga, holgada, cubrirse la cabeza, ponerse guantes y protección ocular cuando se manipule y aplique el material.

Figura 50. **Cañuelas**



Fuente: www.trevisa.com.mx

2. ANÁLISIS DE RIESGO (FASE DE INVESTIGACIÓN)

2.1. *Triage* hospitalario

2.1.1. Plan de contingencia en desastres

La ubicación geográfica de Guatemala con relación a las placas tectónicas, las características de las fallas geológicas, asociado a las condiciones sociales del país, son factores de vulnerabilidad ante la ocurrencia de eventos de tipo natural, así como también a aquellos ocasionados por el ser humano. La ocurrencia de tales eventos puede provocar gran cantidad de víctimas y se requiere que los establecimientos que prestan servicios de salud estén preparados para el manejo, control y tratamiento de heridos en masa.

Este plan de contingencia es una herramienta para el manejo de pacientes heridos en masa, establece las normas y procedimientos generales, estandariza los criterios para la clasificación de víctimas a nivel hospitalario según la gravedad y las probabilidades de sobrevivencia, con lo cual se persigue brindar una atención eficiente y el aprovechamiento de los recursos de la Institución.

El Instituto da un paso en firme para promover y facilitar un instrumento adaptado a nuestro medio en materia de *Triage* Hospitalario.

2.1.2. Definición

Triage, es una palabra de origen francés que significa “clasificación”. Procedimiento que se utiliza para clasificar pacientes heridos en masa y priorizar la atención, basándose en el criterio médico de urgencia y la posibilidad de sobrevivir.

El *Triage* (clasificación) se realiza en la entrada del servicio de emergencia de la unidad. También se puede efectuar en operaciones de rescate, de evacuación y traslado con el propósito de asignar una prioridad para el tratamiento y el traslado de los lesionados desde la escena del desastre hacia los diferentes centros de atención.

2.1.3. Criterios básicos para la clasificación de las víctimas

El *Triage* es el procedimiento que puede proporcionar un beneficio máximo al mayor número posible de lesionados. No se debe subestimar a ningún paciente en una situación de desastre. Todas las víctimas deben ser consideradas con prioridad, hasta que una atención especializada confirme su estado general.

Los dos criterios que se utilizan para clasificar y definir la prioridad de atención son los siguientes:

- Gravedad de la víctima: la gravedad se determina evaluando clínicamente al paciente. Las víctimas en condición grave son las que tienen primera prioridad y requieren atención inmediata. Las víctimas con una condición moderada o leve se les asigna una segunda y tercera categoría de tratamiento, respectivamente.

- Probabilidad de sobrevivir: se refiere a la posibilidad de preservar la vida instaurando un tratamiento y dependiendo del tipo y la gravedad de la lesión.

Estos criterios no deben evaluarse de manera independiente uno del otro, ambos deben valorarse en el mismo momento en que se examina al paciente y sólo con base en los criterios se asigna la prioridad.

Este procedimiento se realiza en los lugares cuando ha ocurrido un suceso y donde existe un número considerable de víctimas que se deben clasificar para priorizar la atención, evitando la confusión y desorganización que generalmente aparece cuando se presentan estas situaciones.

El *Triage* permite la atención de los heridos de una manera sistemática y organizada. Es el único procedimiento que puede proporcionar un beneficio máximo al mayor número posible de lesionados en una situación de desastre.

Al realizar una adecuada clasificación con base en los criterios de gravedad y probabilidad de sobrevivir, se logra reducir los tiempos de espera y de permanencia en el servicio de emergencia, se evita la saturación de dichos servicios, las víctimas reciben una atención oportuna, mejoran sus probabilidades de sobrevivir y además se optimizan los recursos institucionales.

Cuando ocurre un evento que provoca múltiples lesionados, la clasificación de las víctimas debe ser un procedimiento continuo y dinámico, el cual debe realizarse en el lugar del siniestro, durante el traslado, al momento de arribar al servicio de emergencia y dentro del hospital, considerando que la condición clínica de la víctima, puede variar en el transcurso del tiempo.

Con este procedimiento se puede conocer en cada momento el estado y la condición de las víctimas del desastre, de forma que orienta el sentido en que el servicio debe concentrar sus esfuerzos y recursos.

2.1.4. Regla general

- Todo paciente en las áreas de tratamiento del servicio de emergencia o del hospital, debe tener asignada una tarjeta *Triage*.
- Todo el personal médico del hospital, no importando la especialidad, debe tener conocimiento de los criterios para clasificar pacientes heridos en masa (*Triage*).
- La ubicación del área *Triage* será en la entrada del servicio de emergencia del hospital.

2.1.5. Integración del equipo *Triage*

El equipo de clasificación *Triage* en un hospital debe idealmente estar integrado así:

- Un médico
- Una enfermera profesional
- Dos auxiliares de enfermería
- Camilleros (dos por cada camilla)

2.1.6. Acciones del equipo *Triage*

- Evalúa heridos
- Asigna prioridades
- Identifica pacientes

- Asigna destino
- Provee atención para la estabilización general de la víctima

En caso de que el número de víctimas que arriban al servicio de emergencia supere la efectividad de un equipo clasificador, se debe estar preparado para integrar dos equipos simultáneos. La única diferencia la hará que uno de los equipos asignará la numeración con dígitos PARES y el otro equipo con números IMPARES.

2.1.7. Funciones de los integrantes del equipo *Triage*

Funciones del médico clasificador:

- Da la indicación para la integración del equipo *Triage*
- Evaluar el estado general del paciente
- Corroborar la presencia de signos vitales
- Valora la pérdida sanguínea
- Detiene hemorragias importantes
- Valora lesiones corporales

Aplica medidas de reanimación en caso de paro cardíaco y/o respiratorio, si es posible. No debe detenerse a hacer acciones de tratamiento que retrasen la clasificación de las otras víctimas. Un segundo equipo efectuará la atención a los pacientes. Determina el color de tarjeta que le corresponde a cada lesionado, según el criterio médico de urgencia y la posibilidad de sobrevivencia, para recibir la atención médica en el área correspondiente. De la clasificación inicial pueden depender la vida o la muerte del paciente.

La evaluación clínica para la clasificación (*Triage*) debe ser rápida y efectiva, para ello los criterios de selección tienen que ser fáciles y efectivos a la hora de su aplicación. Por lo general, no más de un minuto por paciente y dependiendo de la cantidad de víctimas que están arribando al servicio de emergencia.

Funciones de la enfermera profesional:

- Responsable de que el equipo clasificador cuente con el material necesario para el procedimiento *Triage*, o sea: tarjetas de color rojo, amarillo, amarillo con margen negro, verde y negro, con su respectivo material para fijarlo en el paciente (lazo de 30 centímetros de largo) y un marcador de color negro.
- Integra el equipo *Triage* al declarar el estado de emergencia o cuando lo considere necesario en coordinación con el jefe del servicio de emergencia o el jefe del grupo operativo de turno, según corresponda.
- Mantiene el control del equipo *Triage* y evita que personas que no sean parte del mismo, permanezcan en este grupo.
- Escribe el número correlativo que corresponda a la tarjeta del color indicado por el médico clasificador.

Funciones del auxiliar de enfermería:

- Coloca la tarjeta al paciente, donde corresponda, de la siguiente manera:

Primera opción: en la muñeca izquierda.

Segunda opción: si por alguna razón no se puede en la muñeca izquierda, por ejemplo; lesión a este nivel, canalización o alguna otra, entonces se le colocará en la muñeca derecha.

Tercera opción: si hubiera lesión o no es posible en las muñecas por alguna justificación importante, entonces a cualquier nivel de las extremidades superiores.

Cuarta opción: en el último de los casos se colocará en el cuello.

- Colabora en la movilización de pacientes en el área de clasificación, sea en camilla, silla de ruedas según se de la situación. Dirige a los camilleros para el traslado de pacientes ya clasificados como también en situaciones especiales como por ejemplo: movilizarle una extremidad fracturada de pelvis o columna vertebral o alguna otra situación que por iniciativa y criterio propio amerite su intervención.
- Da continuidad al paciente que ha iniciado algún tratamiento en el área de clasificación *Triage*, por ejemplo: el control de una hemorragia importante, hace entrega del paciente con alguna situación o información determinante, al personal de las áreas de tratamiento del hospital.

Funciones de los camilleros:

- Deben ser idealmente dos camilleros por cada camilla.
- Moviliza a los pacientes con los cuidados y consideraciones necesarias, según indicaciones del personal médico, enfermería del equipo *Triage* o criterio propio.
- El principio es evitar más daño y dolor.

2.1.8. Color de las tarjetas

Es muy importante el uso de las tarjetas, por lo que se utilizarán tarjetas de diferentes colores para hacer la clasificación correcta, los colores serán:

2.1.8.1. Tarjeta roja

- Paciente con prioridad de tratamiento
- Necesita atención URGENTE
- Alto riesgo de muerte si no recibe tratamiento inmediato

Figura 51. **Triage urgente**



Fuente: Guía práctica para la clasificación de víctimas IGSS

Criterios clínicos:

- Paro cardíaco o respiratorio presenciado
- Hemorragia considerable de más de un litro en un adulto
- Perforación torácica o heridas penetrantes de abdomen o tórax
- Lesiones triturantes de extremidades
- Fracturas expuestas grado III (tres) de huesos largos
- Amputación de huesos largos
- Algunas fracturas graves, por ejemplo: pelvis, tórax, columna vertebral

- Fractura luxación sin pulso distal
- Quemaduras con daño a vías respiratorias
- Estado de choque de cualquier origen

2.1.8.2. Tarjeta amarilla

- Paciente con segunda categoría de tratamiento
- Presentan lesiones sin tanta gravedad
- Sin gran peligro de muerte en ese momento
- Debe recibir atención PRONTO y se observará continuamente

Figura 52. **Triage pronto**



Fuente: Guía práctica para la clasificación de víctimas IGSS

Criterios clínicos:

- Quemaduras grado II (dos) del 30% de superficie corporal
- Quemaduras grado III (tres) del 10% de superficie corporal
- Quemaduras complicadas con fractura
- Quemaduras grado III (tres) de manos, pies o cara sin problema de vías respiratorias
- Pérdida moderada de sangre (de 500 a 1000 c.c.) en un adulto

- Paciente de trauma cráneo encefálico con salida del líquido cefalorraquídeo por oído y/o nariz
- Vómitos en proyectil
- Pulso menor de 60 por minuto
- Pupilas anisocóricas
- Cambios en la frecuencia respiratoria
- Desorientación
- Respuesta motora débil, poca reacción al estímulo sensitivo de dolor, con signos vitales estables
- Cianosis y/o palidez distal, llenado capilar lento, dolor intenso en extremidades inmovilizadas con aparatos de yeso

2.1.8.3. Tarjeta verde

- Pacientes con tercer grado de prioridad
- Presentan lesiones menores. Sin peligro de complicación inmediata
- ESPERA ser atendido en el momento oportuno

Figura 53. ***Triage espera***



Fuente: Guía práctica para la clasificación de víctimas IGSS

Criterios clínicos:

- Fracturas menores (dedos, dientes, nariz sin epistaxis, etc.)
- Abrasiones, contusiones, esguinces, lumbagos
- Quemaduras leves:

Grado I (uno) del 20% que no sea de manos, pies o cara

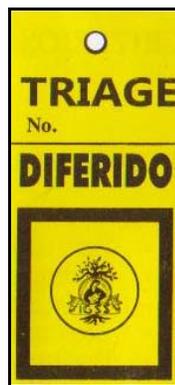
Grado II (dos) del 15% que no sea de manos, pies o cara

Grado III (tres) del 2% de superficie corporal

2.1.8.4. Tarjeta amarilla con margen negro

- Pacientes con pocas probabilidades de vida
- DIFERIDO a área de tratamiento especial

Figura 54. **Triage diferido**



Fuente: Guía práctica para la clasificación de víctimas IGSS

Criterios clínicos:

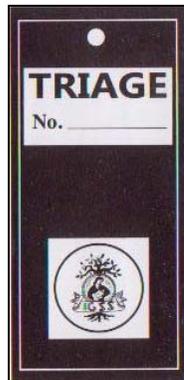
- Quemaduras grado III (tres) de más del 40% de superficie corporal
- Este cuadro asociado a fracturas mayores, trauma cráneo encefálico grado IV, lesiones torácicas
- Inconsciente con exposición de masa encefálica

- Paciente senil con grandes lesiones que hagan poco posible las maniobras de reanimación

2.1.8.5. Tarjeta negra

- Paciente fallecido

Figura 55. ***Triage negro***



Fuente: Guía práctica para la clasificación de víctimas IGSS

2.1.9. Normas de tratamiento

Para el manejo de los pacientes con tarjeta roja, amarilla y verde se deben utilizar los protocolos de tratamiento internos de cada hospital o según el criterio médico de urgencia y los recursos de cada unidad.

Los procedimientos terapéuticos deben ser económicos, tanto en lo que se refiere a los recursos humanos como en cuanto a los materiales, y deben elegirse de acuerdo con este principio. El personal y los insumos de salud respaldarán estos procedimientos. Es necesario simplificar el tratamiento médico de primera línea con el objetivo de salvar vidas y evitar complicaciones o problemas secundarios graves.

Las normas para el manejo de víctimas clasificadas con tarjeta amarilla con margen negro, son las siguientes:

- Designar dentro de la unidad asistencial un área específica para la ubicación de este tipo de pacientes tomando en consideración los siguientes criterios: debe estar cercana a las otras áreas de tratamiento del servicio de emergencia, con una infraestructura adecuada y bien identificada, que tenga designada una enfermera responsable y que asista permanentemente a cada paciente.
- Brindar el tratamiento y las medidas básicas siguientes:
 - a) Colocar una vía intravenosa periférica
 - b) Mantener vías aéreas libres
 - c) Detener las hemorragias
 - d) Inmovilización de fracturas
 - e) Administrar analgésicos vía parenteral
 - f) Administrar soluciones IV del tipo cristaloides
- No abandonar al paciente en ningún momento
- Respetar el cuerpo y la dignidad de la víctima
- Calmar el dolor y la ansiedad
- Es obligatorio atender cada caso particular
- Brindarle la calidad de atención correspondiente
- No omitirle el auxilio o la atención
- Mantener informados a los familiares

2.1.10. Instituciones que rigen esta temática

El Programa Nacional de Prevención y Mitigación ante Desastres 2009-2011 debe fortalecer el Sistema de Consejos de Desarrollo. Además, involucra al sector académico, privado y de cooperación internacional.

La Vicepresidencia de la República da el respaldo político a la ejecución del Programa Nacional, quien actúa en estrecha coordinación con CONRED y la SE-CONRED, quien es el coordinador técnico. Las instituciones con responsabilidades específicas son:

- CGC
- MFP
- CIAAP
- MINEDUC
- COVIAL/CIV
- MSPAS
- IGN/MAGA
- IGSS
- SE CONRED
- INFOM/SEGEPLAN
- INSIVUMEH
- UCEE
- MARN

2.1.11. Acuerdos y legislación guatemalteca

El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Mediante el Acuerdo de Gerencia 13/97, establece la organización de la Comisión Central de Desastres, la cual está integrada por un equipo multidisciplinario de profesionales en la Gestión del Riesgo y en la Reducción de Desastres; también se organizan las Sub Comisiones locales en todo el territorio nacional, con la finalidad de preparar todas las unidades de la institución para evitar y/o mitigar la pérdida de vidas humanas, daños a la salud de las personas y a la economía del país, con enfoque integral en salud, basado en principios humanitarios, éticos y científicos.

Constitución Política de la República de Guatemala. El marco constitucional de Guatemala establece en su Artículo 1º, que el Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; en su Artículo 2º, indica que es deber del Estado garantizarle a los habitantes de la República, la vida, la libertad, la justicia, la seguridad, la paz y el desarrollo integral de la persona.

La ley de Conred. En el Decreto 109-96, establece que la conred tiene dentro de sus finalidades, propiciar mecanismos, procedimientos y normas que propicien la reducción de desastres, así como organizar, capacitar y supervisar para establecer una cultura en reducción de desastres.

La ley y la Política de Desarrollo Social y Población. Se aprobó mediante el Decreto 42-2001. En su Sección V, establece en materia de gestión para la reducción de riesgo a desastres dos artículos: el Artículo 37 y el Artículo 38. En resumen, la ley decreta la necesidad de definir estrategias de prevención y atención de la población, así como una estrategia de protección social para la población en caso de desastre y calamidad pública.

Código Municipal. El Decreto 12-2002, establece en el Artículo 35, que es competencia general del Concejo Municipal, el ordenamiento territorial y el control urbanístico. Dentro del Artículo 96, se indica que el Coordinador de la Oficina Municipal de Planificación tiene dentro de sus atribuciones la de mantener actualizadas las estadísticas socioeconómicas del municipio, incluyendo la información geográfica de ordenamiento territorial y de recursos naturales.

El Plan de Gobierno 2008-2011. Incluye el tema de Gestión de Riesgos, Prevención y Atención de Desastres. El Plan tiene un enfoque social de la prevención en el contexto de la planificación institucional y plantea tres objetivos estratégicos:

- Reducir riesgos y prevenir desastres
- Brindar respuesta efectiva en caso de desastre
- Recuperación pronta en las zonas afectadas

El plan incluye como estrategias, el conocimiento sobre riesgos, la incorporación de la prevención y reducción de riesgos en la planificación, el fortalecimiento del desarrollo institucional y la socialización de la prevención y la mitigación de desastres, entre otras.

2.1.12. Emergencias ocurridas en los últimos 10 años

El Departamento de Mantenimiento es de mucha importancia debido a que el personal que trabaja en dicha área, se encarga que todos los servicios que son necesarios para la atención del paciente se encuentren siempre en buenas condiciones.

El Hospital de Rehabilitación del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social no ha presentado en los últimos años accidentes de gran magnitud en el área de calderas, debido a que el hospital no había contado con dicha área ya que el vapor que se utilizaba era generado y transportado desde el Hospital de Gineco Obstetricia.

En donde se han dado emergencias de pequeña magnitud es en las líneas de transporte y distribución de vapor, específicamente en los accesorios que por terminar su vida útil es muy común que existan fugas de vapor, y también aberturas en la tubería debido al condensado que se acumula, lo cual provoca la corrosión y estas pequeñas emergencias han sido resueltas por el personal encargado de mantenimiento.

2.1.13. Ubicación geográfica

El Hospital de Rehabilitación se ubica en Colinas de Pamplona zona 13 Ciudad de Guatemala. En esta área también se encuentran los Hospitales de Gineco-obstetricia, Psiquiatría y el Centro de Atención Médica e Integral de Pensionados (CAMIP). Esta área cuenta con una superficie de 82,592.83 m², que fue otorgado por Ferrocarriles de Guatemala (FEGUA), y cuenta con las siguientes colindancias:

Al Norte con el Boulevard Liberación

Al Sur con terrenos privados

Al Este con la línea férrea y la calzada Atanasio Tzul

Al Oeste con la 14 Av. Zona 12

2.2. Descripción de riesgo por servicio

2.2.1. Área de calderas

- **Situaciones de riesgo**

El principal riesgo que existe en esta área es que debido a la generación de vapor.

La caldera estará a altas temperaturas por lo que al haber contacto directo con el operador éste puede sufrir una quemadura.

El transporte y distribución de vapor se hará mediante tubería de hierro negro hasta los servicios, por lo que la tubería y el Manifold también se encontrarán a altas temperaturas.

- **Mitigación de las situaciones de riesgo**

Durante el tiempo que la caldera esté generando vapor éste estará a altas temperaturas por lo que la caldera estará forrada por una capa de fibra de vidrio para conservar el calor y encima por una lámina para evitar el contacto directo con las paredes de la caldera.

La tubería que se encuentra a los alrededores de la caldera estará cubierta por una capa de fibra de vidrio llamada Cañuelas y el Manifold como receptor de todo el vapor que genera la caldera estará protegido por una capa de fibra de vidrio para conservar el calor, encima una lámina y aislada por una capa de asbesto, todo esto debido a que se encontrará a pocos metros del suelo y con un descuido es posible su contacto.

2.2.2. Lavandería

- **Situaciones de riesgo**

Toda la tubería que transporta el vapor es aérea y luego baja hacia cada una de las máquinas que trabajan con vapor como las lavadoras, secadoras y planchadoras.

Dentro del sistema de las lavadoras éstas utilizan cierta cantidad de vapor por lo que sus conexiones de ingreso de vapor se encuentran en la parte trasera de las máquinas como también de las secadoras, por lo que no es muy frecuente el contacto de la tubería con el operador, también existe el riesgo de caídas por acumulación de agua en el piso después del lavado debido al traslado de la ropa hacia la secadora.

La tubería que distribuye el vapor hacia las planchadoras se encuentra expuesta, por lo que el contacto del operador con la tubería es muy probable.

- **Mitigación de las situaciones de riesgo**

Para la tubería que conecta a cada uno de los aparatos se colocarán forros de fibra de vidrio llamadas cañuelas para mayor seguridad y como es norma dentro del área de lavandería, debe mantenerse seca el área de trabajo, tanto el piso como las máquinas.

2.2.3. Sauna

- **Situaciones de Riesgo**

La ventaja que tiene el diseño del sauna es que toda la tubería fué colocada a un lado de la pared donde no hay contacto directo con los pacientes que van a ser uso de ellos.

Es muy común que con el uso de vapor haya cierta cantidad que se condense por lo que el piso se encontrará mojado, como también las bancas donde se sienta el paciente.

- **Mitigación de las situaciones de riesgo**

Para mayor seguridad en donde será expulsado el vapor se construirá una caja de concreto, ya que el vapor no saldrá en forma directa.

Es muy común que el piso se encuentre mojado por lo que se estará limpiando frecuentemente por el personal de limpieza. La sauna estará cubierta por un azulejo antideslizante para mayor seguridad de los pacientes y debe tomarse en cuenta las recomendaciones que den las personas encargadas de las terapias.

2.2.4. Piscina

- **Situaciones de riesgo**

En la piscina no hay contacto directo del vapor con los pacientes ni con los encargados de la limpieza, solamente cuando los pacientes salen de la piscina después de su terapia ya que corren el riesgo de resbalarse.

- **Mitigación de las situaciones de riesgo**

La función primordial del vapor será la de calentar el agua que está en la piscina por medio de un sistema de intercambiadores de calor donde el agua fría se calentará por el vapor por convección y así se tendrá el agua a una temperatura recomendable para las terapias, dentro de las medidas de seguridad todo el piso que se encuentra en esta área es antideslizante y cumplen con las recomendaciones que dan las personas encargadas de la terapia, para tener menos probabilidades que ocurra un accidente.

2.2.5. Línea de vapor a la cisterna de bunker

- **Situaciones de riesgo**

Por el uso continuo de la línea de vapor, a largo plazo se puede dar el deterioro de la tubería como también de los accesorios, debido al condensado que se acumula a lo largo de la tubería.

Paralelamente a la tubería de vapor, pero en una sección diferente se encuentra la tubería que transporta el bunker, que alimentará a un tanque en el área de calderas llamado de diario, es probable que con el tiempo hayan derrames de bunker en los canales.

- **Mitigación de las situaciones de riesgo**

Para mayor seguridad tanto del Departamento de Mantenimiento como para el Hospital, la tubería de vapor como la de bunker estará en un canal de concreto debidamente tapado a nivel del suelo.

Si llegara a existir un derrame de bunker por algún accesorio, se colocará en la parte más profunda del canal una capa de 10 centímetros de arena amarilla, por encima otra capa de 10 centímetros de piedrín de $\frac{1}{4}$ de pulgada, con el fin de retener el bunker y que no se empoce. Por estar la tubería de vapor tapada en el canal no hay contacto directo con el personal encargado del mantenimiento.

2.2.6. Jacuzzi

- **Situaciones de riesgo**

Por el movimiento del agua y la entrada y salida de los pacientes, el piso que se encuentra alrededor del *jacuzzi* se mantendrá mojado durante las terapias, por lo que puede presentarse el riesgo de que alguien sufra una caída.

El vapor que se usa para calentar el agua que es utilizada para terapias, no tiene contacto con ningún paciente ni mucho menos con el personal encargado de limpieza.

- **Mitigación de las situaciones de riesgo**

Se colocará alrededor del *jacuzzi* un piso y alfombra antideslizante para que los pacientes realicen sus terapias sin ningún problema, también las caídas se evitarán por las recomendaciones que darán las personas encargadas de las terapias y del personal de limpieza que estará secando el lugar.

El agua se calentará por medio de vapor en unos intercambiadores de calor por convección, por que la tubería estará en la parte baja de los vestidores donde no hay ningún contacto con el paciente.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Situación actual de la red de vapor del hospital

3.1.1. Lavandería

Actualmente, el Hospital de Rehabilitación cuenta con una lavandería para sus propios servicios que es el lavado, secado y planchado de diferentes prendas de vestir, como también ropa de cama para los pacientes que se encuentran internados en cada uno de los módulos con que cuenta el hospital.

La lavandería se encuentra ubicada en el área del hospital de Gineco-obstetricia, debido a que el Hospital de Rehabilitación no cuenta con la generación propia de vapor, depende del vapor que genera la caldera del hospital de Gineco-obstetricia así de esta forma trabajan todas las máquinas para poder prestar el servicio de lavandería al Hospital de Rehabilitación.

En el presente proyecto se estará realizando el traslado de la lavandería, hacia las instalaciones del hospital de Rehabilitación debido a que el hospital tendrá ahora su propia generación de vapor.

3.1.2. Agua caliente

El agua caliente en el Hospital de Rehabilitación es indispensable debido a que uno de sus usos es la mezcla que debe hacerse en las duchas con el agua fría ya que los pacientes que son internados hacen uso de ellas cada mañana.

La función primordial del hospital es la rehabilitación de todos los pacientes afiliados que llegan con algún impedimento a causa de algún accidente y todos los programas incluyen tratamientos con agua caliente por eso es indispensable el vapor.

3.2. Diseño de la red de vapor de los nuevos servicios

3.2.1. Caldera

La caldera de *Cleaver-Brooks* está diseñada, y técnicamente hecha para ofrecer una larga duración y un excelente rendimiento en el trabajo. Los dispositivos eléctricos y mecánicos que se emplean en la construcción integral y están escogidos por su capacidad ya reconocida de buen funcionamiento: sin embargo se exige siempre al operador, técnicas correctas de operación y procedimientos exactos de mantenimiento. Aunque estos componentes proveen un nivel alto de protección y de seguridad no se considera la operación del equipo libre de todo peligro y riesgo propio a la manipulación.

La caldera *Cleaver-Brooks* modelo CB 655-125 de fecha 18/12/69 No. de serie L-49010 y 60HP, trabajó durante mucho tiempo para el Hospital de Gineco-obstetricia y para beneficio de los afiliados se decide trasladarla al hospital de Rehabilitación como implementación de un nuevo proyecto de generación de vapor para nuevos servicios.

La caldera es trasladada días después que se han suspendido las funciones, llegando al hospital de Rehabilitación para iniciar su mantenimiento preventivo y correctivo en el lugar donde iniciará operaciones próximamente.

3.2.2. Nuevos servicios

La implementación de los nuevos servicios en el Hospital de Rehabilitación es una nueva experiencia, debido a que muchas de las terapias de rehabilitación a las que han sido sometidos todos los pacientes por mucho tiempo han sido deficientes por no haber suficiente espacio para realizar las terapias, ahora con este nuevo proyecto se estará atendiendo en distintas áreas con terapias especializadas y personal capacitado.

3.2.2.1. Jacuzzi

En esta área se encontrarán 3 *jacuzzis*, con medidas de 4.5 m. de ancho, 4.0 m. de largo y 1.2 m. de profundidad, para una capacidad de 5,706.13 galones cada uno.

El *jacuzzi* estará terminado en su interior con un azulejo antideslizante y el agua será calentada por medio de intercambiadores donde el agua pasa dentro de un serpentín y el vapor se encontrará a su alrededor.

3.2.2.2. Sauna

En esta área se encontrarán 4 saunas, con medidas de 3.9 m. de largo, 2.5 m. de ancho y 2.9 m. de alto, cubiertos totalmente de piso de azulejo antideslizante para seguridad de los pacientes.

El sauna estará controlado por válvulas reguladoras y válvulas solenoides, con el fin de que el vapor ingrese cada 45 minutos.

3.2.2.3. Piscina

Una de las áreas donde se distribuirá el vapor para fines de rehabilitación es la piscina, este lugar se caracteriza por ser el más grande debido a que el agua que hay que calentar es bastante.

La piscina tendrá medidas de 14 m. de largo, 10.6 m. de ancho, con una profundidad máxima de 1.6 m. para una capacidad de 56,532.9 galones.

Tanto el *jacuzzi* como la piscina tienen en común la forma de calentar el agua pero en sistemas separados llamados concha tubo, ya que el agua circulará por un serpentín que está en el interior de un tubo lleno de vapor.

3.2.2.4. Línea de vapor a la cisterna de bunker

El vapor será transportado hasta donde se encuentra la cisterna de bunker que es a 98.6 m. del área de caldera.

El propósito que tendrá la línea de vapor, es mantener el bunker a una temperatura considerable para poder transportarla por medio de bombeo hasta el tanque de diario que alimentará a la caldera.

3.3. Ejecución del proyecto

3.3.1. Definición del proyecto

La generación de vapor es una de las principales áreas que tiene un hospital, debido a que existen varios servicios que se prestan para beneficio de todos los pacientes.

El presente proyecto tiene como nombre, Implementación de la red de tubería para transporte y distribución de vapor saturado, del *manifold* hacia los servicios de lavandería, *jacuzzi*, sauna, agua caliente y línea de vapor a la cisterna de bunker, en el hospital de rehabilitación del IGSS colinas de pamplona zona 13, Guatemala.

El hospital se encuentra en una fase de nuevos proyectos por lo cual se acaba de trasladar una caldera con el fin de generar su propio vapor para los diferentes servicios y no depender del vapor que recibe de la caldera del hospital de Gineco-obstetricia, paralelamente se está desarrollando la construcción de una piscina, *jacuzzi*, sauna, tanque para agua caliente y una línea de vapor para la cisterna de bunker, con el fin de atender mejor a los pacientes y poder desarrollar de una manera eficaz todas las terapias que ahí se implementan.

La característica principal del proyecto es implementar la instalación de la tubería principal de vapor que viene de la caldera hacia el *manifold* y de sus respectivas derivaciones hacia cada uno de los nuevos servicios, ya que cada línea contará con sus respectivos accesorios para que el vapor llegue lo más limpio posible y sea más eficiente.

La generación de vapor en el hospital es muy importante y por eso debe ser saturado libre de condensación, con el fin de no deteriorar las máquinas que están en contacto con el vapor, ya que en su transporte se produce la condensación, por lo que se tendrán que colocar trampas de vapor en puntos estratégicos de la tubería, principalmente a una distancia antes de ingresar a las máquinas.

3.3.2. Beneficios del Proyecto

La ejecución del proyecto es de mucha importancia para el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, debido a que se trasladará una caldera de un hospital que ya no requiere vapor en gran cantidad, a otro hospital donde tener su propia caldera es de mucha necesidad.

Las personas que más beneficios van a obtener son todos los pacientes afiliados, por la implementación de nuevas áreas para la realización de terapias, ya que los distintos sistemas para calentar el agua son realizados por vapor.

Así también es de gran beneficio para las autoridades del Hospital de Rehabilitación, porque ya no dependerán del vapor que le distribuye el hospital de Gineco-obstetricia.

3.4. Diseño de la línea de vapor

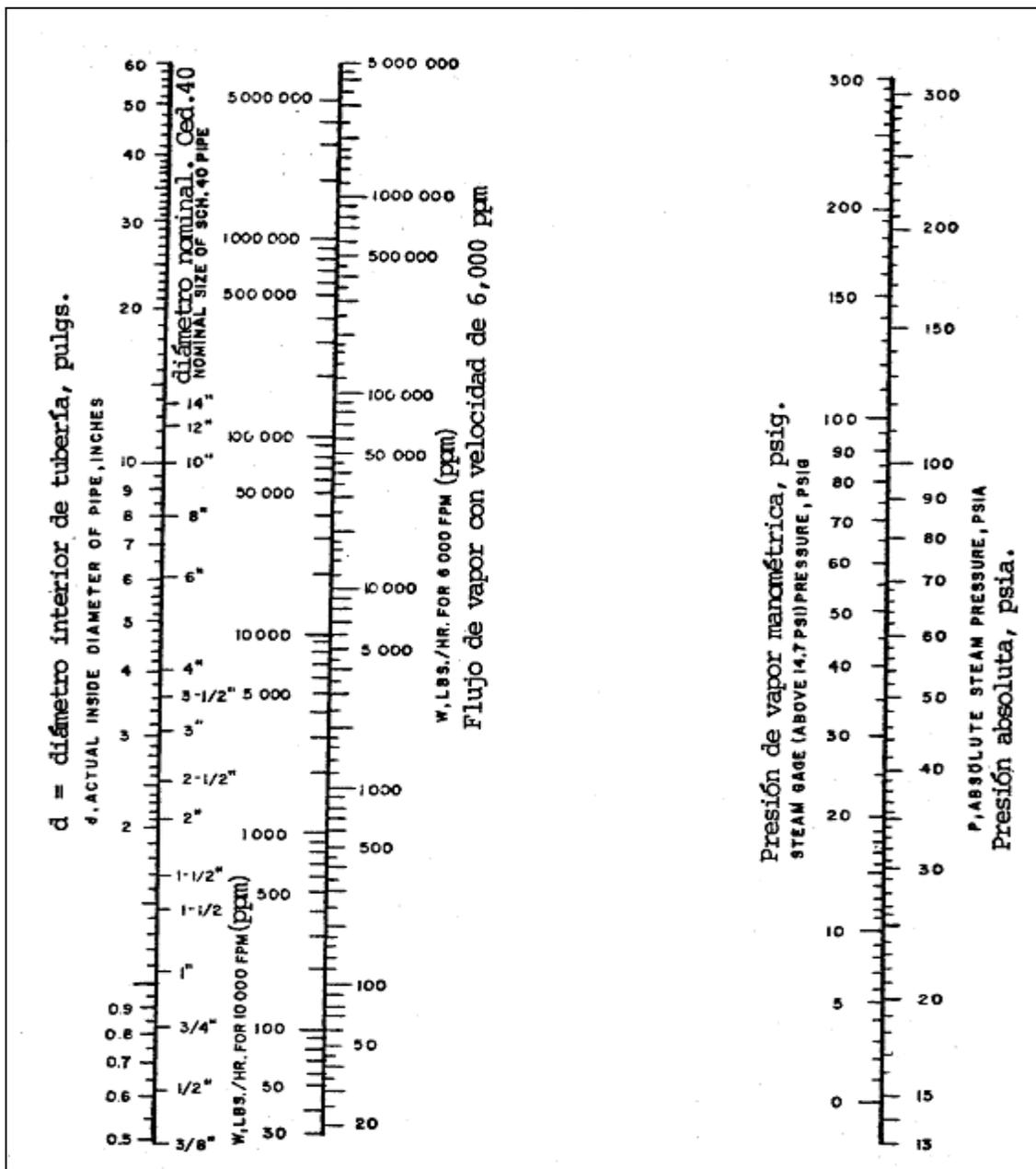
3.4.1. Cálculo del diámetro de tubería

El flujo de masa de vapor es muy importante para poder calcular el diámetro adecuado en cada tubería y como ventaja en el cálculo, los datos del flujo de vapor los podemos encontrar en las especificaciones de cada máquina ya que el fabricante lo da.

El procedimiento para calcular el diámetro en tuberías de vapor es simple, debido a que el método que se utiliza es el de nomogramas, ya que puede ser exacto en un $\pm 2\%$ para vapor saturado hasta una presión de 1400 psig. Para este proyecto se utilizaron diferentes tamaños de diámetro, debido a que el flujo de masa de vapor para cada uno de los servicios es diferente.

Para encontrar el diámetro adecuado es necesario saber el flujo de masa de vapor de cada servicio y presión de vapor manométrica que en este caso es de 100 psig para todos.

Figura 56. **Nomograma para cálculo de diámetro**



Fuente: Guía de laboratorio para calculo de diámetros

En estos nomogramas se utilizan las escalas de flujo de vapor con velocidades de 50.8 metros por segundos (10,000 pies por minuto) y presión de vapor manométrica psig. Alineando estos puntos en la grafica con valores ya dados, es como a continuación se obtuvieron los resultados.

Presión de vapor manométrica para todos los servicios = 100 psig.

Tanque de agua caliente

$W = 750 \text{ lbs. /hora} = 0.094 \text{ kg/seg.}$

Diámetro = 1" = 0.0254 m.

Saunas

$W = 450 \text{ lbs. /hora} = 0.057 \text{ kg/seg.}$

Diámetro = 3/4 " = 0.01905 m.

Línea de vapor para tanque de bunker

$W = 800 \text{ lbs. /hora} = 0.101 \text{ kg/seg.}$

Diámetro = 1" = 0.0254 m.

Lavandería

$W = 6000 \text{ lbs. /hora} = 0.757 \text{ kg/seg.}$

Diámetro = 3" = 0.0762 m.

Piscina y *Jacuzzi*

$W = 3000 \text{ lbs. /hora} = 0.378 \text{ kg/seg.}$

Diámetro = 2" = 0.0508 m.

3.4.2. Cálculo de la tubería de vapor

Para el cálculo de la tubería que transportará y distribuirá el vapor en el hospital se tomaron las mediciones desde el área de calderas hasta cada uno de los servicios tomando en cuenta cada uno de los ramales para cada máquina.

Tabla I. Longitud de tuberías

Área	Diámetro (plg.)	Longitud (m)	Longitud (pies)
Tanque de Bunker	1	98.6	323.4
Caldera y Manifold	4	10	32.8
Tanque de agua Caliente	1	18.5	60.7
Saunas	3/4	10.2	33.5
Lavandería	3	30	98.4
	2	27.2	89.2
	1	55	180.4
	3/4	50.5	165.6
Piscina y Jacuzzi	2	94.5	310
	1	119	390
Retorno	2	54	177.1
	1	25.5	83.6

3.4.3. Resistencia en accesorios en longitudes equivalentes

La resistencia en accesorios se da cuando existen cambios bruscos dentro de la tubería, y el fluido ya no pasa libremente, entre esos accesorios podemos mencionar un codo, tee, válvula de retención y válvulas de compuerta como de tipo globo.

En la siguiente tabla encontraremos valores para cada tipo de accesorio dependiendo del diámetro de la tubería, con el fin de encontrar una longitud equivalente de tubería recta.

Tabla II. **Longitudes equivalentes en accesorios**

Diámetro pulg.	Codo 90° 	Codo 45° 	Válvula de compuerta 	Válvula tipo Globo 	Tee paso Directo 	Tee Salida Lateral 	Válvula de Retención 
1/2	0.4	0.2	0.1	4.9	0.3	1.0	1.1
3/4	0.6	0.3	0.1	6.7	0.4	1.4	1.6
1	0.7	0.4	0.2	8.2	0.5	1.7	2.1
1 1/2	1.1	0.6	0.3	13.4	0.9	2.8	3.2
2	1.4	0.8	0.4	17.4	1.1	3.5	4.2
2 1/2	1.7	0.9	0.4	21.0	1.3	4.3	5.2
3	2.1	1.2	0.5	26.0	1.6	5.2	6.3
4	2.8	1.5	0.7	34.0	2.1	6.7	6.4
5	3.7	1.9	0.9	43.0	2.7	8.4	10.4
6	4.3	2.3	1.1	51.0	3.4	10.0	12.5

Fuente: Azevedo N., J. y Acosta A., G., "Manual de hidráulica", 1975

Cálculos

- Accesorios de 3/4 " = 0.01905 m.
 - Codos $22 \times 0.6 = 13.2$
 - Tee $24 \times 1.4 = 33.6$
 - Válvula de compuerta $110 \times 0.1 = 11$
 - Válvula de retención $10 \times 1.6 = 16$
 - Total = $13.2 + 33.6 + 11 + 16$
 - Total = 73.8 Pies = 22.5 m.
- Accesorios de 1" = 0.0254 m.
 - Codos $56 \times 0.7 = 39.2$
 - Tee $10 \times 1.7 = 17$
 - Válvula de compuerta $15 \times 0.2 = 3$
 - Total = $39.2 + 17 + 3$
 - Total = 59.2 Pies = 18 m.

- Accesorios de 2"= 0.0508 m.
 Codos $13 \times 1.4 = 18.2$
 Tee $9 \times 3.5 = 31.5$
 Válvula de compuerta $2 \times 0.4 = 0.8$
 Total = $18.2 + 31.5 + 0.8$
 Total = 50.5 Pies = 15.4 m.
- Accesorios de 3"= 0.0762 m.
 Codos $2 \times 2.1 = 8.4$
 Tee $2 \times 5.2 = 10.4$
 Total = $8.4 + 10.4$
 Total = 18.8 Pies = 5.7 m.
- Accesorios de 4"= 0.1016 m.
 Codos $2 \times 2.8 = 5.6$
 Total = 5.6 Pies = 1.7 m.

Tabla III. **Resultados de longitud total**

Diámetro Plg.	Longitud		Longitud equivalente		Total = (Long. + Long. Equiv.)	
	Pies	m.	Pies	m.	Pies	m.
3/4 "	199.1	60.7	73.8	22.5	272.9	83.2
1"	1038.1	316.6	59.2	18	1097.3	334.6
2"	576.3	175.7	50.5	15.4	626.8	191.1
3"	98.4	30	18.8	5.7	117.2	35.7
4"	32.8	10	5.6	1.7	38.4	11.7

3.4.4. Detalles del sistema de trampeo

Un sistema de trampeo es el conjunto de accesorios necesarios para separar el condensado del vapor, ya que su principal función es para mantener el vapor lo más limpio posible.

Entre los accesorio más utilizados están: llaves de compuerta, filtro, unión universal, trampa de cubeta invertida, válvula de retención o cheque, codos y tee. En el anexo se encontrarán en detalle cada uno de los sistemas de trampeo, que se diseñaron para la red de transporte y distribución de vapor.

3.4.5. Listado de materiales

3.4.5.1. Tubería

La tubería que se utilizará para el proyecto será hierro negro de cédula 40, para una presión no mayor de 150 PSI, con un largo de 6 metros (20 pies), por lo que en esta tabla se encontrará la cantidad de tubos que serán utilizados y con los diferentes diámetros requeridos.

Tabla IV. Cantidad de tubos

Diámetro de tubos (plg.)	Unidades
3/4	10
1	53
2	29
3	5
4	2

3.4.5.2. Accesorios

Son todas las piezas moldeadas que sirven para unir cada uno de los tubos, la mayoría de los accesorios que se utilizarán en este proyecto son roscados. El objetivo primordial de los accesorios es formar las líneas estructurales de tuberías para transportar el vapor hacia el área de destino.

En las siguientes tablas se presentan todos los accesorios que serán necesarios para cada área, y formar las líneas estructurales para transportar el vapor.

Tabla V. **Accesorios para *Jacuzzis***

Unidades	Accesorios
2	Codo de 1"
2	Codo de 2"
3	Codo de 3/4"
1	Copla de 1"
3	Tee de 1"
4	Tee de 3/4"
12	Unión Universal de 1"
3	Reductor Bushings de 1"-3/4"
1	Reductor Bushings de 2"-3/4"

Tabla VI. **Accesorios para tanque de agua caliente**

Unidades	Accesorios
11	Codo de 1"
3	Tee de 3/4"
7	Unión Universal de 3/4"
1	Filtro de 3/4"
1	Filtro de 1"
2	Reductor Bushing de 1"-3/4"
3	Llave de compuerta de 3/4"
1	Trampa de cubeta invertida de 3/4"

Tabla VII. **Accesorios para saunas**

Unidades	Accesorios
19	Codo de 3/4"
5	Tee de 3/4"
13	Unión Universal de 3/4"
1	Filtro de 3/4"
8	Reductor Bushing de 3/4" – 1/2"
4	Llave de bola de 3/4"
4	Válvula reguladora de 3/4"
4	Manómetro de 0- 15 PSI

Tabla VIII. **Accesorios para piscina**

Unidades	Accesorios
10	Codo de 1"
6	Codo de 2"
8	Coplas de 1"
4	Coplas de 2"
2	Llave de Compuerta de 1"

Tabla IX. **Accesorios para línea de vapor al tanque de bunker**

Unidades	Accesorios
14	Copla de 1"
8	Unión Universal de 1"

Tabla X. **Accesorios para retorno de condensado**

Unidades	Accesorios
2	Codo de 2"
2	Codo de 4"
4	Copla de 2"
2	Tee de 2"
3	Unión Universal de 2"
1	Unión Universal de 4"
1	Junta de Dilatación de 2"

Tabla XI. **Accesorios para lavandería**

Unidades	Accesorios
85	Codo de 3/4"
33	Codo de 1 "
3	Codo de 2"
4	Codo de 3"
8	Copla de 3/4"
2	Copla de 1"
3	Copla de 3"
12	Tee de 3/4"
7	Tee de 1"
7	Tee de 2"
2	Tee de 3"
41	Unión Universal de 3/4"
4	Unión Universal de 1"
6	Unión Universal de 2"
3	Unión Universal de 3"
10	Filtro de 3/4"
1	Filtro de 1"
2	Reducidor Bushing de 3" - 2"
14	Reducidor Bushing de 2"- 1"
1	Reducidor Bushing de 2" - 3/4"
13	Reducidor Bushing de 1"- 3/4"
1	Reducidor Bushing de 3" - 3/4"
22	Llave de compuerta de 3/4"
13	Llave de compuerta de 1"
2	Llave de compuerta de 2"
10	Cheque de 3/4"
10	Trampa de Cubeta invertida de 3/4"
1	Manómetro de 0 - 300 PSI
1	Junta de Dilatación de 3"

3.4.5.3. Sistema de tuberías

El sistema de distribución de vapor empieza desde el barril o tubo distribuidor llamado *Manifold*, de donde salen las líneas alimentadoras de vapor.

El *Manifold* debe estar instalado lo suficientemente bajo para permitir un fácil manejo de las válvulas que tiene cada línea alimentador.

Para seleccionar el diámetro adecuado para el *manifold* se calcula de la siguiente manera:

$$D_B = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}$$

D_B = Diámetro del barril distribuidor

d_n = Diámetro de la línea alimentadora

Aplicando la fórmula para saber el diámetro necesario para el *manifold* se necesita saber el diámetro de las tuberías de lavandería, piscina y *jacuzzi*, tanque de agua caliente, sauna y línea de vapor para tanque de bunker, donde a continuación realizarán las siguientes operaciones:

Lavandería = 3"

Piscina y *jacuzzi* = 2"

Tanque de agua caliente = 1"

Sauna = 3/4"

Línea de vapor a tanque de bunker = 1"

Caldera = 4"

$$D_B = \sqrt{(3)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (3/4)^2 + (1)^2 + (4)^2}$$

$$D_B = \sqrt{9 + 4 + 1 + 0.5625 + 1 + 16}$$

$$D_B = \sqrt{31.5625}$$

$$D_B = 5.62 \text{ pulg.}$$

De acuerdo a los cálculos que se realizaron se necesita un *Manifold* con un diámetro necesario de 6 pulgadas.

3.4.5.4. Herramienta de trabajo

La utilización de herramientas en este proyecto fue de vital importancia, debido a que sin ellas no se hubiera podido maniobrar y ajustar cada uno de los tubos con sus respectivos accesorios.

La buena utilización de la herramienta nos da como resultado, un buen trabajo en la instalación de la tubería como también en la larga vida de la herramienta. En la siguiente lista se encuentran todas las herramientas que se utilizaron para este proyecto:

- Llave *Stilson* o de tubo de 14", 18", 24", y 36"
- Terraaja manual para diámetros de 3/4", 1", 2"
- Teflón de hilo
- Teflón en pasta
- Prensa para tubo
- Cepillo de alambre
- Corta tubo
- Aceite para cortar tubo
- Llave inglesa o cangrejo
- Metro
- Tiza para marcar
- Set de llaves de cola y corona
- Destornillador de castigadera y de cruz

3.4.6. Capacitación del personal

Después de la instalación de toda la tubería que transporta y distribuye el vapor, se hicieron todas las pruebas necesarias para verificar que no existieran fugas durante el recorrido, como también se verificó el flujo de masa de vapor que alimenta a cada servicio para que trabaje en óptimas condiciones.

Dentro del proyecto se tuvo la participación del personal encargado de calderas, el cual conoció el diseño de la instalación para luego instalarla, por tal razón estuvo involucrado y así conoció más del proyecto.

Para efectos del buen manejo de la maquinaria, flujo de masa de vapor y temperaturas acordes a cada servicio, se efectuaron pláticas para un mejor control y una buena labor.

CONCLUSIONES

1. El Hospital de Rehabilitación brindará una mejor atención a los afiliados, con la implementación de las áreas de piscina, *jacuzzi* y sauna para terapias.
2. Para abastecer del vapor necesario a cada una de las áreas de terapia, se implementó la red de tubería para el transporte y distribución de vapor.
3. Para poder generar el vapor necesario y satisfacer a cada uno de los servicios del Hospital se adquirió una Caldera Pirotubular, y se realizó el montaje de todos sus componentes.
4. El Hospital dependía del vapor que generaba el Hospital de Gineco Obstetricia, ahora con el nuevo proyecto el hospital de Rehabilitación cuenta con su propia caldera.

RECOMENDACIONES

1. Para mantener el equipo en buen estado y que no haya problemas con el vapor, el encargado de caldera debe realizar una rutina de observación a lo largo de toda la tubería, 15 minutos después que se haya abierto la válvula en el *Manifold* para la distribución de vapor, con el fin de localizar alguna fuga.
2. Es necesario que el encargado de la caldera realice una vez al mes, una evaluación de los dispositivos generales de la caldera, y se debe programar el mantenimiento general de la caldera a cada seis meses, para no afectar las terapias de los afiliados.
3. El jefe de mantenimiento debe solicitar a las autoridades administrativas, que se les tome en cuenta para realizar un plan de desastre en el hospital, debido a que el área de caldera es nuevo y es de alto riesgo.
4. Por ser nuevos servicios los que brindará el hospital, el supervisor de mantenimiento debe realizar las capacitaciones necesarias a los encargados de calderas, sobre el buen manejo de todos los dispositivos de control de temperatura.

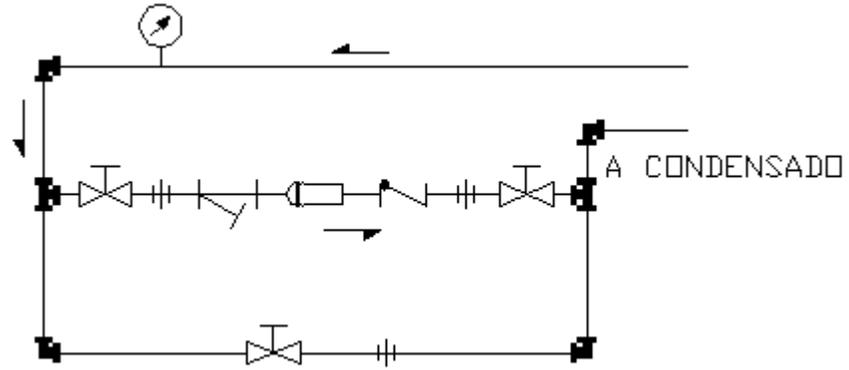
BIBLIOGRAFÍA

1. CABALLANO. *Tipo de calderas* [en línea]. noviembre 2009 [ref. de 08 de octubre 2010]. Disponible en Web: <<http://www.caballano.com/calderas.htm>>.
2. CIFUNSA. *Tipo de bridas* [en línea]. enero 2007 [ref. de 11 de octubre 2010]. Disponible en Web: <<http://www.fluida.com.mx/files/7%20Bridas%20de%20acero.pdf>>.
3. CONRED. *Programa nacional* [en línea]. mayo 2009 [ref. de 08 de octubre 2010]. Disponible en Web: <<http://conred.gob.gt/seconred/porlets/Programa%20Nacional.pdf>>.
4. IGSS, Guía práctica para la clasificación de víctimas heridas en masa. *Triage hospitalario*, (02): 02-16, Mayo 2008.
5. SAPIENSMAN. *Tipo de válvulas* [en línea]. noviembre 2009 [ref. de 20 de octubre 2010]. Disponible en Web: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica30.htm>.
6. SAPIENSMAN. *Dispositivos de control y medida de la presión* [en línea]. abril 2009 [ref. de 20 de octubre 2010]. Disponible en Web: <<http://www.sapiensman.com/neumatica34.htm>>.

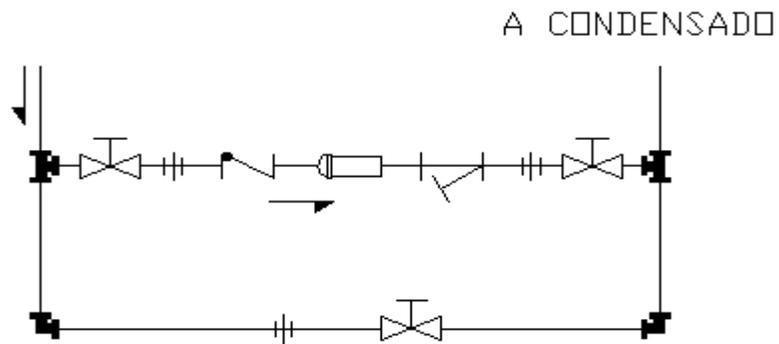
7. SCRIBD. *Unión por soldadura* [en línea]. noviembre 2009 [ref. de 23 de octubre 2010]. Disponible en Web: <<http://www.scribd.com/doc/14145315/UNIONES-SOLDADAS>>.
8. SETT, Oscar. “Conducción de vapor a través de tuberías”. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977.
9. SOTO, Jorge. “Diseño de líneas de vapor”. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1972.
10. TLV. *Trampas de vapor* [en línea]. mayo 2010 [ref. de 10 de octubre 2010]. Disponible en Web: <<http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/history-of-steam-traps-pt1.htm>>.
11. UNICAUCA. *Flujo a presión* [en línea]. marzo 2008 [ref. de 13 de octubre 2010]. Disponible en Web: <http://atenea.unicauca.edu.co/~hdulica/ayudas_fpresion.pdf>.

ANEXOS

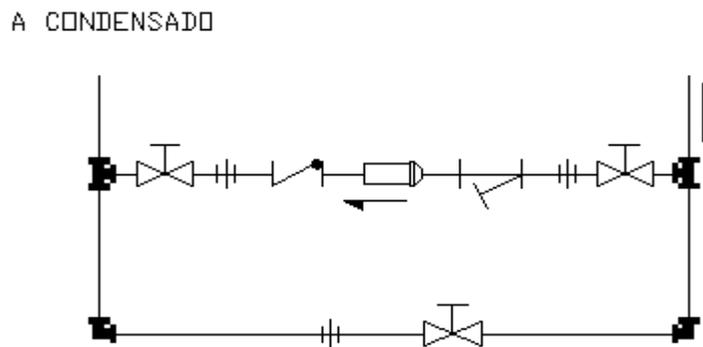
a) Detalle de sistema de trapeo 1



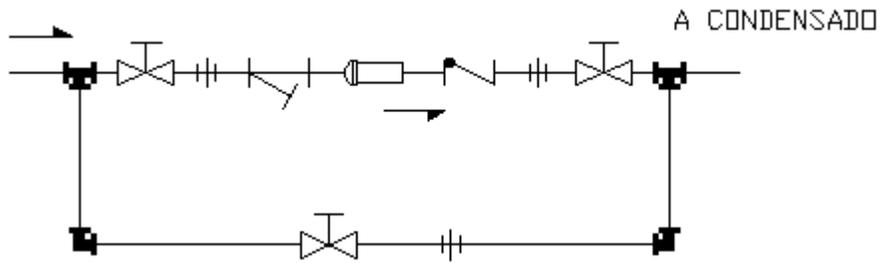
b) Detalle de sistema de trapeo 2



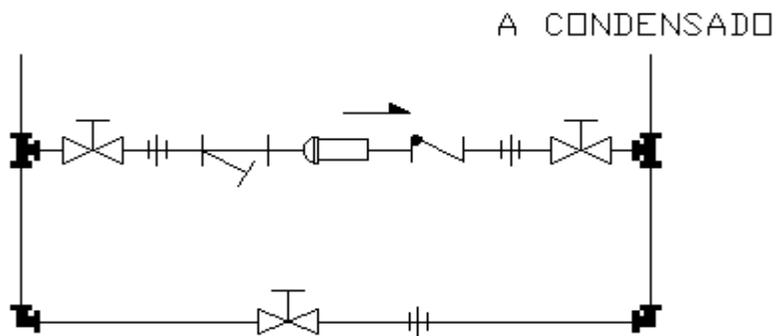
c) Detalle de sistema de trapeo 3



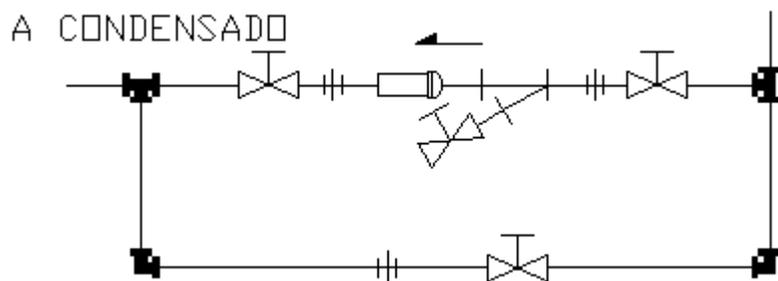
d) Detalle de sistema de trapeo 4



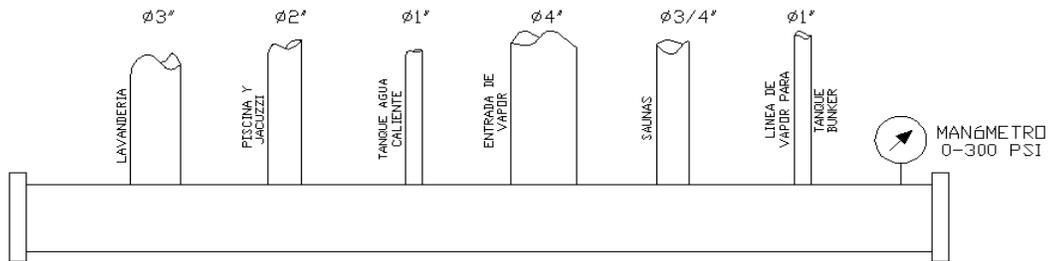
e) Detalle de sistema de trapeo 5



f) Detalle de sistema de trapeo 6



g) Diseño del *Manifold*



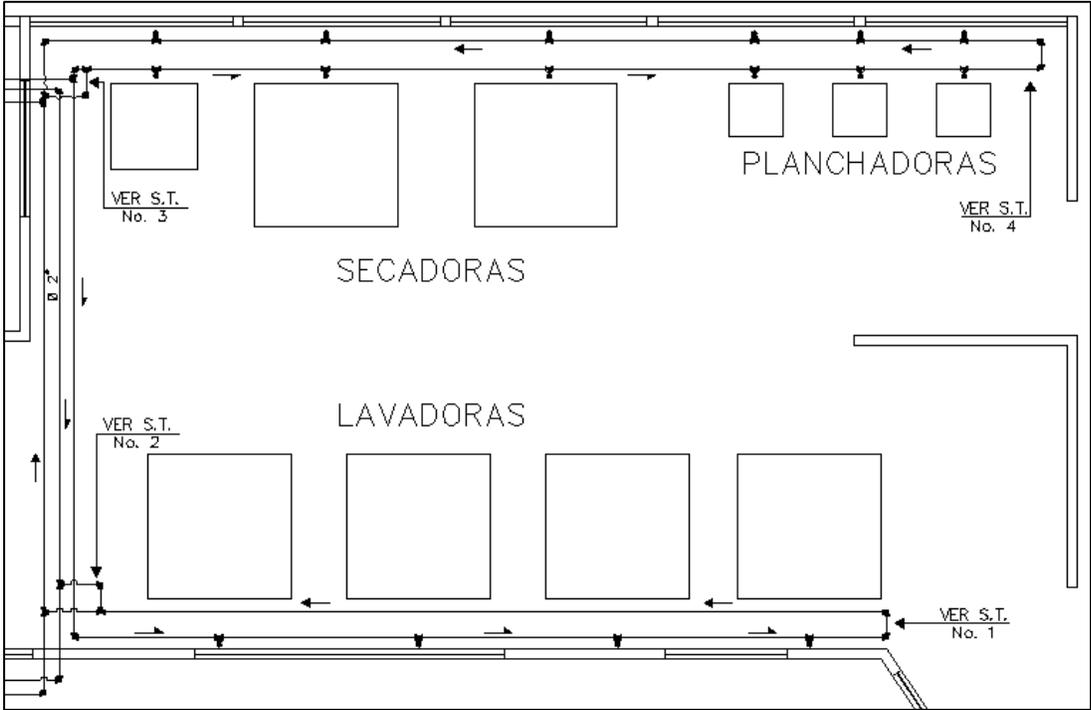
h) Sistema de trampeo 2



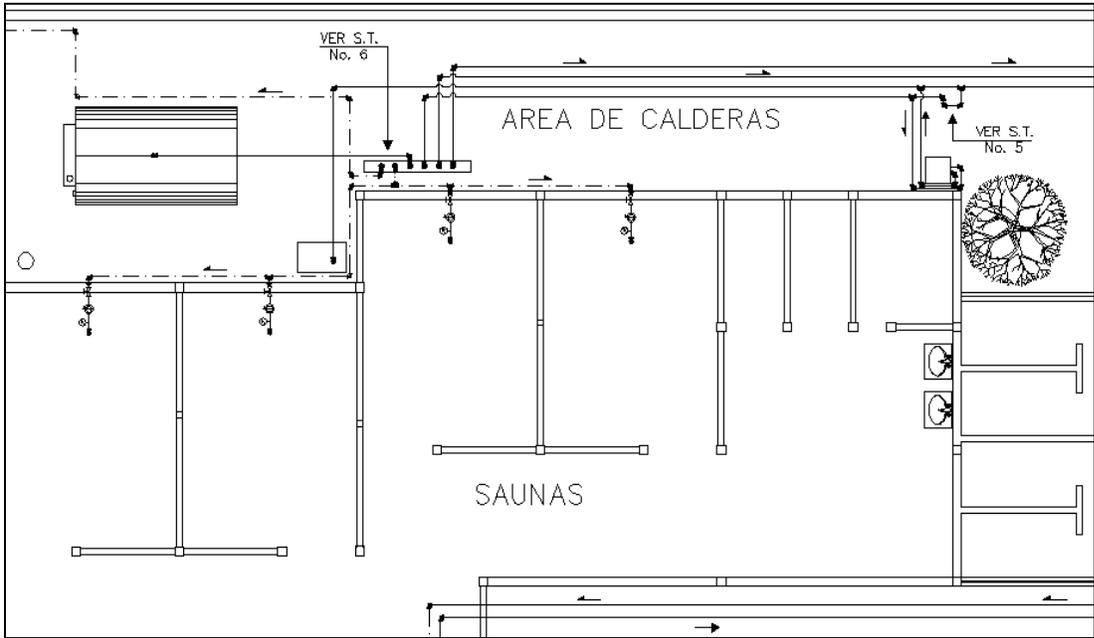
i) Trabajando en el proyecto



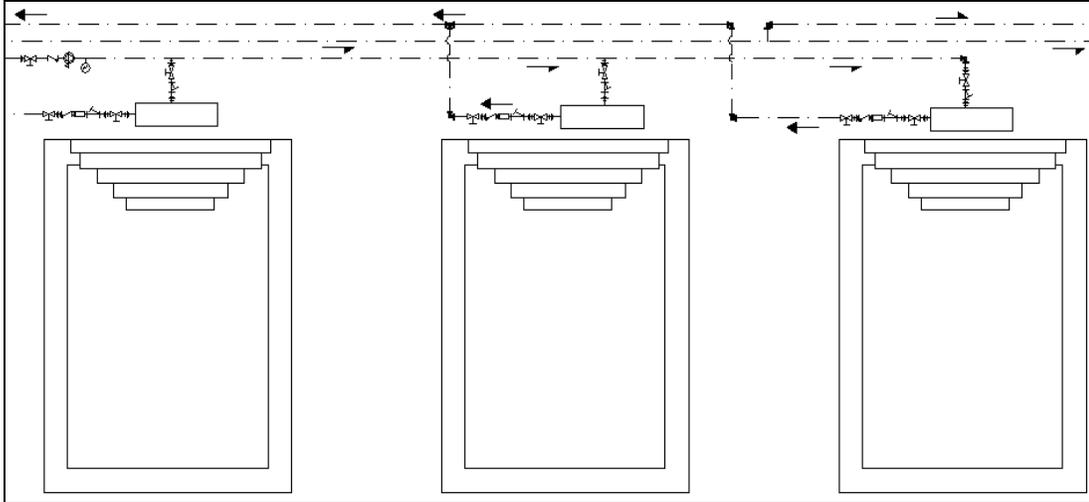
j) Plano de tubería de la lavandería



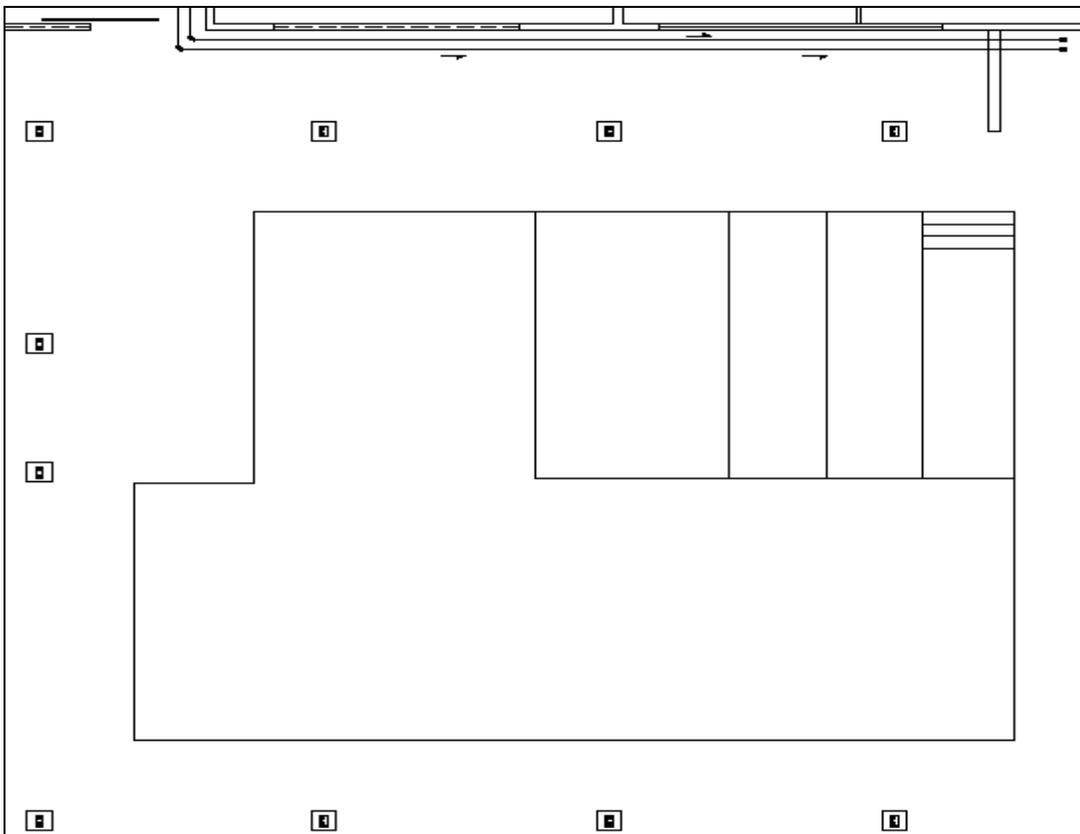
k) Plano de tubería de caldera y saunas



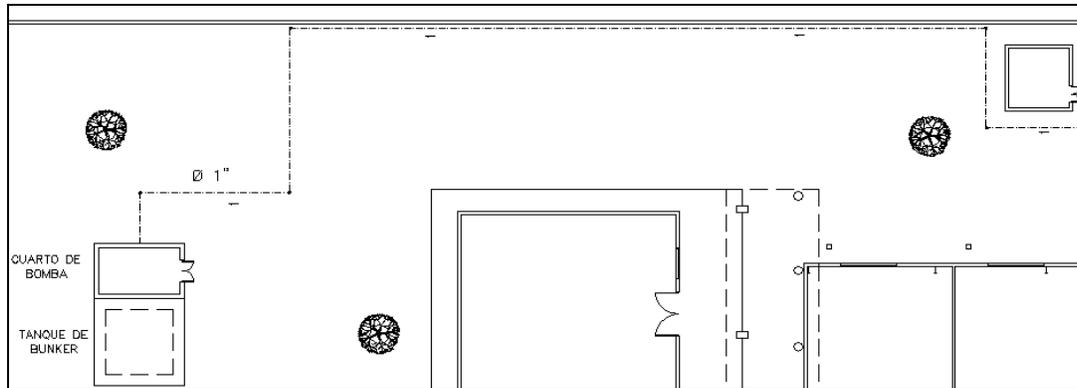
l) Plano de tubería de los jacuzzis



m) Plano de tubería de la piscina



n) Plano de tubería para tanque de bunker



o) Simbología

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	VALVULA REGULADORA
	TEE PERFIL
	JUNTA DE DILATACION
	CODO 90° PERFIL
	TUBERIA AÉREA
	TUBERIA SUBTERRANEA
	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
	VÁLVULA
	UNIÓN UNIVERSAL
	TRAMPA DE CUBETA INVERTIDA
	FILTRO
	MANÓMETRO
	DIRECCION DEL VAPOR
	DIRECCION DEL CONDENSADO

q) Construcción de cuarto de caldera



r) Construcción de canales para tubería



s) Construcción de lavandería



t) Construcción de *jacuzzi*



u) Construcción de *Manifold*



v) Caldera



w) Piscina



x) Sauna



y) Jacuzzi

