

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica
Eléctrica y Mecatrónica



**“DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE
SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II DE MOQUEGUA,
BENEFICIÁNDOSE DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR”**

Tesis presentada por el Bachiller:
Zavala Gonzales, Rafael Augusto
Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Mecánico

Asesor:
Ing. Fernández Barriga, Camilo
Grimaldo

Arequipa – Perú

2021

DICTAMEN APROBATORIO

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 11 de Octubre del 2021

Dictamen: 003438-C-EPIMMEM-2021

Visto el borrador del expediente 003438, presentado por:

2010190011 - ZAVALA GONZALES RAFAEL AUGUSTO

Titulado:

**DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL
ESSALUD II DE MOQUEGUA, BENEFICIÁNDOSE DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1828 - GORDILLO ANDIA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**



**3244 - SILES NATES FERNANDO DAVID
DICTAMINADOR**



**9185 - SIERRA VASQUEZ JULIO RAUL
DICTAMINADOR**





DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios, por guiarme y cuidarme durante este recorrido, son muchas metas que he logrado alcanzar con fe y esperanza, siempre serás mi luz y apoyo.

A mis padres, Rafael y Mary a quienes les debo toda mi vida, por acompañarme en todas mis metas y sueños, porque con sus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegen, por confiar y creer siempre en mí, por las oraciones, consejos y palabras de aliento hacen de mí una mejor persona.

A mis hermanas, Carlita y Alicia por el respaldo y cariño que me ofrecen día a día, quienes me enseñan que con trabajo y perseverancia se encuentra el éxito.

En memoria de mi tía Inés Gonzales que ahora es un ángel en mi vida, que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien.



AGRADECIMIENTO

Gracias a mis profesores, personas de gran sabiduría quienes me transmitieron sus conocimientos, donde cada uno con sus ideas y enseñanzas aportó significativamente a mi formación profesional.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis amigos y compañeros ya que gracias a la amistad, compañerismo y apoyo moral han aportado un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante.

RESUMEN

La presente tesis constituye el diseño de las instalaciones térmicas para el Hospital ESSALUD II Moquegua, ubicado en Pampa San Francisco de la ciudad de Moquegua, comenzando con el análisis de capacidad de la sala de generadores de vapor cuya función primordial es el suministro de vapor a los cuatro servicios los cuales son servicio de cocina, servicio de esterilización, servicio de lavandería y servicio de agua caliente sanitaria. El requerimiento de vapor de las 04 instalaciones térmicas es de 2940.609 kg/hr esta solo considera los equipos.

Para establecer la capacidad nominal de vapor, a la demanda de vapor de equipos hallada, se van a sumar las pérdidas de vapor por la distribución que va desde el sistema de generación de vapor hasta los equipos de los cuatro servicios, agregando un factor por latitud del distrito y factor de evaporación; con lo cual alcanzamos una capacidad total 3733.306 kg/hr = 238.048 BHP, con este valor obtenido se seleccionó 02 generadores de vapor tipo pirotubulares horizontales, de capacidad de 125 BHP cada una. En relación al sistema de combustible dual, establecemos la utilización de combustible de 02 generadores de vapor trabajando en paralelo, para el diésel 02 obtenemos un consumo de 68.123 GPH, y se eligió un tanque de prestación semanal de 3814.860 GLN. Para el sistema de gas natural el consumo es de 277.418 m³/hr. Para el sistema de agua se seleccionó un tanque de 500 GLN y una unidad de ablandador de agua que tiene una capacidad de ablandamiento de 35.385 GPM que debe alimentar a los 02 generadores de vapor y al servicio de lavandería.

Para la distribución del vapor se calculó el diámetro y definimos el espesor de cada tramo que con lleva a cada uno de los 04 servicios, se seleccionó tuberías comerciales que de acuerdo al cálculo todas las tuberías son Schedule 40. Se determinó el sistema de regreso del condensado, de las tuberías principales, ramales y manifold; con los resultados procedemos a la selección de tuberías comerciales, trampas de vapor, piernas colectoras y separadores de vapor para los diferentes equipos. Se calculó el espesor óptimo de aislamiento del sistema de vapor y condensado; como eficiencia del aislamiento mínimo aceptable 80%.

Para llevar a cabo esta tesis el presupuesto de obra está valorizado en \$ 641,626.00 incluyendo los costos de materiales, equipos y costos de la instalación.

Palabras clave: Vapor, Hospital, Aislamiento, Redes, Tuberías.

ABSTRACT

This dissertation states the design of thermal installations for the Hospital “ESSALUD II Moquegua”, located in Pampa San Francisco, Moquegua. To begin with, I start with the analysis of the capacity of the steam generators located in a special room whose main function is to supply steam to the four services (kitchen service, sterilization service, laundry service and sanitary hot water service). The steam requirement for the 04 thermal installations is 2940.609 kg / hr, considering only the equipment.

The steam losses and the distribution that goes from the steam generation system to the equipment of the four services is added in order to obtain the nominal steam capacity, to the equipment steam demand found, adding an area latitude factor and evaporation factor; as a result we get a total capacity of 3733,306 kg / hr = 238,048 BHP, with this obtained value, 02 horizontal fire tube steam generators were selected, with a capacity of 125 BHP each. For the dual fuel system, the use of fuel of 02 steam generators working in parallel was established, for the diesel 02 a consumption of 68,123 GPH was obtained, and a weekly supply tank of 3,814,860 gal was chosen. For the natural gas system, consumption is 277,418 m³ / hr and the Peruvian technical standards (PTS) will be taken into consideration in order to calculate and design. For the water system, a 500 gal degassing tank and a water softener unit were selected. It has a softening capacity of 35,385 GPM that should feed the 02 steam generators and the laundry service.

The condensate return system, the main pipes, branches and manifold were determined; commercial pipes, steam traps, drip legs and steam separators for the different equipment were selected with the obtained results. The optimum insulation thickness of the steam and condensate system was calculated; as minimum acceptable insulation efficiency 80%

To carry out this thesis, the work budget is valued at \$ 641,626.00 including the costs of materials, equipment and installation costs.

Keywords: Steam, Hospital, Insulation, Networks, Pipes.

INTRODUCCIÓN

El Hospital ESSALUD II Moquegua – Perú brinda servicio a los asegurados de la ciudad de Moquegua, y tiene la capacidad de 40 personas internadas entre niños, madres gestantes, de la tercera edad y otros. La población asegurada de ESSALUD en la red Moquegua hasta el 2019 es la siguiente: Total de población asegurada es de 103.365 habitantes de las cuales 53.966 son hombres y 49.399 son mujeres.

Este proyecto se realiza con la intención de diseñar las instalaciones de vapor y utilizar equipos modernos; el vapor es el cambio de fase o de estado físico del agua, de estado líquido a gaseoso a una presión y temperatura, el vapor de agua es considerado una de las principales fuentes de energía calorífica, es eficaz y fácil de controlar muy común de hallar en las industrias y hospitales. La producción de vapor está relacionada con la correcta selección del equipo generador de vapor (caldera), la eficiencia del equipo, los accesorios y las líneas de distribución de vapor que es muy importante porque transportan la energía calorífica a los puntos de demanda de vapor.

Se tiene como principal objetivo diseñar y calcular el sistema de distribución de vapor del hospital ESSALUD II de Moquegua. Para ello, este proyecto se ha desglosado en capítulos que detallo a continuación:

Capítulo I GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN. Se realiza un análisis de la problemática del proyecto la razón por la cual surge la necesidad de elaborar este proyecto en el cual se refiere al diseño y cálculo del sistema de distribución de vapor.

Capítulo II MARCO TEÓRICO. Comprendiendo la sustentación teórica bibliográfica de la investigación; desglosando el estado del arte o antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la conceptualización de las bases teóricas.

Capítulo III INGENIERÍA DEL PROYECTO. Se realiza un análisis de las cargas térmicas, es decir la demanda de vapor en los puntos donde se lo utiliza, con esta información obtenida se realiza la correcta selección del generador de vapor, dimensionamiento de las tuberías de vapor y retorno de condensado, así como accesorios que forman parte fundamental en las líneas de vapor y condensado del sistema.

Capítulo IV ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO. Se presenta un análisis financiero del proyecto, el costo total de la inversión del proyecto.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, anexos y planos.

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO.....	ii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. ÁREA DEL CONOCIMIENTO.....	1
1.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.5. UBICACIÓN.....	3
1.6. HIPÓTESIS.....	7
1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.8. OBJETIVOS.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.2. FUNDAMENTOS DE VAPOR DE AGUA.....	13
2.3. GENERADORES DE VAPOR.....	14
2.4. COMBUSTIBLES PARA CALDERAS.....	17
2.5. TRATAMIENTO DE AGUA PARA CALDERA.....	25
2.6. DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.....	32
2.7. RETORNO DE CONDENSADO.....	41
2.8. DILATACIÓN Y SOPORTE DE TUBERÍAS.....	43
2.9. PÉRDIDAS ENERGÉTICAS Y AISLAMIENTO.....	49
2.10. EQUIPOS PARA HOSPITALES.....	52
CAPÍTULO III.....	61
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	61

3.1.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR.....	61
3.2.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	81
3.3.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE AGUA.....	85
3.4.	DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS SALIDA DEL MANIFOLD	91
3.5.	SELECCIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS EN EL SISTEMA DE VAPOR.....	107
3.6.	CÁLCULO DE LA DILATACIÓN Y SOPORTES DE TUBERÍAS	108
3.7.	CÁLCULO AISLANTE PARA TUBERÍAS DE VAPOR.....	119
3.8.	CÁLCULO DE TUBERÍAS DE CONDENSADOS HACIA TANQUE DE CONDENSADOS.....	123
3.9.	SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR	141
CAPÍTULO IV		146
4.	ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO.....	146
4.1.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	146
CONCLUSIONES.....		150
RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS		151
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		152
ANEXOS.....		157
PLANOS.....		241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de Moquegua en el Mapa del Perú	3
Figura 2 Mapa Político de Moquegua	3
Figura 3 Ubicación del Hospital en la Ciudad de Moquegua.....	4
Figura 4 Ubicación Geográfica del Hospital ESSALUD II Moquegua	4
Figura 5 Fachada del Hospital ESSALUD II Moquegua	5
Figura 6 Instalaciones del Hospital ESSALUD II Moquegua.....	5
Figura 7 Población Asegurada en ESSALUD por Redes y Según Sexo 2019.....	6
Figura 8 Población Asegurada de ESSALUD por Redes y Establecimientos 2019	6
Figura 9 Caldera de Vapor Pirotubular.....	16
Figura 10 Principales Partes de una Caldera Pirotubular	17
Figura 11 Principales Componentes del Gas Natural.....	21
Figura 12 Esquema de Utilización del Gas Natural	22
Figura 13 Combustible N°5	23
Figura 14 Combustible N°6	24
Figura 15 Mapa de Ubicación	25
Figura 16 Ciclo del Agua.....	26
Figura 17 Principales Impurezas Del Agua y sus Efectos.....	27
Figura 18 Agua de Alimentación para Calderas de Vapor y Calderas de Agua Caliente ...	29
Figura 19 Equipos Tratamiento de Agua para Calderas.....	30
Figura 20 Sistema de Vapor Básico	32
Figura 21 Estación de Válvula Reductora de Presión	33
Figura 22 Reductores Concéntricos y Excéntricos.....	34
Figura 23 Diámetros de Distintas Medidas de Tubería	34
Figura 24 Separador de Gotas	36
Figura 25 La Formación de una Bolsa “Sólida” de Agua	38
Figura 26 Derivación de la Parte Superior	38
Figura 27 Diagrama de drenaje de una derivación.....	39
Figura 28 Filtro en Línea.....	40
Figura 29 Instalación de un Purgador en un Tramo Recto.....	40
Figura 30 Sistema de Recuperación de Condensado.....	41
Figura 31 Coeficiente de Dilatación.....	43
Figura 32 Flexibilidad en la Conexión a la Línea de Retorno de Condensado	44

Figura 33	Uso del Separador de Dilatación.....	44
Figura 34	Diagrama de Tubería con Punto Fijos y Puntos de Movimiento	45
Figura 35	Patín y Patín con Abrazadera	45
Figura 36	Curva Completa	46
Figura 37	Lira o Herradura.....	46
Figura 38	Curva de Dilatación.....	47
Figura 39	Junta Deslizante	47
Figura 40	Fuelle.....	48
Figura 41	Soportes Recomendados para Tubería	49
Figura 42	Espesor Económico	51
Figura 43	Autoclave de Vapor.....	53
Figura 44	Planchadora – Secadora Mural.....	54
Figura 45	Flujograma de Lavandería	56
Figura 46	Lavadora Centrifugadora	57
Figura 47	Marmita a Vapor	58
Figura 48	Detalle de Instalación del Calentador de Agua	60
Figura 49	Gráfica de Distribución del Servicio de Cocina.....	62
Figura 50	Gráfica de Distribución del Servicio de Cocina.....	67
Figura 51	Gráfica de Distribución del Servicio de Esterilización	70
Figura 52	Gráfica de Distribución del Sistema de Agua Caliente Sanitaria	73
Figura 53	Gráfica de los Puntos A, B, C y D hacia Manifold	75
Figura 54	Ingreso Aplicación Steam Tools	97
Figura 55	Steam Pipeline System “Sistema de Tubería de Vapor”	97
Figura 56	Find Pipe Size on Velocity.....	98
Figura 57	Colocamos los Datos para el Cálculo Diámetro de Tubería	99
Figura 58	Resultado del Diámetro de Tubería.....	99
Figura 59	Distribución de Tuberías para las Diferentes Áreas.....	102
Figura 60	Distribución de tuberías en el servicio de cocina.....	103
Figura 61	Distribución de Tuberías en el Servicio de Lavandería	104
Figura 62	Distribución de Tuberías en el Servicio de Esterilización	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de Cocina.....	64
Tabla 2 Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de Lavandería.....	69
Tabla 3 Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de Esterilización.....	72
Tabla 4 Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de ACS.....	75
Tabla 5 Resumen del Consumo de los Diferentes Servicios.....	77
Tabla 6 Datos de la Ciudad de Moquegua.....	79
Tabla 7 Selección Calderas para Funcionamiento de Instalaciones del Hospital.....	80
Tabla 8 Datos para el Cálculo de la Demanda de Combustible.....	82
Tabla 9 Datos para el Cálculo del Caudal Volumétrico.....	84
Tabla 10 Dureza de Agua.....	87
Tabla 11 Equivalencia entre Sistemas.....	88
Tabla 12 Recomendación para Velocidad en Tuberías.....	92
Tabla 13 Resumen de Presión y Temperatura de Todos los Servicios.....	93
Tabla 14 Cuadro Resumen de Cálculo de Tuberías.....	106
Tabla 15 Resumen de Dilatación de Tuberías de Vapor.....	110
Tabla 16 Cuadro de Diferencias de Expansión Térmica de Todos los Tramos de Tubería	112
Tabla 17 Expansión Térmica de Tuberías y Selección de Junta de Expansión.....	114
Tabla 18 Soportes Recomendados Según Tipo de Tubería.....	116
Tabla 19 Tramos de Tubería Distancia Entre Soportes, Tipo y Número.....	118
Tabla 20 Tabla Resumen del Aislamiento de Tuberías.....	122
Tabla 21 Resumen de Condensado Formado en la Red de Tuberías Principales y Ramales.	127
Tabla 22 Resumen de Condensado por Precalentamiento de Tuberías de Vapor.....	130
Tabla 23 Resumen de Condensado en el Sistema de Distribución de Vapor.....	131
Tabla 24 La Carga de Condensado Formado en las Áreas de los Servicios del Hospital.	134
Tabla 25 Resumen de Diámetro en las Líneas de Drenaje Hacia las Trampas de Vapor.	138
Tabla 26 Resumen de la Selección de Tuberías para Condensado.....	140
Tabla 27 Resumen de Selección de Trampas.....	145
Tabla 28 Resumen Presupuesto Instalaciones Termicas.....	146

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

El Hospital ESSALUD II Moquegua brinda el servicio de atención médica en sus instalaciones a los asegurados.

La generación de vapor es un proceso muy importante en los hospitales para realizar sus actividades diarias, y el hospital ESSALUD II Moquegua no cuenta con instalaciones de vapor, ya que actualmente el hospital contrata el servicio de lavandería a terceros y envía a otros hospitales que se encuentran en otra ciudad, el servicio de cocina cuenta con cocinas industriales.

Por este motivo, es necesario realizar el estudio respectivo para diseñar las instalaciones de vapor en las áreas de lavandería, cocina y aprovechar también para el área de esterilización y agua caliente sanitaria y así satisfacer la demanda de vapor en el hospital.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Diseñar las redes de vapor para suministrar a las diferentes áreas de servicio del Hospital ESSALUD II Moquegua?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Calcular la capacidad del generador de vapor para el Hospital ESSALUD II Moquegua?

¿Calcular las tuberías de la red de vapor en el Hospital ESSALUD II Moquegua?

¿Calcular el aislamiento término de la red de vapor en el Hospital ESSALUD II Moquegua?

¿Calcular la distribución de vapor de la red de vapor en el Hospital ESSALUD II Moquegua?

¿Calcular los elementos secundarios de la red de vapor en el Hospital ESSALUD II Moquegua?

1.2. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

a. Área : Ingeniería y tecnología

b. **Sub área** : Ingeniería mecánica

c. **Disciplina** : Termodinámica

1.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es descriptivo tiene como propósito describir los objetos tal como están funcionando u ocurriendo. El investigador debe influir en el funcionamiento del objeto de investigación.

Se describe que el hospital no cuenta líneas de distribución de vapor y que cada área es independiente de sus suministros energéticos y proponemos diseñar líneas de distribución de vapor que pueda abastecer la demanda de las cuatro áreas.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se desarrolló con la finalidad de brindar una instalación de calderas a gas natural y el sistema de distribución de vapor que satisfaga el consumo de vapor para los diferentes equipos instalados en las áreas de cocina, lavandería, esterilización y calentadores de agua del Hospital ESSALUD II Moquegua ubicado en la Pampa San Francisco – Moquegua.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El diseño de las instalaciones térmicas para el hospital permitirá y garantizará un desarrollo normal de las cuatro áreas y volcarlas integra y óptimamente en beneficio de la población.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Diseñar las instalaciones de vapor energéticamente eficientes utilizando equipos modernos y en todo momento aprovechada para satisfacer la demanda.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN ECOLÓGICA

Las instalaciones de vapor del hospital tendrán opción de funcionamiento con gas natural un combustible muy limpio y de poca contaminación al medio ambiente. (Alvarez Cevallos, 2014)

1.5. UBICACIÓN

1.5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Hospital ESSALUD II Moquegua está ubicado en la Región Moquegua, Provincia Mariscal Nieto distrito de Moquegua en el Centro Poblado Menor San Francisco con dirección Pampa San Francisco s/n.

Su ubicación en coordenadas Universal Transversal de Mercator.

- Latitud 17°11'40" S
- Longitud 70°57'14" W

Figura 1

Ubicación de Moquegua en el Mapa del Perú



Fuente: Wikicommons, (2020)

Figura 2

Mapa Político de Moquegua



Fuente: Banco central de reserva del Perú, (2020)

Figura 3

Ubicación del Hospital en la Ciudad de Moquegua



Fuente: Google Earth, 2020

Figura 4

Ubicación Geográfica del Hospital ESSALUD II Moquegua



Fuente: Google Earth

1.5.2. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad al Hospital ESSALUD II Moquegua, viniendo desde el centro de la ciudad de Moquegua, es por la Av. Ejército hasta llegar al Parque de la Juventud y seguimos por la Panamericana Sur hasta llegar antes del Grifo MARESA, todo este trayecto dura como unos 15 minutos aproximadamente en auto, desde el Centro Poblado Menor San Antonio hacia el Hospital la duración es de 5 minutos, existen varios medios de transporte por lo cual no habría

problemas de ingreso y salida rápida de las zonas más densas en población del Distrito de Moquegua.

Figura 5

Fachada del Hospital ESSALUD II Moquegua



Fuente: Propia

Figura 6

Instalaciones del Hospital ESSALUD II Moquegua



Fuente: Propia

1.5.3. POBLACIÓN ASEGURADA EN LA CIUDAD DE MOQUEGUA

En la región Moquegua en el 2019 se tiene 103.365 habitantes asegurados 53.966 son hombres y 49.399 son mujeres. En la red Moquegua tenemos 06 establecimientos que pertenecen a ESSALUD, como este proyecto se encuentra en la ciudad de Moquegua tomamos en cuenta la cantidad de habitantes

asegurados en el establecimiento Moquegua que son 47.961 habitantes según datos Seguro Social Salud (Estadística Institucional).

Figura 7

Población Asegurada en ESSALUD por Redes y Según Sexo 2019

REDES ASISTENCIALES	2019		
	Total	Hombres	Mujeres
RED ASISTENCIAL ALMENARA	1.634.990	826.505	808.485
RED ASISTENCIAL AMAZONAS	74.802	40.831	33.971
RED ASISTENCIAL ANCASH	233.278	118.449	114.829
RED ASISTENCIAL APURIMAC	92.008	50.041	41.967
RED ASISTENCIAL AREQUIPA	689.470	341.943	347.527
RED ASISTENCIAL AYACUCHO	114.627	59.849	54.778
RED ASISTENCIAL CAJAMARCA	193.233	104.693	88.540
RED ASISTENCIAL CUSCO	370.868	198.890	171.978
RED ASISTENCIAL HUANCVELICA	82.356	45.375	36.981
RED ASISTENCIAL HUANUCO	177.649	93.697	83.952
RED ASISTENCIAL HUARAZ	118.957	64.480	54.477
RED ASISTENCIAL ICA	489.117	239.703	249.414
RED ASISTENCIAL JULIACA	146.006	77.864	68.142
RED ASISTENCIAL JUNIN	382.005	193.255	188.750
RED ASISTENCIAL LA LIBERTAD	700.753	353.259	347.494
RED ASISTENCIAL LAMBAYEQUE	632.871	321.649	311.222
RED ASISTENCIAL LORETO	248.206	136.077	112.129
RED ASISTENCIAL MADRE DE DIOS	39.852	21.015	18.837
RED ASISTENCIAL MOQUEGUA	103.365	53.966	49.399
RED ASISTENCIAL MOYOBAMBA	57.665	31.758	25.907
RED ASISTENCIAL PASCO	96.928	51.294	45.634
RED ASISTENCIAL PIURA	684.990	352.600	332.390
RED ASISTENCIAL PUNO	104.401	54.443	49.958
RED ASISTENCIAL REBAGLIATI	2.004.898	961.028	1.043.870
RED ASISTENCIAL SABOGAL	1.873.794	945.241	928.553
RED ASISTENCIAL TACNA	124.501	62.507	61.994
RED ASISTENCIAL TARAPOTO	118.672	63.800	54.872
RED ASISTENCIAL TUMBES	72.138	36.802	35.336
RED ASISTENCIAL UCAYALI	149.053	79.678	69.375
Total general	11.811.453	5.980.692	5.830.761

Fuente: Ministerio de trabajo y promoción del empleo, (2020)

Figura 8

Población Asegurada de ESSALUD por Redes y Establecimientos 2019

RED ASISTENCIAL / ESTABLECIMIENTO	NIVEL	2019
RED ASISTENCIAL MOQUEGUA		103.365
CM PAMPA INALAMBRICA	C.M.	11.599
ILO	H.II	33.345
MOQUEGUA	H.II	47.961
OMATE	P.M.	1.701
SAMEGUA	C.M.	5.862
TORATA	CAP II	2.897

Fuente: Gerencia Central de Seguros y Prestaciones Económicas - ESSALUD
Elaboración: SGE-GGI-GCPP

Fuente: Ministerio de trabajo y promoción del empleo, (2020)

1.6. HIPÓTESIS

Mediante el diseño de las líneas de distribución de vapor para el servicio de esterilización, cocina, lavandería y agua caliente sanitaria se logrará favorecer positivamente a los pacientes asegurados del Hospital ESSALUD II Moquegua.

1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variable independiente: Diseño de redes de vapor.

Variable dependiente: Suministro de vapor a las áreas de servicio del hospital.

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y calcular el sistema de distribución de vapor para dar funcionamiento a equipos modernos para las áreas de cocina, lavandería, esterilización y calentadores de agua del Hospital ESSALUD II Moquegua.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la capacidad de generación de vapor para los cuatro servicios y selección de calderas de vapor adecuadas.
- Calcular el sistema de agua dura y blanda necesaria para el correcto funcionamiento de los generadores de vapor.
- Calcular el sistema de distribución de vapor, retorno de condensado y selección accesorios, trampas de vapor, válvulas y reducciones.
- Seleccionar los equipos adecuados y eficientes para cumplir satisfactoriamente las necesidades del hospital.
- Mejorar la calidad de servicio para los asegurados en el Hospital ESSALUD II Moquegua.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La presente tesis titulada:

“Estudio y diseño del mejoramiento de la red de distribución de vapor en el Hospital Nacional Pedro de Bethancourt, antigua Guatemala” de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, el autor Bach. Nicolás Alejandro Cuyún Gaitán, tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico Industrial (2011) concluye lo siguiente: La relación de vapor producido en las condiciones actuales es alta debido a la inexactitud en el mantenimiento a la red de vapor, porque se está produciendo mucho más vapor de cual se requiere, dadas las pérdidas de energía que se están obteniendo por el deterioro de accesorios dentro del sistema. Se detectó la necesidad de colocar aislante en las tuberías que no lo tengan, además de colocar un serpentín dentro de la chimenea de gases, así como la reparación o sustitución en algunas de las trampas de vapor y esencialmente la generación de vapor sobrecalentado para optimizar el consumo de combustible en la caldera de vapor y reducir los costos de operación. Así mismo su recomendación más importante es: Aumentar la presión de la caldera a 125 psi para generar vapor sobrecalentado, a fin de mejorar el consumo de combustible utilizado para la generación de vapor y para la instalación de aislamiento térmico en tuberías y accesorios se recomienda que antes de montaje, debe comprobarse que las tuberías no estén rotas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier manera. Para dicha instalación se harán de forma ordenada. (Cuyún Gaitán, 2011, pág. 165)

En la Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, el autor Bach. Adolfo Manuel Popayán Villanueva, en su tesis titulada:

“Mejoramiento de las líneas de distribución de vapor mediante la reingeniería al área de esterilización, cocina y lavandería del Hospital Regional Eleazar Guzmán Barrón” tesis para optar el grado académico de Ingeniero en Energía (2016) concluye lo siguiente: Mediante la aplicación de técnicas de reingeniería se redujeron las pérdidas energéticas en promedio un

36 % en las redes de distribución de vapor y retorno de condensado respecto a las pérdidas energéticas antes de la mejora. La reducción de pérdidas de calor se logró con el rendimiento de las tuberías de transporte de vapor, espesor del aislamiento óptimo económico, uso de compensadores de dilatación y sustitución de trampas de vapor termodinámicas por flotador termostática. Con la mejora: Generador de 50 BHP y 70 BHP, con eficiencias de 85 %. La eficiencia de aislamiento de red de vapor y retorno de condensado es de 96 % y 95 % respectivamente. Así mismo su recomendación más importante es: Realizar un programa de mantenimiento que involucre sistema de tratamiento de agua, generación, distribución de vapor y equipos de consumo para mantenerlas en condiciones óptimas de operación y traigan como beneficio ahorro económico y alargar la vida útil de los equipos y accesorios que la conforman. (Popayán Villanueva, 2016, pág. 210)

La presente tesis titulada: **“Propuesta de mejora en las instalaciones del departamento de servicios de lavandería en el Hospital General de ISSS”** de la Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, el autor Bach. Christian Francisco Cruz Beltrand, tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico (2008) concluye lo siguiente:

Se le realizaran algunas modificaciones al sistema de distribución de vapor en el área de casas de máquinas ya que existen un número considerable de tuberías las cuales se cruzan con las de la propuesta estas se plantean en el plano de las nuevas instalaciones. Para mejorar la calidad del servicio de vapor habrá que instalar un acumulador de vapor para que este mantenga la presión necesaria en los equipos y no se den problemas de arrastre. Los elementos de un sistema de distribución de vapor deben ser inspeccionados periódicamente siguiendo los lineamientos de un plan de mantenimiento pues de eso depende el buen funcionamiento de dichos elementos. Así mismo su recomendación es: Enfibrar y enchaquetar aquellas tuberías que tengan riesgo de quemaduras para evitar pérdidas de calor, lo cual se traduce en pérdidas de dinero y revisar el correcto funcionamiento de las estaciones de trapeo, ya que la temperatura en el tanque de condensado es muy elevada, lo cual repercute en el funcionamiento de las bombas de este sistema, pues quedan propensas a la cavitación. (Cruz Beltrand, 2008, pág. 188)

En la Universidad Nacional de Loja Ecuador, Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, el autor Bach. Oscar Eduardo Rivas Sánchez, en su tesis titulada: **“Rediseño el sistema de generación y transporte de vapor del Hospital del IESS de la ciudad de Machala”** tesis para optar el grado académico de Ingeniero Electromecánico (2013) concluye lo siguiente:

Que de acuerdo a los requerimientos de vapor presentados por los diferentes puntos de consumo del Hospital del IESS, y considerando el balance térmico aportado por cada uno de ellos, las 2 calderas Bryan Boiler, serie CL270-S-150-FDO, de 64 BHP cada una, instaladas actualmente, si satisfacen la demanda pico de vapor para mantener el Hospital a su máxima capacidad de personas hospitalizadas (80). La adaptación del sistema de retorno de condensado para el área de esterilización a la existente instalación de vapor, permitiría tener considerables ahorros de combustible, agua y productos químicos, ya que en las condiciones actuales se está derrochando vapor y condensado. Todas las adaptaciones o sistemas propuestos en la presente tesis permitirán el uso eficiente del vapor en el Hospital del IESS con ahorros de energía y, además, se ha demostrado que en un periodo máximo de 4 años se podrá recuperar la inversión económica realizada para la adquisición y montaje de los sistemas propuestos. Así mismo su recomendación más importante es: Utilizar la cantidad de químicos adecuados para tratar el agua de alimentación de la caldera, con esto se logra reducir las incrustaciones dentro de las tuberías de transporte de vapor, además de las pérdidas generadas por purgas de la caldera. (Rivas Sánchez, 2013, pág. 199)

La presente tesis titulada: **“Diseño del sistema de distribución de vapor y selección del caldero para el Hospital San Juan de Dios”** de la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, Facultad de Ciencia y Tecnología, el autor Bach. Danilo Fabricio Rodríguez Chica y Oswaldo Alberto Rubio Sarmiento, tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico (2014) concluyen lo siguiente:

Determinar un correcto dimensionamiento de sus calderos (punto neurálgico de nuestro diseño). En el diseño de la tubería se utilizó las formulas normales de mecánica de fluidos para poder determinar la dimensión de las mismas y en consecuencia la de sus accesorios; para lograr dimensionar el aislante se utilizó la sugerencia del RITE (reglamento de instalaciones térmicas de la

edificación). La simulación de las tuberías se realizó en software libre de TLV y PTC vapor proporcionado por la EREN. La simulación del aislante también la hemos comprobado con un software libre llamado AISLAM, calculadora en la cual hemos ingresado los datos de temperaturas y características en el punto de análisis. Así mismo su recomendación más importante es: En una red de vapor es recomendable cerrar el circuito (red de vapor y red de condensado), en este proyecto hemos realizado el estudio de la primera parte, para el diseño de retornos de condensado se recomienda hacer otra tesis que abarque dichos estudios. En la red de vapor debemos evitar el pandeo de las tuberías, los golpes de ariete producidos por no tener y sobre todo evitar la tendencia de dimensionar la tubería guiándose solo en las conexiones de los equipos, si la tubería se dimensiona de esta manera es posible no tener el caudal volumétrico necesario. (Rodríguez Chica & Rubio Sarmiento, 2014, pág. 112)

La presente tesis titulada: **“Diseño del sistema de distribución de vapor en el Hospital León Becerra de Guayaquil”** de la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, Facultad de Ciencia y Tecnología, el autor Bach. Ismael Alejandro Álvarez Cevallos, tesis para optar el grado académico de Ingeniero Industrial (2014) concluye lo siguiente:

El equipo seleccionado para este proyecto es una caldera vertical del tipo pirotubular de marca Hurst con una capacidad de 15 CC. La selección del equipo se la realizo en base al estudio de cargas térmicas según la necesidad de demanda de vapor de los equipos en las áreas operativas y sobre todo el espacio físico disponible en el nuevo cuarto de caldera. Se determinó que los diámetros de las tuberías para las líneas principales de vapor son de 1” y para las líneas secundarias de vapor como las marmitas y el lavaplatos en el área de cocina son de ½”, para el equipo esterilizador el diámetro de la tubería secundaria dimensionada es de 1”. El aislamiento térmico seleccionado es de lana de vidrio de 1” para las tuberías principales y de ½” para las tuberías secundarias a excepción del esterilizador. Se ha optado por utilizar trampas termodinámicas de disco controlado en el sistema de retorno de condensado, debido a su fácil mantenimiento y diseño de poca dimensión. Así mismo su recomendación más importante es: Instalar las tuberías de vapor y retorno de

condensado dejar una inclinación mínima de 40mm. cada 10m. de tubería, con el fin de que fluya el condensado de vapor hacia las piernas colectoras y evitar los golpes de ariete y también se recomienda implementar un tanque ablandador de agua y utilizar un tratamiento químico de la marca Rochem One shot BTW para el agua que ingresa a la caldera, con el fin de evitar corrosión, evitar picaduras en el interior de las tuberías e interior de las paredes de la caldera. (Alvarez Cevallos, 2014, pág. 157)

En la Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, el autor Bach. Daniel Gustavo Yauri Callupe, en su tesis titulada: **“Evaluación de la red de distribución de vapor en el Hospital Regional Ramiro Priale de Huancayo”** tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico (2018) concluye lo siguiente:

Se determinó que la tubería del servicio de lavandería de diámetro nominal de 3 pulgada es insuficiente para poder suministrar vapor requerido por lo tanto es necesario cambiar por una tubería de 3 ½ pulgada. El aislamiento más eficiente y económico es del tipo lana de vidrio cuyo espesor es de ¾ pulgada esta medida no es comercial en el mercado por lo tanto se propone instalar un aislante de espesor 1 pulgada. Así mismo su recomendación más importante es: Para la adquisición de una nueva tubería de distribución en el servicio de lavandería se recomienda comprar con las siguientes características: Diámetro nominal: 3 ½ pulgada, Material: Fierro Negro de Grado: B y cumplir con los horarios de suministro de vapor a los servicios así el flujo de vapor en el área de lavandería aumenta a 1513 Kg/hr aproximadamente. (Yauri Callupe, 2018, pág. 84)

La presente tesis titulada: **“Diseño de las instalaciones térmicas con combustible dual en el Hospital Central del Distrito de Majes”** de la Universidad Católica de Santa María, Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales, el autor Bach. Fredy Huamani Aquima, tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico-Eléctrico (2016) concluye lo siguiente:

Se logró calcular y diseñar las instalaciones térmicas del hospital central del distrito de majes de acuerdo a normas con una la sala de generación de vapor que alimenta a los 06 servicios como son cocina hospitalaria centralizada,

central de esterilización, humidificación, control de humedad hospitalario, desechos hospitalarios, lavandería hospitalaria centralizada y el sistema de agua caliente sanitaria ACS estos servicios mejoraran la calidad de atención de salud general en este centro hospitalario. Se calculó el sistema de agua blanda y dura para alimentación de los generadores de vapor de una manera óptima se realiza la selección del sistema dosificador interno, ablandador de agua y tanque desgasificador. Se calculó toda la red de tuberías de vapor y retorno de Condensado seleccionando las tuberías comerciales, las trampas de vapor, válvulas, reducciones y accesorios de acuerdo a lo determinado. (Huamani Aquima, 2016, pág. 247)

2.2. FUNDAMENTOS DE VAPOR DE AGUA

2.2.1. Concepto de vapor de agua

El vapor de agua se forma cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso. A un nivel molecular esto es cuando las moléculas de H_2O logran liberarse de las uniones (ej. Uniones de hidrógeno) que las mantienen juntas. (Compañía especialista en vapor Tlv, 2020)

2.2.2. Cómo funciona el vapor de agua

En el agua líquida, las moléculas de H_2O están siendo unidas y separadas constantemente. Sin embargo, al calentar las moléculas de agua, las uniones que conectan a las moléculas comienzan a romperse más rápido de lo que pueden formarse. Eventualmente, cuando suficiente calor es suministrado, algunas moléculas se romperán libremente. Estas moléculas “libres” forman el gas transparente que nosotros conocemos como vapor, o más específico vapor seco. (Compañía especialista en vapor Tlv, 2020)

2.2.3. Características del vapor

Las principales características del vapor de agua para el campo industrial son:

- Materia prima barata y de elevada disponibilidad.
- Amplio rango de temperatura de empleo.
- Ininflamable y no toxico.
- Fácilmente transportable por tubería.

- Elevado calor de condensación.
- Elevado calor específico.
- Temperatura de condensación fácilmente regulables

El vapor de agua constituye el fluido energético ideal para aplicación en el campo industrial. La razón fundamental es la necesidad que tiene la industria de emplear fuentes de calor a muy diversos niveles de temperatura. (Junta de Castilla y León, 2010, pág. 7)

2.2.4. Vapor seco y vapor húmedo

Los cuadros de vapor indican las propiedades de lo que llamamos corrientemente “el vapor seco saturado”. Se trata de vapor que hemos evaporado completamente, al eliminar todas las gotas de agua líquida.

La calidad del vapor se caracteriza por su “parte de sequedad”. Se trata de la proporción de vapor completamente seco que se encuentra en el vapor en cuestión.

El vapor se convierte en “húmedo” cuando contiene gotas de agua en suspensión. Estas gotas no tienen entalpía específica de evaporación, tienen una cierta masa, pero ocupan un espacio despreciable. Es por lo que el vapor húmedo ocupa un volumen inferior al del vapor saturado seco. (Asco, 2020, pág. 2)

2.3. GENERADORES DE VAPOR

2.3.1. Generación de vapor de agua

Cuando el agua se le comunica energía calorífica varía su entalpía y su estado físico. A medida que tiene lugar el calentamiento, la temperatura del fluido aumenta y por lo regular su densidad disminuye. La rapidez de la vaporización depende de la velocidad con la cual se transmite el calor al agua y de su movimiento en el recipiente en donde está confinado. El vapor así formado, si bien se halla en el estado gaseoso, no sigue enteramente las leyes de los gases perfectos.

La temperatura a la cual se produce la ebullición depende de la pureza del agua y de la presión absoluta ejercida sobre ella. Para el agua pura la temperatura de

ebullición tiene un valor determinado para cada presión y es menor a bajas que a altas presiones. (Severns, 1961, pág. 72)

2.3.2. Caldera

La caldera es una máquina generada por la ingeniería, que fue diseñada para producir vapor. Este vapor se forma a través de la transferencia de calor a presión constante, en el cual el fluido entra o es originalmente un líquido que luego se calienta y cambia de fase. (Castillo, 2013)

2.3.3. Tipos de calderas

Fundamentalmente son dos los tipos de calderas de vapor que normalmente suelen utilizarse: caldera de tubos de humo o piro tubulares y calderas de tubos de agua o acuotubulares. (Castillo, 2013)

2.3.4. Caldera de tubos de humo o piro tubulares

Se pueden explicar como un cilindro compacto de agua, atravesado longitudinalmente por un haz de tubos por los que circulan llamas y/o los humos. Lógicamente, los humos y la llama pasarán por el interior de los tubos de acero, los cuales estarán rodeados de agua. (Castillo, 2013)

2.3.5. Caldera de tubos de agua o acuotubulares

El agua está en parte o casi toda contenida en haces de tubos de acero rodeados por la llama y los gases calientes de la combustión. Teniendo en cuenta el elevado número de tubos que pueden instalarse, la superficie de calefacción puede ser muy grande para dimensiones relativamente reducidas. Por esta razón, su puesta a régimen es muy rápida, teniendo la posibilidad de producir vapor a elevadas presiones. (Gss Industrial, 2020, pág. 46)

Se puede observar en la Figura 9 una caldera de tubos de humo o piro tubular horizontal de la marca INTESA de tres pasos este tipo de caldera se utilizará para el presente proyecto.

Figura 9

Caldera de Vapor Pirotubular



Fuente: Asme, (2020)

2.3.6. Partes de una caldera

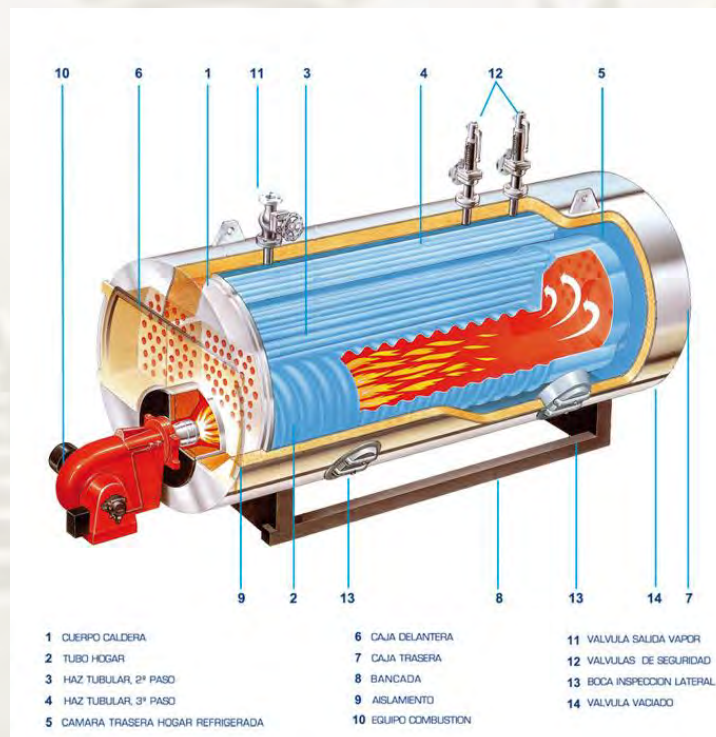
De forma general las principales partes de una caldera pirotubular consta de las siguientes partes Figura 10.

- **Quemador:** sirve para quemar el combustible y producir la llama.
- **Hogar o cámara de combustible:** alberga el quemador y en su interior se realiza la combustión del combustible utilizado y la generación de los gases calientes.
- **Tubos de intercambio de calor:** a través de su superficie se efectúa el flujo de calor desde los gases generados en la combustión hasta el fluido caloportador.
- **Chimenea:** es la vía de escape de los humos y gases de combustión hacia el exterior después de haber cedido calor al fluido caloportador.
- **Salida de fluido caliente:** desde donde el vapor o el fluido caliente se envía hacia los puntos de consumo de la instalación.

- **Bomba:** es el equipo encargado de introducir el fluido frío en estado líquido en la caldera para reemplazar el volumen de fluido caliente que ha abandonado la misma.
- **Carcasa:** contiene el hogar y el sistema de tubos de intercambiador. Debe estar recubierta por una envolvente con material aislante térmico, con el fin de disminuir las pérdidas de calor y proteger a los operarios contra quemaduras. (Barrera Puigdollers, Betoret Valls, Castelló Gómez, & Pérez Esteve, 2020)

Figura 10

Principales Partes de una Caldera Piro-tubular



Fuente: Barrera Puigdollers, Betoret Valls, Castelló Gómez, & Pérez Esteve, (2020)

2.4. COMBUSTIBLES PARA CALDERAS

Combustible es cualquier material capaz de liberar energía en forma de calor cuando reacciona con el oxígeno, habitualmente el contenido en el aire, transformando su estructura química. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general, se trata de sustancias susceptibles de quemarse. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 29)

2.4.1. Combustión

Son tres los requisitos que deben coexistir y combinarse para que se produzca la combustión:

1. La existencia de combustible, como aquella sustancia que tiene gran afinidad para combinarse con el oxígeno.
2. La presencia de aire, y más concretamente del oxígeno contenido en él, como agente que provoca esa reacción exotérmica. Se le suele denominar comburente, como el agente que combinado con un combustible provoca su combustión.
3. La adecuada temperatura, cuyo valor influye de forma directamente proporcional en la velocidad de la reacción de oxidación/combustión.

Estos 3 requisitos están íntimamente correlacionados en toda combustión: para una determinada temperatura de combustión existe una proporción exacta de combustible y comburente que determina la reacción óptima, de tal forma que desviaciones sobre estos valores modifica la calidad de la combustión hasta el extremo de que la ausencia de uno cualquiera de estos tres impide que se produzca la misma. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007, pág. 10)

2.4.2. Clasificación de combustibles

De acuerdo con su estado de agregación, los combustibles se clasifican en:

- Combustibles Sólidos
- Combustibles Líquidos
- Combustibles Gaseosos. (**Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007, pág. 10**)

2.4.3. Propiedades generales de los combustibles

Independientemente del tipo de combustible, estos se definen por una serie de propiedades genéricas, de las que se indican las siguientes:

- **Poder calorífico:** es la cantidad de energía (calor) desprendida por una unidad de combustible en su combustión completa para unas condiciones determinadas de presión y temperatura de los productos que reaccionan y de los productos resultantes.
- **Composición de los combustibles:** es fundamental para poder determinar los parámetros característicos de su combustión y prever la posible emisión de productos nocivos o contaminantes.
- **Peso específico:** se define como el peso de una unidad de volumen del mismo en condiciones normalizadas de temperatura y presión. Para combustibles líquidos se considera una temperatura de referencia de 15°C y para combustibles gaseosos es de 0°C, a presión atmosférica.
- **Densidad:** se define como la relación entre el peso específico del combustible y el de una sustancia de referencia. En el caso de combustibles líquidos y sólidos la sustancia de referencia es el agua y en el caso de combustibles gaseosos esta referencia es el aire.
- **Contenido de azufre:** es preciso conocer el contenido de azufre en el combustible para valorar la cantidad de CO_2 que aparecerá en los productos de la combustión, que, tras su hidrolizarían, es el responsable de la denominada lluvia acida. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 30)

2.4.4. Selección de combustible

La selección de combustible para alimentar la caldera para nuestro proyecto, se va a basar principalmente en el precio de cada combustible, seleccionaremos un sistema de clase dual.

- Gas Natural
- Combustible N°2, N°6, R-500 y GLP

La razón por utilizar gas natural como combustible para nuestra caldera es para aprovechar la llega del gas natural por medio del “Gasoducto Andino del Sur”, que beneficiara a varias regiones y una de ellas es Moquegua, la segunda elección de combustible es porque el proyecto “Gasoducto Andino del Sur” se encuentra en desarrollo y por eso motivos utilizaremos combustible N°5 y N°6. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007, pág. 10)

2.4.5. Gas Natural

Es una mezcla de gases obtenidos directamente de la naturaleza en yacimientos, donde el metano (CH_4) constituye más del 70% de su composición. Otros gases que pueden estar presentes en proporciones apreciables son el nitrógeno (hasta el 20%) y el etano (C_2H_6 , hasta el 10%). (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007, pág. 10)

Otra definición de gas natural, Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinermin) “es una mezcla compleja de hidrocarburos incoloros (sin color), inodoro (sin olor), e insípido (sin sabor), constituido principalmente por el gas metano que en los yacimientos se encuentra en estado gaseoso o asociado con el petróleo”. (Organismo supervisor de la inversión en energía y minería, 2020)

La denominación de estos hidrocarburos que se encuentran en el Gas Natural Figura 11.

Figura 11

Principales Componentes del Gas Natural

Nomenclatura	Nombre	Estado Natural
C_1H_4	Metano	gas
C_2H_6	Etano	gas
C_3H_8	Propano	gas licuable
C_4H_{10}	Butano	gas licuable
C_5H_{12}	Pentano	líquido gasificable
C_6H_{14}	Hexano	líquido gasificable
C_7H_{16}	Heptano	líquido
C_8H_{18}	Octano	líquido

Fuente: Cáceres, (2015) pág. 15

- **Utilización del gas natural**

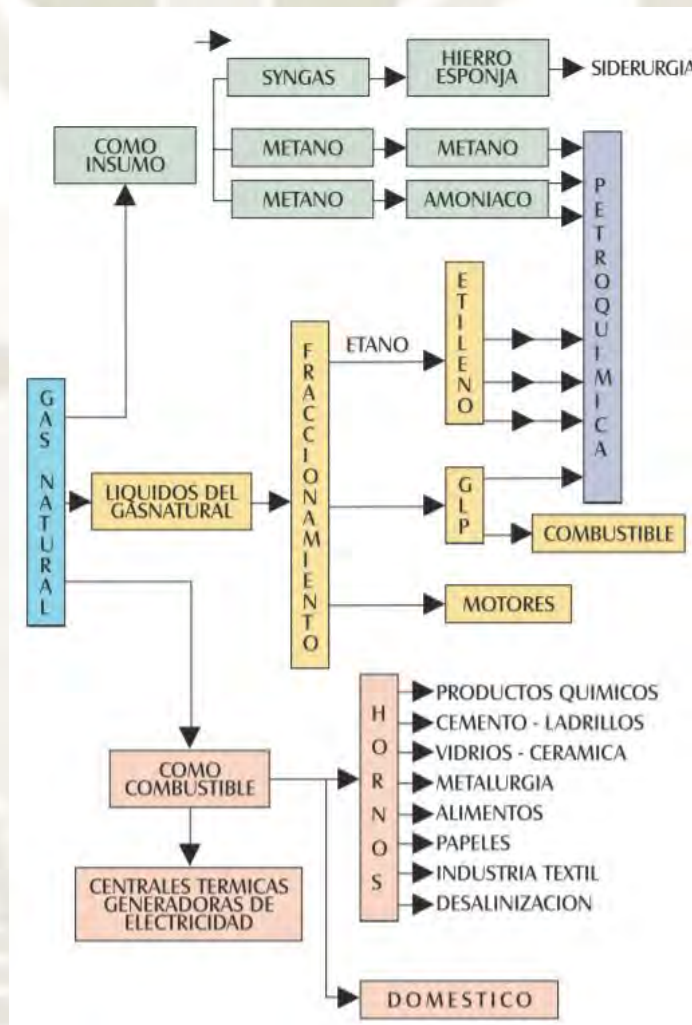
El gas natural representa para la industria una fuente energética con grandes ventajas sobre fuentes, tanto por su bajo costo como por su calidad y limpieza.

El gas natural puede utilizarse como combustible o como insumo para obtener otros productos, como se muestra en la Figura 12.

El empleo del gas natural para la generación de vapor en calderas está ampliamente difundido en el mundo y la conversión de un caldero a este combustible es bastante simple. (Cáceres, 2015, pág. 57)

Figura 12

Esquema de Utilización del Gas Natural



Fuente: Cáceres, (2015), pág. 60

2.4.6. Combustible N°5, N°6

Son combustibles residuales para uso industrial obtenidos de procesos de refinación del petróleo crudo que cumplen con las normas técnicas peruanas y con el estándar internacional ASTM D-396 (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

- **Características Técnicas**

- Viscosidad acorde a las especificaciones de los equipos en los que respecta a bombas, filtros y características de los quemadores.

- Máximo poder calorífico, clave para el cálculo del balance y el costo energético del producto.
- Bajo contenido de azufre, lo que minimiza los problemas de corrosión en el sistema de combustible.
- Mínima cantidad de agua y sedimentos, lo que evita la obstrucción de filtros y boquillas de los quemadores. (Ministerio de Energía y Minas, 2020)
- **Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas se muestran en las Figuras siguientes para combustible N°5 y N°6. (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

Figura 13

Combustible N°5

ENSAYOS		ESPECIFICACIONES		MÉTODO	
		MIN.	MAX.	ASTM (a)	OTROS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ					
CLASE DE PRODUCTO				Fecha efectiva:	
COMBUSTIBLE				Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO				Reemplaza edición de:	
RESIDUAL				Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO					
PETRÓLEO INDUSTRIAL N°5					
VOLATILIDAD					
Gravedad API @ 60°F		Reportar		D-287, D-1298	
Gravedad específica @ 60/60°F		Reportar		D-287, D-1298	
Punto de inflamación, °C	55			D-93	
FLUIDEZ					
Viscosidad cinemática a 50°C, cSt	40	80		D-445	
Punto de escurrimiento, °C		Reportar		D-97	
COMPOSICIÓN					
Azufre total, % masa		2.0		D-129, D-4294	
Cenizas, % masa		0.10		D-482	
Residuo de carbón, % masa		Reportar		D-165, D-4530	
Vanadio, mg/Kg		Reportar		D-5708	
CONTAMINANTES					
Agua y sedimentos, % V	(b)	1.0		D-1796 ó D-55 y D473	
CONDICION GENERAL					
Requiere precalentamiento durante el magueo y uso.					
OBSERVACIONES:					
(a) En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 321.002 y con el estándar ASTM D-396					
(b) La cantidad de agua por destilación, por el método ASTM D-95 más los sedimentos por extracción por el método ASTM D-473, no deberá exceder el 1.0%.					

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020).

Figura 14

Combustible N°6

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ				
CLASE DE PRODUCTO	COMBUSTIBLE		Fecha efectiva: Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO	RESIDUAL		Reemplaza edición de: Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO				
PETRÓLEO INDUSTRIAL N°6				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MIN.	MÁX.	ASTM	OTROS
VOLATILIDAD				
Gravedad API @ 60°F	Reportar		D-287, D-1298	
Gravedad específica @ 60/60°F	Reportar		D-287, D-1298	
Punto de inflamación, °C	60		D-93	
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 50°C, cSt	81	640	D-445	
Punto de escurecimiento, °C	Reportar		D-97	
COMPOSICIÓN				
Azufre total, % masa	3.5		D-129, D-4294	
Cenizas, % masa	Reportar		D-482	
Residuo de carbón, % masa	Reportar		D-189, D-4530	
Vanadio, mg/Kg	Reportar		D-5708	
CONTAMINANTES				
Agua y sedimentos, % V	(b)	2.0	D-1796 & D-96 y D473	
CONDICION GENERAL				
Requiere precalentamiento durante el manejo y uso.				
OBSERVACIONES:				
(a) En concordancia con la Norma Técnica Peruana NTP 321.002 y con el estándar ASTM D-396				
(b) La cantidad de agua por destilación, por el método ASTM D-96 más los sedimentos por extracción por el método ASTM D-473, no deberá exceder el 2.0%.				

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020).

2.4.7. Gasoducto Andino del Sur

El 6 de octubre de 2008 el Estado Peruano, representado por el Ministerio de Energía y Minas, suscribió con Kuntur el Contrato de Concesión de Transporte de Gas Natural por Ductos de Camisea al Sur del Perú, denominado “Gasoducto Andino del Sur”.

El proyecto contempla la construcción de un ducto de 30” hasta 36” de diámetro para transportar gas natural (gasoducto) y un ducto de 18” hasta 24” de diámetro para transportar líquidos de gas natural (poliducto) dentro de un corredor o derecho de vía de 25 metros de ancho (Sistema de Transporte Andino del Sur). Los dos ductos serán enterrados por debajo de la superficie del terreno en todo su trayecto, salvo casos particulares que por razones del terreno y siguiendo los procedimientos de seguridad correspondientes deba variarse dicha profundidad tanto en más como en menos. El proyecto propuesto recorre las tres macro regiones naturales del Perú (selva, sierra y costa) y los departamentos de Cusco, Puno, Arequipa y Moquegua como se ve en la Figura 4. El proyecto permitirá el transporte de gas natural y líquidos de gas natural de los yacimientos de la amazonia peruana hacia las ciudades de Quillabamba, Cusco, Arequipa, Juliaca, Matarani e Ilo. (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

Figura 15

Mapa de Ubicación



Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2017)

2.5. TRATAMIENTO DE AGUA PARA CALDERA

El tratamiento del agua de una caldera de vapor o agua caliente es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes.

El objetivo principal del tratamiento de agua es evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera.

El aseguramiento de la calidad del agua de alimentación y agua de la caldera se consigue cumpliendo con los requerimientos de las normas, que definen los límites recomendados para los parámetros involucrados en el tratamiento del agua. (Arnulfo, 2015)

2.5.1. Fuentes de Agua

Las fuentes de agua corresponden a toda aquella agua (ríos, lagos, océanos, etc.), que no ha recibido ningún tipo de tratamiento y por lo tanto contienen impurezas,

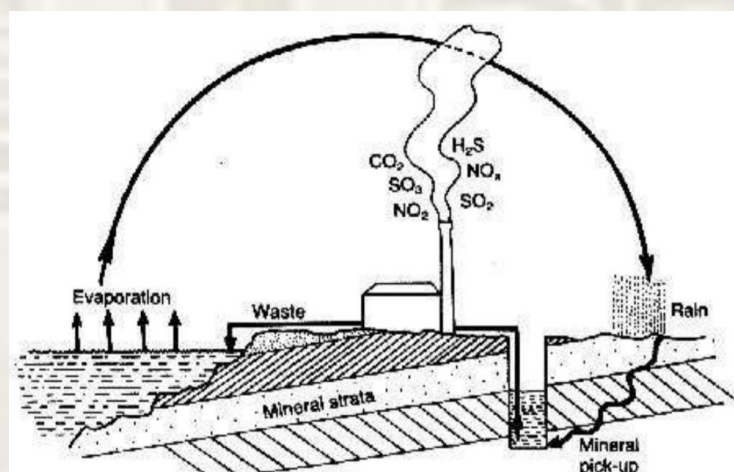
adquiridas durante el ciclo al que han sido sometidas, que impiden su utilización directa en una caldera.

El ciclo del agua, mostrado en la Figura 16, indica que la humedad atmosférica resulta de evaporación de las fuentes de agua, la que luego al condensarse precipita en forma de lluvia, granizo o nieve, absorbiendo gases y otras sustancias descargadas por el hombre a la atmósfera. Esta situación es la causa de que la lluvia contenga una gran cantidad de impurezas al momento de entrar en contacto con la tierra.

A medida que el agua fluye por sobre la superficie de la tierra o se filtra a través de las capas de esta, continúa atrapando o disolviendo impurezas del suelo o minerales por los que atraviesa. Así es como agua aparentemente cristalina, proveniente de lagos, ríos y vertientes, puede tener un elevado contenido de sólidos disueltos. (Arnulfo, 2015)

Figura 16

Ciclo del Agua



Fuente: Arnulfo, (2015)

2.5.2. Problemas más frecuentes

El agua natural posee impurezas que afectan a los generadores de vapor, tanto en su funcionamiento como en su vida, en la Figura 17, nos indica las impurezas su forma y su efecto.

Figura 17

Principales Impurezas Del Agua y sus Efectos

Principales impurezas del agua y sus efectos			
Impureza		Forma	Efectos
Dióxido de Carbono	CO ₂	Gas	Corrosión
Oxígeno	O ₂	Gas	Corrosión
Materias en suspensión	-	Sólidos no disueltos	Corrosión
Materias orgánicas	-	Sólidos disueltos y no disueltos	Depósitos, espumas y arrastres
Aceites y grasas	-	Coloides	Depósitos, espumas y arrastres
Acidez	H ⁺	-	Corrosión
Dureza	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	Sales disueltas	Incrustaciones
Alcalinidad	CO ₃ ⁻ , CO ₃ H ⁻ , OH ⁻	Sales disueltas	Espumas, arrastres, desprendimiento de CO ₂ , fragilidad cáustica
Salinidad (TDS)	-	Sales disueltas	Depósitos, espumas y arrastres
Cloruros	Cl ⁻	Sales disueltas	Aumento de salinidad y corrosividad
Sílice	SiO ₂	Sales disueltas	Incrustaciones
Hierro, Manganeseo	Fe, Mn	Sales disueltas o partículas	Depósitos
Cobre	Cu	Sales disueltas o partículas	Depósitos y corrosión

Fuente: Sistemas Industriales de Calderas, (2018)

A continuación, se especifica los efectos, asociados al tratamiento de agua que se encuentran principalmente en las calderas.

2.5.3. Incrustaciones

Las incrustaciones cristalinas y duras se forman directamente sobre la superficie de calefacción por cristalización de las sales en disolución saturadas presentes en el agua de la caldera. Están constituidas, esencialmente, por elementos cuya solubilidad decrece al aumentar la temperatura del agua y son, generalmente, carbonato cálcico, sulfato cálcico, hidróxido cálcico y magnésico, y ciertos silicatos de calcio, de magnesio y de aluminio, entre otros.

Las incrustaciones son peligrosas porque su conductividad térmica es pequeña. Estas incrustaciones afectan al rendimiento térmico de las calderas y producen un recalentamiento importante en el metal expuesto a la llama. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 47)

2.5.4. Corrosiones

La corrosión es un proceso por el cual el metal en contacto con su medio ambiente tiende a cambiar desde forma pura de metal a otra más estable. Este proceso ocurre rápidamente en los equipos de transferencia de calor, como son

las calderas de vapor, ya que, en presencia de altas temperaturas, gases corrosivos y sólidos disueltos en el agua se estimulan los procesos de corrosión. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 49)

2.5.5. Arrastres

El arrastre de condensado en una caldera tiene relación con el suministro de vapor húmedo (con gotas de agua). El suministro de vapor húmedo puede tener relación con deficiencias mecánicas y químicas.

Las diferencias mecánicas tienen relación con la operación con elevados niveles de agua, deficiencias de los separadores de gota, sobrecargas térmicas, variaciones bruscas en los consumos, etc.

Por otro lado, las deficiencias químicas tienen relación con el tratamiento de agua de la caldera, específicamente con excesivos contenidos de alcalinidad, sólidos totales (disueltos y en suspensión) y sílice, que favorecen la formación de espuma. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 52)

2.5.6. Depósitos

El agua que contiene la caldera tiene sólidos en suspensión que provienen del agua de alimentación o de los aditivos y procesos de eliminación de las incrustaciones que se decantan en el fondo de la caldera en forma de lodos.

Cuando la concentración de sólidos en suspensión es excesiva, la precipitación de lodos puede llevar al fallo de lectura de algunos componentes de control de la caldera, como pueden ser las sondas de nivel o de presión. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 53)

2.5.7. Parámetros tratamiento de agua

Los parámetros involucrados en el tratamiento del agua, son los siguientes:

- pH
- Dureza
- Oxígeno
- Hierro y cobre
- Dióxido de carbono

- Aceite
- Fosfato
- Sólidos disueltos
- Sólidos en suspensión
- Secuestrantes de oxígeno
- Sílice
- Alcalinidad
- Conductividad

Los recomendables del agua de alimentación para caldera de las concentraciones máxima y mínima de agentes químicos que se añaden con el fin de disminuir la corrosión, la formación de lodos y los depósitos, están mencionados en la Figura 18. (Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, 2012, pág. 53)

Figura 18

Agua de Alimentación para Calderas de Vapor y Calderas de Agua Caliente

Parámetro	Uds.	Agua de alimentación para calderas de vapor		Agua de relleno para calderas de agua caliente
Presión de servicio	bar	> 0,5 a 20	> 20	intervalo total
Apariencia	–	clara, libre de sólidos en suspensión		
Conductividad directa a 25 °C	µS/cm	no especificada, sólo hay valores guía correspondientes al agua de caldera, véase la tabla 5.2		
Valor del pH a 25 °C	–	> 9,2 ^a	> 9,2 ^b	> 7,0
Dureza total (Ca + Mg)	mmol/l	< 0,01 ^c	< 0,01	< 0,05
Concentración de hierro (Fe)	mg/l	< 0,3	< 0,1	< 0,2
Concentración de cobre (Cu)	mg/l	< 0,05	< 0,03	< 0,1
Concentración de sílice (SiO ₂)	mg/l	no especificada, sólo hay valores guía correspondientes al agua de caldera, véase la tabla 5.2		–
Concentración de oxígeno (O ₂)	mg/l	< 0,05 ^d	< 0,02	–
Concentración de aceite/grasa (véase la Norma EN 12953-6)	mg/l	< 1	< 1	< 1
Concentración de sustancias orgánicas (como COT)	–	véase nota* al pie de tabla		

a. Con aleaciones de cobre en el sistema, el valor del pH debe mantenerse en el intervalo 8,7 a 9,2.
b. Con agua ablandada de valor de pH > 7,0 debería considerarse el valor del pH del agua de caldera de acuerdo con la tabla 5-2.
c. A presión de servicio < 1 bar debe ser aceptable una dureza total máxima de 0,05 mmol/l.
d. En lugar de observar este valor, en funcionamiento intermitente o en funcionamiento sin desaireador, deben utilizarse agentes que forman película y/o un exceso de reductor de oxígeno.
e. Las sustancias orgánicas son generalmente una mezcla de varios compuestos diferentes. La composición de tales mezclas y el comportamiento de sus componentes individuales en las condiciones de funcionamiento de la caldera son difíciles de predecir. Las sustancias orgánicas pueden descomponerse para formar ácido carbónico u otros productos de descomposición ácida que aumentarán la conductividad ácida y causarán corrosión o depósitos. Esto puede llevar también a la formación de espuma y/o de arrastres de agua con el vapor que deben mantenerse tan bajos como sea posible.

Fuente: Sistemas Industriales de Calderas, (2018)

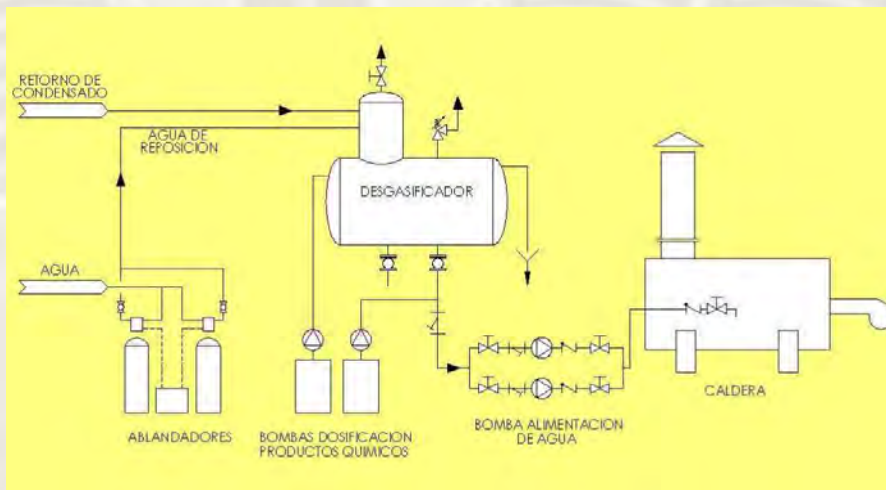
2.5.8. Equipos tratamiento de agua

En la siguiente Figura 19, se puede apreciar los equipos que participan en el tratamiento de agua para una planta térmica.

- **Ablandadores:** la función de los ablandadores es eliminar los iones de Ca y Mg, que conforman la dureza del agua y favorecen la formación de incrustaciones en una caldera. El principio de funcionamiento de estos equipos se basa en un proceso llamado “intercambio iónico”, que consiste en la sustitución de estos iones por sodio (Na) para obtener agua para ser utilizada en calderas.
- **Desgasificador:** la función de un desgasificador es una planta térmica es eliminar el oxígeno y dióxido de carbono disuelto en el agua de alimentación de las calderas para prevenir problemas de corrosión.
- **Dosificación:** la dosificación de los productos químicos debe ser realizada al estanque de almacenamiento de agua, en el caso de los secuestrantes de oxígeno, que son más efectivos mientras mayor es su tiempo de residencia en el agua antes de llegar a la caldera y a la línea de alimentación de agua en el caso de los dispersantes, anti-incrustantes y tratamiento para las líneas de retorno de condensado. (Arnulfo, 2015)

Figura 19

Equipos Tratamiento de Agua para Calderas



Fuente: Arnulfo, (2015)

2.5.9. Control

El análisis del agua de alimentación para caldera debe establecer:

2.5.10. Título Hidrotimétrico (TH) o grado de dureza

Nos indica la dureza del agua, el agua es muy dura cuando contiene sales de calcio y de magnesio (en forma de bicarbonato) a la temperatura de ebullición (50 a 100°C).

Para evitar estas incrustaciones, es necesario que el Título Hidrotimétrico del agua de alimentación sea inferior a 1 TH (grado francés), que corresponde a 10 gr. de carbonato de calcio (CO_3Ca), por metro cúbico de agua. (Sistemas Industriales de Calderas, 2018, pág. 3)

2.5.11. Título Alcalimétrico (TA) (p)

Indica el grado de alcalinidad en el agua bajo forma de carbonato de sodio (CO_2Na) o sosa caústica, NaOH. Este análisis se reemplazará ventajosamente por el TAC.

ITA=50ppm NaOH=5 p (Sistemas Industriales de Calderas, 2018, pág. 3).

2.5.12. Título Alcalimétrico completo (TAC) (m)

Mide el valor de la alcalinidad total del agua de la caldera y su concentración. El valor del TAC determina el porcentaje de purgas que deben efectuarse con objeto de evitar el fenómeno de arrastre y corrosión.

Para una caldera a presión de trabajo de 8 Kg/cm^2 , el TAC no debe sobrepasar los 1.400 mg/l. cuanto más elevada es la presión, más bajo debe ser el TAC.

1TAC = 50 PPM CO_3Ca = 5m. (Sistemas Industriales de Calderas, 2018, pág. 3)

2.5.13. Potencia de Hidrógeno (pH)

Es el número de iones de hidrogeno libres que hay en disolución, e indica la mayor o menor basicidad o acidez de ella. Así pues:

- Un pH <7, es ácido.
- Un pH =7, es neutro.
- Un pH >7, es alcalino.

A una temperatura de 25°C de disolución. (Sistemas Industriales de Calderas, 2018, pág. 3)

2.5.14. Salinidad (T.S.D.)

“Expresa la concentración total de sales disueltas en el agua. Su unidad es el miligramo por litro, mg/l (1 mg/l =1pp)” (Sistemas Industriales de Calderas, 2018, pág. 4).

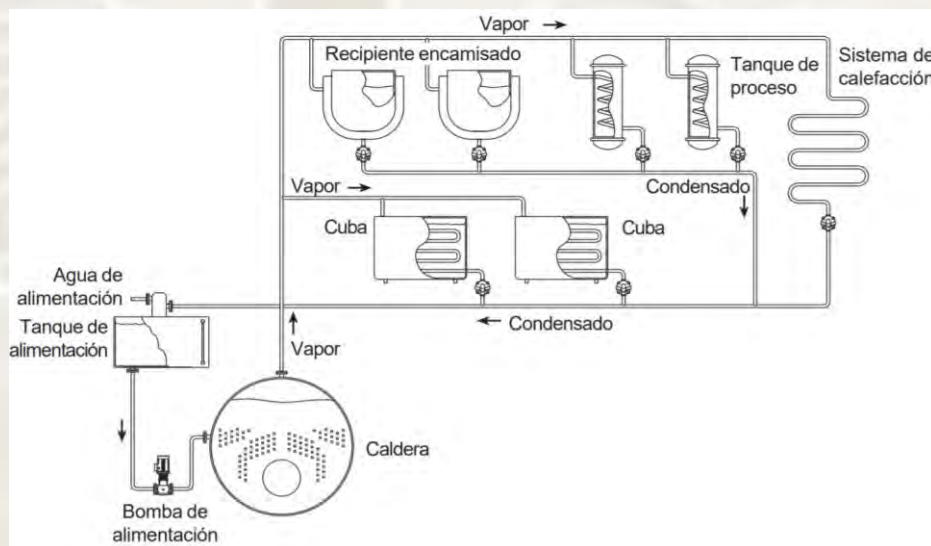
2.6. DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

El sistema de distribución de vapor es un enlace importante entre la fuente generadora del vapor y el usuario. La fuente generadora del vapor puede ser una caldera o una planta de cogeneración. Esta, debe proporcionar vapor de buena calidad en las condiciones de caudal y presión requerida, y debe realizarlo con las mínimas pérdidas de calor y atenciones de mantenimiento.

Es muy importante conocer la distribución de un sistema de vapor básico como se muestra en la Figura 20, el sistema de vapor y condensado. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 2)

Figura 20

Sistema de Vapor Básico



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 3)

2.6.1. Presión de Trabajo

La presión con la cual el vapor debe distribuirse por el sistema está parcialmente definida por el componente de la planta que requiere una mayor presión.

La selección de la presión de trabajo que requiere el sistema de distribución de vapor se debe tomar en cuenta tres consideraciones.

- Presión requerida en el lugar de utilización.
- Caída de presión a lo largo de la tubería debido a la resistencia al paso del fluido.
- Pérdidas de Calor en la tubería.

Si la presión del vapor es elevada, es importante la necesidad de reducir la presión del vapor en cada lugar de utilización del sistema, con la finalidad de que se ajuste a la necesidad del equipo. (Spirax-Sarco, 2020)

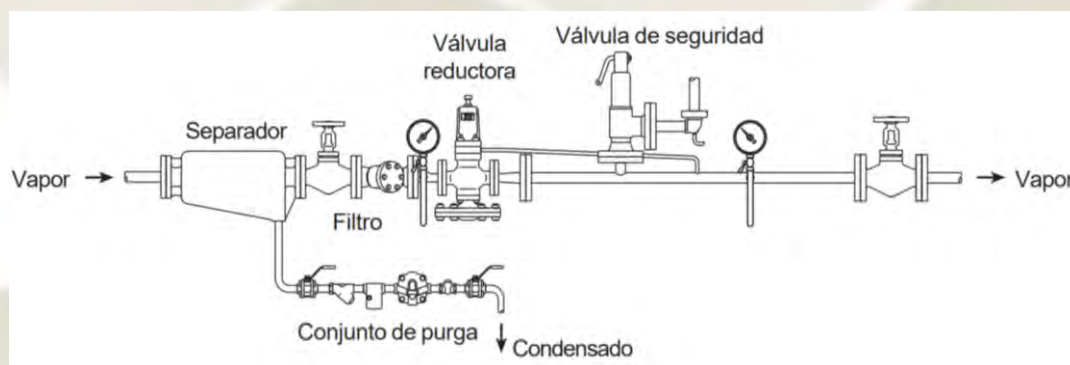
2.6.2. Reducción de presión

El sistema más común de reducir la presión del vapor es empleando una estación reductora de presión, Figura 21, se muestra una estación reductora de presión de vapor y los elementos que la componen son los siguientes:

- Separador
- Conjunto de purga
- Válvulas de aislamiento
- Manómetros al inicio y a la salida
- Válvula reductora
- Válvula de seguridad. (Spirax-Sarco, 2020)

Figura 21

Estación de Válvula Reductora de Presión



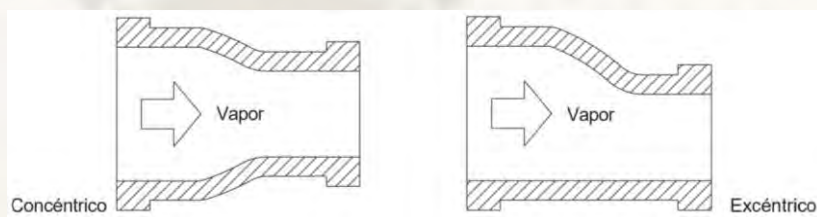
Fuente: (Spirax-Sarco, 2020, pág. 6)

2.6.3. Dimensionamiento de tuberías

Existe una tendencia natural cuando se seleccionan los tamaños de tuberías, a guiarse por el tamaño de las conexiones del equipo a las que van a conectarse. Si la tubería se dimensiona de este modo, es posible que no se pueda alcanzar el caudal volumétrico deseado. Para corregir esto y poder dimensionar correctamente la tubería, Figura 22, pueden utilizarse reductores concéntricos y excéntricos. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 7)

Figura 22

Reductores Concéntricos y Excéntricos



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 7)

El estándar de tuberías más comunes sea el derivado del American Petroleum Institute (API), donde las tuberías se clasifican según el espesor de pared de tubería, llamado Schedule.

Se pueden obtener las tablas de los Schedule en el BS 1600, que se usa como referencia para la medida nominal de la tubería y el espesor de la misma en milímetros. La Figura 23, muestra un ejemplo de diámetros de distintas medidas de tuberías, para distintos Schedule. En Europa las tuberías se fabrican según la norma DIN por lo que se incluye la tubería DIN 2448 en la tabla. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 22)

Figura 23

Diámetros de Distintas Medidas de Tubería

Tamaño de tubería (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	
Diámetro interior (mm)	Schedule 40	15,8	21,0	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9	102,8	128,2	154,1
	Schedule 80	13,8	18,9	24,3	32,5	38,1	49,2	59,0	73,7	97,2	122,3	146,4
	Schedule 160	11,7	15,6	20,7	29,5	34,0	42,8	53,9	66,6	87,3	109,5	131,8
	DIN 2448	17,3	22,3	28,5	37,2	43,1	60,3	70,3	82,5	107,1	131,7	159,3

Fuente: Ente Regional de la Energía de

Las tuberías se seleccionan basándose en una de las dos características:

- Velocidad del fluido.
- Caída de presión. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 22)

2.6.4. Sobredimensionar

- Las tuberías serán más caras de lo necesario.
- Se formará un mayor volumen de condensado a causa de las mayores pérdidas de calor.
- La calidad de vapor y posterior entrega de calor será más pobre, debida al mayor volumen de condensado que se forma.
- Los costes de instalación serán mayores. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 15)

2.6.5. Subdimensionar

- La velocidad del vapor y la caída de presión serán mayores, generando una presión inferior a la que se requiere en el punto de utilización.
- El volumen de vapor será insuficiente en el punto de utilización.
- Habrá mayor riesgo de erosión, golpe de ariete y ruidos, a causa del aumento de velocidad. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 15)

2.6.6. Elementos constitutivos

Hay dos elementos constitutivos que obligan al empleo de accesorios específicos en las redes de vapor:

- Presencia de aire
- Presencia de condensados

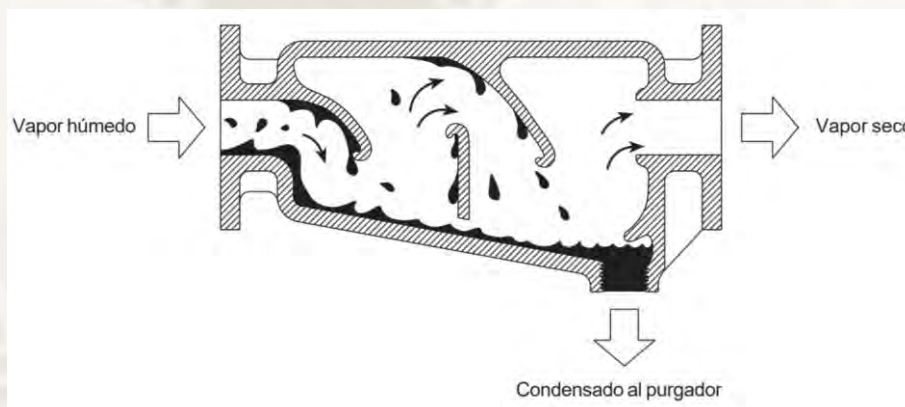
La presencia de condensados debe de estar restringida al circuito de condensados y es indeseable en el circuito de vapor. Para ello se utilizan accesorios específicos que básicamente consisten en. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 15)

2.6.7. Separadores de gotas

Son accesorios de tubería que provocan, por su geometría, la deposición de las gotas que arrastra el vapor, Figura 24. Suelen tener una geometría laberíntica. Al final del recorrido y en su parte baja, están dotados de una salida para el líquido separado del vapor. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 15)

Figura 24

Separador de Gotas



Fuente: Spirax-Sarco, 2020, pág. 25)

2.6.8. Purgadores

Los condensados se sitúan en los puntos más bajos del circuito y por tanto en estos puntos es donde hay que proceder a su evacuación. Para el purgado de los condensados existen accesorios específicos que se conocen como purgadores automáticos que se encargan, de manera automática y siempre que estén bien instalados, de mantener el circuito de vapor libre de condensados.

Existen diferentes tipos de purgadores según su funcionamiento, punto de instalación y condiciones de uso:

- **Purgadores Termostáticos**

Trabajan con cambio de temperatura. La temperatura del valor saturado viene fijada por su presión. Un purgador termostático capta la temperatura y posiciona la válvula en relación al asiento para descargar el condensado.

- **Purgadores Mecánicos**

Trabajan con cambios de densidad del fluido. Estos purgadores tienen una cámara con un flotador donde se acumula el condensado. El flotador sube en presencia de condensado para abrir una válvula.

– **Purgadores Termodinámicos**

Trabajan con cambios en la dinámica del fluido. El funcionamiento de los purgadores termodinámicos depende en gran parte de la capacidad de formación de revaporizado del condensado. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 16)

2.6.9. Eliminadores de aire

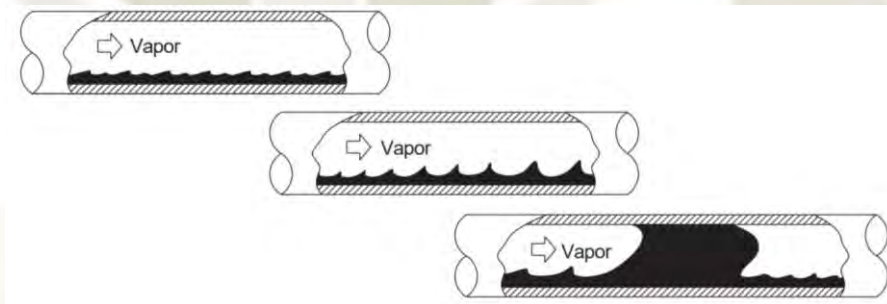
Otro accesorio que se emplea ampliamente en las redes de vapor son los eliminadores de aire de la instalación. Un eliminador de aire automático es una válvula que trabaja termostáticamente y se instala en un lugar donde le llega el vapor y aire, pero no el condensado. Se recomienda que los eliminadores de aire y su tubería de conexión estén sin aislamiento para que trabajen correctamente. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 19)

2.6.10. Golpe de ariete

El golpe de ariete se produce cuando el condensado en lugar de ser purgado en los puntos bajos del sistema, es arrastrado por el vapor a lo largo de la tubería, y se detiene bruscamente al impactar contra algún obstáculo del sistema. Las gotitas de condensado acumuladas a lo largo de la tubería, como se muestra en la Figura 25, con el tiempo forman una bolsa “sólida” de agua que será arrastrada por la tubería a la velocidad del vapor. Estas velocidades pueden ser de 30 km/h o más. Esta bolsa de agua es densa e incompresible y, cuando viaja a una velocidad elevada, tiene una energía cinética considerable. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 19)

Figura 25

La Formación de una Bolsa “Sólida” de Agua



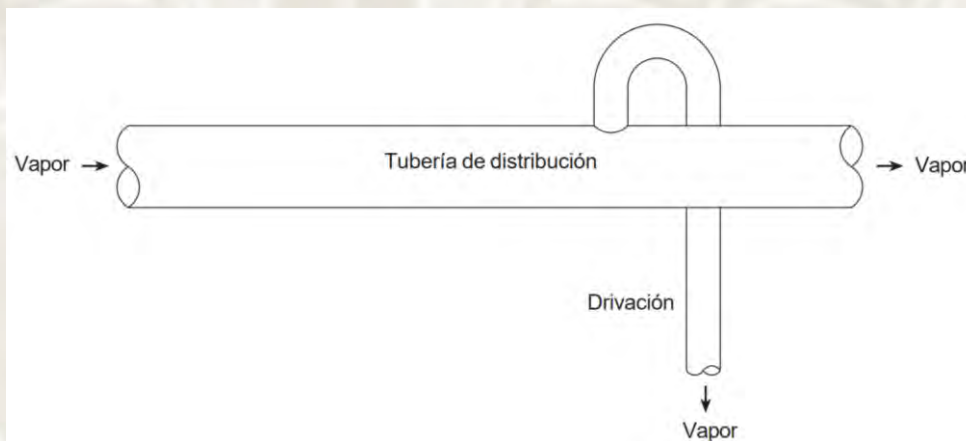
Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 19

2.6.11. Derivaciones

Las derivaciones transportarán el vapor más seco siempre que las conexiones tomen el vapor de la parte superior de la tubería principal Figura 26. Si la toma es lateral, o peor aún, de la parte inferior, transportarán el condensado, comportándose como un pozo de goteo. El resultado de esto es un vapor muy húmedo que llega a los equipos. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 23)

Figura 26

Derivación de la Parte Superior



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 21)

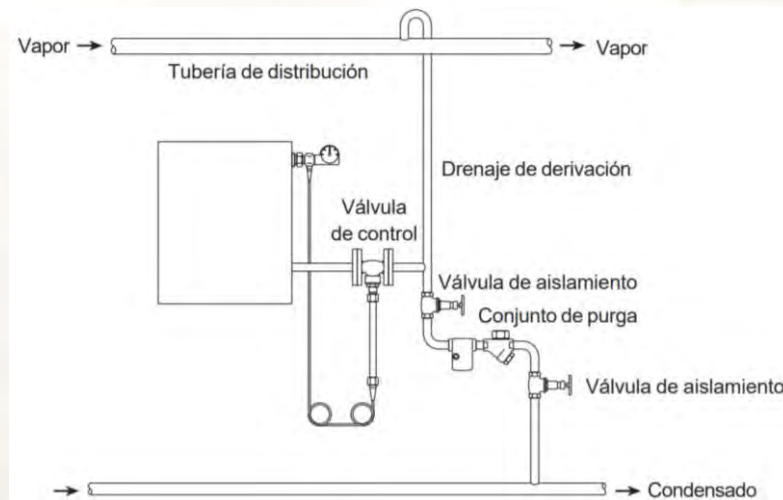
2.6.12. Drenaje de derivación

En las derivaciones a equipos también hay puntos bajos. Lo más común es un punto de purga cerca de una válvula de aislamiento o una válvula de control Figura 27. El condensado se acumula delante de la válvula cerrada, y se

introduciría con el vapor cuando la válvula se abriera de nuevo – consecuentemente es necesario un punto de purga con un purgador en ese lugar. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 23)

Figura 27

Diagrama de drenaje de una derivación



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 23)

2.6.13. Filtros

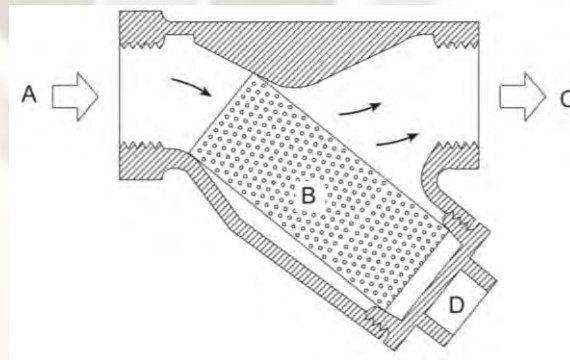
Toda tubería por la que pasa un fluido, este arrastra partículas de todo tipo:

- Tuberías nuevas, estas partículas pueden proceder de fragmentos de arena de la fundición, del embalaje, viruta metálica, trozos de varilla de soldar, tuercas y tornillos de montaje.
- Tuberías viejas, tendremos oxido, y en zonas de agua duras, depósitos de carbonatos.

Lo más conveniente es utilizar filtro en la tubería Figura 28, delante de purgadores, aparatos de medida, válvula reductora y válvulas de control. (Spirax-Sarco, 2020)

Figura 28

Filtro en Línea



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 27)

2.6.14. Purgadores

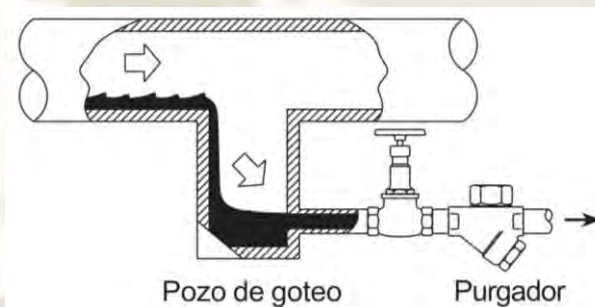
Los purgadores que se utilizan para drenar el condensado deben ser apropiado para el sistema, y tener la capacidad para evacuar el condensado.

Se tiene que observar estas simples reglas:

- Deben instalarse las tuberías de manera que descendan en la dirección del flujo, con una pendiente no inferior a 40 mm por cada 10 m de tubería.
- Las líneas de vapor deben purgarse a intervalos regulares de 30 – 50 m, así como en cualquier punto bajo del sistema.
- Para instalar un punto de purga en un tramo recto de tubería, deberá utilizarse un pozo de goteo de gran tamaño, que pueda recoger el condensado Figura 29. (Spirax-Sarco, 2020)

Figura 29

Instalación de un Purgador en un Tramo Recto



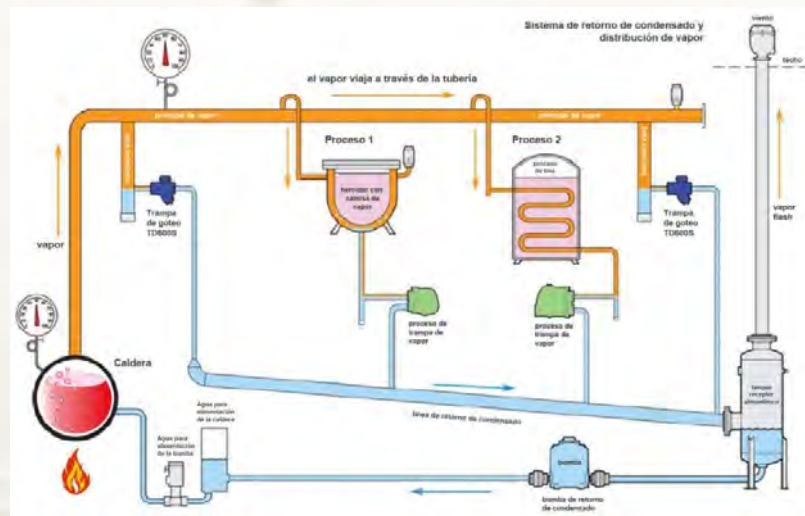
Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 18

2.7. RETORNO DE CONDENSADO

En un sistema de vapor, cuando el vapor transfiere su energía calorífica a los equipos que lo necesitan, el vapor cambia de fase y se vuelve líquido y se le conoce con el nombre de condensado. Figura 30, se muestra la red de vapor y condensado con sus respectivos equipos.

Figura 30

Sistema de Recuperación de Condensado



Fuente: McDaniel, (2020)

2.7.1. Beneficios de recuperar el condensado

Reutilizar el condensado caliente nos lleva considerablemente al ahorro de energía y agua, mejorando las condiciones de trabajo y minimizar la huella de carbono de la planta.

2.7.2. Reducir los costos de combustible

El condensado contiene una cantidad valiosa de calor sensible, que puede ser entre el 10 y el 30% de la energía inicial que contiene el vapor.

Alimentar la caldera con condensado de alta temperatura puede maximizar la generación de la caldera porque se requiere menor energía para convertir el agua en vapor. Cuando es eficientemente recuperado y usado, incluso puede reducirse el consumo de combustible entre el 10 y el 20%. (Compañía Especialista en Vapor TLV, 2020)

2.7.3. Disminuir los gastos relacionados al agua

Siempre que sea removidas las impurezas que vienen con el condensado, este puede ser usado como agua de alimentación de la caldera, reduciéndose los costos de agua fresca y tratamiento, así como los costos de agua de enfriamiento usada para bajarle la temperatura al condensado antes de enviarlo al drenaje (si fuera el caso). (Compañía Especialista en Vapor TLV, 2020)

2.7.4. Impacto positivo para la seguridad y el medio ambiente

Reducir la cantidad de combustible necesario gracias a la recuperación de condensado equivale a menor contaminación del aire porque se reducen las emisiones de CO₂, NO_x y SO_x.

Adicionalmente, las líneas de recuperación de condensado reducen las nubes de vapor, disminuyen el ruido generado por la descarga del condensado a la atmosfera y previenen la formación de charcos de condensado en el piso, mejorándose así el ambiente de trabajo en la planta.

Dependiendo de la cantidad de condensado recuperado y reusado, otros beneficios pueden ser menor frecuencia de las purgas de caldera debido a mejor calidad del agua de alimentación, también menor corrosión en el sistema porque la calidad del agua es constante en toda la red. (Compañía Especialista en Vapor TLV, 2020)

2.7.5. Red de condensados

La red de condensado se alimenta de condensados precedentes de la evacuación de los mismos de la red de vapor a través de purgadores.

Los purgadores son mecanismos que deben trabajar, y de hecho así lo hacen la mayoría de ellos, en las proximidades de la curva de saturación y con una presión diferencial suficiente entre el lado del vapor y el lado de descarga del condensado.

Con estas bases, si se analiza lo que ocurre cuando un purgador descarga, puede verse que lo que hace es evacuar un condensado saturado en las proximidades del punto de saturación y a una presión que es la de la red de vapor, hacia una segunda red (red de condensados) que se encuentra a una presión inferior a la de

la red de vapor. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 64)

2.8. DILATACIÓN Y SOPORTE DE TUBERÍAS

2.8.1. Dilatación

Las tuberías siempre se instalan a temperatura ambiente. Cuando transportan fluidos calientes, como agua o vapor, funcionan a temperaturas superiores y, por lo tanto, se expanden, especialmente en longitud, al pasar de temperatura ambiente a la temperatura de trabajo. Esto creará tensiones en ciertas zonas del sistema de distribución, como las juntas de las tuberías, que pueden llegar a romperse. La dilatación puede calcularse mediante la siguiente ecuación, Figura 31 se muestra coeficientes de dilatación de acuerdo al material y a la temperatura. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 33)

$$\text{Dilatación} = L \cdot \Delta_t \cdot \alpha \text{ (mm)}$$

Dónde:

L = Longitud de tubería entre anclajes (m)

Δ_t = Diferencia de temperatura °C

α = Coeficiente de dilatación (mm/m °C) · 10^{-3}

Figura 31

Coeficiente de Dilatación

Material	Rango de temperatura °C							
	< 0	0 - 100	0 - 200	0 - 315	0 - 400	0 - 485	0 - 600	0 - 700
Acero suave 0,1-0,2 % C	12,8	14,0	15,0	15,6	16,2	17,8	17,5	-
Acero aleado 1 % Cr 0,5 % Mo	13,8	14,4	15,1	15,8	16,6	17,3	17,6	-
Acero inoxidable 18 % Cr 8 % Ni	9,4	20,0	20,9	21,2	21,8	22,3	22,7	23,0

Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 33

2.8.2. Flexibilidad de la tubería

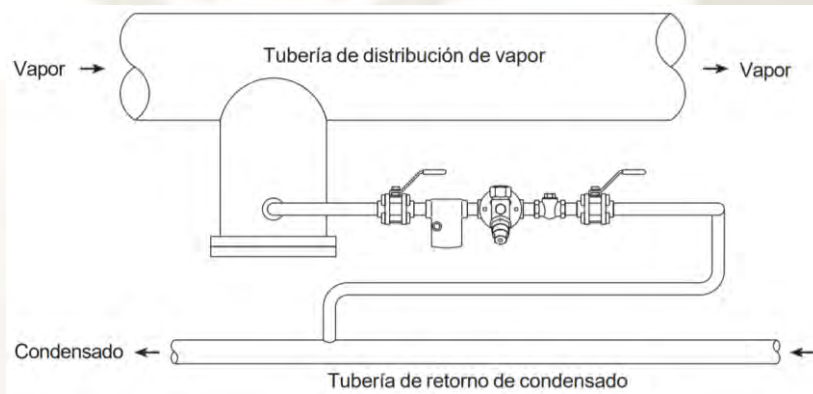
Las tuberías deben ser suficientemente flexibles para adaptarse a los movimientos de los componentes al calentarse. Cuando el condensado de una línea de transporte es drenado por el purgador a una línea de retorno que discurre paralelo a la línea de vapor, debe tenerse en cuenta la diferencia de dilatación. Esta diferencia es debida al cambio de temperaturas o al índice de dilatación del material de las tuberías.

La línea de vapor estará a una temperatura mucho más alto que la de retorno e condensado y los dos puntos de conexión tendrán un movimiento relativo

durante el calentamiento del sistema como se observa en la Figura 32. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 34)

Figura 32

Flexibilidad en la Conexión a la Línea de Retorno de Condensado

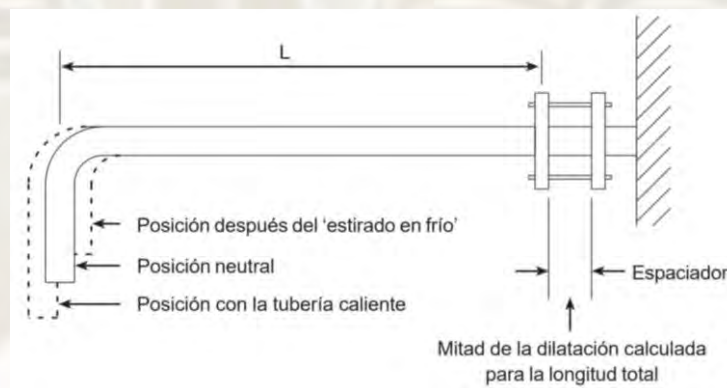


Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 34

En la Figura 33, se puede ver una tubería que está con un espaciador, de longitud a la mitad de la dilatación entre dos bridas, cuando la tubería se encuentra ya instalada y anclada, se puede desmontar el espaciador y se ajusta la conexión. (Spirax-Sarco, 2020)

Figura 33

Uso del Separador de Dilatación

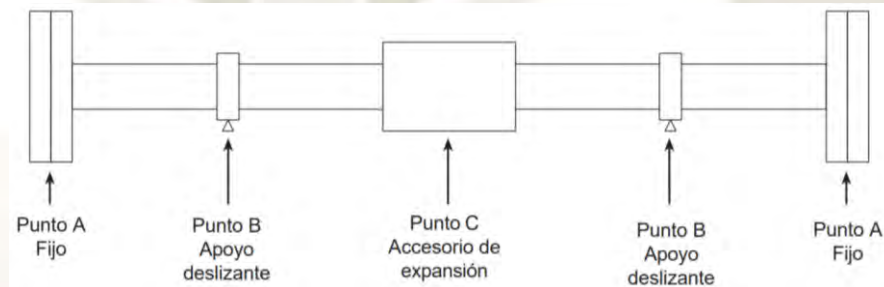


Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 35

La dilatación y los soportes de las tuberías se clasifican en tres áreas como se muestra en la Figura 34, donde el punto A es el fijo donde comienza la dilatación, y el punto B permite el movimiento libre de dilatación. (Spirax-Sarco, 2020)

Figura 34

Diagrama de Tubería con Punto Fijos y Puntos de Movimiento

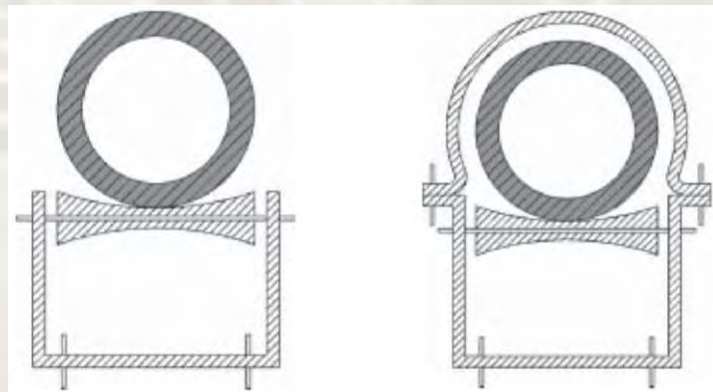


Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 35

En la Figura 35, los patines son un método ideal de soporte de las tuberías, pues les permiten el movimiento en dos direcciones. Para las tuberías de acero, los patines deben estar fabricados en material férnico y para tuberías de cobre, deben ser de material no férnico. (Spirax-Sarco, 2020)

Figura 35

Patín y Patín con Abrazadera



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 36

2.8.3. Accesorios de dilatación

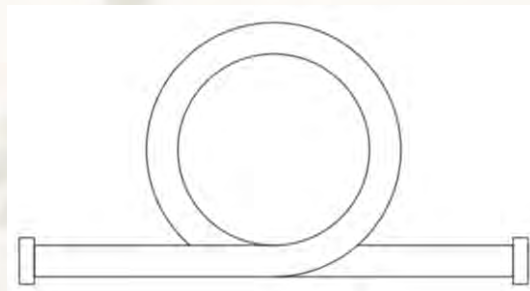
2.8.3.1. Curva completa

Este es simplemente una vuelta completa de la tubería Figura 36, y es preferible montarla horizontalmente que, en posición vertical, para evitar que se acumule el condensado en su interior.

El lado de salida ha de pasar por debajo del lado de entrada y debe prestarse mucha atención a no montar al revés. Cuando las curvas completas se vayan a montar en espacios limitados, asegúrese al hacer el pedido, para evitar que se le suministren del lado contrario al que requiere. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 37)

Figura 36

Curva Completa



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 37

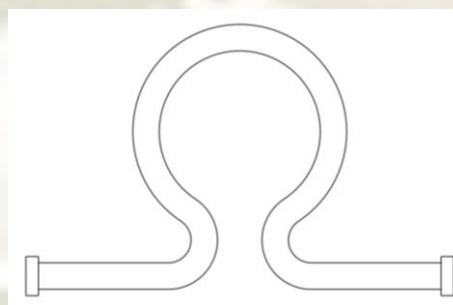
2.8.3.2. Lira o herradura

Cuando se dispone de espacio algunas veces se utiliza este tipo de accesorios Figura 37. Lo mejor es montarla horizontalmente para que la curva y la tubería estén en el mismo plano por las mismas razones que la curva cerrada.

En otros casos, la “curva” se fabrica con tramos rectos de tubería, y curvas de 90°. Esto puede no ser efectivo y requiere más espacio, pero cumple con las mismas necesidades. Si este dispositivo se monta verticalmente, deberá disponerse un punto de purga antes de la lira. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 37)

Figura 37

Lira o Herradura



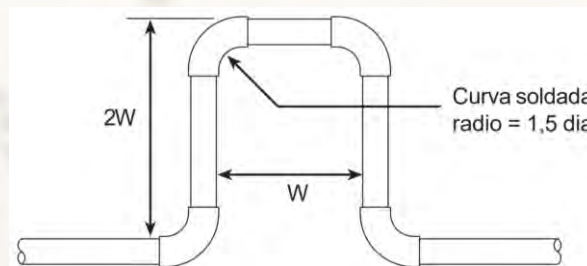
Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 37

2.8.3.3. Curva de dilatación

Las curvas de dilatación Figura 38, se pueden fabricar con tramos rectos de tuberías y codos soldados en las juntas. Los valores de expansión que pueden absorber en tales conjuntas se tiene que buscar tablas de curvas de dilatación para cobre como para acero. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 37)

Figura 38

Curva de Dilatación



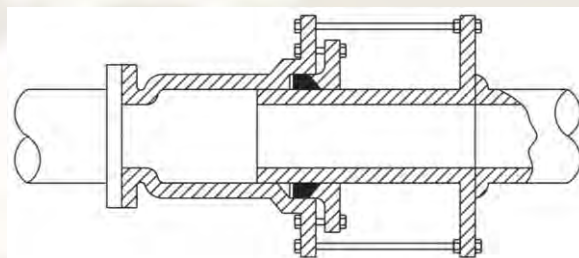
Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 38

2.8.3.4. Junta deslizante

Se usan frecuentemente por el reducido espacio que ocupan Figura 39, pero es imprescindible que la tubería este rígidamente anclada y guiada, siguiendo las instrucciones del fabricante. Si no es así, la presión de vapor que actúa sobre la sección transversal del casquillo de la junta, tiende a provocar un movimiento en oposición a las fuerzas debidas a la expansión de la tubería. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 38)

Figura 39

Junta Deslizante



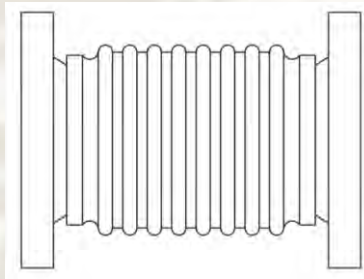
Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 38

2.8.3.5. Fuelles

Un simple fuelle tiene la ventaja de ser un accesorio que se monta en la línea y no requiere empaquetadura, como en el caso de la junta deslizante Figura 40. Pero presenta las mismas desventajas que la junta deslizante en cuanto que la presión interna tiene tendencia a alargar el accesorio, por lo que los anclajes y las guías deben ser capaces de soportar estas fuerzas. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 38)

Figura 40

Fuelle



Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 38

2.8.4. Distancia entre soportes de tubería

La distancia de los soportes de las tuberías está relacionada con el diámetro de las tuberías, el material si es acero o cobre y la posición si es horizontal o vertical. Los soportes de tuberías deben cumplir la BS 3974, Parte 1, 1974: “Soportes colgados, deslizantes y de patín”, en el caso de tuberías verticales debe ver un soporte en la parte base para soportar todo el peso de la tubería, se menciona algunos puntos importantes para tener en cuenta.

- Los soportes deben ir montados en las uniones de tuberías, (curvas, “T”, válvulas y bridas), y a intervalos no mayores a los mostrados en la Figura 41 para tuberías de acero y de cobre. La razón de colocar los soportes en las uniones, es para eliminar las tensiones en juntas roscadas o con bridas.
- Cuando hay dos o más tuberías soportadas por un accesorio común, la distancia entre los puntos de soporte debe ser la adecuada para tubería de menor tamaño.

- Cuando el movimiento vaya a ser considerable, como e tramos de tubería recta de longitud superior 15 m, los soportes deberán ser de tipo patín como se mencionó anteriormente. (Spirax-Sarco, 2020, pág. 40)

Figura 41

Soportes Recomendados para Tubería

Diámetro nominal (mm) Acero/Cobre		Intervalo de recorrido horizontal (m)		Intervalo de recorrido vertical (m)	
ø interior	ø exterior	Acero suave	Cobre	Acero suave	Cobre
12	15		1,0		1,2
15	18	2,0	1,2	2,4	1,4
20	22	2,4	1,4	3,0	1,7
25	28	2,7	1,7	3,0	2,0
32	35	2,7	1,7	3,0	2,4
40	42	3,0	2,0	3,6	2,4
50	54	3,4	2,0	4,1	2,4
65	67	3,7	2,0	4,4	2,9
80	76	3,7	2,4	4,4	3,2
100	108	4,1	2,7	4,9	3,6
125	133	4,4	3,0	5,3	4,1
150	159	4,8	3,4	5,7	
200	194	5,1		6,0	
250	267	5,8		5,9	

Fuente: Spirax-Sarco, (2020), pág. 40

2.9. PÉRDIDAS ENERGÉTICAS Y AISLAMIENTO

2.9.1. Transmisión de calor

“Cuando existen dos focos de calor a distintas temperaturas, se produce un fluido calorífico desde el foco más caliente hacia el más frío, hasta que se alcanza el equilibrio térmico, es decir la igualdad de temperaturas para ambos focos” (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 73).

2.9.1.1. Conducción

“Es típica de los sólidos. La elevación de temperatura aumenta la excitación de las moléculas. Esta excitación se transmite de unas a otras en la dirección de la zona más caliente (mas excitada) a la más fría (menos excitada)” (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 73).

2.9.1.2. Convección

Es típica de los fluidos. Las moléculas en contacto con un cuerpo a temperatura más alta se calientan, disminuyendo su densidad y desplazándose por gravedad. Si a su vez entran en contacto con un cuerpo más frío, ceden calor, aumentan su densidad y se desplazan en sentido contrario, formándose así un ciclo de

convección. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 73)

2.9.1.3. Radiación

Todos los cuerpos emiten radiación en forma de calor y la cantidad que emiten aumenta con su temperatura. La radiación está constituida por ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias. Muestras las dos formas de transmisión anteriores (conducción y convección) necesitan de un soporte material; la transmisión por radiación puede realizarse en el vacío. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 73)

2.9.2. Pérdidas térmicas

Las pérdidas térmicas en una red de tuberías de vapor son debidas al flujo calorífico que se produce por el hecho de que estas se encuentran a una temperatura superior a la temperatura del medio ambiente que las rodea.

- Se presenta transmisión por conducción, en la pared de la tubería como en el aislamiento.
- Se tendrá una superficie exterior que emitirá radiación hacia el ambiente.
- El fluido que circula por la tubería y la pared interior y exterior de la tubería o aislamiento y el aire del ambiente exterior hay una transmisión por convección. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 73).

La resistencia total al paso de calor como:

$$R = R_{pi} + R_c + R_{pe}$$

Donde: R_{pi} = Resistencia pared interior
 R_c = Resistencia conducción
 R_{pe} = Resistencia pared exterior

2.9.3. Espesor de aislamiento

La determinación de un espesor de aislamiento adecuado obedece en algunos casos a condiciones exclusivamente técnicas, como puede ser limitar la caída de temperatura de un fluido en una conducción o fijar la temperatura máxima superficial de un aislamiento por motivos de seguridad de los trabajadores. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 84)

2.9.3.1. Planteamiento teórico

Las pérdidas de energía disminuyen con un aumento del espesor de aislamiento, de acuerdo con fórmulas conocidas.

El aumento del espesor de aislamiento supone incremento de la inversión para su compra e instalación, aunque esto no tiene unas leyes determinadas de crecimiento.

Representando gráficamente Figura 42, estos conceptos para la unidad específica (p.e. m^2 de superficie aislada) y para un periodo de tiempo previsto de amortización, se tendrá:

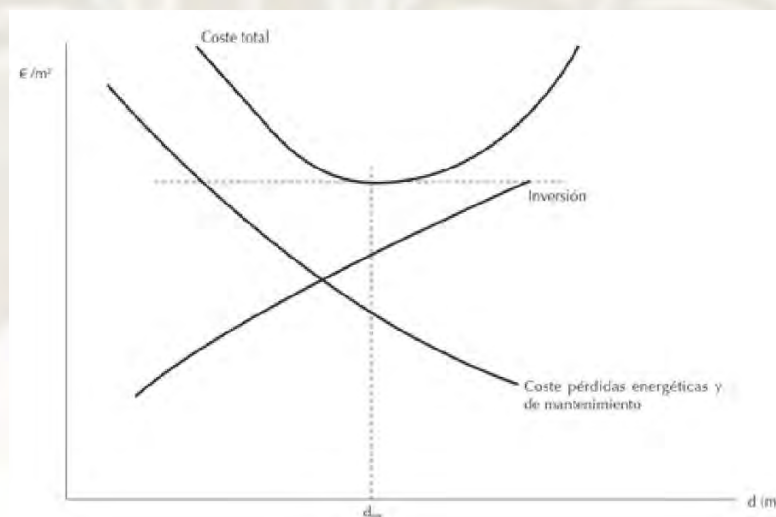
- Inversión en función del espesor de aislamiento “ d ”.
- Pérdidas energéticas + gastos de mantenimiento para el periodo considerado, en función también de “ d ”.

El coste total empresarial será, para cada espesor de aislamiento, la suma de los valores de ambas curvas.

El coste total será mínimo para un espesor determinado, precisamente el espesor óptimo económico “ d_{opt} ”. (Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), 2010, pág. 84)

Figura 42

Espesor Económico



Fuente: Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), (2010), pág. 84

2.10. EQUIPOS PARA HOSPITALES

2.10.1. AUTOCLAVES Y ESTERILIZADORES

El medio de esterilización ideal sería aquel que pudiera reunir las siguientes características:

- Máximo poder de destrucción: bactericida, tuberculicida, esporicida, fungicida y viricida.
- Seguro, sencillo y fácil de manejar.
- Inofensivo para la salud de los profesionales.
- Compatibilidad con las características del material.
- Capacidad de monitorizar o controlar.
- Gran poder de penetración en el interior de los paquetes y en los instrumentales.
- Rápida actividad, en poco tiempo.
- Bajo coste y alto rendimiento.
- Valido para esterilizar cualquier tipo de material.

Es importante mencionar que no existe un medio de esterilización ideal, cada medio de esterilización tiene ventajas y desventajas, en nuestro caso utilizaremos equipo de autoclave de vapor. (Mheducation, 2015, pág. 189)

2.10.1.1. Definición esterilización

La Organización Mundial de la Salud define la esterilización como la técnica de saneamiento cuya finalidad es la de destrucción de toda forma de vida, aniquilando todos los microorganismos, tanto patógenos como no patógenos, incluidas sus formas esporuladas, altamente resistentes.

La esterilización supone el nivel más alto de seguridad (y por lo tanto de letalidad, o eficacia biocida) en la destrucción de microorganismos o de sus formas de resistencia. (Mheducation, 2015, pág. 185)

2.10.1.2. Autoclave de vapor

Es un medio en el que se emplea vapor saturado para producir la hidratación, coagulación e hidrolisis de las albuminas y las proteínas en las células microbianas Figura 43.

Es, con diferencia, el medio más idóneo y más utilizado en el ámbito sanitario. Requiere 135°C (durante 7-10 minutos) o 121°C (durante 20 minutos).

En el autoclave, el vapor generado, debe cumplir unos requisitos:

- Debe acceder a todos los lugares de la cámara donde pueda haber material.
- No debe mezclarse con el aire, para poder contactar con todos los envoltorios y objetos.
- Debe tener una calidad de vapor del 97% o superior (no menos de un 3% de agua). El que contiene menos del 97% de vapor es el vapor húmedo o sobresaturado, que deja mojados los paquetes. (Mheducation, 2015, pág. 191)

Figura 43

Autoclave de Vapor



Fuente: Mheducation, (2015), pág. 191

2.10.2. SECADORAS INDUSTRIALES

El objetivo del secado-planchado de ropa sea óptima y es parte importante en los hospitales, después del lavado el acabado de la ropa es una parte importante del proceso de la lavandería ya que es el punto donde se puede reducir de forma importante el tiempo de producción, por eso es importante seleccionar la calandra mura, que cumpla con la capacidad del hospital en el área de lavandería y se tiene que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipos de prendas a procesar.
- Cantidad en kilogramos.

- Medidas de las prendas.
- El tipo de calefacción. (Domus, 2020)

2.10.2.1. Calandra a gas para lavandería industrial

La calandra a gas Figura 44, es perfecta e innovadora para secado y planchado, pensada y diseñada para satisfacer las necesidades de todo tipo de cliente, una gran productividad, ofrecen opciones de eficiencia energética notables y ahorros de tiempo muy considerables. Tiene características generales:

- Construcción, estructura interior en acero tratado y pulido, carrocería exterior de chapa de acero revestida de pintura poliéster y rodillos de acero pulido.
- Control, con un potente micro procesador que permite controlar la velocidad y temperatura.
- Funcionamiento, la ropa directamente de la lavadora sin previo secado (45% de humedad), planchado mediante rodillo a presión y bandas Nomex.
- Variador de frecuencia, permite regular la velocidad de planchado.
- Temperatura, se controla automáticamente por medio de un termostato de rápida lectura y regulación.
- Seguridad, barra de seguridad para protección de las manos bajo norma CE. (Domus, 2020)

Figura 44

Planchadora – Secadora Mural



Fuente: (Domus, 2020)

2.10.3. EQUIPOS DE LAVANDERÍA

El lavadero hospitalario brinda el servicio de lavado, reacondicionamiento y planchado de todo material textil utilizado en el hospital y centros de salud. La finalidad del mismo es procesar la ropa sucia y contaminada convirtiéndola en ropa limpia y sin contaminación microbiana, que ayude al cuidado y confort del paciente, a la vez que protege al trabajador de salud. Los sectores destinados a esta actividad deberán contar con una infraestructura y equipamiento mínimo para el tipo y cantidad de textiles que procesan. (Ministerio de salud, 2018, pág. 8)

2.10.3.1. Áreas de lavandería

Sector sucio

1. Recepción y pesaje de ropa.
2. Clasificación y conteo de ropa
3. Prelavado.
4. Lavado.

Sector limpio

1. Secado y planchado.
2. Embalaje, empaquetado y depósito.
3. Entrega de ropa limpia.

Costuras y reparación

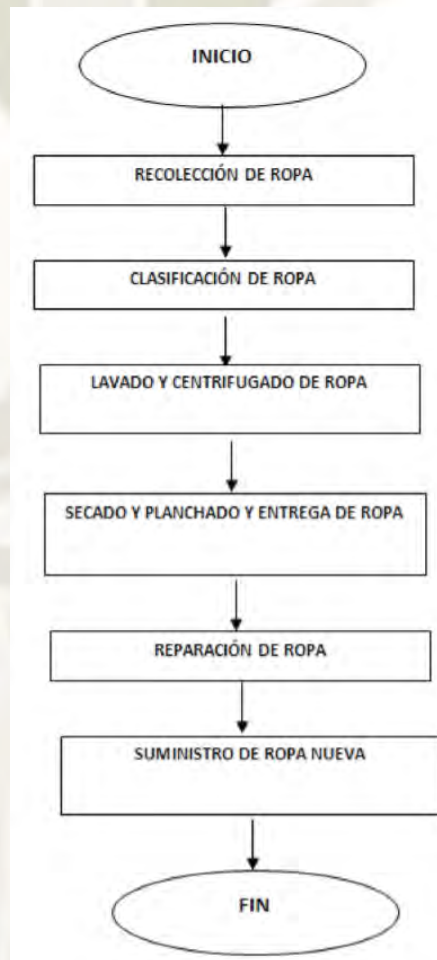
1. Reparación de prendas y recuperación de telas.
2. Confección y rotulado de ropa nueva. (Ministerio de salud, 2018, pág. 8)

2.10.3.2. Flujograma de lavandería

“Sabendo las áreas de lavandería podemos hacer un flujograma Figura 45, para saber el recorrido de la ropa, sabanas, etc.” (Ministerio de salud, 2018, pág. 8)

Figura 45

Flujograma de Lavandería



Fuente: Ministerio de Salud – Santa Fe, (2015), pág. 5

2.10.3.3. Lavadora centrifugadora

Las lavadoras centrifugadora Figura 46, está diseñada para satisfacer las necesidades de hospitales, hoteles, etc. y tiene las siguientes características:

- Construcción, mueble tambor y envolvente en acero inoxidable y amplia apertura de puerta.
- Control, programador electrónico de 4 a 16 programas establecidos, Display con indicación de programa y fase, digital y fácil de utilizar.
- Dosificación, 4 o 5 compartimientos para detergente.
- Flotante, sin necesidad del anclaje. (Domus, 2020)

Figura 46

Lavadora Centrifugadora



Fuente: Domus, (2020)

2.10.4. EQUIPOS DE COCINA

La cocina hospitalaria es una parte de un completo y complejo sistema de nutrición clínica, donde debe existir una completa sincronización de todas las etapas y de todos los intervalos, donde es esencial que exista un adecuado flujo de la información.

El flujo de la actividad y de la información en un hospital nace en la unidad de hospitalización, en la cama del paciente, desde la cual los servicios médicos asignan la dieta en conjunción con los servicios de enfermería y de nutrición. Estos datos son comunicados a cocina donde se procede a su elaboración, empleando y distribución. (Santos, 2012)

2.10.4.1. Área de cocina

- Recepción de materia prima
- Almacenamiento
- Preparación
- Elaboración o zona de cocción

- Emplatado
- Distribución

2.10.4.2. Marmitas a vapor

Esta mamita Figura 47, utiliza un sistema de calentamiento muy común en la industria alimentaria, en especial para el procesamiento de frutas y hortalizas. Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar. El calentamiento se realiza haciendo circular el vapor a cierta presión por la cámara de calefacción, en cuyo caso el vapor es suministrado por la caldera.

Las características constructivas y funcionales son las siguientes:

- Cuba, cámara intermedia, tapa y envolvente exterior en acero inoxidable.
- Fondo cuba el espesor depende de la capacidad para garantizar una buena resistencia a la corrosión.
- Tapa dotada de tirador atérmico y perfilada para impedir condensaciones al exterior del recipiente.
- Calentamiento a vapor a presión nominal de 0,45 bar.
- Filtro de acero inoxidable en la descarga de la cuba.
- Manómetro de control de la presión en la intercámara. (Araceli conty, 2020)

Figura 47

Marmita a Vapor



Fuente: Araceli conty, (2020)

2.10.5. CALENTADORES DE AGUA

Los sistemas de Agua Caliente Sanitaria son aquellos que distribuyen agua de consumo sometida a algún tratamiento de calentamiento y por ello, además de cumplir las especificaciones deben cumplir requisitos, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Los elementos que componen un sistema de ACS son:

- Acometida de Agua Fría de Consumo Humano
- Generador de calor
- Red de suministro
- Acumulador
- Elementos terminales
- Circuito de retorno (Ministerio de salud, 2015, pág. 2)

2.10.5.1. Producción con acumulador

Para reducir la potencia necesaria en producción y obtener funcionamientos homogéneos se utilizan los sistemas con acumulador donde se mantiene el agua caliente hasta el momento de su uso, de forma que las puntas de demanda del hospital se utiliza el agua acumulada, esto permite una potencia inferior del sistema de producción.

Hay dos tipos de producción con acumulador:

- **Por acumulación**, se acumula el agua caliente para disponer de una reserva para momento de máxima demanda.
- **Por semiacumulación**, el depósito de acumulación es de menor volumen, solo cubre un periodo de punta de consumo más breve. (Ministerio de salud, 2015, pág. 2)

2.10.5.2. Criterios técnicos

En los circuitos de ACS, los criterios de actuación se deben basar en el control de la temperatura del agua por encima de los 60°C, de forma que alcance 60°C en los depósitos o acumuladores finales.

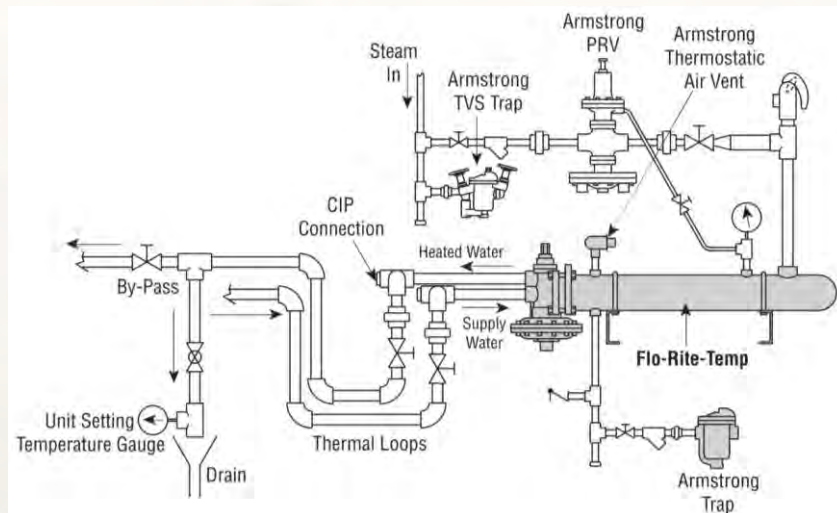
El caudal instantáneo demandado por la instalación de ACS varía de forma extremadamente brusca de un instante a otro. Estas variaciones obligan

generalmente a disponer de una reserva acumulada que sea capaz de compensar la demanda de un determinado momento.

En la Figura 48, se muestra el equipo para agua caliente sanitaria. (Ministerio de salud, 2015, pág. 3)

Figura 48

Detalle de Instalación del Calentador de Agua



Fuente: Ministerio de salud, (2015)

CAPÍTULO III

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1. CÁLCULO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR

Para el cálculo del sistema de generación de vapor primero vamos a calcular y seleccionar los equipos para las diferentes áreas del Hospital ESSALUD II Moquegua, para después saber su consumo de vapor para así poder elegir la caldera adecuada y que pueda cubrir con toda la demanda de vapor de las diferentes áreas.

3.1.1. Cálculo del servicio de cocina

El área proporciona, regímenes de dietas terapéuticas y normales a pacientes y personal de las unidades hospitalarias y a la unidad de emergencia.

Cálculo de la cantidad de alimento y cantidad de equipos

El cálculo para la capacidad del servicio de cocina para el hospital, tomamos en cuenta las recomendaciones de la Norma Técnica para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria (Anexo 001-Norma técnica para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria), con menos de 50 camas, tomaremos en consideración:

- Pacientes Hospitalizados: de acuerdo al número de camas con promedio de ocupación del 85%.
- Personal: Se considera un índice de 2.5 empleados por cama con un promedio del 77% de asistencia. (Santos, 2012)

Pacientes Hospitalizados: 40

$$Pacientes = 40 \cdot 0.85 = 34 \text{ Personas}$$

$$Empleados = 40 \cdot 2.5 \cdot 0.77 = 77 \text{ Personas}$$

$$\textbf{Total = 111 Personas}$$

En el área de hospitalización tenemos 111 personas que el servicio de cocina tiene que atender sin olvidar que también tiene que atender la unidad de emergencia.

Revisamos los datos técnicos de los equipos de cocina a utilizar (Anexo 002-Equipos Cocina Hospitalaria Centralizada Marmitas a Vapor). Utilizaremos:

- **Marmita 01 y 02.- Son Marmitas a vapor Modelo PVA501/275018**

Consumo Vapor: 100 kg/hr

Presión Vapor: 0.45 bar

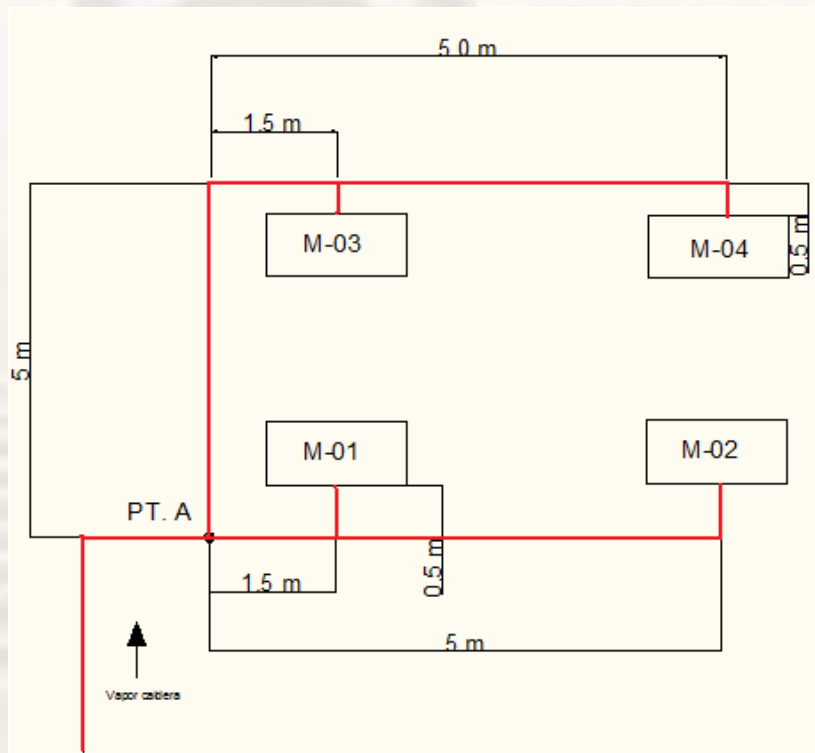
- **Marmita 03 y 04.- Son Marmitas a vapor Modelo PVA501/275008**

Consumo Vapor: 100 kg/hr

Presión Vapor: 0.45 bar

Figura 49

Gráfica de Distribución del Servicio de Cocina



Fuente: Elaboración propia

Hallamos consumo hacia punto A:

TRAMO PT. A – M-01

- Presión de Vapor (relativa) : 0.450 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 100.000 kg/hr
- Longitud : 2.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{2m} \rightarrow X = 0.067\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.067}{100} = 1.00067$$

$$PT.A - M - 01 = 100.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.00067$$

$$PT.A - M - 01 = 100.067 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. A – M-02

- Presión de Vapor (relativa) : 0.450 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 100.000 kg/hr
- Longitud : 5.500 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{5.5m} \rightarrow X = 0.183\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.183}{100} = 1.00183$$

$$PT.A - M - 01 = 100.000 \frac{kg}{h} \cdot 1.00183$$

$$PT.A - M - 01 = 100.183 \frac{kg}{h}$$

TRAMO PT. A – M-03

- Presión de Vapor (relativa) : 0.450 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 100.000 kg/h
- Longitud : 7.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{7m} \rightarrow X = 0.233\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.233}{100} = 1.00233$$

$$PT.A - M - 01 = 100.000 \frac{kg}{h} \cdot 1.00233$$

$$PT.A - M - 01 = 100.233 \frac{kg}{h}$$

TRAMO PT. A – M-04

- Presión de Vapor (relativa) : 0.450 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 100.000 kg/h
- Longitud : 4.500 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{10.5m} \rightarrow X = 0.350\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.350}{100} = 1.0035$$

$$PT.A - M - 01 = 100.000 \frac{kg}{h} \cdot 1.0035$$

$$PT.A - M - 01 = 100.350 \frac{kg}{h}$$

Tabla 1

Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de Cocina

Nº	Cantidad	Equipo	Presión de Vapor (bar)	Consumo Unitario (kg/hr)	Consumo de Vapor del Equipo al Punto A (kg/hr)
1	1	Marmita 01 (M-01) PVA501/275018	0.450	100.000	100.067
2	1	Marmita 02 (M-02) PVA501/275018	0.450	100.000	100.183
3	1	Marmita 03 (M-03) PVA501/275008	0.450	100.000	100.233
4	1	Marmita 04 (M-04) PVA501/275008	0.450	100.000	100.350
Consumo en el Punto A = $CAP_{PT. A} =$					400.833

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Cálculo del servicio de lavandería

Es el área responsable del lavado, planchado, reparación y distribución de la ropa para el personal de salud y los pacientes.

Cálculo de la cantidad de ropa a lavar y cantidad de equipos

Para calcular la cantidad y peso de ropa a ser procesada se debe conocer el tipo de hospital, los servicios que presta, la frecuencia del cambio de ropa y el volumen de ropa que usan las diversas unidades.

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de hospital : Tipo II-1
- Número de camas : 40
- Número de salas de Operaciones : 03
- Promedio de ocupación de camas : 85%
- Tipo de tela usada con más frecuencia : Algodón
- Días de trabajo : 05 Días (lunes a viernes)

De acuerdo a norma se considera el siguiente factor de ropa diaria por cama, para hospitales generales es 4 kg. (Anexo 001-Norma Técnica para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria). (Santos, 2012)

$$\text{Cantidad de ropa a lavar} \left(\frac{kg}{\text{día}} \right) = \frac{\left(\# \text{ camas} \cdot \# \frac{kg}{\text{cama}} \cdot 7 \text{ dias} \right)}{\left(\text{Días de trabajo por semana} \right)}$$

$$\text{Cantidad de ropa a lavar} \left(\frac{kg}{\text{día}} \right) = \frac{\left(40 \text{ camas} \cdot 4 \frac{kg}{\text{cama}} \cdot 7 \text{ dias} \right)}{\left(5 \text{ Días de trabajo por semana} \right)}$$

$$\text{Cantidad de ropa a lavar} = 224 \frac{kg}{\text{día}}$$

Revisando los datos técnicos en los manuales de los equipos para esta área. (Anexo 003-Equipos Lavandería Hospitalaria Centralizada)

Para saber la cantidad de equipos, se toma de referencia datos de fabricantes de los equipos de lavadoras con barrera sanitaria, y se toma las siguientes consideraciones:

- Tiempo de lavado y centrifugado por carga : 70 minutos
- Tiempo efectivo de trabajo : 480 minutos
- Eficiencia en uso de tiempo o productividad : 90%

$$N^{\circ} \text{ Cargas} = \frac{480}{70} \cdot 0.9$$

$N^{\circ} \text{ Cargas} = 6.171 \text{ por día}$

$$\text{Capacidad de lavadoras} = \frac{224}{6} = 37.333 \text{ kg de ropa}$$

Por recomendación de la norma técnica que indica 2 unidades para hospitales pequeños, se requiere 2 lavadoras de 37.333 kg como mínimo.

- **Lavadora L-01 y L-02 son lava-centrifugas de 55 kg de alta velocidad Modelo DFi57**

Consumo Vapor: 160 kg/hr

Presión Vapor: 4 bar

Para el termino de los diferentes tipos de ropa se requiere de secado en tómbolas, planchado plano y planchado de forma, la norma nos aconseja los siguientes porcentajes:

Del 20 al 25% Secado en Tómbola (Uso de secadoras)

Del 60 al 70% Planchado plano (Uso de Calandrias)

Del 10 al 15% Planchado de forma (Uso de planchas). (Santos, 2012)

- **Secadora S-01 y S-02 son secadoras rotativas Modelo S60**

Consumo Vapor: 165 kg/hr

Presión Vapor: 8 bar

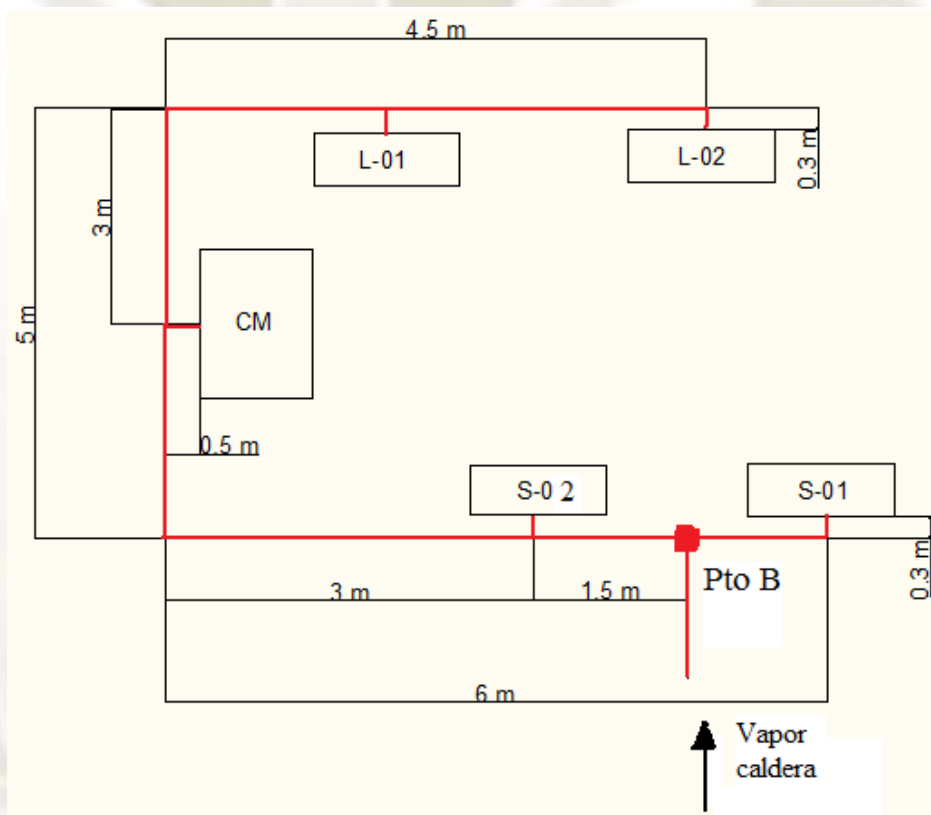
- **Calandrias Murales (Planchadora-Secadora manual) Modelo CM3250**

Consumo de Vapor: 113 kg/hr

Presión Vapor: 8 bar

Figura 50

Gráfica de Distribución del Servicio de Cocina



Fuente: Elaboración propia

Hallamos consumo hacia punto B:

TRAMO PT. B – L-01

- Presión de Vapor (relativa) : 4.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 160.000 kg/hr
- Longitud : 11.300 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{11.3m} \rightarrow X = 0.376\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.376}{100} = 1.00376$$

$$PT.B - L - 01 = 160.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.00376$$

$$PT.B - L - 01 = 160.603 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. B – L-02

- Presión de Vapor (relativa) : 4.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 160.000 kg/hr
- Longitud : 14.300 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{14.3m} \rightarrow X = 0.476\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.476}{100} = 1.00476$$

$$PT.B - L - 02 = 160.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.00476$$

$$PT.B - L - 02 = 160.763 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. B – CM

- Presión de Vapor (relativa) : 8.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 113.000 kg/hr
- Longitud : 7.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{7m} \rightarrow X = 0.233\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.233}{100} = 1.00233$$

$$PT.B - CM = 113.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.00233$$

$$PT.B - CM = 113.264 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. B – S-01

- Presión de Vapor (relativa) : 8.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 165.000 kg/hr
- Longitud : 1.800 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{1.8m} \rightarrow X = 0.060\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.060}{100} = 1.0006$$

$$PT.B - S - 01 = 165.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0006$$

$$PT.B - S - 01 = 165.099 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. B – S-02

- Presión de Vapor (relativa) : 8.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 165.000 kg/hr
- Longitud : 1.800 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{1.5m} \rightarrow X = 0.060\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.060}{100} = 1.0006$$

$$PT.B - S - 02 = 165.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0006$$

$$PT.B - S - 02 = 165.099 \frac{kg}{hr}$$

Tabla 2

Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de Lavandería

Nº	Cantidad	Equipo	Presión de Vapor (bar)	Consumo Unitario (kg/hr)	Consumo de Vapor del Equipo al Punto B (kg/hr)
1	1	Lavadora 01 (L-01) Modelo DFi57	4.000	160.000	160.603
2	1	Lavadora 02 (L-02) Modelo DFi57	4.000	160.000	160.763
3	1	Calandra Mural (CM) Modelo CM3250	8.000	113.000	113.264
4	2	Secadora (S-01 y S-02) Modelo S60	10.000	165.000	330.198
Consumo en el Punto B = $CAP_{PT. B}$ =					764.828

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Cálculo del servicio de esterilización

Para la instalación del servicio de esterilizaciones se debe respetar el avance hacia adelante, desde la zona más sucia hasta la más limpia, para disminuir los riesgos de contaminación.

Cálculo de la cantidad de instrumentos a esterilizar y cantidad de equipos

- Estimamos que cada paciente consume 2 litros de material esterilizado.
- El personal de salud considerado por cama es 2.5 según norma y consideramos 1 litro por personal

$$\text{Volumen a esterilizar pacientes} = 2 \text{ Litros} \cdot 40 = 80 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen a esterilizar personal de salud} = 1 \text{ Litro} \cdot 40 \cdot 2.5 = 100 \text{ Litros}$$

$$\text{Volumen a esterilizar} = 80 + 100 = 180 \text{ Litros}$$

Los datos técnicos de los equipos de esterilización (Anexo 004-Equipos central de esterilización esterilizador a vapor). Seleccionamos equipos comerciales que cumpla con la norma del sector salud.

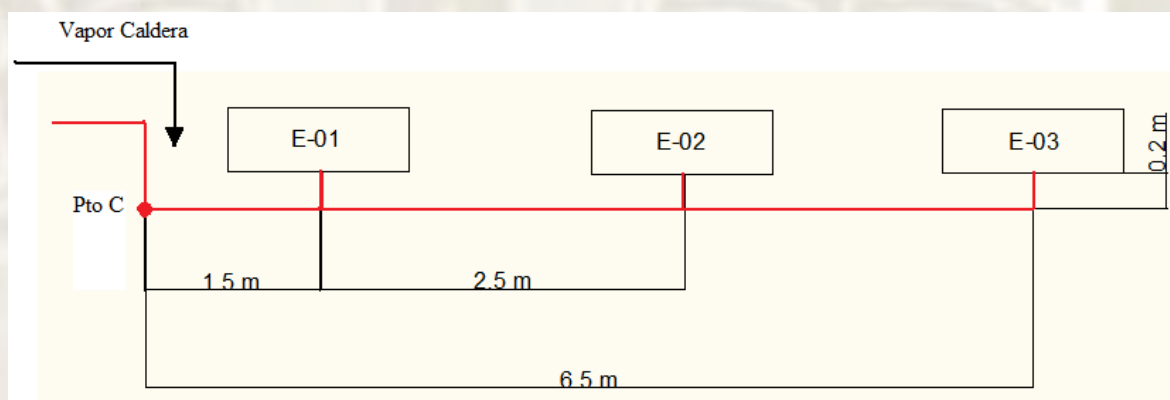
- **Esterilizador E-01, E-02 y E-03 son Esterilizadores Autoclave horizontal Modelo T-Max 4**

Consumo Vapor: 54 kg/hr

Presión Vapor: 5 bar

Figura 51

Gráfica de Distribución del Servicio de Esterilización



Fuente: Elaboración propia

Hallamos consumo hacia punto C:

TRAMO PT. C – E-01

- Presión de Vapor (relativa) : 5.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 54.000 kg/hr
- Longitud : 1.700 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{1.7m} \rightarrow X = 0.0567\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.0567}{100} = 1.00056$$

$$PT.C - E - 01 = 54.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.00056$$

$$PT.C - E - 01 = 54.031 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. C - E-02

- Presión de Vapor (relativa) : 5.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 54.000 kg/hr
- Longitud : 4.200 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{4.2m} \rightarrow X = 0.140\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.140}{100} = 1.0014$$

$$PT.C - E - 02 = 54.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0014$$

$$PT.C - E - 02 = 54.076 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. C - E-03

- Presión de Vapor (relativa) : 5.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 54.000 kg/hr
- Longitud : 6.700 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{6.7m} \rightarrow X = 0.223\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.223}{100} = 1.0022$$

$$PT.C - E - 03 = 54.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0022$$

$$PT.C - E - 03 = 54.121 \frac{kg}{hr}$$

Tabla 3*Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de Esterilización*

Nº	Cantidad	Equipo	Presión de Vapor (bar)	Consumo Unitario (kg/hr)	Consumo de Vapor del Equipo al Punto C (kg/hr)
1	1	Esterilizador 01 (E-01) Modelo T-Max 4	5.000	54.000	54.031
2	1	Esterilizador 02 (E-02) Modelo T-Max 4	5.000	54.000	54.076
3	1	Esterilizador 03 (E-03) Modelo T-Max 4	5.000	54.000	54.121
Consumo en el Punto C = CAP_{PTOC} =					162.228

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Cálculo sistema de agua caliente sanitaria ACS

Tenemos que saber la cantidad de agua que se necesita para suministrar a hospitalización y a los servicios generales.

Cálculo cantidad de agua y cantidad de equipos**Cantidad de agua para hospitalización:**

Para la selección de los calentadores de agua hay que conocer la demanda de agua caliente para el hospital.

- Tipo de hospital : Tipo II-1
- Número de camas : 40
- Días de trabajo : 05 Días (lunes a viernes)
- Hospitalización : 250 litros (Anexo 001-Norma Técnica para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria)

$$\text{Cantidad Agua Caliente Sanitaria } \left(\frac{\text{Lts}}{\text{día}} \right) = \frac{\left(\# \text{ camas} \cdot \# \frac{\text{Litros}}{\text{cama}} \cdot 7 \text{ días} \right)}{\left(\text{Días de trabajo por semana} \right)}$$

$$\text{Cant. ACS } \left(\frac{\text{Lts}}{\text{día}} \right) = \frac{\left(40 \text{ camas} \cdot 250 \frac{\text{Litros}}{\text{cama}} \cdot 7 \text{ días} \right)}{\left(5 \text{ Días de trabajo por semana} \right)}$$

$$\text{Cant. ACS} = 14000 \frac{\text{Lts}}{\text{Día}}$$

Realizando conversión de litros/día a Gln/hr obtenemos:

$$14000 \frac{\text{Lts}}{\text{Día}} \cdot \frac{0.2641726 \text{ Gln}}{1 \text{ Lts}} \cdot \frac{1 \text{ Día}}{24 \text{ hr}}$$

$$\text{Cant. ACS} = 154.1 \frac{\text{Gln}}{\text{hr}}$$

Cantidad de agua para servicio

Para el área de cocina se necesitan 4.5 Gln de agua caliente por persona hospitalizada como para las necesidades alimenticias en cocina y demás servicios.

$$\text{Agua caliente servicio} = 40 \text{ camas} \cdot 4.5 \frac{\text{Gln}}{\text{hr}} = 180 \frac{\text{Gln}}{\text{hr}}$$

Finalmente:

$$\text{Total agua caliente} = 154.1 + 180 = 334.1 \frac{\text{Gln}}{\text{hr}} = 5.568 \text{ GPM}$$

$$\text{Total agua caliente} = 6 \text{ GPM}$$

Revisamos los datos técnicos de los equipos para esta área (Anexo 005-Equipos Sistema de Agua Caliente Sanitaria).

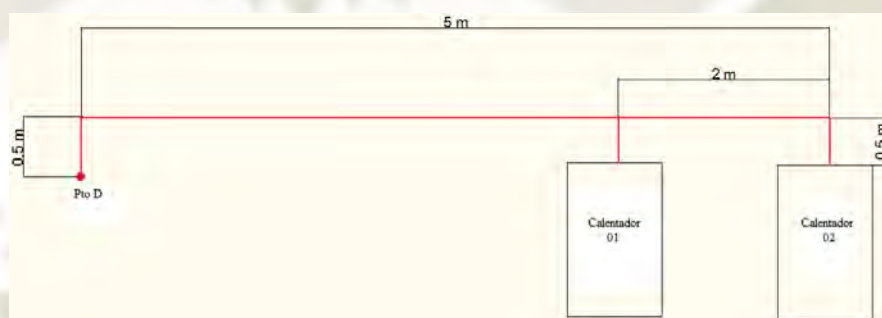
- **Calentadores de agua Cal-01 y Cal-02 son calentadores Flo Rite Temp Instantaneous Steam/Heater Single Wall $\Delta 100^{\circ}\text{C}$ (28°C) Modelo 535**

Consumo Vapor: 803 kg/hr

Presión Vapor: 1bar o 15 PSI

Figura 52

Gráfica de Distribución del Sistema de Agua Caliente Sanitaria



Fuente: Elaboración propia

Hallamos consumo hacia punto D:

TRAMO PT. D – CAL-01

- Presión de Vapor (relativa) : 1.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 803.000 kg/hr
- Longitud : 4.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{4m} \rightarrow X = 0.133\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.133}{100} = 1.0013$$

$$PT.D - CAL - 01 = 803.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0013$$

$$PT.D - CAL - 01 = 804.068 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. D – CAL-02

- Presión de Vapor (relativa) : 1.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : 803.000 kg/hr
- Longitud : 6.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{6m} \rightarrow X = 0.200\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.200}{100} = 1.002$$

$$PT.D - CAL - 02 = 803.000 \frac{kg}{hr} \cdot 1.002$$

$$PT.D - CAL - 02 = 804.606 \frac{kg}{hr}$$

Tabla 4

Resumen del Consumo de Vapor de los Equipos de ACS

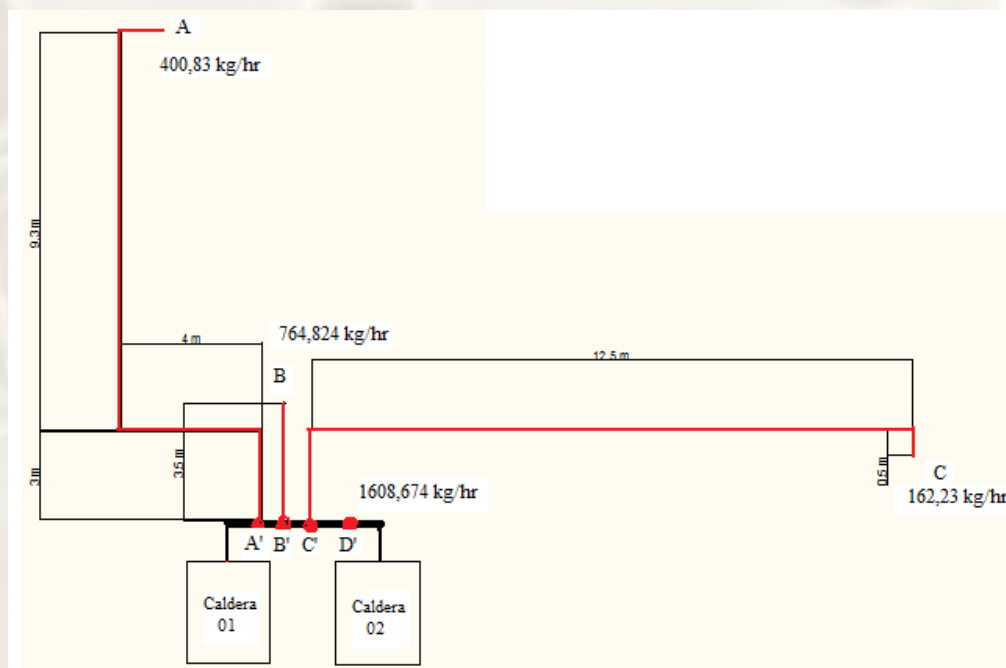
Nº	Cantidad	Equipo	Presión de Vapor (bar)	Consumo Unitario (kg/hr)	Consumo de Vapor del Equipo al Punto D (kg/hr)
1	1	Calentador de agua 01 (CAL-01) Modelo 353	1.000	803.000	804.068
2	1	Calentador de agua 02 (CAL-02) Modelo 353	1.000	803.000	804.606
Consumo en el Punto D = $CAP_{PT. D} =$					1608.678

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Consumo total para caldera

Figura 53

Gráfica de los Puntos A, B, C y D hacia Manifold



Fuente: Elaboración propia

Hallamos consumo hacia punto A', B', C' y D'::

TRAMO PT. A – PT. A'

- Consumo de Vapor del Equipo : 400.833 kg/hr
- Longitud : 17.300 m

- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{17.3m} \rightarrow X = 0.576\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.576}{100} = 1.0057$$

$$PT.A - PT.A' = 400.833 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0057$$

$$PT.A - PT.A' = 403.118 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. B – PT. B'

- Consumo de Vapor del Equipo : 764.828 kg/hr
- Longitud : 3.500 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{3.5m} \rightarrow X = 0.117\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.117}{100} = 1.0012$$

$$PT.B - PT.B' = 764.828 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0012$$

$$PT.B - PT.B' = 765.720 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. C – PT. C'

- Consumo de Vapor del Equipo : 162.228 kg/hr
- Longitud : 16.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{16m} \rightarrow X = 0.533\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.533}{100} = 1.0053$$

$$PT.C - PT.C' = 162.228 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0053$$

$$PT.C - PT.C' = 163.093 \frac{kg}{hr}$$

TRAMO PT. D – PT. D'

El punto D y D' es el mismo porque fue hallado en el tramo de los equipos de agua caliente sanitaria hacia el punto D.

$$PT.D - PT.D' = 1608.678 \frac{kg}{hr}$$

Tabla 5

Resumen del Consumo de los Diferentes Servicios

N°	Cantidad	Tramo	Presión de Vapor (bar)	Consumo de vapor Punto A, B, C y D (kg/hr)	Consumo de vapor Equipo al Punto A', B', C' y D' (kg/hr)
1	1	Tramo PT. A – PT. A'	0.450	400.833	403.118
2	1	Tramo PT. B – PT. B'	8.000	764.828	765.720
3	1	Tramo PT. C – PT. C'	10.000	162.228	163.093
4	1	Tramo PT. D – PT. D'	1.000	1608.678	1608.678
Consumo total = CAP =					2940.609

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Tramo Manifold

El manifold que alimenta a todos los servicios (servicio de cocina, servicio de lavandería, servicio de esterilización y sistema de agua caliente sanitaria).

- Presión de vapor (relativa) : 10.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : Σ Tramos 2940.609 kg/hr
- Longitud : 1.000 m
- Longitud equivalente 20% : 1.200 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{1.2m} \rightarrow X = 0.040\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.040}{100} = 1.0004$$

$$Manifold = 2940.609 \frac{kg}{hr} \cdot 1.0004$$

$$Manifold = 2941.785 \frac{kg}{hr}$$

Tramo 125 – 001

Tramo de tubería de caldera de vapor 125 BHP que va al manifold principal.

- Presión de vapor (relativa) : 10.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : Σ Tramos 1470.893 kg/hr

- Longitud : 7.500 m
- Longitud equivalente 20% : 9.000 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{9m} \rightarrow X = 0.300\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.300}{100} = 1.003$$

$$\text{Tramo 125 - 001} = 1470.893 \frac{kg}{hr} \cdot 1.003$$

$$\text{Tramo 125 - 001} = 1475.306 \frac{kg}{hr}$$

Tramo 125 - 002

Tramo de tubería de caldera de vapor 125 BHP que va al manifold principal.

- Presión de vapor (relativa) : 10.000 bar
- Consumo de Vapor del Equipo : Σ Tramos 1470.893 kg/hr
- Longitud : 5.600 m
- Longitud equivalente 20% : 6.720 m
- Norma : 1% por cada 30.000 m

Calculando:

$$\frac{1\%}{30m} = \frac{X\%}{6.72m} \rightarrow X = 0.224\% \rightarrow X = 1 + \frac{0.224}{100} = 1.002$$

$$\text{Tramo 125 - 002} = 1470.893 \frac{kg}{hr} \cdot 1.002$$

$$\text{Tramo 125 - 002} = 1474.188 \frac{kg}{hr}$$

3.1.7. Carga total de todos los servicios

$$CAP_{Total} = 2949.493 \frac{kg}{hr}$$

Los cálculos están hechos para que funcionen 2 calderas (generadores de vapor).

Tabla 6*Datos de la Ciudad de Moquegua*

Datos de Ingreso		
Nro.	Descripción	Datos
1	Temperatura del Agua de Alimentación	26.7°C
2	Presión de trabajo	145 PSI
3	Factor de Evaporización	1.182
4	Factor de Altura (Moquegua)	1417 msnm

Fuente: Elaboración propia

La carga total más altura de trabajo

- Aumentar capacidad total en 5% por cada 1000 msnm.

$$\frac{5\%}{1000 \text{ msnm}} = \frac{X\%}{1417 \text{ msnm}} \rightarrow X = 7.085\% \rightarrow X = 1 + \frac{7.085}{100} = 1.07085$$

$$\text{Carga Total} + \text{Altitud} = 2949.493 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \cdot 1.07085$$

$$\text{Carga Total} + \text{Altitud} = 3158.465 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Factor de Evaporación

- Presión de Trabajo : 145 PSI (r) / 10.194 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ / 9.997 bar
- Temperatura de agua de alimentación : 26.7°C

Con los datos ingresamos a la tabla (Anexo 006 – Factor de evaporación generadores a vapor) y obtenemos un factor de evaporación:

$$\text{Factor de Evaporación} = 1.182$$

Cálculo de la Capacidad Nominal

La fórmula para hallar la capacidad nominal es la siguiente:

$$\text{Factor de Evaporación} = \frac{\text{Capacidad Nominal}}{\text{Capacidad Real}}$$

Despejamos Capacidad Nominal:

$$\text{Capacidad Nominal} = \text{Capacidad Real} \cdot \text{Factor de Evaporización}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = 3158.465 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \cdot 1.182$$

$$\text{Capacidad Nominal} = 3733.306 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Transformamos la Capacidad Nominal de kg/hr a BHP:

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{3733.306 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}{15.683 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

$$\text{Capacidad Nominal} = 238.048 \text{ BHP}$$

Para 02 Calderas la capacidad nominal se tiene que dividir entre 2:

$$\text{Potencia de Caldera} = \frac{238.048 \text{ BHP}}{2}$$

$$\text{Potencia de Caldera} = 119.024 \text{ BHP}$$

Con la potencia de la caldera obtenida ingresamos al (Anexo 007 – Catalogo de Calderas INTESA). Verificando los datos técnicos de los generadores de vapor y seleccionamos una caldera que tenga una potencia comercial.

$$\text{Potencia de Caldera} = 125 \text{ BHP}$$

3.1.8. Capacidad de generación del sistema de vapor

Para cuando el Hospital ESSALUD II Moquegua tenga la máxima demanda se seleccionaremos las dos calderas de 125 BHP, estas están destinadas para las horas punta.

Tabla 7

Selección Calderas para Funcionamiento de Instalaciones del Hospital

Turno	Capacidad	Observaciones
Turno 1 Día (Mañana)	250 BHP	2 Calderas de 125 BHP para cubrir la carga máxima.
Turno 2 Día (Tarde)	250 BHP	2 Calderas de 125 BHP para cubrir la carga mínima.

Fuente: Elaboración propia

Códigos y Normas

Según las normas hospitalarias los requerimientos regulatorios son las Normas ASME BPV.

En la industria de las calderas el que gobierna el diseño, la inspección y el seguro de calidad de las calderas es la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME – American Society of Mechanical Engineers), los recipientes a presión de las calderas deben presentar el estampado ASME.

3.2. CÁLCULO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Se realizará el diseño para el sistema de combustible para las 2 calderas de vapor que van a funcionar turno día trabajando a su capacidad máxima.

- 01 caldera de vapor 125 BHP (Turno día)
- 01 caldera de vapor 125 BHP (Turno día)

Selección de combustible para caldera

Para la selección de combustible tenemos que seleccionar el combustible que represente la opción más económica para el Hospital ESSALUD II Moquegua, seleccionaremos el tener dos combustibles.

- EL Petróleo, es nuestra primera opción a tener en cuenta y se va a realizar los cálculos respectivos para dicho combustible en este proyecto.
- Gas Natural (GN), es nuestra segunda opción, porque es más barato y significa ahorro y demás ventajas.

Se va a realizar la recomendación para poder utilizar un sistema dual con lo cual podremos utilizar los 2 combustibles para que los quemadores de los generadores de vapor tendrán las especificaciones técnicas para poder quemar los 2 combustibles.

3.2.1. Sistema de combustible Diésel-2

Como primera opción se elaborada el diseño para combustible Diésel-2 por el tema de instalaciones térmicas y funcionamiento en tiempo menor.

El combustible Diésel-2 tiene un poder calorífico superior, para nuestro Cálculo utilizaremos 42 800 kJ/kg y densidad relativa de 0.85

3.2.1.1. Demanda de combustible

La demanda de combustible debe ser para alimentar las 2 calderas, tomando en cuenta los datos de la tabla siguiente.

Tabla 8*Datos para el Cálculo de la Demanda de Combustible*

Equipo	Turno	Potencia (BHP)	Potencia (kw)	Eficiencia Min. %
Caldera 01	Día	125.000	1226.19	80.000
Caldera 02	Día	125.000	1226.19	80.000
Totales		250.000	2452.38	

Fuente: Elaboración propia

Aplicamos la siguiente formula:

$$Q_{Diesel} = \left(\frac{\text{Capacidad de las calderas}}{\eta \cdot PC} \right)$$

Reemplazando:

$$Q_{Diesel} = \left(\frac{2452.38 \text{ kW}}{0.8 \cdot 42800 \text{ kJ/kg}} \right) = 7.16 \cdot 10^{-2} \text{ kg combustible/seg}$$

$$Q_{Diesel} = 7.16 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Kg combustible}}{\text{seg}} \cdot \frac{1 \text{ Galon}}{3.785 \text{ Litros}} \cdot \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hr}}$$

$$Q_{Diesel} = 68.123 \text{ GPH}$$

$$\text{Caudal Volumétrico} = 68.123 \text{ GPH}$$

Ahora tenemos un caudal volumétrico estimado para comprobar dicho cálculo tendremos que informarnos de la ficha técnica del fabricante de equipos de calderas. (Anexo 017 – Datos técnicos de Calderas INTESA).

3.2.1.2. Cálculo de capacidad del tanque de combustible

Para determinar la capacidad del tanque de combustible se tiene que saber el consumo de las calderas en operación y las horas de servicio de las mismas.

$$CAP_{Tanque} = (\text{Consumo de Diésel} - 2 \text{ de calderas}) \cdot (\text{Tiempo de servicio})$$

Para el sistema de combustible se va a constar de dos tanques:

- Tanque de servicio diario, es de donde se alimenta la caldera directamente y es para unos cuantos días.
- Tanque de reserva, es donde se almacena el combustible por un tiempo largo y evita el desabastecimiento en época de escases.

Tanque de servicio diario dimensionamiento

El dimensionamiento del tanque de servicio diario se va a tener en cuenta que el tanque va almacenar combustible para 7 días y cada día con 8 horas de operación.

$$CAP_{Tq \text{ Diario}} = (\text{Consumo de Diésel} - 2 \text{ de calderas}) \\ \cdot (\text{Tiempo de servicio}) \cdot (\text{Días servicio})$$

$$CAP_{Tq \text{ Diario}} = (68.123 \text{ GPH}) \cdot (8 \text{ hr}) \cdot (7 \text{ días})$$

$$CAP_{Tq \text{ Diario}} = 3814.860 \text{ GLN}$$

Se va a seleccionar un tanque horizontal de 4000 GLN por ser más comercial.

Tanque de reserva dimensionamiento

El dimensionamiento del tanque de reserva se va tener en cuenta que tiene que almacenar combustible para 30 días laborales y cada día con 8 horas de operación.

$$CAP_{Tq \text{ Reserva}} = (\text{Consumo de Diésel} - 2 \text{ de calderas}) \\ \cdot (\text{Tiempo de servicio}) \cdot (\text{Días servicio})$$

$$CAP_{Tq \text{ Reserva}} = (68.123 \text{ GPH}) \cdot (8 \text{ hr}) \cdot (30 \text{ días})$$

$$CAP_{Tq \text{ Reserva}} = 16345.402 \text{ GLN}$$

Se va a seleccionar un tanque vertical de 16 500 GLN, y este debe estar dentro de un cajón de hormigón por medidas de seguridad, OSINERMINING exige estas normas.

3.2.1.3. Determinación capacidad bomba de combustible

La bomba de combustible debe satisfacer las necesidades de alimentación de combustible a las calderas y su consumo es de 68.123 GPH.

Se recomienda utilizar bombas de desplazamiento positivo del tipo engranaje ya que su funcionamiento será de forma intermitente. La bomba varía la presión de descarga:

- Presión: 275.79 entre 1206.58 kPa

Conforme del arreglo del sistema de tuberías de combustibles, se recomienda usar una presión de 689.48 kPa.

3.2.2. Sistema de combustible gas natural

En segunda opción se tiene como combustible gas natural por un tema de ahorro energético y costo para el Hospital ESSALUD II Moquegua.

Para el diseño de gas natural utilizaremos la NTP 111.010:2003 GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales.

Las condiciones para el dimensionamiento de las tuberías para gas natural seco:

- Cantidad máxima de gas natural seco que necesitan los equipos.
- Consumo proyectado a futuro, incluyendo el factor de simultaneidad.
- La caída de presión permitida entre el punto de suministro y los puntos de consumo.
- La longitud de tubería y la cantidad de accesorios.
- Gravedad específica: 0.65
- Poder calorífico a condiciones estándar: 9500 Kcal/m³ = 11.05kWh
- Velocidad tolerable del gas: inferior 30 m/s

3.2.2.1. Determinación del caudal nominal

Para determinar el caudal nominal tenemos que tener en cuenta que el combustible debe alimentar a las 2 calderas, y los datos los obtenemos de la siguiente tabla.

Tabla 9

Datos para el Cálculo del Caudal Volumétrico

Equipo	Turno	Potencia (BHP)	Potencia (kw)	Eficiencia Min. %	Caudal Volumétrico m ³ /hr
Caldera 01	Día	125.000	1226.19	80.000	138.709
Caldera 02	Día	125.000	1226.19	80.000	138.709
Totales		250.000	2452.38		277.418

Fuente: Elaboración propia

Aplicamos la siguiente formula:

$$Q_{Gas\ Natural} = \left(\frac{Capacidad\ de\ las\ calderas}{\eta \cdot PC} \right)$$

Reemplazando:

$$Q_{Gas\ Natural} = \left(\frac{2452.380\ kW}{0.80 \cdot 11.05 \frac{kWh}{m^3}} \right)$$

$$Q_{Gas\ Natural} = 277.418 \frac{m^3}{hr}$$

$$\text{Caudal Volumetrico} = 277.418 \frac{m^3}{hr}$$

Ahora tenemos un caudal volumétrico estimado para comprobar dicho Cálculo tendremos que informarnos de la ficha técnica del fabricante de equipos de calderas. (Anexo 017 – Datos técnicos de Calderas INTESA).

3.3. CÁLCULO DEL SISTEMA DE AGUA

En parte se calcula el sistema de agua para las instalaciones térmicas del Hospital ESSALUD II Moquegua.

3.3.1. Tratamiento de agua dentro caldero

Para la selección del tratamiento de agua dentro del caldero mediante el (ANEXO – 018. Sistema de agua blanda y dura sistemas de alimentación química – Modelo CFS selección del sistema dosificador de productos químicos).

- Disponible para tamaño de caldera de 125 BHP
- Tamaños de tanque desde 20 hasta 500 galones
- Materiales de tanque: acero de carbono
- Presión de hasta 180 psig
- Bombas totalmente ajustables de 0.015 a 60 GPH (Santos, 2012)

3.3.2. Cálculo del sistema de agua de alimentación

Se tiene que tener en cuenta que el sistema de agua de alimentación está dividido en dos:

- Primero; alimenta las calderas desde el tanque de condensado hacia las calderas.
- Segundo; alimenta el tanque de condensado desde la cisterna de agua dura, pasando por los ablandadores.

Para el diseño del sistema de agua de alimentación hay que determinar la capacidad de evaporación de las calderas. Por cada BHP de capacidad de la caldera se necesita suministrar 0.0689 GPM.

Caldera de 125 BHP

$$1 \text{ BHP} \rightarrow 0.0689 \text{ GPM}$$

$$125 \text{ BHP} \rightarrow X \text{ GPM}$$

$$X = 8.625 \text{ GPM}$$

Como sabemos son 2 calderas de 125 BHP, sabiendo eso el consumo total sería de 17.25 GPM. Para fines de diseño se debe considerar un valor entre 1.5 y 2.0 veces la capacidad.

$$\text{Consumo total} = 25.875 \text{ GPM}$$

3.3.3. Diseño del sistema del tanque

Consideraciones:

- Demanda de las calderas por unos 25 minutos
- Llenarse hasta un máximo del 70%
- Suministro de agua 25.875 GPM.

$$CAP = 25.875 \text{ GPM} \cdot 25 \text{ minutos} \cdot 0.7$$

$$CAP = 452.823 \text{ Gln} = 1714.122 \text{ litros}$$

El volumen mínimo es de 1714.122 litros, y se decide seleccionar un tanque con una capacidad de 1892.706 litros.

$$\text{Capacidad del tanque de condensado} = 1892.706 \text{ litros} = 500 \text{ Gln}$$

3.3.4. Cálculo del sistema de ablandamiento de agua potable

En este proyecto se va emplear ablandador para tratar el agua de reposición debido a su eficacia y bajo costo de operación.

Debemos tener en cuenta tres consideraciones para seleccionar el ablandador:

- Agua de reposición tiene un caudal de 25.875 GPM
- El sistema operará en promedio 8 horas diarias.
- Dureza del agua de alimentación es de 300 ppm.

Tabla 10*Dureza de Agua*

Nº	Grado de Dureza	(mg/l) Como CaCO ₃
1	Blanda	0-75
2	Moderadamente Dura	75-150
3	Dura	150-300
4	Muy Dura	>300

Fuente: Ministerio de Salud, (2018)

Para nuestro caso se toma la equivalencia de unidades son:

$$1 \text{ ppm equivalente} = 1 \text{ mg/L}$$

Ciclo de regeneración

Por lo general las unidades pequeñas se calculan por su necesidad de agua para una semana para así poder efectuar la regeneración durante los fines de semana cuando el consumo se disminuya.

Cuando se requiera una grande cantidad de agua o el agua potable de red es muy dura el ciclo mínimo recomendable es de 24 horas para cada equipo, para nuestro interés se efectuará cada 6 días.

Número de unidades

Utilizaremos 02 unidades para poder ablandar el agua, un equipo será capaz de soportar la carga completa cuando el otro equipo se regenere. Es deseable contar con más equipos si el consumo es suficientemente grande.

Consumo total de agua blanda

Lavandería: requerimiento de agua

- Catálogo de los fabricantes de los equipos (900 litros por carga)
- Factor de seguridad en la selección del equipo 20%
- Carga de lavadora en una hora (siendo normal 70 minutos por carga).

(Ministerio de salud, 2018)

$$\text{Agua Generadores de Vapor} = 25.875 \text{ GPM} = 5876.834 \text{ litros/hr}$$

$$\text{Agua Lavadoras sanitarias} = 900 \text{ litros} \cdot 2 \cdot 1.2 = 2160 \text{ litros/hr}$$

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 5876.834 + 2160$$

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 8036.834 \frac{\text{litros}}{\text{hr}} = 35.385 \text{ GPM}$$

3.3.5. Capacidad del ablandador se elaborada el siguiente Cálculo:

Vamos a utilizar como base al cálculo la resina Amberlita IR-120plus, la capacidad de la zeolita es de 30 000 granos por pie cubico de resina. La resina tiene unas características que están especificadas en el (ANEXO – 018. Sistema de agua blanda y dura). (Santos, 2012)

Tabla 11

Equivalencia entre Sistemas

Equivalencias Entre Sistemas	
1 PPM (Partes Por Millón)	0.058 GPG (Grano Por Galón)

Fuente: Elaboración propia

Selección de suavizador

Para la selección de suavizador se calcula con 06 pasos lo que nos permitida saber la cantidad de dureza a remover por día

3.3.5.1. Determinar la dureza del agua

Dureza del agua: 300 ppm

Convertir de PPM a GPG dividimos entre 17.1

$$\frac{300 \text{ ppm}}{17.1} = 17.544 \frac{\text{Granos}}{\text{Galon}}$$

3.3.5.2. Determinar capacidad del agua a regenerar

La cantidad de agua a regenerar ya la calculamos anteriormente es el consumo del generador de vapor más el consumo de las lavadoras.

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 35.385 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}}$$

3.3.5.3. Determinar la cantidad de condensados recuperados y determinar la alimentación neta a la caldera

Vamos a considerar el 25% de condensado recuperado por lo cual a nuestra capacidad de alimentación de diseño restaremos el 25%.

$$Q_{NETO} = 35.385 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}} - 25\% \cdot 35.385 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}}$$

$$Q_{NETO} = 35.385 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}} - 8.846 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}}$$

$$Q_{NETO} = 26.539 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}}$$

3.3.5.4. Determinar la alimentación total requerida por día

Tiempo de operación por día = 08 Horas

$$\text{Caudal Neto } Q_{NETO} = 26.539 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}}$$

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 26.539 \frac{\text{Galones}}{\text{Min}} \cdot \frac{60 \text{ Min}}{1 \text{ hr}} \cdot \frac{8 \text{ hr}}{\text{Día}}$$

$$\text{Consumo total de agua blanda} = 12\,738.600 \frac{\text{Galones}}{\text{Día}}$$

3.3.5.5. Determinar los granos totales de dureza a remover por día

Una vez obtenida la dureza en el agua y la alimentación total requerida determinamos los granos totales de dureza a remover por día.

$$\begin{aligned} &= \left(12\,738.600 \frac{\text{Galones}}{\text{Día}} \right) \cdot \left(17.544 \frac{\text{Granos}}{\text{Galones}} \right) \\ &= 223\,485.998 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} \end{aligned}$$

3.3.5.6. Consideración de un margen de error

Para la selección del suavizador y la obtención de agua suavizada para alimentar las calderas se tiene que tener en cuenta un margen de seguridad y será de 15%.

$$\begin{aligned} &= 223\,485.998 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} + 15\% \cdot 223\,485.998 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} \\ &= 223\,485.998 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} + 33\,522.899 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} \\ &= 257\,008.898 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} \end{aligned}$$

3.3.5.7. Capacidades promedio del suavizador

Tenemos que tener en cuenta las capacidades de un suavizador comercial, los tres niveles convencionales para los suavizadores son:

- 30,000 granos por pie^3 de resina (regenerando con 15 libras de sal por pie^3 de resina)

- 25,000 granos por pie^3 de resina (regenerando con 10 libras de sal por pie^3 de resina)
- 20,000 granos por pie^3 de resina (regenerando con 5 libras de sal por pie^3 de resina)

Se utilizará el primer nivel convencional que es cada pie^3 de Amberlita IR-120 tiene una alta cualidad de operación y eficiencia de regeneración removerá 30 000 granos de dureza cuando es regenerado con 15 libras de sal.

$$\frac{30\,000 \text{ Granos}}{1 \text{ } pie^3 \text{ de resina}} = \frac{257\,008.898 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}}}{X}$$

$$X = 8.5 \frac{pie^3 \text{ de resina}}{\text{Día}}$$

3.3.5.8. Frecuencia de regeneración en el suavizador

El sistema deberá regenerarse cada 06 días es cuando los equipos no están siendo utilizados o la planta de vapor no funciona.

$$\frac{8.5 \text{ } pie^3 \text{ de resina}}{1 \text{ Día Operación}} = \frac{X \text{ } pie^3 \text{ de resina}}{6 \text{ Días de Operación}}$$

$$CAP_{Intercambio} = 51.0 \text{ } pie^3$$

3.3.5.9. Determinar el Consumo de sal para la regeneración

Para el nivel convencional que hemos seleccionado es de 30 000 granos por pie^3 de resina (regenerando con 15 libras de sal por pie^3 de resina).

Entonces el sistema está regenerando con 15 libras (6.804 kg) de sal por un pie^3 de resina por un día de trabajo tendríamos:

$$\text{Consumo Sal} = 8.5 \frac{pie^3}{\text{Día}} \cdot 15 \frac{\text{Libras}}{pie^3}$$

$$\text{Consumo Sal} = 127.500 \frac{\text{Libras}}{\text{Día}}$$

Para los 6 días de operación tendríamos el siguiente consumo:

$$\text{Consumo Sal} = 51.0 \frac{pie^3}{6 \text{ Días}} \cdot 15 \frac{\text{Libras}}{pie^3}$$

$$\text{Consumo Sal} = 765.00 \frac{\text{Libras}}{6 \text{ Días}}$$

El consumo sería de 765.00 libras/6 días en kilogramos sería 346.998 kg de sal, ya que la regeneración se realiza después de 6 días de operación.

3.3.5.10. Tecnología en diseño y operación

Para lograr un diseño óptimo la selección del suavizador se va a optar por dos tanques es indispensable con control automático con operación de acuerdo a la demanda de agua y los equipos trabajan en alternados.

- 01 generara agua suavizada
- 01 se encontrará regenerando.

3.4. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS SALIDA DEL MANIFOLD

Para la selección del diámetro de tuberías nos basaremos en el “método de la velocidad”, y debemos de tener cuidado de no sobredimensionar o subdimensionar las tuberías.

Sobredimensionar Tuberías

- Los costos de las tuberías serán mayores.
- La calidad del vapor y posterior entrega de calor será más pobre.

Subdimensionar Tuberías

- Ruidos a causa del aumento de velocidad, habrá mayor riesgo de erosión y golpe de ariete.
- La caída de presión y la velocidad serán mayores generando una presión inferior.

3.4.1. Procedimiento Cálculo diámetro nominal de la tubería

Para determinar el diámetro nominal de las tuberías de vapor utilizaremos la siguiente fórmula, también hay otras opciones para determinar los diámetros de tuberías con tablas (ANEXO 008 – Sistema de distribución de vapor).

Cálculo del diámetro interno:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Mv \cdot v}{\pi \cdot W}}$$

D_i = diámetro interno en metros

Mv = flujo másico en kg/seg

v = volumen específica en $\frac{m^3}{kg}$ (ANEXO 009 – Factores de presión para dimensionamiento de tuberías)

W = Velocidad del fluido $\frac{m}{seg}$

Para W se tiene una tabla de referencia del libro de suministros energéticos recomendaciones de velocidad para vapor sobrecalentado vapor saturado y condensado.

Tabla 12

Recomendación para Velocidad en Tuberías

Naturaleza del Servicio	Velocidad pies/min (W)		Velocidad m/seg (W)	
Tuberías Troncales	4000.00	6000.00	15.00	25.00
Tuberías Ramales	6000.00	10000.00	25.00	40.00

Fuente: Libro de Suministros Energéticos

Procedimiento hallar Espesor de tubería según norma ASA

El material en las tuberías según norma ASA es de designación ASTM A-53 especificación M y de grado A.

Hallamos el espesor con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P \cdot D_e}{2 \cdot S + 0.8 \cdot P} + C$$

t = espesor mínimo de la pared (mm, pulgadas)

D_e = diámetro exterior (mm, pulgadas)

P = presión de trabajo $\left(\frac{Kg-f}{cm^2}, psi\right)$

S = esfuerzo máximo permitido en el material $\left(\frac{Kg-f}{cm^2}, psi\right)$

C = espesor adicional, como previsión para resistencia mecánica

Para diámetros menores a 1" → C = 0.05 pulgadas o 1.27 mm

Para diámetros mayores a 1" → C = 0.065 pulgadas o 1.65 mm

3.4.2. Tramos de tubería de vapor a calcular

Se va a calcular el diseño de las tuberías para los servicios que hemos descrito anteriormente que requieren vapor para su funcionamiento en las instalaciones térmicas del Hospital ESSALUD II Moquegua.

En la siguiente tabla podemos ver todos los tramos de tuberías de vapor a calcular para poder distribuir el vapor generado hasta el equipo de uso.

Se desarrollada el cálculo de tuberías para el servicio de cocina como aplicativo de procedimiento de cálculo. Los demás servicios se colocarán los resultados en una tabla.

- Cálculo tuberías de servicio de cocina
- Cálculo tuberías de servicio de esterilización
- Cálculo tuberías de servicio de lavandería
- Cálculo tuberías sistema de agua caliente sanitaria ACS

Las cargas de cada tramo y equipo se determinaron anteriormente y utilizaremos dichos valores.

Tabla 13

Resumen de Presión y Temperatura de Todos los Servicios

Nº	Zona	Equipo	Tramo	Presión Vapor (bar)	Temperatura (°C)
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	10.000	179.943
2	1.1	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	1.450	110.607
3	1.2	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	1.450	110.607
4	1.3	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	1.450	110.607
5	1.4	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	1.450	110.607
6	2	Servicio de Lavandería	Tramo B' - B	10.000	179.943
7	2.1	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-01	5.000	151.936
8	2.2	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-02	5.000	151.936
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	9.000	175.420
10	2.4	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-01	10.000	179.943
11	2.5	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-02	10.000	179.943
12	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	10.000	179.943
13	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	6.000	158.919
14	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	6.000	158.919
15	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	6.000	158.919

16	4	Sistema de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	10.000	179.943
17	4.1	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 01	2.000	120.420
18	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	1.000	120.420
19	5	Manifold Principal	Manifold	10.000	179.943
20	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	10.000	179.943
21	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	10.000	179.943

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.1. Cálculo tubería servicio de cocina

Se realizara el cálculo de tuberías del servicio de cocina teniendo en cuenta estándares y consideraciones mencionadas anteriormente.

El cálculo de tubería a desarrollar será del Manifold (Punto A') al Punto A (Servicio de cocina) que es el Tramo A' - A que se desarrolla a continuación.

Cálculo del diámetro interno

Apoyándonos en las ecuaciones para determinar el diámetro de las tuberías y tomamos en consideración la tabla de servicio de cocina.

Datos:

- Presión = 10.000 bar(r) $\rightarrow v = 0.177 \frac{m^3}{kg}$ (Anexo – 009)
- $Mv = 403.118 \frac{kg}{hr} = 0.112 \frac{kg}{seg}$
- $W = 15 \frac{m}{seg}$ velocidad recomendada para troncales (15 – 25 $\frac{m}{seg}$)

Reemplazamos valores:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Mv \cdot v}{\pi \cdot W}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.112 \cdot 0.177}{\pi \cdot 35}}$$

$$D = 0.041 m = 41.021 mm$$

Cuando obtenemos el diámetro interior procedemos a estandarizar el diámetro con las tablas (ANEXO 010 – Tuberías comerciales de acero al carbono).

$$D = 41.021 mm \text{ a } D = 40 mm$$

Después de seleccionar un diámetro estandarizado procedemos a recalculer si nuestra velocidad supuesta está dentro del rango de velocidades de vapor saturado.

Datos:

- $D = 40 \text{ mm}$
- Presión = 10.000 bar(r) $\rightarrow v = 0.177 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$ (**Anexo – 009**)
- $Mv = 403.118 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 0.112 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$

Reemplazando valores:

$$W = \frac{4 \cdot Mv \cdot v}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0.112 \cdot 0.177}{\pi \cdot 0.040^2}$$
$$W = 15.775 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

La velocidad recomendada ramales está dentro del rango:

$$\text{Vapor Saturado Troncales } 15 < W < 25 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

El diámetro seleccionado es el adecuado.

Hallar el espesor de la tubería según norma ASA.

Especificamos el espesor de la tubería anterior 40 mm de diámetro nominal que conducirá vapor saturado a 10 bar y una temperatura de 179.886°C.

- $D_e = 48.3 \text{ mm}$ (Tuberías Comerciales de Acero al Carbono)
- $P = 10 \text{ bar} \rightarrow 10.197 \frac{\text{kg-f}}{\text{cm}^2}$
- $S = 844 \frac{\text{kg-f}}{\text{cm}^2}$ ASTM Soporta hasta 232°C (ANEXO 011 – Normas y especificaciones para tuberías de fuerza).
- $C =$ Espesor adicional, como previsión para resistencia mecánica

Para diámetros menores a 1" $\rightarrow C = 0.05$ pulgadas o 1.27 mm

Para diámetros mayores a 1" $\rightarrow C = 0.065$ pulgadas o 1.65 mm

Reemplazando valores:

$$t = \frac{P \cdot D_e}{2 \cdot S + 0.8 \cdot P} + C = \frac{10.197 \cdot 42.200}{2 \cdot 844 + 0.8 \cdot 10.197} + 1.65$$
$$t = 1.940 \text{ mm}$$

Con el espesor hallado nos dirigimos a las tablas (ANEXO 010 – Tuberías comerciales de acero al carbono), donde ingresamos con el diámetro nominal estándar de 40 mm y buscamos un espesor estándar.

El resultado más próximo se estandarizarán las dimensiones de las tuberías el número de cedula.

RESULTADO FINAL OBTENIDO:

- ✓ Diámetro nominal = 40 mm
- ✓ Numero de cedula = STD – Sch. 40
- ✓ Diámetro exterior = 48.300 mm
- ✓ Espesor de la pared = 3.680 mm

Los resultados nos dan muestra y comprobación de una tubería de vapor bien dimensionada, este procedimiento se debe realizar para los demás tramos. (Santos, 2012)

3.4.2.2. Cálculo de tubería con aplicación Steam Tools

Con el pasar de los años y el avance de la tecnología aparecen aplicaciones que permiten hallar el diámetro de tubería de forma más rápida y sencilla, reemplazando los métodos convencionales. Estas aplicaciones las podemos encontrar en App Store y Play Store.

La aplicación a utilizar es Steam Tools de la empresa SPIRAX SARCO, con la cual se elaborada el procedimiento para hallar el diámetro de tubería y compararla con el método convencional que se ejecutó anteriormente.

Es una aplicación que se puede utilizar fácilmente; a continuación, se hallará el “diámetro de tubería del servicio de cocina” que se desarrolló convencionalmente y se hará la comparación de resultados.

Figura 54

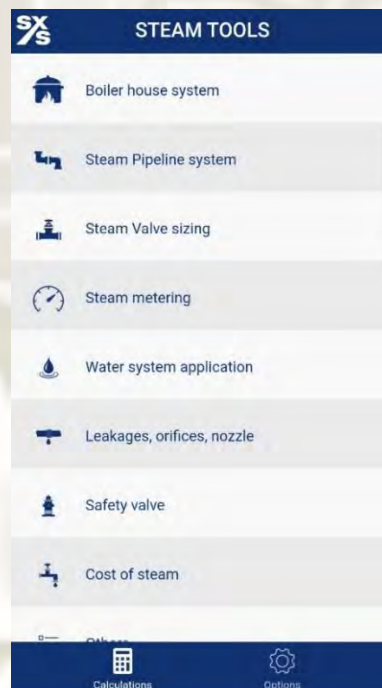
Ingreso Aplicación Steam Tools



Fuente: Steam Tools

Figura 55

Steam Pipeline System “Sistema de Tubería de Vapor”

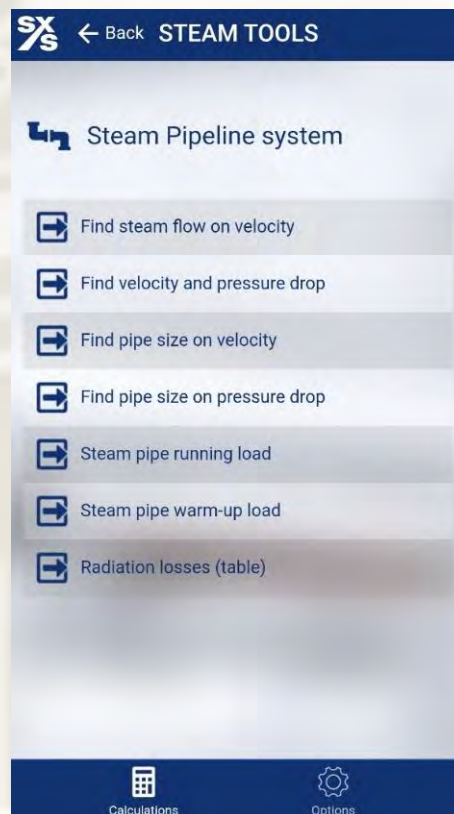


Fuente: Steam Tools

Ingresamos al “Sistema de tubería de vapor”; la aplicación nos presenta un menú con diferentes alternativas como: encontrar el flujo de vapor en la velocidad, encontrar la velocidad y la caída de presión, encontrar el tamaño de tubería en la velocidad, entre otros. Seleccionaremos Find pipe size on velocity “Encontrar el tamaño de la tubería en la velocidad”.

Figura 56

Find Pipe Size on Velocity



Fuente: Steam Tools

La aplicación nos pide cuatro datos para poder calcular el diámetro de tubería y son: presión, caudal de vapor, velocidad y longitud de la tubería. Estos datos ya fueron hallados anteriormente:

Presión: 10 bar

Caudal de vapor: 403.118 kg/h

Velocidad: 15 m/s

Longitud de tubería: 17.3 m

Figura 57

Colocamos los Datos para el Cálculo Diámetro de Tubería

The screenshot shows the 'Steam Pipeline system' interface in the 'STEAM TOOLS' app. It features a header with a back arrow and the app name. Below the header is a title 'Steam Pipeline system' and a subtitle 'Find pipe size on velocity'. The main area contains five input fields: 'Upstream pressure' (10 bar g), 'Steam flowrate' (403.118 kg/h), 'Velocity' (15 m/s), and 'Pipe length' (17.3 m). At the bottom of the input area are two buttons: 'Calculate' and 'Clear'. The bottom navigation bar includes icons for 'Calculations' and 'Options'.

Parameter	Value	Unit
Upstream pressure	10	bar g
Steam flowrate	403.118	kg/h
Velocity	15	m/s
Pipe length	17.3	m

Fuente: Steam Tools

Figura 58

Resultado del Diámetro de Tubería

The screenshot shows the results of the calculation in the 'STEAM TOOLS' app. The 'Pipe length' field is still visible with the value 17.3 m. Below it are two buttons: 'Calculate' and 'Clear'. The results section includes: 'Minimum pipe bore' (41 mm), 'Pressure drop' (0.05 bar), 'Commercial pipe size' (40 mm nb), 'Actual velocity' (16 m/s), and 'Actual pressure drop' (0.06 bar). The bottom navigation bar remains the same.

Parameter	Value	Unit
Pipe length	17.3	m
Minimum pipe bore	41	mm
Pressure drop	0.05	bar
Commercial pipe size	40	mm nb
Actual velocity	16	m/s
Actual pressure drop	0.06	bar

Fuente: Steam Tools

Tenemos el resultado de la aplicación Steam Tools:

Diámetro mínimo de la tubería: 41 *mm*

Caída de presión: 0.05 *bar*

Tamaño de tubería comercial: 40 *mm nb*

Velocidad real: 16 *m/s*

Caída de presión real: 0.06 *bar*

Comparando la aplicación Steam Tools (Diámetro mínimo de tubería 41 mm) con el método convencional (Diámetro mínimo de tubería 41.021 mm), llegamos a la conclusión que por ambos métodos el resultado es el mismo.

En nuestro caso no utilizaremos una tubería comercial de 25mm (1") debido a que la velocidad sería de 41 m/s y eso con llevaría una tubería ramal y en el caso se necesita una tubería troncal, para el cual utilizaremos la tubería comercial mayor, tubería de 40 mm (1 1/2") que nos dará una velocidad de 15.775 m/s y está dentro de la recomendación del libro de suministros energéticos que para tuberías troncales debe ser de 15 m/s a 25 m/s.

3.4.2.3. Cálculo cabezal de distribuidor principal

Se avanza con el procedimiento para calcular el diámetro del cabezal o Manifold principal de la sala de calderas, se tomará la capacidad de generación máxima que corresponde al funcionamiento de dos calderas en paralelo. (Santos, 2012)

- Capacidad Máxima = 125 BHP + 125 BHP
- $V = 10$ m/seg La recomendación velocidad

El flujo total de vapor será la suma de las 2 calderas funcionando en simultaneo:

$$PM = 125 \text{ BHP} + 125 \text{ BHP}$$

$$PM = 1960.250 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} + 1960.250 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$PM = 3920.500 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 1.089 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$$

Hallar el Caudal Volumétrico:

$$Q = Mv \cdot v$$

Q = Caudal de vapor m^3/hr

Mv = Flujo másico de vapor kg/hr

v = volumen específico $m^3/kg \rightarrow 180 \text{ PSI} = 12.410 \text{ bar}$

Reemplazando:

- $Mv = 3920.500 \text{ kg/hr}$
- $v = 0.147 \text{ m}^3/kg \rightarrow 12.410 \text{ bar}$

$$Q = 3920.500 \frac{kg}{hr} \cdot 0.147 \frac{m^3}{kg}$$

$$Q = 576.313 \frac{m^3}{hr}$$

Calculando el área del cabezal de vapor:

$$A = \frac{Q}{W}$$

- A = Área transversal de tubería m^2
- $Q = 576.313 \text{ m}^3/hr$
- $W = 10 \text{ m/seg} = 36000 \text{ m/hr}$

$$A = \frac{Q}{W} = \frac{576.313 \text{ m}^3/hr}{36000 \text{ m/hr}} = 0.016 \text{ m}^2$$

Calculando el diámetro del cabezal de vapor:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.016}{\pi}} = 0.142 \text{ m} = 142.7 \text{ mm}$$

Estandarizamos el diámetro a 150 mm

RESULTADO FINAL OBTENIDOS:

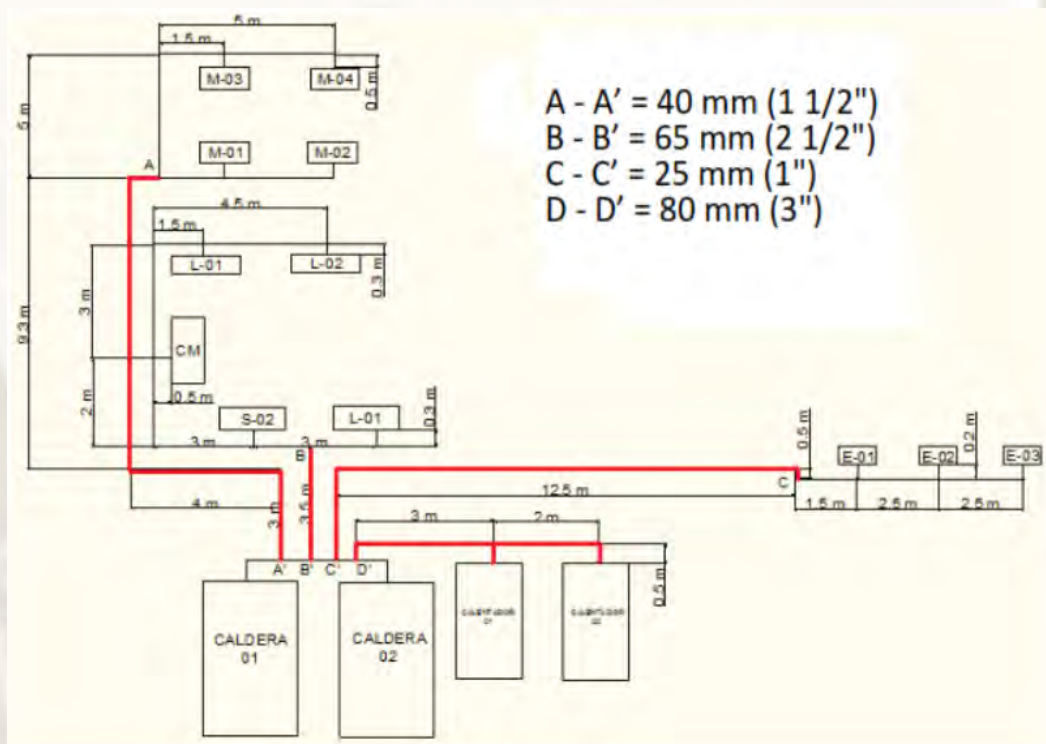
- ✓ Diámetro nominal = 150 mm
- ✓ Numero de cedula = STD – Sch. 40
- ✓ Diámetro exterior = 168.3 mm
- ✓ Espesor de la pared = 7.11 mm

3.4.2.4. Diagramas de distribución de todas las áreas

En la siguiente imagen se tiene los diámetros de las tuberías principales que distribuyen el vapor para las diferentes áreas del Hospital ESSALUD II Moquegua

Figura 59

Distribución de Tuberías para las Diferentes Áreas



Fuente: Elaboración propia

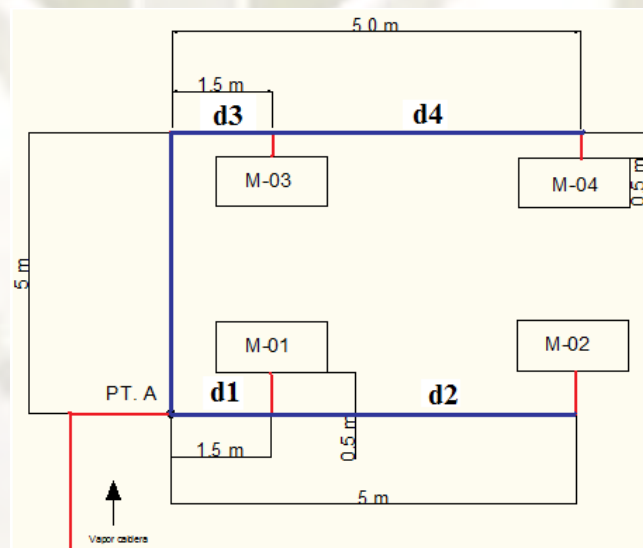
En la Figura 60, la presión para las 04 marmitas es de 0.45 bar, en el Punto A se dispone de una válvula reductora de presión.

La velocidad recomendada es de 25 m/s para 0.45 bar y caudal de vapor de 400.833 kg/hr. En 02 ramales se parte uno de 200.250 kg/hr y otro de 200.583 kg/hr para alimentar las marmitas.

- D1 con consumo de 200.250 kg/hr
- D2 con consumo de 100.183 kg/hr
- D3 con consumo de 200.583 kg/hr
- D4 con consumo de 100.350 kg/hr

Figura 60

Distribución de tuberías en el servicio de cocina



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 61, el Punto B salen 02 ramales una va hacia la calandria mural CM y a las lavadoras L-01 y L-02 y el otro ramal a las secadoras S-01 y S-02 donde antes se instala una válvula reductora de presión de la cual salen 02 tuberías para cada secadora S-01 y S-02, en cada tubería para cada secadora tiene como consumo 165.099 kg/hr a presión de 10 bar con velocidad recomendada de 25 m/s.

El ramal que va hacia la calandria mural CM y las Lavadoras L-01 y L-02 va con un consumo de 434.630 kg/hr a presión de 8 bar a una velocidad recomendada de 25 m/s.

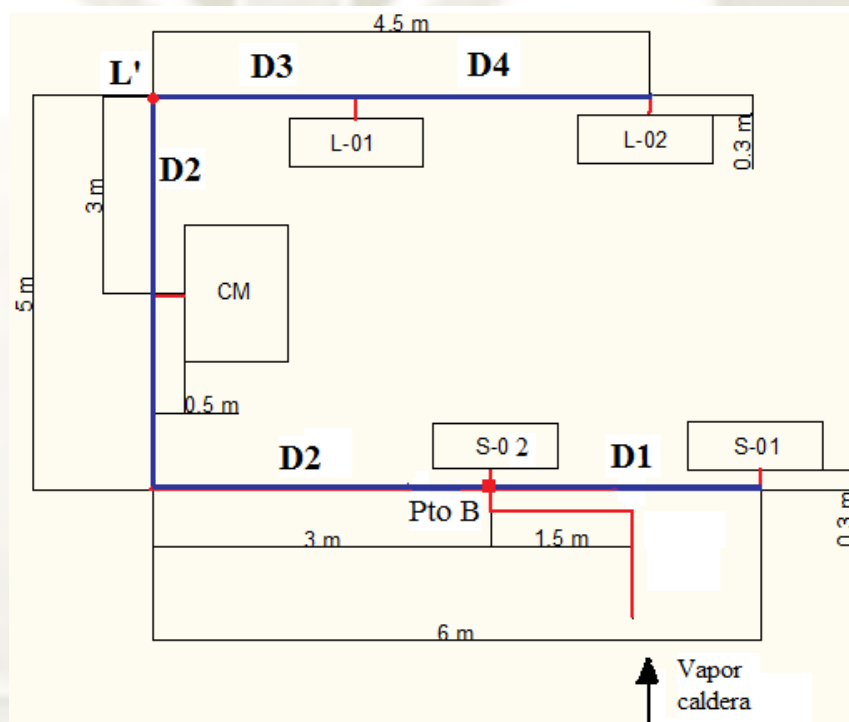
En el punto L se instala una válvula reductora de presión de la cual sale un consumo de 321.366 kg/hr y una presión requerida de trabajo de 4 bar con una velocidad recomendada de 25 m/s.

- D1 con consumo de 165.099 kg/hr
- D2 con consumo de 434.630 kg/hr
- D3 con consumo de 321.366 kg/hr

- D4 con consumo de 160.763 kg/hr

Figura 61

Distribución de Tuberías en el Servicio de Lavandería



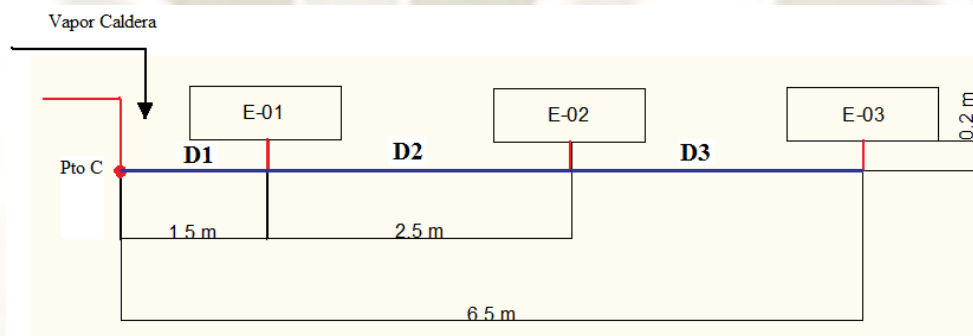
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 62, en el Punto C se instala una válvula reductora de presión, el sistema requiere una presión 5 bar y un consumo de 162.228 kg/hr con una velocidad recomendada de 25 m/s.

- D1 con consumo de 162.228 kg/hr
- D2 con consumo de 108.197 kg/hr
- D3 con consumo de 54.121 kg/hr

Figura 62

Distribución de Tuberías en el Servicio de Esterilización



Fuente: Elaboración propia

3.4.2.5. Cuadro resumen de tablas de tuberías calculadas

A continuación, se desarrolla el cuadro con los resultados de los cálculos realizados de todos los tramos de tuberías de vapor de las instalaciones térmicas del Hospital ESSALUD II Moquegua. (Santos, 2012)

Tabla 14*Cuadro Resumen de Cálculo de Tuberías*

Nº	Tramo	Demanda Total (kg/hr)	Volumen Especifico (m3/kg)	Velocidad del Fluido (m/s)	Diámetro Calculado (mm)	Diámetro DN Comercial (mm)	Diámetro Exterior Real (mm)	Comprobación Velocidad Fluido (m/s)	Esfuerzo de Diseño S (kg-f/cm2)	Espesor Adicional C (mm)	Espesor Tubería t (mm)	Espesor Comercial (mm)	Espesor Comercial Weight Class	Espesor Comercial Schedule
1	Tramo A' - A	403,118	0,177	15,000	41,021	40,000	48,300	15,775	844,000	1,650	1,940	3,560	STD	40,000
2	Tramo d1	200,250	1,186	25,000	58,160	65,000	73,000	20,015	844,000	1,650	1,668	5,160	STD	40,000
3	Tramo d2	100,183	1,186	25,000	41,125	40,000	48,300	26,426	844,000	1,650	1,663	3,680	STD	40,000
4	Tramo d3	200,583	1,186	25,000	58,160	65,000	73,000	20,015	844,000	1,650	1,668	5,160	STD	40,000
5	Tramo d4	100,350	1,186	25,000	41,125	40,000	48,300	26,426	844,000	1,650	1,663	3,680	STD	40,000
6	Tramo B' - B	765,720	0,177	15,000	56,570	65,000	73,000	11,361	844,000	1,650	2,088	8,630	STD	40,000
7	Tramo d1	330,198	0,177	25,000	28,798	32,000	42,200	20,247	844,000	1,650	1,904	3,560	STD	40,000
8	Tramo d2	434,630	0,215	25,000	36,400	40,000	48,300	20,702	844,000	1,650	1,883	3,680	STD	40,000
9	Tramo d3	321,366	0,374	25,000	41,173	40,000	48,300	26,488	844,000	1,650	1,766	3,680	STD	40,000
10	Tramo d4	160,763	0,374	25,000	29,277	32,000	32,200	20,926	844,000	1,650	1,751	3,560	STD	40,000
12	Tramo C' - C	163,093	0,177	15,000	26,002	25,000	33,400	16,226	844,000	1,650	1,851	3,380	STD	40,000
13	Tramo d1	162,228	0,315	25,000	26,869	25,000	33,400	28,877	844,000	1,650	1,751	3,380	STD	40,000
14	Tramo d2	108,197	0,315	25,000	21,938	25,000	33,400	19,251	844,000	1,650	1,750	3,380	STD	40,000
15	Tramo d3	54,121	0,315	25,000	15,513	15,000	21,300	26,738	844,000	1,270	1,334	2,770	STD	40,000
16	Tramo D' - D'	1.608,678	0,177	15,000	81,950	80,000	88,900	15,74	844,000	1,650	2,184	5,490	STD	40,000
18	Tramo d1	804,606	0,881	25,000	100,253	100,000	114,300	25,127	844,000	1,650	1,719	6,020	STD	40,000
19	Manifold	2.941,785	0,177	10,000	142,700	150,000	168,300	10,907	844,000	1,650	2,662	7,110	STD	40,000
20	Tramo 125 - 001	1.475,306	0,177	15,000	78,485	80,000	88,900	14,437	844,000	1,650	2,184	5,490	STD	40,000
21	Tramo 125 - 002	1.474,188	0,177	15,000	78,485	80,000	88,900	14,437	844,000	1,650	2,184	5,490	STD	40,000

Fuente: Elaboración propia

3.5. SELECCIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS EN EL SISTEMA DE VAPOR

En un sistema de vapor se encuentra válvulas y accesorios comunes y a continuación hacemos un listado:

- Válvulas de compuertas
- Válvulas de disco
- Válvulas de globo
- Codos de 30, 45 y 90 grados
- Válvulas reductoras de presión
- Filtros
- Válvulas controladoras de presión
- Válvulas deseadora
- Válvula de seguridad
- Tees
- Reducciones
- Uniones y bridas
- Separadores de humedad

Para estos accesorios se tiene que considerar algunos criterios de selección recomendaciones de fabricante de equipos:

- Tipo de servicio requerido
- Tipo de fluido a controlar (vapor)
- Diámetro requerido (igual a la tubería)
- Material de construcción interna y externa
- Temperatura y presión promedio
- Sistema de operación de la válvula. (Santos, 2012)

3.5.1. Selección de válvulas de compuerta

Para utilizar las válvulas de compuertas es necesario un caudal de fluido rectilíneo, así como también una restricción mínima al paso del mismo.

3.5.2. Purgadores de aire

Los purgadores su función es:

- Purgar el aire de los equipos que utilizan vapor
- Eliminar el aire en las líneas principales de vapor
- Purgar el aire en los finales de línea

3.5.3. Selección de válvulas de retención

Su función es impedir que el flujo de vapor retorne por motivo de alguna contra presión existente en la línea, y su más importante función es en los manifold de distribución de vapor desde los calderos hasta la línea principal.

3.5.4. Selección de válvula de globo

Para estas válvulas se requiere presión, temperatura y diámetro además el uso requerido, con estos datos se selecciona la válvula más adecuada. La caída de presión en este tipo es mucho mayor que en las válvulas de compuerta.

3.5.5. Selección de válvulas de ángulo

Estas válvulas pueden ser utilizadas en instalaciones rectas convencional o para reemplazar ángulos y codos en el sistema de tuberías, su flexibilidad nos permite asegurar que puede ser instalado en posición más rentable y accesible.

3.5.6. Separadores de humedad

Si principal función es cuidar la válvula reductora de presión para que así el vapor llegué seco y evitar de esta forma los problemas de erosión.

3.5.7. Reducciones concéntricas, bridas, uniones universales y Tees

La selección adecuada se va a considerar una presión de 180 PSI por lo cual se requiere accesorios de clase 105.

3.6. CÁLCULO DE LA DILATACIÓN Y SOPORTES DE TUBERÍAS

Juntas de dilatación

El diseño de las juntas de dilatación vamos a tener en cuenta la tabla que se dan la dilatación térmica de las tuberías comerciales de acero al carbono. la dilatación puede ser ocasionada por el cambio de temperatura, velocidad del fluido, presión del

sistema, etc. La junta de expansión metálica su principal objetivo es absorber los movimientos del sistema de tuberías.

La dilatación se va a calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{Dilatación} = L \cdot \Delta T \cdot \alpha \text{ mm}$$

L = Longitud de tubería entre anclaje (m)

ΔT = Variación de temperatura °C

α = Coeficiente de dilatación (mm/m°C) · 10⁻³

Ahora vamos a calcular la dilatación de los diferentes tramos de tubería para seleccionar la junta de expansión.

3.6.1. Dilatación: Tramo A' – A

Para determinar la dilatación del tramo tenemos que tener los siguientes datos:

Datos:

- Temperatura Ambiente: 23.889 °C
- Temperatura de trabajo: 179.943 °C
- Variación de temperatura: 156.054 °C
- Coeficiente de dilatación del acero: 15 mm/m°C · 10⁻³
- Longitud: 17.300 m

Luego reemplazamos en la fórmula:

$$\text{Dilatación} = L \cdot \Delta T \cdot \alpha \text{ mm}$$

$$\text{Dilatación} = 17.300 \text{ m} \cdot 155.997 \text{ °C} \cdot 15 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Dilatación} = 40.496 \text{ mm}$$

A continuación se muestra la tabla donde se muestran los resultados de dilatación calculado de los tramos de tuberías.

Tabla 15*Resumen de Dilatación de Tuberías de Vapor*

N°	Zona	Equipos	Tramo	Longitud Real (m)	Temperatura de Trabajo (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Diferencia Temperatura DT (°C)	Coficiente Dilatación Acero S. (mm/m°C) x 10 ⁻³	Dilatación Spirax Sarco (mm)
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	17,300	179,943	23,889	156,054	0,015	40,496
2	1.1	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	2,000	110,607	23,889	86,718	0,015	2,602
3	1.2	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	5,500	110,607	23,889	86,718	0,015	7,154
4	1.3	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	7,000	110,607	23,889	86,718	0,015	9,105
5	1.4	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	10,500	110,607	23,889	86,718	0,015	13,658
6	2	Servicio de Lavandería	Tramo B' - B	3,500	179,943	23,889	156,054	0,015	8,193
7	2.1	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-01	11,300	151,936	23,889	128,047	0,015	21,704
8	2.2	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-02	14,300	151,936	23,889	128,047	0,015	27,466
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	7,000	175,420	23,889	151,531	0,015	15,911
10	2.4	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-01	1,800	179,943	23,889	156,054	0,015	4,213
11	2.5	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-02	1,800	179,943	23,889	156,054	0,015	4,213
12	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	16,000	179,886	23,889	155,997	0,015	37,439
13	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	1,700	158,919	23,889	135,030	0,015	3,443
14	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	4,200	158,919	23,889	135,030	0,015	8,507
15	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	6,700	158,919	23,889	135,030	0,015	13,571
16	4	Servicio de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	4,000	179,943	23,889	156,054	0,015	9,363
17	4.1	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 01	4,000	120,420	23,889	96,531	0,015	5,792
18	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	6,000	120,420	23,889	96,531	0,015	8,688
19	5	Manifold	Manifold	1,000	179,943	23,889	156,054	0,015	2,341
20	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	7,500	179,943	23,889	156,054	0,015	17,556
21	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	5,600	179,943	23,889	156,054	0,015	13,109

Fuente: Elaboración propia

En el mercado existen diferentes componentes para absorber el movimiento de las tuberías y depende la selección del diseñador por lo cual utilizaremos:

- Montar una junta de expansión.

3.6.2. Selección de juntas de dilatación: Tramo A' – A

Se tiene que tener en cuenta los siguientes datos para poder definir la junta de dilatación. Como primer paso para absorber el movimiento térmico consiste en cuantificar el cambio exacto en el tramo lineal del sistema de tubería sobre la distancia y tener un factor de seguridad. De la Tabla 1 (ANEXO 013 – Dilatación y Junta de expansión para tuberías de vapor)

Temperatura de funcionamiento máxima: 179.000°C

Temperatura de funcionamiento mínima: 15.000°C

Expansión Térmica T Máx.: 232.600 mm

Expansión Térmica T Mín.: 37.400 mm

Diferencia de Expansión Térmica T Min.: 195 mm. (Santos, 2012)

Tabla 16*Cuadro de Diferencias de Expansión Térmica de Todos los Tramos de Tubería*

N°	Zona	Equipos	Tramo	Longitud real (m)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Expansión Termica del Tubo mm por 100 metros Tmax (°C)	Expansión Termica del Tubo mm por 100 metros Tmin (°C)	Diferencia Expansión T. (mm)
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	17,300	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
2	1.1	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	2,000	110,000	15,000	146,700	37,400	109,300
3	1.2	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	5,500	110,000	15,000	146,700	37,400	109,300
4	1.3	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	7,000	110,000	15,000	146,700	37,400	109,300
5	1.4	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	10,500	110,000	15,000	146,700	37,400	109,300
6	2	Servicio de Lavanderia	Tramo B' - B	3,500	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
7	2.1	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-01	11,300	160,000	15,000	211,000	37,400	173,600
8	2.2	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-02	14,300	160,000	15,000	211,000	37,400	173,600
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	7,000	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
10	2.4	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-01	1,800	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
11	2.5	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-02	1,800	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
12	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	16,000	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
13	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	1,700	160,000	15,000	211,000	37,400	173,600
14	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	4,200	160,000	15,000	211,000	37,400	173,600
15	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	6,700	160,000	15,000	211,000	37,400	173,600
16	4	Servicio de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	4,000	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
17	4.1	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 01	4,000	126,000	15,000	168,300	37,400	130,900
18	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	6,000	126,000	15,000	168,300	37,400	130,900
19	5	Manifold	Manifold	1,000	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
20	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	7,500	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200
21	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	5,600	176,000	15,000	232,600	37,400	195,200

Fuente: Elaboración propia

Para tener la expansión térmica total tenemos que multiplicar la diferencia de expansión térmica con la longitud real de la tubería. Se seleccionará solo juntas de expansión en los tramos más largos y no para los tramos cortos ya que la dilatación es mayor en estos tramos.

- Expansión térmica del tubo (mm)
- Máxima distancia a la 1° Guía (mm)
- Aproximada distancia entre 1° y 2° Guía (mm)
- Fuerza de activación
- Junta de expansión estilo

La selección de la junta de expansión utilizada es el modelo Mover Estilo 150 Victaulic capaz de conseguir hasta 3 pulgadas de movimiento axial absorbiendo la expansión y/o contracción.

Tabla 17*Expansión Térmica de Tuberías y Selección de Junta de Expansión*

Nº	Zona	Equipos	Tramo	Expansión Térmica del tubo (mm)	Maxima Distancia a la 1º Guia (mm)	Aproximada Distancia entre 1º y 2º Guia (mm)	Fuerza de Activación diametro (N)	Junta de Expansión Estilo
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	33,769	152,400	533,400	200,000	150 Victaulic
2	1.1	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	2,186	254,000	889,000	645,000	150 Victaulic
3	1.2	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	6,011	152,400	533,400	200,000	150 Victaulic
4	1.3	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	7,651	254,000	889,000	645,000	150 Victaulic
5	1.4	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	11,476	152,400	533,400	200,000	150 Victaulic
6	2	Servicio de Lavanderia	Tramo B' - B	6,832	254,000	889,000	645,000	150 Victaulic
7	2.1	Lavadora Modelo DF157	Tramo B' - L-01	19,616	127,000	431,800	200,000	150 Victaulic
8	2.2	Lavadora Modelo DF157	Tramo B' - L-02	24,824	152,400	533,400	200,000	150 Victaulic
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	13,664	152,400	533,400	200,000	150 Victaulic
11	2.5	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-02	3,513	127,000	431,800	200,000	150 Victaulic
12	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	31,232	101,600	406,400	89,000	150 Victaulic
13	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	2,951	101,600	406,400	89,000	150 Victaulic
14	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	7,291	101,600	406,400	89,000	150 Victaulic
15	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	11,631	101,600	406,400	89,000	150 Victaulic
16	4	Servicio de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	7,808	304,800	1066,800	645,000	150 Victaulic
18	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	7,854	406,400	1422,400	1068,000	150 Victaulic
19	5	Manifold	Manifold	1,952	609,600	2133,600	2314,000	150 Victaulic
20	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	14,640	304,800	1066,800	645,000	150 Victaulic
21	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	10,931	304,800	1066,800	645,000	150 Victaulic

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Soportes para tuberías

Se tomará las siguientes consideraciones para el cálculo y selección de soportes de tuberías:

- La distancia entre los soportes será como indica el código ASME B31.3 párrafo 320. (Guzmán Acosta, 2012)
- El criterio para los soportes de tuberías es usar lo más simple posible, criterios de proporción y estética.
- La tubería vertical será soportada por la tubería horizontal conectada.
- Si existen cargas concentradas los soportes deben estar puestos cerca a la carga, con el fin de mantener el esfuerzo al mínimo.

Selección de soportes

Para la selección de un soporte apropiado es gobernado por el ruteo de la tubería y condiciones de operación.

- Colgadores: Si están por encima de la tubería
- Soportes: Si están por debajo de la tubería

Tipos de soporte:

- Soporte flexibles
- Soportes rígidos

Restricciones:

- Guías: permitir el desplazamiento en una dirección específica.
- Anclajes: fijar la tubería completamente en ciertos puntos.
- Topes: prevenir el movimiento longitudinal de la tubería.
- Amortiguadores: Minimiza el movimiento de la tubería debido a fuerzas diferentes al peso y a la expansión térmica.

Recomendación de soportes según tipo de tubería

1. Sistema Caliente $T > 49\text{ °C}$
 - a) $49 < T < 232\text{ °C}$, Agua caliente, vapor a baja presión y ciertos procesos.
 - b) $232 < T < 343\text{ °C}$, Vapor industrial y sistemas de tuberías de agua caliente.

- c) $T < 400$ °C, Planta de vapor de alta presión.
- 2. A temperatura ambiente, $21 < T < 49$ °C
 - a) Tuberías de aire y agua

Tabla 18

Soportes Recomendados Según Tipo de Tubería

Tipo de tubería	Tipo de soporte MSS-SP-58	Observaciones
1.a	1 y 3 – 12. 45 y 43 – 46. 35 – 38.	Suspendidos. Inferior con rodillos. Deslizantes.
1.b	1, 3, 4, 42, 41 y 43 – 46.	Rodillos.
1.c	2, 3, 39, 41, 42 – 47.	Por la alta temperatura deben estar hechos de materiales resistentes a la temperatura.
2	1, 3 – 12, 35 – 38.	
3	40. 1, 4, 6, 7, 9, 10, 11.	Se debe tener el soporte fuera del aislante.

Fuente: MSS SP-58, 2002

En el (ANEXO 014 – Soporte de tuberías de vapor y retorno de condensado) para la selección del tipo de Soporte de tuberías.

Soporte Tramo A' – A

Se tiene que saber tres datos para poder determinar la distancia entre soportes:

- Temperatura de trabajo: 179.886 °C
- Longitud: 17.300 m
- Diámetro DN: 40 mm

Determinación del claro entre soportes:

Con la temperatura y el diámetro de tubería ingresamos al Anexo 014 tabla 3.1, la distancia entre soportes y nos da el valor de 5.000 m, esta distancia se debe utilizar en este tramo. Para hallar el número de soportes tenemos que dividir la distancia (17.300 m) entre el número de soportes (5.000 m): 3 Soportes.

Soportes según tipo de tubería

Según la tabla anterior *Soportes recomendados según tipo de tubería* para Sistemas Calientes $T > 49$ °C

- Tipo de soportes suspendido: TYPE 1 (3 unidades)
- Tipo de soportes inferior: TYPE 44 (1 unidad)

– Tipo de soportes deslizantes: TYPE 35 (2 unidades)

En la tabla que se muestra a continuación se puede visualizar los resultados de los tramos de tuberías con el número de soportes a utilizar y el tipo según ruta.

Tabla 19*Tramos de Tubería Distancia Entre Soportes, Tipo y Número*

N°	Zona	Tramo	Longitud Real (m)	Temperatura de Trabajo (°C)	Diametro DN Comercial (mm)	Distancia Entre Soportes (m)	Tipo de Soporte MSS SP-58 Suspendido	UND	Tipo de Soporte MSS SP-58 Suspendido	UND	Tipo de Soporte MSS SP-58 Deslizantes	UND
1	1	Tramo A' - A	17,300	179,943	40,000	3,000	TYPE 1	3,000	TYPE 44	1,000	TYPE 35	2,000
2	1.1	Tramo A' - M-01	2,000	110,607	65,000	3,000	TYPE 1	1,000	-	-	-	-
3	1.2	Tramo A' - M-02	5,500	110,607	40,000	3,000	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	-	-
4	1.3	Tramo A' - M-03	7,000	110,607	65,000	3,000	TYPE 1	1,000	TYPE 44	2,000	-	-
5	1.4	Tramo A' - M-04	10,500	110,607	40,000	3,000	TYPE 1	2,000	TYPE 44	1,000	TYPE 35	1,000
6	2	Tramo B' - B	3,500	179,886	65,000	3,000	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	-	-
7	2.1	Tramo B' - L-01	11,300	151,936	32,000	2,400	TYPE 1	2,000	TYPE 44	1,000	TYPE 35	2,000
8	2.2	Tramo B' - L-02	14,300	151,936	40,000	3,000	TYPE 1	3,000	TYPE 44	1,000	TYPE 35	1,000
9	2.3	Tramo B' - CM	7,000	175,420	40,000	3,000	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	TYPE 35	1,000
10	2.4	Tramo B' - S-01	1,800	179,943	32,000	2,400	TYPE 1	1,000	-	-	-	-
12	3	Tramo C' - C	16,000	179,943	25,000	2,400	TYPE 1	3,000	TYPE 44	2,000	TYPE 35	2,000
13	3.1	Tramo C' - E-01	1,700	158,919	25,000	2,400	TYPE 1	1,000	-	-	-	-
14	3.2	Tramo C' - E-02	4,200	158,919	25,000	2,400	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	-	-
15	3.3	Tramo C' - E-03	6,700	158,919	15,000	2,400	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	TYPE 35	1,000
16	4	Tramo D' - D'	4,000	179,943	80,000	3,600	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	-	-
18	4.2	Tramo D' - Calentador 02	6,000	120,420	100,000	4,250	TYPE 1	1,000	TYPE 44	1,000	-	-
19	5	Manifold	1,000	179,943	150,000	4,250	TYPE 1	1,000	-	-	-	-
20	5.1	Tramo 125 - 001	7,500	179,943	80,000	3,600	TYPE 1	1,000	-	-	TYPE 35	1,000
21	5.2	Tramo 125 - 002	5,600	179,943	80,000	3,600	TYPE 1	1,000	-	-	TYPE 35	1,000

Fuente: Elaboración propia

3.7. CÁLCULO AISLANTE PARA TUBERÍAS DE VAPOR

Para la selección de aislamiento indicaremos aquellos espesores mínimos aconsejables por medio de la compañía ISOVER en sus productos ROCLAINÉ en función al diámetro de la tubería, temperatura de trabajo y del rendimiento óptimo del material aislante.

Determinación del aislamiento térmico tubería de vapor

El procedimiento para el cálculo del aislamiento es el siguiente.

- Seleccionar el espesor de aislamiento (ANEXO 015 - Sistema de aislamiento térmico)
- Para esta selección debemos tener estos datos: Presión y temperatura de saturación de trabajo y diámetro comercial del tramo.
- Obtenemos pérdidas unitarias y temperatura exterior del (ANEXO 015 – Sistema de aislamiento térmico)
- Para material aislante seleccionado datos de ingreso: Presión y temperatura de saturación de trabajo y diámetro comercial del tramo.
- Para obtener pérdidas de calor de una tubería sin aislamiento (ANEXO 016 – Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento) se asume una temperatura de ambiente de 70 °F se ingresa con la temperatura de saturación de trabajo y obtenemos las pérdidas de calor.
- El cálculo de la eficiencia del aislamiento en tubería de vapor: esta debe ser superior al 80% si fuera menor se tendrá que seleccionar 02 capas a más para poder obtener pérdidas de calor unitarias menores.

Para calcular el espesor del aislante óptimo en las tuberías se procederá a utilizar los fundamentos de transferencia de calor. Se va a calcular para el servicio de cocina y para los demás servicios se va a mostrar los resultados en una tabla. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.7.1. Selección de aislamiento tramo A' – M-01

a) Determinación del diámetro del espesor óptimo

Diámetro de la tubería: 65 mm / 2 1/2 Pulg

Presión de trabajo: 0.45 bar(r)

Temperatura Saturación: 110.607 °C /231.092 °F / Aprox. 100 °C

Ingresamos al ANEXO 015 con el diámetro de la tubería y la temperatura de saturación se tiene:

Diámetro de aislamiento: 40mm

Material: Coquilla Roclaine

b) Pérdidas unitarias y temperatura existente

Diámetro de la tubería: 65 mm / 2 1/2 Pulg

Temperatura Saturación: 110.607 °C /231.092 °F / Aprox. 100 °C

Ingresamos al ANEXO 015 Tabla 3 con el diámetro de la tubería y la temperatura de saturación:

Pérdidas unitarias de calor q_L : 23.5 W/m

Temperatura Exterior (Revestimiento) θ_{se} : 31.0 °C

$$q_L = 23.5 \frac{W}{m} \cdot 2 m = 47.0 W$$

c) Determinación de pérdidas de calor de una tubería sin aislamiento

Diámetro de la tubería: 65 mm / 2 1/2 Pulg

Temperatura de Ambiente: 75 °F

Temperatura Saturación: 110.350 °C /231.092 °F / Aprox. 100 °C

Ingresamos ANEXO 016 Figura 1 con la temperatura en Fahrenheit:

Pérdidas de calor tubería desnuda H: 380 BTU/hr/pie²

Área de la tubería = $\pi \cdot D_e \cdot L = \pi \cdot 0.073 \cdot 2$, m²

Área de la tubería = 0.460 m² = 4.651 pie²

$$H = 380 \frac{BTU}{hr \cdot pie^2} \cdot Area \text{ de la tubería}$$

$$H = 380 \frac{BTU}{hr \cdot pie^2} \cdot 4.651 pie^2$$

$$H = 1767.380 \frac{BTU}{hr} \cdot \frac{0.292W}{1BTU/hr}$$

$$H = 516.075 W$$

d) Cálculo de la eficiencia del aislamiento

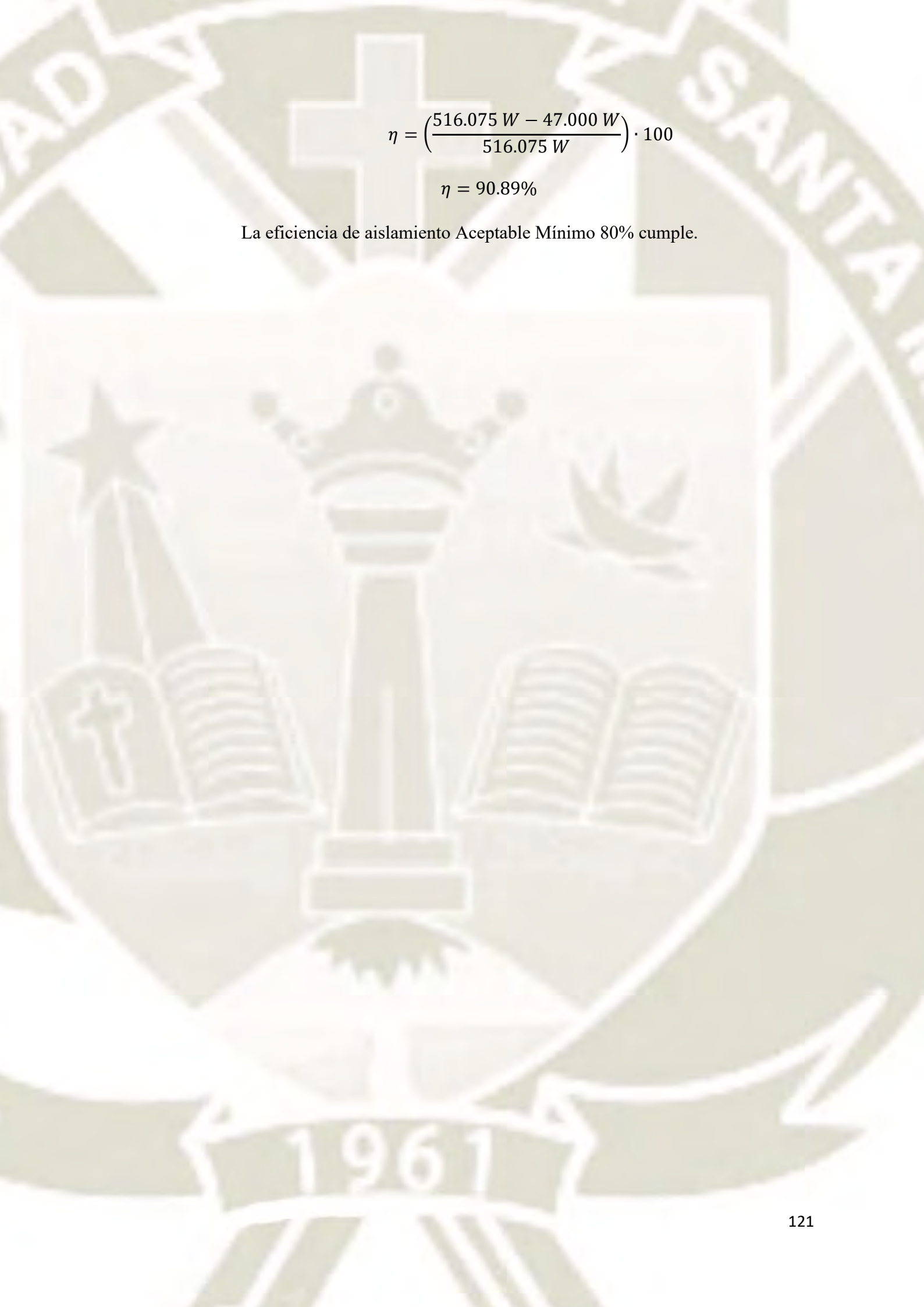
La eficiencia con los valores encontrados anteriormente

$$\eta = \left(\frac{H - q_L}{H} \right) \cdot 100$$

η = Eficiencia del aislamiento (%)

H = Pérdidas de calor de tubería desnuda (W)

q_L = Pérdidas de calor tubería aislada (W)


$$\eta = \left(\frac{516.075 \text{ W} - 47.000 \text{ W}}{516.075 \text{ W}} \right) \cdot 100$$

$$\eta = 90.89\%$$

La eficiencia de aislamiento Aceptable Mínimo 80% cumple.

Tabla 20

Tabla Resumen del Aislamiento de Tuberías

N°	Zona	Equipos	Tramo	Espesor Económico (mm)	Tablas 3-4-5 ANEXO 15	Perdidas Unitarias qL (W/m)	Temperatura Exterior Tse (°C)	Perdida Calor Tubería sin Aislamiento H (BTU/hr/pie2)	Area Tubería (m2)	Perdidas Calor C/Aislamiento qL (W)	Perdidas Calor S/Aislamiento qL (W)	Eficiencia Aislamiento n(%)	Tipo de Aislamiento
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	40,000	5,000	47,100	41,900	860,000	2,619	814,830	7081,948	88,494	Coquilla Roclaime
2	1.1	Mamita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	40,000	3,000	23,500	31,000	360,000	0,460	47,000	516,075	90,893	Coquilla Roclaime
3	1.2	Mamita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	30,000	3,000	20,500	32,400	360,000	0,834	112,750	944,189	88,059	Coquilla Roclaime
4	1.3	Mamita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	40,000	3,000	23,500	31,000	360,000	1,605	164,500	1816,053	90,942	Coquilla Roclaime
5	1.4	Mamita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	30,000	3,000	20,500	32,400	360,000	1,593	215,250	1802,482	88,058	Coquilla Roclaime
6	2	Servicio de Lavandería	Tramo B' - B	50,000	5,000	55,400	40,400	860,000	0,803	193,900	2169,427	91,062	Coquilla Roclaime
7	2.1	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-01	30,000	4,000	36,700	40,000	610,000	1,498	414,710	2872,060	85,561	Coquilla Roclaime
8	2.2	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-02	30,000	4,000	36,700	40,000	610,000	2,170	524,810	4160,201	87,385	Coquilla Roclaime
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	40,000	5,000	47,100	41,900	800,000	1,062	329,700	2670,772	87,655	Coquilla Roclaime
10	2.4	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-01	40,000	5,000	47,100	41,900	860,000	0,239	84,780	645,038	86,857	Coquilla Roclaime
12	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	40,000	5,000	37,900	40,000	860,000	1,679	606,400	4538,033	86,637	Coquilla Roclaime
13	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	30,000	4,000	29,200	38,200	690,000	0,178	49,640	386,016	87,140	Coquilla Roclaime
14	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	30,000	4,000	29,200	38,200	690,000	0,441	122,640	956,401	87,177	Coquilla Roclaime
15	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	30,000	4,000	29,200	38,200	690,000	0,448	195,640	972,141	79,875	Coquilla Roclaime
16	4	Servicio de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	50,000	5,000	61,500	41,200	860,000	1,117	246,000	3019,288	91,852	Coquilla Roclaime
18	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	40,000	4,000	48,900	36,200	400,000	2,154	293,400	2708,685	89,168	Coquilla Roclaime
19	5	Manifold	Manifold	70,000	5,000	76,300	38,600	860,000	0,529	76,300	1429,124	94,661	Coquilla Roclaime
20	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	50,000	5,000	61,500	41,200	860,000	2,095	461,250	5661,925	91,853	Coquilla Roclaime
21	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	50,000	5,000	61,500	41,200	860,000	1,564	344,400	4227,529	91,853	Coquilla Roclaime

Fuente: Elaboración propia

3.8. CÁLCULO DE TUBERÍAS DE CONDENSADOS HACIA TANQUE DE CONDENSADOS

Cuando un kilogramo de vapor se condensa completamente se obtiene un kilogramo de condensado a la misma presión y temperatura.

Para realizar el cálculo de condensado tenemos que tener en cuentas los siguientes puntos:

- Cálculo de la carga de condensado por servicio.
- Factor de seguridad.
- Presión máxima permitida.
- Cálculo de tuberías de vapor.

Cálculo condensados sistemas de distribución de vapor

Los sistemas de distribución transportan el vapor hacia las áreas del hospital donde se necesita su energía calorífica y va desde las calderas con los equipos que en realidad utiliza el vapor.

Existen tres componentes principales de un sistema de distribución de vapor:

- Cabezal de vapor principal.
- Las tuberías principales.
- Las tuberías ramales. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.8.1. Cabezales de las calderas

Es una clase especial de tubería de distribución porque va a recibir vapor de las dos calderas y normalmente se encuentra en posición horizontal.

El factor de seguridad es de 1.5 recomendación de Armstrong.

$$CAP_{cabezal} = Carga\ Total \cdot Acarreo\ Anticipado \cdot FS$$

$$CAP_{cabezal} = \text{en } \frac{kg}{hr}$$

FS = Factor de Seguridad Recomendado para Manifold

Carga Total = Carga de vapor total de las calderas $\frac{kg}{hr}$

Acarreo anticipado típicamente el 10%

$$CAP_{cabezal} = (125\ BHP + 125\ BHP) \cdot 10\% \cdot FS$$

$$CAP_{cabezal} = \left(1960.375 \frac{kg}{hr} + 1960.375 \frac{kg}{hr} \right) \cdot 0.10 \cdot FS$$

$$CAP_{cabezal} = 392.075 \frac{kg}{hr} \cdot FS$$

Este es la capacidad requerida.

3.8.2. Tuberías principales

Las tuberías principales no deben tener condensado y aire para permitir que el vapor llegue a los equipos.

El factor de seguridad es de 2 recomendación de Armstrong.

Para determinar la carga de condensado que se forma en las tuberías principales utilizaremos las siguientes formulas:

$$CAP_{carga} = \frac{A \cdot U \cdot (T_1 - T_2) \cdot E}{H}$$

$$CAP_{carga} = \text{Condensado en } \frac{kg}{hr}$$

$$A = \text{Área exterior de la tubería en } m^2$$

$$U = \frac{kJ}{hr} \cdot m^2 \cdot ^\circ C \text{ (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado Gráfica 17.1).}$$

$$T_1 = \text{Temperatura del vapor en } ^\circ C$$

$$T_2 = \text{Temperatura del aire en } ^\circ C$$

$$E = 1 \text{ menos la eficiencia del aislamiento térmico.}$$

$$H = \text{Calor latente del vapor (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado tablas de vapor Pag.2)}$$

$$L = \text{Longitud real de la tubería en metros.}$$

3.8.2.1. Cálculo de la tubería principal Tramo A' – A

Calculamos la carga de condensado del tramo en mención que es una tubería principal.

Datos:

- $CAP_{carga} = \text{Condensado en } \frac{kg}{hr}$
- $A = (\pi \cdot D \cdot L) = \left(\pi \cdot \frac{48.300 \text{ mm}}{1000} \cdot 17.300 \text{ m} \right) = 2.625 \text{ m}^2$
- $U = 64.500 \frac{kJ}{hr} \cdot m^2 \cdot ^\circ C$ (Ingresamos con la ΔT y diámetro de la tubería)
- $T_1 = 179.943 \text{ } ^\circ C$

- $T_2 = 24 \text{ }^\circ\text{C}$
- $E = 80\% (1 - 0.80 = 0.200)$
- $H = 2000.400 \frac{kJ}{kg}$ (Ingresamos con la presión manométrica tubería)
- $L = 17.300 \text{ m}$

Reemplazamos:

$$CAP_{carga} = \frac{A \cdot U \cdot (T_1 - T_2) \cdot E}{H}$$

$$CAP_{carga} = \frac{2.625 \cdot 64.500 \cdot (179.943 - 24) \cdot 0.200}{2000.400}$$

$$CAP_{carga} = 2.305 \frac{kg}{hr}$$

Aplicando el factor de seguridad según recomendación de Armstrong obtenemos:

$$CAP_{carga} = 2.305 \frac{kg}{hr} \cdot 2$$

$$CAP_{carga} = 4.610 \frac{kg}{hr}$$

3.8.3. Tuberías ramales

Las tuberías ramales permiten conectar las tuberías principales con los equipos.

El factor de seguridad es de 2 recomendación de Armstrong.

Para determinar la carga de condensado que se forma en las tuberías principales utilizaremos la siguiente fórmula que se utiliza para tuberías principales y ramales.

$$CAP_{carga} = \frac{A \cdot U \cdot (T_1 - T_2) \cdot E}{H}$$

$$CAP_{carga} = \text{Condensado en } \frac{kg}{hr}$$

$A =$ Área exterior de la tubería en m^2

$U = \frac{kJ}{hr} \cdot m^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado Gráfica 17.1).

$T_1 =$ Temperatura del vapor en $^\circ\text{C}$

$T_2 =$ Temperatura del aire en $^\circ\text{C}$

$E = 1$ menos la eficiencia del aislamiento térmico.

H = Calor latente del vapor (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado tablas de vapor Pag.2)

L = Longitud real de la tubería en metros.

3.8.3.1. Cálculo de la tubería Tramo A' – M-01

Calculamos la carga de condensado del tramo en mención que es una tubería ramal.

Datos:

- $CAP_{carga} = \text{Condensado en } \frac{kg}{hr}$
- $A = (\pi \cdot D \cdot L) = \left(\pi \cdot \frac{73.000 \text{ mm}}{1000} \cdot 2.000 \text{ m} \right) = 0.459 \text{ m}^2$
- $U = 47.000 \frac{kJ}{hr} \cdot m^2 \cdot ^\circ C$ (Ingresamos con la ΔT y diámetro de la tubería)
- $T_1 = 110.607 \text{ } ^\circ C$
- $T_2 = 24 \text{ } ^\circ C$
- $E = 80\% (1 - 0.80 = 0.200)$
- $H = 2226.500 \frac{kJ}{kg}$ (Ingresamos con la presión manométrica tubería)
- $L = 2.000 \text{ m}$

Reemplazamos:

$$CAP_{carga} = \frac{A \cdot U \cdot (T_1 - T_2) \cdot E}{H}$$
$$CAP_{carga} = \frac{0.459 \cdot 47.000 \cdot (110.607 - 24) \cdot 0.2}{2226.500}$$
$$CAP_{carga} = 0.168 \frac{kg}{hr}$$

Aplicando el factor de seguridad según recomendación de Armstrong obtenemos:

$$CAP_{carga} = 0.253 \frac{kg}{hr} \cdot 2$$
$$CAP_{carga} = 0.507 \frac{kg}{hr}$$

En la siguiente tabla 21 se muestra los datos utilizados para el cálculo de condensado en tuberías de vapor principales y ramales y en la última columna se encuentra el resultado de condensado formado en cada tramo de tubería de la red de vapor. La sumatoria al final de la columna tenemos el total de condensado formado en todos los tramos y el resultado se multiplica por el factor de seguridad será utilizado para seleccionar una trampa de vapor adecuada para así poder purgar el sistema de vapor y recolectar todo el condensado. (Alvarez Cevallos, 2014)

Tabla 21*Resumen de Condensado Formado en la Red de Tuberías Principales y Ramales.*

N°	Zona	Equipos	Tramo	Longitud Real (m)	Díametro Exterior Real (mm)	Grafica 17.1 kJ/hr-m ² -°C	Area Exterior Tubería A (m ²)	Temperatura Vapor T1 (°C)	Temperatura Aire T2 (°C)	Diferencia Temperatura DT (°C)	Eficiencia Aislamiento E	Calor Latente Vapor H	Condensado (kg/hr)
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	17,300	48,300	64,500	2,625	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	2,640
2	1.1	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	2,000	73,000	47,000	0,459	110,607	24,000	86,607	0,200	2226,500	0,168
3	1.2	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	5,500	48,000	51,000	0,829	110,607	24,000	86,607	0,200	2226,500	0,329
4	1.3	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	7,000	73,000	47,000	1,605	110,607	24,000	86,607	0,200	2226,500	0,587
5	1.4	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	10,500	48,300	51,000	1,593	110,607	24,000	86,607	0,200	2226,500	0,632
6	2	Servicio de Lavandería	Tramo B' - B	3,500	73,000	60,000	0,803	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	0,751
7	2.1	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-01	11,300	42,200	59,000	1,498	151,936	24,000	127,936	0,200	2108,500	1,073
8	2.2	Lavadora Modelo DFi57	Tramo B' - L-02	14,300	48,300	58,000	2,170	151,936	24,000	127,936	0,200	2108,500	1,527
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	7,000	48,300	62,500	1,062	175,420	24,000	151,420	0,200	2031,100	0,990
10	2.5	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-02	1,800	32,000	64,500	0,181	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	0,182
11	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	16,000	33,400	66,500	1,679	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	1,741
12	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	1,700	33,400	62,000	0,178	158,919	24,000	134,919	0,200	2108,500	0,142
13	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	4,200	33,400	62,000	0,441	158,919	24,000	134,919	0,200	2108,500	0,350
14	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	6,700	21,300	62,000	0,448	158,919	24,000	134,919	0,200	2108,500	0,356
15	4	Servicio de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	4,000	88,900	58,000	1,117	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	1,010
16	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	6,000	114,300	45,000	2,155	120,420	24,000	96,420	0,200	2201,900	0,849
17	5	Manifold	Manifold	1,000	168,300	55,000	0,529	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	0,453
18	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	7,500	88,900	58,000	2,095	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	1,894
19	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	5,600	88,900	58,000	1,564	179,943	24,000	155,943	0,200	2000,400	1,414

Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Pre calentamiento de tuberías principales

Se conocen dos métodos para poder precalentar tuberías principales de vapor:

- **El supervisado**, se recomienda que antes de que fluya el vapor por la tubería principal, se debe abrir completamente las válvulas de las piernas colectoras para que el vapor salga hacia la atmosfera (para tuberías de gran diámetro y/o de gran longitud).
- **Automático**, se encienda la caldera y esperas que los equipos y tuberías principales alcancen la presión y temperatura de operación.

Para la carga de precalentamiento se va utilizar la formula siguiente:

$$CAP_{precalentamiento} = \frac{W \cdot (T_1 - T_2) \cdot 0.477}{H}$$

$$CAP_{precalentamiento} = \frac{kg}{hr}$$

W = Peso total de la tubería en kg (ANEXO 010 – Tuberías comerciales de acero al carbono).

T_1 = Temperatura final de la tubería en °C

T_2 = Temperatura inicial de la tubería en °C

0.477 = Calor específico de la tubería de acero en $\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$

H = Calor latente del vapor a la temperatura final en $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado tablas de vapor Pag.2).

La opción conservadora que recomienda Armstrong para el cálculo de carga de precalentamiento en temperatura presión es 103.9 °C o 0.14 bar.

Cálculo de precalentamiento tubería principal Tramo A' - A

Se determinada la carga de precalentamiento del tramo siguiente:

$$CAP_{precalentamiento} = \frac{W \cdot (T_1 - T_2) \cdot 0.477}{H}$$

- $CAP_{precalentamiento} = \frac{kg}{hr}$

- $W = 4.050 \frac{kg}{m}$
- $L = 17.300 \text{ m}$
- $T_1 = 103.900 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_2 = 10.000 \text{ }^\circ\text{C}$
- $0.477 = \text{Calor específico de la tubería de acero en } \text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$
- $H = 2247.800 \frac{kJ}{kg}$

$$CAP_{precalentamiento} = \frac{3.390 \cdot 17.300 \cdot (103.900 - 10.000) \cdot 0.477}{2247.800}$$

$$CAP_{precalentamiento} = 1.396 \text{ de Condensado}$$

El resultado lo vamos a dividir en cuantos minutos se va a realizar el precalentamiento y lo vamos a multiplicar por 60 para que el resultado de en $\frac{kg}{hr}$

$$CAP_{precalentamiento} = \frac{1.396}{25 \text{ min}} \cdot 60$$

$$CAP_{precalentamiento} = 3.351 \frac{kg}{hr}$$

En la siguiente tabla 22 se encuentran los datos de los diferentes tramos y los resultados de la carga de precalentamiento en tuberías de vapor (temperatura $103.9 \text{ }^\circ\text{C}$ y tiempo 25 minutos) como recomendación de Armstrong para que la red no sufra daños térmicos en tuberías y equipos. (Alvarez Cevallos, 2014)

Tabla 22

Resumen de Condensado por Pre calentamiento de Tuberías de Vapor

N°	Zona	Equipos	Tramo	Longitud real (m)	Peso total tubería (kg/m)	Temperatura final T1 (°C)	Temperatura inicial T2 (°C)	Calor específico acero Ce (kj/kg-°C)	Calor latente H (kj/kg)	Cantidad condensado kg	Tiempo de pre calentamiento (min)	Carga pre calentamiento kg/hr
1	1	Servicio de Cocina	Tramo A' - A	17,300	4,050	103,900	10,000	0,477	2247,800	1,396	25,000	3,351
2	1.1	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-01	2,000	8,630	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,344	25,000	0,825
3	1.2	Marmita PVA501/275018	Tramo A' - M-02	5,500	4,050	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,444	25,000	1,065
4	1.3	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-03	7,000	8,630	103,900	10,000	0,477	2247,800	1,204	25,000	2,889
5	1.4	Marmita PVA501/275008	Tramo A' - M-04	10,500	4,050	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,847	25,000	2,034
6	2	Servicio de Lavandería	Tramo B' - B	3,500	4,050	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,282	25,000	0,678
7	2.1	Lavadora Modelo DF57	Tramo B' - L-01	11,300	3,390	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,763	25,000	1,832
8	2.2	Lavadora Modelo DF57	Tramo B' - L-02	14,300	4,050	103,900	10,000	0,477	2247,800	1,154	25,000	2,770
9	2.3	Calandria Mural CM3250	Tramo B' - CM	7,000	4,050	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,565	25,000	1,356
10	2.4	Secadora Modelo S60	Tramo B' - S-01	1,800	3,390	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,122	25,000	0,292
12	3	Servicio de Esterilización	Tramo C' - C	16,000	2,500	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,797	25,000	1,913
13	3.1	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-01	1,700	2,500	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,085	25,000	0,203
14	3.2	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-02	4,200	2,500	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,209	25,000	0,502
15	3.3	Esterilizador Modelo T-Max 4	Tramo C' - E-03	6,700	1,690	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,226	25,000	0,542
16	4	Servicio de Agua Caliente Sanitaria	Tramo D' - D'	4,000	11,290	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,900	25,000	2,160
18	4.2	Calentador de agua Modelo 353	Tramo D' - Calentador 02	6,000	16,070	103,900	10,000	0,477	2247,800	1,921	25,000	4,611
19	5	Manifold	Manifold	1,000	28,260	103,900	10,000	0,477	2247,800	0,563	25,000	1,351
20	5.1	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 001	7,500	11,290	103,900	10,000	0,477	2247,700	1,687	25,000	4,050
21	5.2	Salida de caldera de 125 BHP	Tramo 125 - 002	5,600	11,290	103,900	10,000	0,477	2247,800	1,260	25,000	3,024

Fuente: Elaboración propia

Resumen de condensado en el sistema de distribución de vapor.

En la siguiente tabla 23 están los resultados obtenidos de condensado en el sistema de distribución de vapor.

Tabla 23

Resumen de Condensado en el Sistema de Distribución de Vapor

Carga de Condensado Formado en el Manifold	$CAP_{cabezal}$	$392,075 \frac{kg}{hr}$
Carga de Condensado Formado Tuberías Principales y Ramales	$CAP_{tuberias}$	$17,087 \frac{kg}{hr}$
Carga de Condensado Total	CAP_{total}	$409,162 \frac{kg}{hr}$

Fuente: Elaboración propia

3.8.5. Cálculo de condensado en el servicio de cocina

En el servicio de cocina la recuperación del condensado se utilizará fórmulas para determinar la carga de cada equipo.

Condensado formado en las Marmitas

La carga de condensado se va a calcular mediante fórmulas del manual de condensados Armstrong.

En las marmitas ahí la necesidad de remover el condensado en las camisas resulta en un control de temperatura inestable una menor capacidad de operación y el riesgo de tener golpe de ariete.

$$Q_{cond} = \frac{L \cdot S_g \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot 1}{H \cdot t}$$

$$Q_{cond} = \text{Carga de condensado } \frac{kg}{hr}$$

L = Volumen del líquido a ser calentado (litros)

S_g = Gravedad específica del líquido

C_p = Calor específico del aire en $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

ΔT = Incremento de temperatura $^\circ\text{C}$

$1 = \frac{kg}{litros}$ de agua

H = Calor latente del vapor en kJ/kg (Tablas Termodinámicas)

t = Tiempo de calentamiento del producto (horas)

Datos para calcular la carga de condensado de marmita.

- L = Marmita de 100 (litros)
- $S_g = 1$
- $C_p = 4.190 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$
- $\Delta T = (100 \text{ } ^\circ\text{C} - 10 \text{ } ^\circ\text{C}) = 90 \text{ } ^\circ\text{C}$
- H = 2213.1 kJ/kg
- t = 0.5 (horas)

$$Q_{cond} = \frac{100 \cdot 1 \cdot 4.19 \cdot 90 \cdot 1}{2213.1 \cdot 0.5}$$

$$Q_{cond} = 34.079 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

La misma carga de condensado será para las cuatro Marmitas. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.8.6. Cálculo de condensado en el servicio de esterilización

En el servicio de esterilización el condensado está contaminado debido que hay contacto con los instrumentos, por lo cual no lo vamos hacer regresar al sistema.

3.8.7. Cálculo de condensado en el servicio de lavandería

En el servicio de lavandería tenemos equipos en los cuales se puede recuperar el condensado.

Condensado formado en secadora rotatoria

Las prendas van dentro de un cilindro rotatorio y tubos con vapor secan la ropa al entrar en contacto directo a través de la inyección de aire caliente.

Con la siguiente formula se puede calcular la carga de condensado (manual de condensado Armstrong).

$$Q_{cond} = \frac{F \cdot C_p \cdot \delta \cdot 60\text{min/hr} \cdot \Delta T}{H}$$

$$Q_{cond} = \text{Carga de condensado } \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$F = \text{Flujo de aire en } \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

δ = Densidad del aire, en $1.2 \frac{kg}{m^3}$ a $15^\circ C$ temperatura de alimentación del aire

C_p = Calor específico del aire en $kJ/kg^\circ C$

ΔT = Incremento de temperatura $^\circ C$

$l = \frac{kg}{litros}$ de agua

H = Calor latente del vapor en kJ/kg (Tablas Termodinámicas)

Datos para calcular la carga de condensado en secadora rotatoria.

- $F = 50 \frac{m^3}{min}$
- $\delta = 1.2 \frac{kg}{m^3}$ a $15^\circ C$
- $C_p = 1 kJ/kg^\circ C$
- $\Delta T = 150^\circ C$
- $H = 2048 kJ/kg$

$$Q_{cond} = \frac{50 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 60min/hr \cdot 150}{2048}$$

$$Q_{cond} = 263.672 \frac{kg}{hr}$$

En el área de lavandería encontramos 2 lavadoras rotatorias.

3.8.8. Cálculo de condensado en el sistema de Agua Caliente Sanitaria ACS

Para el cálculo de carga de condensado para ACS se da bajo parámetros dados por el fabricante.

Condensado formado en calentadores Flow Rite Temp

El equipo Flow Rite Temp consta de serpentines sumergidos para la transferencia de calor que se sumergen en el agua que se va a calentar.

Con la siguiente fórmula dada por Armstrong hallaremos la carga de condensado.

$$Q_{cond} = \frac{L \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot 60 \cdot S_g}{H}$$

Datos para calcular la carga de condensado en calentadores Flow Rite Temp

- $Q_{cond} = \text{Carga de condensado } \frac{kg}{hr}$
- $L = 57 \frac{litros}{min}$ o 15 GPM flujo de liquido
- $S_g = 1$ Gravedad especifica del liquido
- $C_p = 4.19 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$ Calor especifico del liquido
- $\Delta T = (100 \text{ } ^\circ\text{C} - 28 \text{ } ^\circ\text{C}) = 72 \text{ } ^\circ\text{C}$ Incremento de temperatura $^\circ\text{C}$
- $60 = 60 \frac{min}{hr}$
- $H = 2619.23 \frac{kJ}{kg}$ Calor latente del vapor en kJ/kg (Tablas Termodinámicas)

$$Q_{cond} = \frac{57 \cdot 4.19 \cdot 72 \cdot 60 \cdot 1}{2619.23}$$

$$Q_{cond} = 393.912 \frac{kg}{hr}$$

Tabla 24

La Carga de Condensado Formado en las Áreas de los Servicios del Hospital

Nro.	Servicio Hospital	Presión Vapor (bar)	Carga de Condensado (kg/hr)
1	Sistema de Distribución de Vapor	10.000	409,162
2	Tuberías principales y ramales	10.000	17,087
3	Manifold principal	10.000	392,075
4	Servicio de Cocina	10.000	136,315
5	Marmita volcables	0.450	34,079
6	Marmita volcables	0.450	34,079
7	Marmita volcables	0.450	34,079
8	Marmita volcables	0.450	34,079
9	Servicio de Lavanderia	10.000	527,344
10	Secadora rotatoria	10.000	263,672
11	Secadora rotatoria	10.000	263,672
12	Sistema de Agua Caliente Sanitaria	10.000	787,823
13	Calentador de agua instantánea	1.000	393,912
14	Calentador de agua instantánea	1.000	393,912
Total de condensado kg/hr			1.860,644

Fuente: Elaboración propia

3.8.9. Cálculo de tuberías de drenado de condensado

Para el cálculo de tuberías debemos tener ciertas consideraciones para que las tuberías puedan transportar condensado y vaporizado:

- Las tuberías de condensado debemos considerarlas como si fueran tuberías de agua.
- La velocidad del condensado 10 m/s
- La velocidad del vapor flash 20.11 m/s
- El caudal igual a 2 veces el régimen.

Las líneas de drenaje hacia las trampas de vapor

Las tuberías entre los puntos de drenaje y las trampas serán instaladas con una pendiente de 1 pulgada cada 3 metros. El condensado al fluir y llegar a las trampas están a la misma presión.

Cálculo de diámetro de tubería de descarga Marmita M-01

Utilizaremos la fórmula que utilizamos para hallar las tuberías de vapor y esa fórmula es la siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Mv \cdot v}{\pi \cdot W}}$$

- D = Diámetro interno en m
- $Mv = 68.159 \frac{kg}{hr} = 0.019 \frac{kg}{seg}$
- Presión = 0.450 bar(r) $\rightarrow v = 1.186 \frac{m^3}{kg}$ (Anexo – 009)
- $W = 10 \frac{m}{seg}$ Asumiremos este valor

Reemplazamos valores:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.019 \cdot 1.186}{\pi \cdot 10}}$$

$$D = 0.053 \text{ m} = 53.423 \text{ mm}$$

Cuando obtenemos el diámetro interior procedemos a estandarizar el diámetro con las tablas (ANEXO 010 – Tuberías comerciales de acero al carbono).

$$D = 53.423 \text{ mm a } D_i = 50 \text{ mm}$$

Después de seleccionar un diámetro estandarizado procedemos a recalculamos si nuestra velocidad supuesta está dentro del rango de velocidades de vapor saturado.

Datos:

- $D = 50 \text{ mm}$
- Presión = 0.450 bar(r) $\rightarrow v = 1.186 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$ (Anexo – 009)
- $Mv = 68.159 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 0.019 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$

Reemplazando valores:

$$W = \frac{4 \cdot Mv \cdot v}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0.019 \cdot 1.186}{\pi \cdot 0.050^2}$$
$$W = 11.416 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

La velocidad recomendada ramales está dentro del rango:

$$\text{Vapor Saturado Ramales } 5 < W < 12 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

El diámetro seleccionado es el adecuado.

Hallar el espesor de la tubería según norma ASA.

Para la tubería el material según norma ASA es de la designación ASTM A-S3 especificación M y de grado A.

Especificamos el espesor de la tubería anterior 50 mm de diámetro nominal que conducirá vapor saturado a 0.45 bar y una temperatura de 111.350 °C.

- $D_e = 60.3 \text{ mm}$ (Tuberías Comerciales de Acero al Carbono)
- $P = 0.45 \text{ bar} \rightarrow 0.459 \frac{\text{kg-f}}{\text{cm}^2}$
- $S = 844 \frac{\text{kg-f}}{\text{cm}^2}$ ASTM Soporta hasta 232°C (ANEXO 011 – Normas y especificaciones para tuberías de fuerza).
- $C =$ Espesor adicional, como previsión para resistencia mecánica

Para diámetros menores a 1" $\rightarrow C = 0.05$ pulgadas o 1.27 mm

Para diámetros mayores a 1" $\rightarrow C = 0.065$ pulgadas o 1.65 mm

Reemplazando valores:

$$t = \frac{P \cdot D_e}{2 \cdot S + 0.8 \cdot P} + C = \frac{0.459 \cdot 60.300}{2 \cdot 844 + 0.8 \cdot 0.459} + 1.65$$
$$t = 1.666 \text{ mm}$$

Con el espesor hallado nos dirigimos a las tablas (ANEXO 010 – Tuberías comerciales de acero al carbono), donde ingresamos con el diámetro nominal estándar de 40 mm y buscamos un espesor estándar.

El resultado más próximo se estandarizarán las dimensiones de las tuberías el número de cedula.

RESULTADO FINAL OBTENIDO:

- ✓ Diámetro nominal = 50 mm
- ✓ Numero de cedula = STD – Sch. 40
- ✓ Diámetro exterior = 60.300 mm
- ✓ Espesor de la pared = 3.910 mm

Resumen de diámetro en las líneas de drenaje hacia las trampas de vapor

En la tabla 25 que se muestra a continuación se puede apreciar las tuberías de drenaje hacia las trampas de vapor de los equipos que se va a recuperar condensado. (Alvarez Cevallos, 2014)

Tabla 25

Resumen de Diámetro en las Líneas de Drenaje Hacia las Trampas de Vapor

Nro.	Servicio Hospital	Presión Vapor (bar)	Condensado Formado (kg/hr)	Factor de Seguridad	Condensado (kg/hr)	Condensado (kg/seg)	Volumen Específico (m ³ /kg)	Velocidad del Fluido (m/s)	Diámetro Calculado (mm)	Diámetro DN Comercial (mm)	Diámetro Exterior Real (mm)	Comprobación Velocidad Fluido (m/s)	Esfuerzo de Diseño S (kg-f/cm ²)	Espesor Adicional C (mm)	Espesor de Tubería t (mm)	Espesor Comercial (mm)	Espesor Comercial Weight Class	Espesor Comercial Schedule
4	Servicio de Cocina																	
5	Marmita volcable	0,450	34,079	2,000	68,158	0,019	1,186	10,000	53,564	50,000	60,300	11,476	844	1,650	1,666	3,910	STD	40
6	Marmita volcable	0,450	34,079	2,000	68,158	0,019	1,186	10,000	53,564	50,000	60,300	11,476	844	1,650	1,666	3,910	STD	40
7	Marmita volcable	0,450	34,079	2,000	68,158	0,019	1,186	10,000	53,564	50,000	60,300	11,476	844	1,650	1,666	3,910	STD	40
8	Marmita volcable	0,450	34,079	2,000	68,158	0,019	1,186	10,000	53,564	50,000	60,300	11,476	844	1,650	1,666	3,910	STD	40
9	Servicio de Lavandería																	
10	Secadora rotatoria	10,000	263,672	2,000	527,344	0,146	0,177	10,000	57,361	65,000	73,000	7,788	844	1,650	2,089	5,160	STD	40
11	Secadora rotatoria	10,000	263,672	2,000	527,344	0,146	0,177	10,000	57,361	65,000	73,000	7,788	844	1,650	2,089	5,160	STD	40
12	Sistema de Agua Caliente Sanitaria																	
13	Calentador de agua instantánea	1,000	393,912	2,000	787,824	0,218	0,881	10,000	156,376	150,000	168,300	10,868	844	1,650	1,752	7,110	STD	40
14	Calentador de agua instantánea	1,000	393,912	2,000	787,824	0,218	0,881	10,000	156,376	150,000	168,300	10,868	844	1,650	1,752	7,110	STD	40

Fuente: Elaboración propia

Líneas de descarga de las trampas de vapor

El condensado de las trampas de vapor se tienen que transportar hacia el colector o línea principal. Se va a considerar el mismo diámetro después de las trampas de vapor de los que ya calculamos en la tabla anterior, y en estos tramos consideraremos la presión del vapor 1 bar.

Líneas de bombeo de condensado

Las líneas van a conducir solamente condensado y vamos a utilizar velocidades un poco mayores para reducir diámetros de tuberías.

Tabla 26*Resumen de la Selección de Tuberías para Condensado*

Nro	Zona	Equipos	Condensado (kg/hr)	Condensado (kg/seg)	Volumen Específico (m ³ /kg)	Velocidad del Fluido (m/s)	Diametro Calculado (m)	Diametro Calculado (mm)	Diametro DN Comercial (mm)	Diametro Exterior Real (mm)	Esfuerzo de Diseño S (kg-f/cm ²)	Espesor Adicional C (mm)	Espesor de Tubería t (mm)	Espesor Comercial Weight Class	Espesor Comercial Schedule
1	1	Servicio de Cocina	272,632	0,075	0,001	0,500	0,014	13,819	15,000	21,300	844,000	1,270	2,770	STD	40,000
2	1.1	Tramo de tubería para servicio 1 y 2	136,316	0,037	0,001	0,500	0,010	9,706	15,000	21,300	844,000	1,270	2,770	STD	40,000
3	1.2	Tramo de tubería para servicio 3	68,158	0,018	0,001	0,500	0,007	6,770	15,000	21,300	844,000	1,270	2,770	STD	40,000
4	1.3	Tramo de tubería para servicio 4	68,158	0,018	0,001	0,500	0,007	6,770	15,000	21,300	844,000	1,270	2,770	STD	40,000
5	2	Servicio de Lavandería	1054,688	0,292	0,001	0,500	0,027	27,268	25,000	33,400	844,000	1,270	3,380	STD	40,000
6	2.1	Tramo de tubería para servicio 5	527,344	0,146	0,001	0,500	0,019	19,281	20,000	26,700	844,000	1,270	2,870	STD	40,000
7	2.2	Tramo de tubería para servicio 6	527,344	0,146	0,001	0,500	0,019	19,281	20,000	26,700	844,000	1,270	2,870	STD	40,000
8	4	Sistema de Agua Caliente Sanitaria	1575,648	0,437	0,001	0,500	0,033	33,358	32,000	42,200	844,000	1,650	3,560	STD	40,000
9	4.1	Tramo de tubería para servicio 7	787,824	0,218	0,001	0,500	0,024	23,561	25,000	33,400	844,000	1,270	3,380	STD	40,000
10	4.2	Tramo de tubería para servicio 8	787,824	0,218	0,001	0,500	0,024	23,561	25,000	33,400	844,000	1,270	3,380	STD	40,000

Fuente: Elaboración propia

3.9. SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR

El cálculo para la selección de trampas de vapor puede ser de la siguiente manera:

- Diferencias de presiones, entre la línea de vapor y la línea de retorno, por lo cual la trampa debe ser capaz de abrir venciendo esa presión diferencial.
- Determinar la carga de condensado en kg/hr esto es con cálculo con fórmulas e información de rangos de condensado de vapor en diferentes tuberías y equipos.
- El factor de seguridad, sirve para condiciones de flujo variable de condensado, caída de presión y factores propios del diseño del equipo. Varía entre 1.5 hasta máximo 10.
- Presión máxima permitida, la trampa debe permitir soportar la máxima presión permitida en el sistema. (Rivas Sánchez, 2013)

3.9.1. Recomendaciones para selección piernas colectoras en tuberías

Las piernas colectoras dan espacio necesario para capturar condensado y dirigir el condensado hacia la trapa de vapor para su selección debemos tomar consideraciones:

- La inclinación correcta de la tubería.
- Para atrapar el condensado de las tuberías se realiza mediante la instalación de trampas de vapor.
- Instalación de piernas colectoras

La pierna colectora se debe instalar en intervalos de 90 metros, pero no sobre pasar los 150 metros:

- Antes de válvulas o reguladores.
- Antes de juntas de expansión.
- Antes de elevaciones.
- Al final de tuberías. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.2. Selección de piernas colectoras para manifold

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones para la selección de piernas colectoras:

- Flujo de vapor en el cabezal es en varias direcciones requeriremos dos piernas colectoras en ambos extremos.

- Ingresamos a (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado) Tabla 18.1

Datos de la selección de pierna colectora para Manifold:

Diámetro de tubería : 150 mm

Diámetro de pierna colectora : 100 mm

Longitud mínima de pierna colectora : 710 mm

Selección de trampas de vapor para Manifold

Por recomendación de Armstrong la selección de trampas de vapor para el manifold es la siguiente.

Aplicación : Cabezal de generador de vapor

Tipo : IBLV (Balde invertido con venteado grande)

Factor de seguridad : 1.5 (Recomendado). (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.3. Selección de piernas colectoras para tuberías principales

Se debe considerar la siguiente información para la selección de las piernas colectoras y trampas de vapor:

- Deben instalarse en puntos de drenaje natural.
- Diámetro de tubería principal: 80 mm

Selección de trampas de vapor para tuberías principales

Aplicación : Tuberías principales de vapor

Tipo : IB (Balde invertido con válvula check interna)

Factor de Seguridad : 2.0 (Recomendado). (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.4. Selección de piernas colectoras de tuberías ramales

- Tubería para desviaciones mayores a 3 metros antes de una válvula de control.
- Se debe seleccionar piernas colectoras y las tuberías ramales van con un separador de vapor más.

Selección de trampas de vapor para tuberías ramales

Aplicación : Tubería ramal de vapor

Tipo : IB (Balde invertido con válvula check interna)

Factor de seguridad : 2.0 (Recomendado)

Selección de separadores de vapor para tuberías ramales

Su función es remover el condensado que se forma en la tubería ramales antes que lleguen al equipo se instalan antes de llegar al equipo donde se requiere el vapor.

- El drenado a la salida del separador una pierna colectora y un colector de suciedad del mismo diámetro de tubería.
- Factor de seguridad para separadores de vapor es 3. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.5. Selección de trampas servicio cocina

Para una selección optima por recomendación del (ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado) selección y factores de seguridad marmitas.

Para la selección de trampas y accesorios se tiene los siguientes datos:

- Carga de condensado : 34.079 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 1.72 bar
- Presión de salida Absoluta : 1 bar
- Presión diferencial Absoluta : 0.72 bar

Se seleccionó:

Aplicación : Marmita con camisas de vapor

Tipo : IBLV (Balde invertido con ventilador grande)

Factor de seguridad : 3.0 (Recomendado)

Accesorio Trampa : Vienen con la trampa completos.

Las recomendaciones son para descargar el aire y condensado en condiciones de régimen como de marcha. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.6. Selección de trampas servicio de esterilización

El servicio de esterilización no se va a recuperar el condensado de los equipos, pero si se va a recuperar de las líneas de vapor hasta el separador de vapor. El condensado de los equipos ira directamente al desagüe. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.7. Selección de trampas servicio de lavandería

En esta área si se va a recuperar el condensado de las tuberías y de los equipos, los que se va a recuperar será de las secadoras.

Condensado formado en secadora rotatoria

Estos equipos se insufla aire caliente que va ser calentado por un serpentín que va contener vapor la cantidad de aire que va ingresar es a medida por operación (minutos).

Para la selección de trampas y accesorios se tiene los siguientes datos:

- Carga de condensado : 263.672 kg/hr
- Presión de entrada Absoluta : 10.0 bar
- Presión de salida Absoluta : 1.0 bar
- Presión diferencial Absoluta : 9.0 bar

Se seleccionó:

Aplicación : Productos encerrados en prensas con camisas de vapor

Tipo : DC (Control diferencial de condensado)

Factor de Seguridad : 3.0 (Recomendado)

Accesorio trampa : Vienen con la trampa completos. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.8. Selección de trampas sistema de agua sanitaria ACS

Para utilizar las trampas en estos equipos tenemos que saber los siguientes datos.

Para la selección de trampas y accesorios se tiene los siguientes datos.

- Carga de condensado : 393.912 kg/hr
- Presión de entrada Absoluta : 10 bar
- Presión de salida Absoluta : 1.0 bar
- Presión diferencial Absoluta : 9.0 bar

Se seleccionó:

Aplicación : Productos encerrados en prensas con camisas de vapor

Tipo : FT (Flotador y termostática)

Factor de seguridad : 2.0 (Recomendado)

Accesorio trampa : Vienen con la trampa completos. (Alvarez Cevallos, 2014)

3.9.9. Cuadro resumen selección de trampas

La siguiente tabla 27 muestra los resultados de la selección realizada de las trampas de vapor de los diferentes equipos, el significado de las siglas de las trampas de vapor.

- IBLV : Balde Invertido con Ventilador grande
- IBCV : Balde Invertido con Válvula Check Interna
- F&T : Flotador y termostática
- DC : Controlador diferencial de Condensado
- IB : Balde invertido (Alvarez Cevallos, 2014)

Tabla 27

Resumen de Selección de Trampas

Nro.	Servicio Hospital	Presión Vapor (bar)	Carga de Condensado (kg/hr)	Factor de Seguridad	Condensado (kg/hr)	Selección Trampa
1	Sistema de Distribución de Vapor					
2	Tuberías principales y ramales	10.000	19.120	2.000	38.240	IBCV
3	Manifold principal	10.000	392.075	1.500	588.113	IBLV
4	Servicio de Cocina					
5	Marmita volcables	0.450	34.079	3.000	102.237	IBLV
6	Marmita volcables	0.450	34.079	3.000	102.237	IBLV
7	Marmita volcables	0.450	34.079	3.000	102.237	IBLV
8	Marmita volcables	0.450	34.079	3.000	102.237	IBLV
9	Servicio de Lavandería					
10	Secadora rotatoria	10.000	263.672	3.000	791.016	DC
11	Secadora rotatoria	10.000	263.672	3.000	791.016	DC
12	Sistema de Agua Caliente Sanitaria					
13	Calentador de agua instantánea	1.000	393.912	2.000	787.824	FT
14	Calentador de agua instantánea	1.000	393.912	2.000	787.824	FT

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

En este capítulo se va desarrollar un análisis financiero de los recursos que se emplearán para la elaboración del diseño de las instalaciones térmicas para el Hospital ESSALUD II Moquegua, como finalidad de dar una noción aproximada y real posible del importe de la ejecución del proyecto.

4.1. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

En esta parte del capítulo, se desarrollada los costos que incurran en la elaboración del proyecto, como los costos de los equipos y materiales para la instalación del mismo.

4.1.1. Costo de los equipos y materiales

El costo de los equipos y materiales hace referencia a los equipos a utilizar en las instalaciones térmicas y el conteo de los metros lineales de tubería, accesorios, etc. Una vez realizado el metrado se procederá a cotizar el costo unitario de cada elemento, para así tener una idea de cuál es el costo de inversión para las instalaciones térmicas en cuanto a equipos y materiales.

Tabla 28

Resumen Presupuesto Instalaciones Termicas

Resumen Presupuesto para Instalaciones Termicas				
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	Costo Total \$
1	Instalaciones Termicas			\$ 641,626.00
1.1	Sala de Maquinas			\$ 303,580.00
1.2	Servicio de cocina hospitalaria			\$ 58,600.00
1.3	Servicio de lavanderia hospitalaria			\$ 115,080.00
1.4	Servicio de esterilización hospitalaria			\$ 99,180.00
1.5	Servicio del sistema de agua caliente sanitaria ACS			\$ 26,930.00
1.6	Red de distribución de vapor			\$ 25,874.00
1.7	Red de Retorno de Condensado			\$ 12,382.00

Resumen Presupuesto para Instalaciones Termicas					
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	Sala de Maquinas				\$ 303,580.00
1.1	Calderas Piro-tubulares 02 Unidades.				
1.1.1	Suministro y Montaje de caldera Piro-tubular de 125 BHP	und.	2	\$ 110,000.00	\$ 220,000.00
1.1.2	Suministro e instalacion de colector de vapor de union de calderos a salida unica.	und.	2	\$ 5,300.00	\$ 10,600.00
1.2	Sistema de Alimentación de Agua				
1.2.1	Suministro e instalacion de 02 bombas de alimentacion de agua	und.	2	\$ 930.00	\$ 1,860.00
1.2.2	Provision e instalaciones de tanque de alimentacion de agua a calderas de 500 Gln	und.	1	\$ 2,150.00	\$ 2,150.00
1.2.3	Suministro e instalacion de conjunto de tuberias y accesorios de alimentacion de agua del tanque condensador a las calderas instaladas	und.	1	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00
1.3	Sistema de ablandamiento de agua				
1.3.1	Suministro y Montaje ablandador de agua	und.	2	\$ 6,650.00	\$ 13,300.00
1.3.2	Suministro y montaje tanque de salmuera	und.	1	\$ 2,100.00	\$ 2,100.00
1.3.3	suministro y montaje equipo de filtracion de agua	und.	1	\$ 1,400.00	\$ 1,400.00
1.4	Sistema de Combustible D-2				
1.4.1	Suministro e instalacion de tanque almacenamiento para petroleo Diesel de 16 500 Gln	und.	1	\$ 24,000.00	\$ 24,000.00
1.4.2	Suministro e instalacion de tanque diario para petroleo Diesel de 4000 Gln	und.	1	\$ 6,650.00	\$ 6,650.00
1.4.3	Suministro e instalacion de bombas electricas para alimentacion del tanque de almacenamiento al tanque diario	und.	2	\$ 660.00	\$ 1,320.00
1.4.4	Abastecimiento e instalacion de la totalidad de conexiones de entrada, medicion, ventilacion, purga, caja de toma, etc. de los tanques	und.	1	\$ 950.00	\$ 950.00
1.4.5	Abastecimiento e instalacion de la totalidad de tuberias de alimentacion y retorno, desde el tanque de almacenamiento a los respectivos tanque diarios	und.	1	\$ 750.00	\$ 750.00
1.4.6	Abastecimiento e instalacion de la totalidad de tuberias de alimentacion y retorno del tanque diario de combustible a las calderas instaladas	und.	1	\$ 750.00	\$ 750.00
1.5	Sistema de Combustible Gas Natural				
1.5.1	Suministro e instalacion de taque de almacenamiento para gas Natural	und.	1	\$ 14,600.00	\$ 14,600.00
1.5.2	Suministro e instalacion del total de conexiones de entrada, medicion, caja de toma, ventilacion, purga y toma de la red	und.	1	\$ 2,100.00	\$ 2,100.00

Resumen Presupuesto para Instalaciones Termicas					
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario \$	Costo Total \$
2	Servicio de cocina hospitalaria				\$ 58,600.00
2.1	Provision y montaje marmita a vapor autoclave	und.	2	\$ 16,000.00	\$ 32,000.00
2.2	Provision y montaje marmita a vapor	und.	2	\$ 13,300.00	\$ 26,600.00
3	Servicio de lavanderia hospitalaria				\$ 115,080.00
3.1	Lavadora centrifuga de alta velocidad	und.	2	\$ 26,000.00	\$ 52,000.00
3.2	Secadora rotativa	und.	2	\$ 16,000.00	\$ 32,000.00
3.3	Calandrias murales	und.	1	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00
3.4	Extractores de aire x 500W 50 cm	und	2	\$ 225.00	\$ 450.00
3.5	Suministro e instalación de lavaderos tipo U	und.	3	\$ 210.00	\$ 630.00
4	Servicio de esterilización hospitalaria				\$ 99,180.00
4.1	Provision y montaje autoclave de vapor	und.	3	\$ 32,000.00	\$ 96,000.00
4.2	Provision e instalaciones del conjunto de tuberias de alimentacion	und.	3	\$ 1,060.00	\$ 3,180.00
5	Servicio del sistema de agua caliente sanitaria ACS				\$ 26,930.00
5.1	Suministro e instalación de calentador de agua	und.	2	\$ 10,600.00	\$ 21,200.00
5.2	suministro e instalación de sistema de bombeo de presion constante para agua caliente	und.	1	\$ 4,800.00	\$ 4,800.00
5.3	Suministro e instalacion del conjunto de tuberias de alimentacion y retorno del tanque	und.	1	\$ 930.00	\$ 930.00

Resumen Presupuesto para Instalaciones Termicas						
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario \$	Costo Total \$	
6	Red de distribución de vapor					\$ 25,874.00
6.1	Red a calentador de agua flow Rite					
6.1.1	Suministro y Montaje de tubería SCH 40 2 1/2"	mts	11	\$ 34.00	\$ 374.00	
6.1.2	Valvulas y Accesorios	glb	1	\$ 106.00	\$ 106.00	
6.1.3	Aislamiento Termico de 1 1/2"	mts	11	\$ 40.00	\$ 440.00	
6.1.4	Conexiones a Equipos	pts	2	\$ 16.00	\$ 32.00	
6.2	Red del colector Tubería Matriz en la sala de Lavado	und	3	\$ 32.00	\$ 96.00	
6.2.1	Suministro y Montaje tubería SCH 40 2"	mts	30	\$ 29.00	\$ 870.00	
6.2.2	Valvulas y Accesorios	glb	1	\$ 212.00	\$ 212.00	
6.2.3	Aislamiento Termico de 1 1/2"	mts	30	\$ 40.00	\$ 1200.00	
6.2.4	Conexiones a Equipos					
6.2.5	Soportería	und	8	\$ 30.00	\$ 240.00	
6.3	Red de tubería matriz a Equipos de lavandería					
6.3.1	Suministro y Montaje tubería SCH 40 2 1/2"	mts	4	\$ 24.00	\$ 96.00	
6.3.2	Valvulas y Accesorios	glb	1	\$ 212.00	\$ 212.00	
6.3.3	Aislamiento Termico de 2"	mts	4	\$ 38.00	\$ 152.00	
6.3.4	Soportería	und	1	\$ 30.00	\$ 30.00	
6.3.5	Suministro y Montaje tubería SCH 40 1 1/4"	mts	12	\$ 30.00	\$360.00	
6.3.6	Aislamiento Termico de 1 1/4"	mts	12	\$ 38.00	\$ 456.00	
6.3.7	Soportería	und	6	\$ 30.00	\$ 180.00	
6.3.8	Suministro y Montaje tubería SCH 40 1 1/2"	mts	12	\$ 18.00	\$ 216.00	
6.3.9	Aislamiento Termico de 1 1/4"	mts	12	\$ 38.00	\$ 456.00	
6.3.10	Soportería	und	7	\$ 30.00	\$ 210.00	
6.3.11	Suministro y Montaje tubería SCH 40 1 1/2"	mts	5	\$ 18.00	\$ 90.00	
6.3.12	Aislamiento Termico de 1 1/2"	mts	5	\$ 38.00	\$ 190.00	
6.3.13	Soportería	und	4	\$ 30.00	\$ 120.00	
6.3.14	Suministro y Montaje tubería SCH 40 1 1/4"	mts	5	\$ 16.00	\$ 80.00	
6.3.15	Aislamiento Termico de 1" Diam. X 1 1/2"	mts	5	\$ 38.00	\$ 190.00	
6.3.16	Soportería	und	4	\$30.00	\$ 120.00	
6.4	Red de tubería matriz a esterilizador					
6.4.1	Suministro y Montaje de tubería SCH 40 1"	mts	18	\$ 14.00	\$ 252.00	
6.4.2	Valvulas y Accesorios	glb	1	\$ 212.00	\$ 212.00	
6.4.3	Aislamiento Termico de 1 1/2"	mts	18	\$ 38.00	\$ 684.00	
6.4.4	Conexiones a Equipos	pto	3	\$ 13.00	\$ 39.00	
6.4.5	Soportería	und	6	\$ 30.00	\$ 180.00	
6.3.6	Suministro y Montaje tubería SCH 40 1"	mts	5	\$ 16.00	\$ 80.00	
6.3.7	Aislamiento Termico de 1 1/4"	mts	5	\$ 38.00	\$ 190.00	
6.3.8	Soportería	und	4	\$ 30.00	\$ 120.00	
6.5	Red de tubería matriz a cocina (4 Puntos)					
6.5.1	Suministro y Montaje de tubería SCH 40 1-1/2"	mts	24	\$ 18.00	\$ 432.00	
6.5.2	Valvulas y Accesorios	glb	1	\$ 560.00	\$ 560.00	
6.5.3	Aislamiento Termico de 1 1/2"	mts	24	\$ 38.00	\$ 912.00	
6.5.4	Conexiones a Equipos	pto	4	\$ 13.00	\$ 52.00	
6.5.5	Soportería	und	12	\$ 30.00	\$ 360.00	
6.5.6	Suministro y Montaje tubería SCH 40 2 1/2"	mts	9	\$ 34.00	\$ 306.00	
6.5.7	Aislamiento Termico de 1 1/2"	mts	9	\$ 38.00	\$ 342.00	
6.5.8	Soportería	und	6	\$ 30.00	\$ 180.00	
6.5.9	Suministro y Montaje tubería SCH 40 2 1/2"	mts	16	\$ 34.00	\$ 544.00	
6.5.10	Aislamiento Termico de 2 1/2"	mts	16	\$ 38.00	\$ 608.00	
6.5.11	Soportería	und	9	\$ 30.00	\$ 270.00	
6.5.12	Tanque de Purgas de Caldero	pza	1	\$ 3,985.00	\$ 3,985.00	
6.5.13	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo IBCV (Balde Invertido con Válvula Check Interna) para Tuberías Principales	und	4	\$ 565.00	\$ 2,260.00	
6.5.14	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo IBLV (Balde Invertido con Venteador Grande) para Tuberías Principales	und	2	\$ 540.00	\$ 1,080.00	
6.5.15	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo IBLV (Balde Invertido con Venteador Grande) para Marmita a vapor	und	4	\$ 540.00	\$ 2,160.00	
6.5.16	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo dc (Controlador Diferencial de Condensado) Lavadora Centrifuga	und	2	\$ 500.00	\$ 1,000.00	
6.5.17	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo dc (Controlador Diferencial de Condensado) Secadora Rotativa	und	2	\$ 500.00	\$ 1,000.00	
6.5.18	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo dc (Controlador Diferencial de Condensado) Calandria Mural	und	1	\$ 500.00	\$ 500.00	
6.5.19	Suministro y Montaje Trampa de Vapor Tipo IBCV (Balde Invertido con Válvula Check Interna) Calentador de Agua Caliente Sanitaria	und	1	\$ 565.00	\$ 565.00	

Resumen Presupuesto para Instalaciones Termicas					
ITEM	Descripción	Und.	Cant.	Costo Unitario \$	Costo Total \$
7	Red de Retorno de Condensado				\$ 12,382.00
7.1	Retorno del Calentador de agua a Tanque Condensado				
7.1.1	Suministro y Montaje de tubería SCH 40 6"	mts	26	\$ 80.00	\$ 2,080.00
7.1.2	Valvulas y Accesorios	gbl	1	\$ 320.00	\$ 320.00
7.1.3	Aislamiento Termico de 6" Diam. X 1 1/2" Espesor Forrada con inox 304	mts	26	\$ 38.00	\$ 988.00
7.1.4	Conexiones a Equipos	pto	2	\$ 13.00	\$ 26.00
7.1.5	Soporteria	und	9	\$ 30.00	\$ 270.00
7.2	Retorno de Lavanderia				
7.2.1	Suministro y Montaje de tubería SCH 40 1 1/2"	mts	38	\$ 24.00	\$ 912.00
7.2.2	Valvulas y Accesorios	gbl	1	\$ 1,920.00	\$ 1,920.00
7.2.3	Aislamiento Termico de 2 1/2" Diam. X 1 1/2" Espesor Forrada con inox 304	mts	38	\$ 38.00	\$ 1,444.00
7.2.4	Conexiones a Equipos	pto	5	\$ 13.00	\$ 65.00
7.2.5	Soporteria	und	12	\$ 30.00	\$ 156.00
7.3	Retorno de Cocina				
7.3.1	Suministro y Montaje de tubería SCH 40 2"	mts	42	\$ 28.00	\$ 1,176.00
7.3.2	Valvulas y Accesorios	gbl	1	\$ 910.00	\$ 910.00
7.3.3	Aislamiento Termico de 2" Diam. X 1 1/2" Espesor Forrada con inox 304	mts	42	\$ 38.00	\$ 1,596.00
7.3.4	Conexiones a Equipos	pto	3	\$ 13.00	\$ 39.00
7.3.5	Soporteria	und	16	\$ 30.00	\$ 480.00

Fuente: Elaboración propia

La inversión para elaborar el proyecto planteado Diseño de redes de vapor para suministrar a las áreas del Hospital ESSALUD II de Moquegua, beneficiándose del paso del Gasoducto Andino del Sur es de \$ 641,623.00.

CONCLUSIONES

- Se diseñó y calculó las instalaciones de vapor del Hospital ESSALUD II Moquegua, con una sala generadora de vapor de 250 BHP que va alimentar 04 servicios como son cocina hospitalaria que tiene una demanda de 400.833 kg/hr, servicio de esterilización que tiene una demanda de 162.228 kg/hr, lavandería hospitalaria que tiene una demanda de 764.828 kg/hr y el sistema de agua caliente sanitaria que tiene una demanda de 1608.678 kg/hr. Estos servicios acrecentarán la calidad de atención a los afiliados a ESSALUD.
- El equipo seleccionado para este proyecto son dos calderas horizontales del tipo pirotubular de espalda (cámara) húmeda de tres pasos, quemador power flame modelo HAC con una capacidad de 125 BHP cada una. La selección del equipo se la realizó en base al estudio de cargas térmicas según la necesidad de demanda de vapor. La primera alternativa de combustible Diésel 02 y como segunda alternativa es el gas natural que será la alternativa más conveniente aprovechando el paso del Gasoducto del Sur.
- Se determinó la capacidad del tanque de condensado de 500 Gln, así como consumo del total de agua blanda, los granos de dureza a remover por día y consumo de sal para la regeneración.
- Se calculó todo el sistema de distribución de vapor y retorno de condensado con tuberías comerciales y espesor comercial Schedule 40, válvulas, reducciones y accesorios de acuerdo a lo establecido. El tipo de aislamiento para las tuberías es Coquilla Roclaine.
- Se seleccionó equipos adecuados para el hospital en el servicio de cocina de selecciono 4 marmitas a vapor, en el servicio de lavandería se seleccionó 02 lavadoras centrifugas de 55 kg, 02 secadoras rotativas y 01 calandria mural, en el servicio de esterilización se seleccionó 03 esterilizadores autoclave horizontal y para el servicio ACS se seleccionó 02 calentadores Flo Rite Temp, que cumplan satisfactoriamente las exigencias de los cuatro servicios.
- Se mejorarán los cuatro servicios, cocina, esterilización, lavandería y agua caliente sanitaria, para una mejor calidad de prestación que beneficiada a los asegurados a ESSALUD.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

- Se recomienda para instalaciones de tuberías de vapor y retorno de condensado colocar una inclinación mínima de 40 mm cada 10 m de tubería, para que de esta forma el condensado de vapor fluya hacia las piernas colectoras y se eviten golpes de ariete.
- Capacitación de forma constante al personal de mantenimiento y operadores de calderos, con el fin de que todos se encuentren en capacidad de operar el equipo, para que puedan actuar en caso de emergencia.
- Contar con stock de repuestos y accesorios, estos deben estar almacenados en un lugar adecuado y de fácil acceso para el personal encargado de dicha labor.
- Se recomienda que sea personal calificado y con experiencia para las instalaciones del sistema de distribución de vapor.
- Implementar una línea de mando para el personal de caldero, como para el personal de taller, que permita supervisar de forma más eficiente las labores realizadas por el departamento de mantenimiento de caldero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Cevallos. (2014). *Diseño del sistema de distribución de vapor en el Hospital León Becerra de Guayaquil*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Industrial]: Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.
- Araceli conty. (2020). *Marmita*. Obtenido de <https://araceliconty.com/marmita/#:~:text=En%20otros%20contextos%20tanto%20culturales,y%20aprovechamiento%20industrial%20del%20vapor.>
- Arnulfo. (2015). *Tratamiento de Agua para Calderas*. Obtenido de http://www.thermal.cl/docs/articulos_tecnicos/articulo___tratamiento_de_agua_en_calderas.pdf
- Asco. (2020). *¿Que es el vapor?* Obtenido de http://www.asconumatics.eu/images/site/upload/_es/pdf1/00099es.pdf
- Asme. (2020). *Caldera intensa*. Obtenido de <http://calderasintesa.com/wp-content/uploads/triptico-calderas-3.pdf>
- Banco central de reserva del Perú. (2020). *Caracterización del departamento de Moquegua*. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/moquegua-caracterizacion.pdf>
- Barrera Puigdollers, Betoret Valls, Castelló Gómez, & Pérez Esteve. (2020). *Aspectos básicos relacionados con el funcionamiento de una caldera*. Obtenido de <https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/104064/Barrera%3BBetoret%3BCastell%C3%B3%20-%20Aspectos%20b%C3%A1sicos%20relacionados%20con%20el%20funcionamiento%20de%20una%20caldera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Business, E. (2019). *VAN y TIR: ¿para qué sirven y cuándo usarlos?* Obtenido de Esan.edu.pe: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/08/van-y-tir-para-que-sirven-y-cuando-usarlos/>
- Cáceres. (2015). *El gas natural*. Obtenido de http://bvs.minsa.gob.pe/local/GOB/990_AUTOR27.pdf
- Castillo. (2013). *Definición de caldera*. Obtenido de <http://termoindustrial1ii132.blogspot.com/2013/06/definicion-de-caldera.html>

- Compañía Especialista en Vapor TLV. (2020). *Introducción a la Recuperación de Condensado*. Obtenido de <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/introduction-to-condensate-recovery.html>
- Compañía especialista en vapor Tlv. (2020). *Que es el Vapor de Agua?* Obtenido de <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/what-is-steam.html>
- Cruz Beltrand. (2008). *Propuesta de mejora en las instalaciones del departamento de servicios de lavandería en el Hospital General de ISSS*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico]: Universidad de El Salvador.
- Cuyún Gaitán. (2011). *Estudio y diseño del mejoramiento de la red de distribución de vapor en el Hospital Nacional Pedro de Bethancourt, antigua Guatemala*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico Industrial]: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Domus. (2020). *Catálogo de alta tecnología para la máxima calidad*. Obtenido de <http://www.bohec.com/pdf/Domus/Domus-Flatwork%20Dryer-Ironers.pdf>
- Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN). (2010). *Manual técnico de diseño y cálculo de redes de vapor*. Obtenido de <https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100Detalle/1284410087447/Publicacion/1284159036625/Redaccion>
- Fundación de la energía de la comunidad de Madrid. (2012). *Guía básica calderas industriales eficientes*. Obtenido de http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/biblio_sin_paredes/fac_ing/Quimica/cald_efi_indus.pdf
- Gss Industrial. (2020). *Eficiencia Calderas y generadores de vapor*. Obtenido de <https://gss-industrial.com/2020/09/11/eficiencia-calderas-y-generadores-de-vapor/>
- Huamani Aquima. (2016). *Diseño de las instalaciones térmicas con combustible dual en el Hospital Central del Distrito de Majes*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico-Eléctrico: Universidad Católica de Santa María.
- Huhsunqu. (2010). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Peru_-_Moquegua_Department_\(locator_map\).svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Peru_-_Moquegua_Department_(locator_map).svg)

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2007). *Procedimientos inspeccion calderas*. Obtenido de <https://vdocuments.mx/documentos-10540-procedimientos-inspeccion-calderas-gt5-07-f5b208e3.html>
- Junta de Castilla y León. (2010). *Manual técnico de diseño y cálculo de redes de vapor*. Obtenido de https://bibliotecadigital.jcyl.es/es/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=10117062
- McDaniel. (2020). *Bomba de condensado, lo que debes saber*. Obtenido de <http://vpica.com/bomba-de-condensado/>
- Mheducation. (2015). *Esterilización. Procedimientos relacionados*. Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448164180.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Sistema de Transporte Andino del Sur*. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20hidrocarburos/EIA/EIA%20KUNTUR/TOMO%20I/2%20VOL%20I%20I-3.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Petróleos industriales*. Obtenido de <https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/petroleos-industriales/>
- Ministerio de Salud – Santa Fe. (2015). *Manual del personal de salud del área de lavandería*. Obtenido de <https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/download/233770/1221973/>
- Ministerio de salud. (2015). *Sistemas de agua caliente sanitaria*. Obtenido de https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/3_le g.pdf
- Ministerio de salud. (2018). *Manual de procesos de lavandería y manejo de ropa hospitalaria*. Obtenido de <https://www.saludneuquen.gob.ar/wp-content/uploads/2020/03/MSalud-Neuqu%C3%A9n-Manual-Lavander%C3%ADa-y-manejo-de-ropa-hospitalaria.pdf>
- Ministerio de trabajo y promoción del empleo. (2020). *Estadística Institucional*. Obtenido de <http://www.essalud.gob.pe/estadistica-institucional/>

- Organismo supervisor de la inversión en energía y minería. (2020). *¿Qué es el gas natural?* Obtenido de https://www.osinergmin.gob.pe/gas/informacion_general/que-es-gas-natural
- Popayán Villanueva. (2016). *Mejoramiento de las líneas de distribución de vapor mediante la reingeniería al área de esterilización, cocina y lavandería del Hospital Regional Eleazar Guzmán Barrón*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero en Energía]: Universidad Nacional del Santa.
- Rivas Sánchez. (2013). *Rediseño el sistema de generación y transporte de vapor del Hospital del IESS de la ciudad de Machala*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Electromecánico]: Universidad Nacional de Loja Ecuador.
- Rodríguez Chica, & Rubio Sarmiento. (2014). *Diseño del sistema de distribución de vapor y selección del caldero para el Hospital San Juan de Dios*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico]: Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.
- Santos. (2012). *Cocinas hospitalarias nutrición Clínica*. Obtenido de <https://santosgrupo.com/v1/especialidades/cocinas-profesionales/4010-2/>
- Severns. (1961). *Vapor de Agua y su calorimetría*. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=gWAV5XxMgkIC&pg=PA72&dq=vapor+de+agua+conceptos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjPhpbxspjqAhWzIbkGHYJwAjoQ6AEwA3oECAEQAg#v=onepage&q=vapor%20de%20agua%20conceptos&f=false>
- Sistemas Industriales de Calderas. (2018). *Calidad del agua de calderas*. Obtenido de <http://www.sincal.es/descargas/calidad-de-agua-de-calderas.pdf>
- Spirax-Sarco. (2020). *Distribucion del vapor*. Obtenido de <http://www.fnmt.es/documents/10179/10666378/Distribucion+del+vapor.pdf/fca09a6d-70ab-da86-5d9d-f19321638315#:~:text=El%20sistema%20de%20distribuci%C3%B3n%20de,del%20vapor%20y%20el%20usuario.&text=Esto%20induce%20el%20flujo%20del,se%20requiere%20esta%20ene>
- Velayos Morales, A. (2021). *Valor neto actual (VAN)*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Wikicommons. (2020). *Archivo:Peru - Moquegua Department (locator map).svg*.

Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Peru_-_Moquegua_Department_\(locator_map\).svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Peru_-_Moquegua_Department_(locator_map).svg)

Yauri Callupe. (2018). *Evaluación de la red de distribución de vapor en el Hospital Regional Ramiro Prialé de Huancayo*. [Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Mecánico]: Universidad Nacional del Centro del Perú.



ANEXOS

Dirección General de Salud de las Personas

Ministerio de Salud

Personas que atendemos personas

Dirección Ejecutiva de Normas Técnicas
para Infraestructura en Salud

Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria

CONTENIDO

BASE LEGAL

LOCALIZACION

FLUJOS DE CIRCULACIONES

UNIDADES DE ATENCION

UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

CONFORT DE PERSONAL

INSTALACIONES

Marzo 1996

Los cubículo de Preparación de Pacientes y Curaciones solo se implementaran en Hospitales con mas de 150 camas.

Los cubículos para Cirugía Ambulatoria serán equivalentes al 4% del total de camas.

9.6 UNIDAD DE ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS

Si la demanda de pacientes infecto - contagiosos, y cuando el número de casos la justifique se incluirá en el Programa una Unidad de Hospitalización específica.

La capacidad de esta Unidad será de 25 a 30 camas.

Se recomienda contar con dos ambientes de cocina para la distribución de alimentos, las que tendrán puertas de doble acción; en uno de estos se efectuará el lavado y esterilización de utensilios y el otro como Depósito de los insumos y para el servicio de charolas.

Es recomendable que el ingreso a esta Unidad de los pacientes sea independiente de las otras Unidades.

Es el conjunto de Departamentos de Nutrición y Dieta, Lavandería y Ropería; también se encuentra los ambientes de mantenimiento y la Sala de máquinas con que debe contar un hospital.

5.1. NUTRICION Y DIETA :

Este Departamento proporciona, los regímenes dietoterapéuticos y normales a pacientes y personal a las Unidades Hospitalarias y a la Unidad de Emergencia.

Localización :

Para la Localización de la Cocina Central en el Hospital debe tenerse en consideración lo siguiente:

- Carga y descarga de los víveres.
- Transporte de alimentos a las Unidades de Hospitalización.
- Central de la zona de Servicios Generales.

Este Departamento debe estar localizado en una zona tal que permita el acceso de vehículos que transportan los alimentos.

Ambientes :

Recepción
Despensa

- . Almacén
- . Cámaras de Refrigeración
- . Limpieza y corte de víveres
- . Bodega de bebidas
- . Depósito
- . Dietista
- . Cocina
- . Preparación de Carnes
- . Preparación de Verduras
- . Preparación de Alimentos Frios
- . Cocción
- . Frituras
- . Panadería
- . Dietas especiales
- . Servicio de carros
- . Area de carros (Limpieza, Estacionamiento)
- . Lavado de Ollas
- . Lavado (Vajilla y utensilios)
- . Cuarto de Limpieza
- . Servicios Higiénicos de Personal de Cocina

Laboratorio de leches
Comedor Personal

Despensas

Deberá ubicarse cerca a la entrada, por su comunicación con el exterior para el abastecimiento de mercaderías.

Se considera Despensa Seca y Despensa Fria

Despensa Seca: donde se guardan semillas, granos, harinas, azúcar, etc.

Despensa Fría: donde se guardan a diferentes temperaturas carnes, pescados, productos lácteos, verduras y frutas.

Para el cálculo del área de la Despensa se considerarán los siguientes factores:

Hospitales con menos de 50 camas: m ² /cama	0.80
Hospitales con menos de 150 camas: m ² /cama	0.60
Hospitales con más de 150 camas: m ² /cama	0.40

Cocina Central:

Ambiente donde se realiza el proceso de elaboración de comidas.

Para el cálculo del área de la Cocina se tendrán en cuenta:

- Personas que reciben alimentación:**
Pacientes
Personal
- Regímenes**
Dieta normal
Dietas especiales
- Sistemas de Alimentación:**
Adquisición de víveres
Almacenaje de víveres
Preparación
Servicio
Lavado
Eliminación de desechos
- Equipos**
Marmitas
Cocina a Vapor
Hornos

Los coeficientes para el cálculo de las áreas de cocina serán :

Hospitales con menos de 50 camas:
1.50 m² por cama

Hospitales con menos de 150 camas:
1.20 m² por cama y el área mínima no será menor de 75 m².

Hospitales con mas de 150 camas:
1.00 m² por cama y el área total no será menor de 180 m².

Comedor Personal:

De preferencia la atención será el sistema de autoservicio.

La capacidad estará en relación del número de personal y de acuerdo a lo siguiente:

Hospitales con menos de 50 camas: cama	1.00 m ² por
Hospitales con menos de 150 camas: cama	1.30 m ² por
Hospitales con más de 150 camas: cama	1.05 m ² por

Para el cálculo del número de comensales se tendrá en cuenta lo siguiente :

Pacientes Hospitalizados : de acuerdo al número de camas con promedio de ocupación del 85%.

Personal : Se considera un índice de 2.5 empleados por cama con un promedio del 77% de asistencia.

5.2. LAVANDERIA Y ROPERIA :

Es el Departamento encargado del lavado, planchado y suministro de ropa limpia; a los pacientes y personal del hospital.

Localización :

Debe estar ubicada en la zona de Servicios Generales y cercana al Cuarto de Maquinas y el acceso será independiente desde el exterior.

Se tendrá cuidado de que el recorrido de la ropa limpia no se realice por zonas contaminadas.

Equipamiento :

El cálculo del equipo necesario para la Lavandería estará basado en la dotación de ropa que tenga cada una de las Unidades y en los cambios que se hagan.

Para determinar el equipo deberá considerarse :

- .Tipo de hospital
- .Número de camas
- .Número de Salas de Operaciones
- .Número de Consultorios
- .Promedio de ocupación de camas
- .Demanda diaria por cama
- .Número de cambios de ropa de pacientes
- .Influencia del clima
- .Tipo de tela usada con más frecuencia

En los Hospitales deberá considerarse los siguientes factores de ropa diaria por cama :

Hospitales Generales	:	4 kg.
Hospitales Especializados	:	2 a 4 kg.
Maternidad	:	6 kg.
Emergencia	:	6 kg.

El acabado de los diferentes tipos de ropa requieren de secado en tómbolas, planchado plano y planchado de forma. Siendo los porcentajes que se requieren :

- Del 20 al 25% Secado en Tómbola.
- Del 60 al 70% Planchado plano.
- Del 10 al 15% Planchado de forma.

Recibo y Entrega de Ropa Sucia y Limpia :

Se efectúa mediante una operación de canje, la que se realiza en la ropería.

El traslado de ropa sucia puede ser mediante la utilización de carros con bolsa de lona desde el Cuarto Séptico a la Lavandería.

Ambientes :

Recepción y Selección de Ropa Sucia
Clasificación y Peso
Lavado y Centrifuga
Secado
Planchado y Doblado
Ropa Plana
Ropa de forma
Costura y Reparación
Depósito de Ropa Limpia
Entrega de Ropa Limpia
Oficina
Depósito de insumos
Servicios Higiénicos para el personal

Recepción y Selección de Ropa Sucia :

Corresponde al traslado y canje de ropa, la Recepción se efectúa mediante carros.

Se contará con un recibo para facilitar el movimiento de los carros y del personal para la entrega de la ropa.

Clasificación y Peso :

Se considerarán ambientes o cubículos para la clasificación de la ropa sucia: Cirugía, Ropa Blanca, Felpas, Forma y pañales.

Lavado y Centrifuga:

En esta sector se efectúa el lavado del 100% de la ropa sucia, mediante el uso de lavadoras automáticas.

La carga de la ropa en las lavadoras requieren de 8 a 12 cambios de agua, siendo el tiempo necesario de vaciado y llenado de la lavadora de una hora con 10 minutos por carga.

En los Hospitales pequeños se requiere de 2 lavadoras.

En Hospitales medianos se considera el uso de 2 lavadoras y una adicional de 11.5 kg. de capacidad.

Los Hospitales grandes incluirán además de las 3 lavadoras una con capacidad de 23 kg.

Adicionalmente al sector de las lavadoras se tendrá un sector para las centrifugas de extracción de agua.

Cada centrifuga requiere, dependiendo de su capacidad los siguientes tiempos :

de 12 kg.	4	cargas por hora.
de 25 a 35 kg	3.5	cargas por hora.

El sector de lavado y Centrífuga será equivalente al 25% del área total de la Lavandería.

Secado :

La ropa que no requiere ser planchada representa aproximadamente del 20 al 25% del peso total de ropa lavada y será secada en las tómbolas, la cual emplea 25 minutos por carga.

La Localización de las tómbolas será entre las centrífugas y el depósito de ropa limpia debiendo tener una separación mínima de 60 cm. de cualquier máquina o paramento.

La ropa que requiere acabado liso (sábanas, Fundas) representa del 60 al 70% del total de ropa lavada y se realiza en planchadora de rodillo o mangle.

Los mangles deben ubicarse cerca a las centrífugas y al depósito de ropa limpia.

La ropa que requiere acabado de forma representa del 10 al 15% del total de ropa lavada, se procesa en burros con plancha eléctrica rociadora o en planchadoras de vapor.

El área de secado será igual al 25% del área total de la lavandería.

Costura y Reparación :

Estará ubicado en el Depósito de Ropa Limpia y cerca al sector de planchado. El área será igual al 30% del área total de la Lavandería.

Ropa Limpia :

Encargada del almacenamiento de la ropa limpia y nueva y de el suministro a las diferentes unidades del hospital.

Areas :

Para determinar el área que requiere la lavandería se tendrá en consideración los siguientes coeficientes :

Hospitales con menos de 50 camas :

1.20 m² por cama.

Hospitales con menos de 150 camas:

1.00 m² por cama y el área mínima será de 60 m²

Hospitales con mas de 150 camas :

0.80 m² por cama y el área mínima será de 150 m².

5.3. VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIENICOS:

Los vestuarios son locales para el cambio de ropa de los usuarios, y su uso es limitado a la satisfacción de las necesidades del servicio.

Localización :

Se debe procurar que las áreas destinadas a los baños y vestidores se encuentren lo más cerca posible tanto de los accesos como de las salas de máquinas de las unidades médicas.

Ambientes :

Vestíbulo de ingreso
Vestuarios
Servicios Higiénicos con Duchas y Aparatos Sanitarios

Clasificación del Personal :

En los Hospitales el total de personal corresponde de 2 a 2.5 veces el número de camas.

La naturaleza diversa de las labores que se desarrollan en las Unidades Médicas en los distintos horarios, permite que se clasifique al personal en grupos :

Tipo de Personal	% de Personal
Personal Masculino Médicos, Técnicos	25
Personal Femenino Médicos, Técnicos	10
Enfermeras y Auxiliares	40
Administración hombres	10
Administración Mujeres	15

El área de vestuarios Médicos será igual a 0.50 m² del total de personal médico.

Para Enfermeras, Técnicos y Auxiliares por sexo le corresponderá 25% para Hombres y 75% para Mujeres

El Número de casilleros será igual al 85% del total, de acuerdo a los porcentajes establecidos.

La dotación de aparatos sanitarios se registrará por la siguiente tabla :

Servicio Higiénico Hombres :

Nº de Pers	Inodoro	Lavatorio	Urinario	Duchas
1 a 15	1	2	1	1
16 a 25	2	4	1	2
26 a 50	3	5	1	3
P/C 20 m² adic.	1	1	1	1

Servicio Higiénico Mujeres :

Nº de Pers	Inodoro	Lavatorio	Duchas
1 a 15	1	2	1
16 a 25	2	4	2
26 a 50	3	5	3
Por cada 20 m² dic	1	1	1

5.4. MANTENIMIENTO Y TALLERES:

Es el Departamento encargado de brindar los trabajos de conservación de los inmuebles y el mantenimiento para los equipos, mobiliario e instalaciones de cada Unidad del Hospital.

Localización :

Deberá tener una comunicación lo más directa posible con todos los servicios que integren la Unidad. Su ubicación se verá determinada por la cercanía a la circulación general para darle acceso rápido a las circulaciones verticales y horizontales.

Deberá estar cercana a la Sala de Máquinas, Almacén General y Servicios Generales.

Se evitará su localización cercana a las áreas de Consulta Externa, Cirugía, Sala de Partos y Hospitalización.

Ambientes :

- Jefatura de Mantenimiento
- Talleres de Reparaciones
 - . Pintura
 - . Carpintería
 - . Electricidad y Gasfitería
 - . Aire Acondicionado
 - . Equipos Médicos
 - . Depósito de Herramientas

- Depósito de Materiales
- Depósito de Jardinería
- Patio de maniobras
- Cuarto de Limpieza
- Servicios Higiénicos

El área a considerar es de 0.50 m² por cama

5.5. ALMACEN GENERAL :

Es el ambiente que proporciona las condiciones óptimas para el recibo, clasificación y reguardo de los insumos que se requieran, a fin de cubrir las necesidades de las diversas áreas operativas.

Localización :

Debe estar ubicado con fácil acceso desde el exterior y estar dotado de una zona de carga y descarga y tener comunicación con las circulaciones del Hospital.

Ambientes :

- Recepción y Control
- Jefatura
- Clasificación y Almacenado de Insumos
 - . Médico Quirúrgico
 - . Imagenología
 - . Laboratorio
 - . Papelería
 - . Artículos de aseo
 - . Ropa de Hospital
 - . Despacho y Entrega

El área del almacén dependerá de la cantidad de artículos a guardar, se recomienda un coeficiente de 0.80 m² por cama.

5.6. LIMPIEZA, VIGILANCIA Y JARDINES :

Tiene a su cargo la distribución del personal de trabajo de limpieza, supervisión y la vigilancia del Hospital.

Es conveniente ubicarla próxima a la Entrada de Personal y en el sector de Servicios Generales.

- de 70 kg. 3 Cargas por hora.
- de 120 kg. 2.5 cargas por hora.

Las centrifugas deben exceder en 25% la capacidad de las lavadoras.

Todas las instalaciones que se requieren en los hospitales se conforman por sistemas complejos o redes que se desarrollan horizontalmente y verticalmente por todas las dependencias y se clasifican :

Redes Sanitarias e Hidráulicas
Redes Eléctricas
Sistema de Aire Condicionado

Todas las instalaciones deberán ceñirse a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Construcciones en los Capítulos correspondientes.

INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRAULICAS

Comprende :

Red de Agua Potable fría y caliente	.	Red de Agua Potable fría y caliente
Red de Agua Contra Incendio	.	Red de Agua Contra Incendio
Red de Riego para áreas verdes	.	Red de Riego para áreas verdes
Desagüe de Agua de Lluvias (Pluviales)	.	Desagüe de Agua de Lluvias (Pluviales)
Desagüe de Aguas Servidas	.	Desagüe de Aguas Servidas
Vapor	.	Vapor
Gas Combustible	.	Gas Combustible
Oxígeno	.	Oxígeno
Vacío	.	Vacío
Oxido Nitroso	.	Oxido Nitroso
Aire Comprimido	.	Aire Comprimido

Redes de Agua Potable :

Las Instalaciones de agua potable deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven la potabilidad del agua destinada al consumo humano y que garanticen su suministro.

Abastecimiento :

Se efectuará a través de la red pública; cuando el abastecimiento público no se encuentre en condiciones de prestar servicio adecuado, ya sea en cantidad o calidad, se permitirá el uso de abastecimiento de agua privada, siempre que, tanto la fuente como el tratamiento de potabilización sean satisfactorias.

La dotación de agua a considerarse, de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para locales hospitalarios se calculará de acuerdo a la siguiente tabla :

- Hospitalización y Cama	600 lts. por día
- Consultorios y Consultorio	500 lts. por día
- Consultorio Dental	1,000 lts. por día y Unidad Dental
- Lavandería de Ropa	40 lts. por kg.

La dotación de agua para el regadío de las áreas verdes será en razón de 2 lts. por día y metro cuadrado.

Tratamiento del agua :

El contenido de las sales de calcio y magnesio no deben pasar de 40 a 50 mg/litro de CaCO_3 ; si el contenido de sales es mayor es aconsejable el tratamiento del agua para mantener su dureza en los límites debidos.

El agua para las calderas deberá contar con valores inferiores a 5 mg/litro.

A fin de garantizar la pureza bacteriológica del agua de consumo, es conveniente la aplicación de cloro, la clarificación en Hospitales Pequeños donde el consumo de agua sea mínimo se usara hipocloritos de calcio, en Hospitales Medianos y Grandes de preferencia se usará equipos de gas, cloro.

Tanques de Almacenamiento :

Cuando el abastecimiento de agua pública no sea continua o carezca de presión suficiente, deberá proveerse de uno o varios tanques de almacenamiento, que permita el suministro de agua en forma adecuada.

Si el agua es tratada para su potabilización, se construirá dos almacenamientos, uno para agua no tratada la misma que será usada en los servicios de protección contra incendios y riego de áreas verdes y otro para el agua tratada de consumo interno del hospital.

La capacidad de los tanques tendrán un volumen para satisfacer por lo menos igual al consumo diario.

Los Tanques de Almacenamiento deberán alejarse en lo posible de muros medianeros y desagües a una distancia mínima de 10.00 ml.

Red de Agua contra Incendio :

Serán proyectadas y ejecutadas de manera que permitan el rápido, fácil y efectivo funcionamiento. Las redes de incendio serán totalmente independientes de las de Agua Potable.

El almacenamiento de agua en los tanques para combatir incendios, debe asegurar el funcionamiento simultáneo de 2 mangueras durante media hora.

No se permitirá la localización de tuberías de agua contra incendio en los quirófanos, ductos de instalaciones eléctricas ni en los vacíos de los ascensores.

Red de Agua para Riego de Areas Verdes :

Podrán ser diseñadas formando parte del sistema de distribución de agua o en forma independiente. El riego de áreas verdes podrá hacerse con puntos de conexión para mangueras dotadas de sus correspondientes válvulas o con rociadores.

Red de Desagüe de Aguas Pluviales :

El agua de lluvia proveniente de techos, patios, azoteas y áreas expuestas, podrá ser conectada a la red pública del alcantarillado, siempre que el sistema lo permita.

Cuando no exista un sistema de alcantarillado pluvial y la red pública haya sido diseñada para recibir aguas servidas únicamente, no se permitirá descargar en ellas aguas de lluvias. Estas deberán disponerse al sistema de drenaje o áreas verdes existentes.

Desagüe de Aguas Servidas :

El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

Todo sistema de desagües deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

Red de Agua Caliente :

El calentamiento de agua se podrá efectuar por vapor.

El volumen de almacenamiento de agua caliente de acuerdo con el Reglamento de Construcciones se estimará de acuerdo a los siguientes factores :

- Hospitalización	250 lts. por día y Cama
- Consultorios	130 lts. por día y Consultorio
- Consultorio Dental	100 lts. por día y Unidad Dental

En los Servicios de Baños y usos generales la temperatura será de 60 grados centígrados. En cocina y lavandería 80 grados centígrados.

Para el cálculo de la capacidad de equipos de producción de agua caliente, así como para la capacidad del tanque de almacenamiento se utilizará en relaciones que se indican:

La capacidad del almacenamiento en relación con dotación diaria en litros será de 2/5; y la capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente en relación con la dotación en litros será de 1/6.

Redes de Distribución :

Se ubicarán en ductos verticales que permitan su revisión y mantenimiento.

No se permitirá las instalaciones de redes de agua en las cajas de ascensores.

En cada piso se instalarán puertas en todo lo ancho del ducto y se abrirán hacia los pasadizos y cuartos de aseo.

No se permitirá la Localización de ductos sanitarios en áreas de hospitalización, consultorios, estación de enfermeras, quirófanos, sala de recuperación y sala de observación.

Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos de lavaplatos u otros aparatos sanitarios donde exista el peligro de introducir al sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de éste.

Los desagües provenientes de los siguientes equipos, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta : Esterilizadores, recipientes y equipos similares de laboratorios, refrigeradoras, tuberías de rebose de tanques,

y todos aquellos que se considere inconvenientes en resguardo de la salud pública.

Vapor :

Para la producción de vapor se usarán calderos a generadores de vapor en número suficiente para satisfacer las necesidades.

Gas Combustible :

Podrá ser natural o licuado; en caso de que el consumo sea de gran demanda y amerite una instalación de abastecimiento de tipo industrial, el equipo de medición se alojará en un recinto con ventilación adecuada y con una área no menor de 36 m² y de acuerdo al consumo necesario que se desee obtener.

En caso de utilizarse gas licuado, se ubicará el tanque en un lugar con buena ventilación protegido de daños mecánicos y con una distancia no menor de 7.5 ml. y a 15 ml. del ambiente donde se ubique el depósito de oxígeno.

Las tuberías de gas no se instalarán en sótanos o entresijos que no estén a nivel de terreno.

Oxígeno :

Se requerirá de una central de oxígeno que mediante una red de tuberías suministre a sus terminales en los puntos en que se necesitan tomas de oxígeno.

También se podrá utilizar un sistema de baterías de cilindros con reguladores automáticos y conectados a la red de tuberías.

Se utilizarán válvulas con tapón roscado y con acoplamiento rápido de tipo inserción y estarán colocadas en las paredes a una altura de 1.50 ml.

Los ambientes e instalaciones de oxígeno deberán estar alejados de daños mecánicos, líneas de energía eléctrica, tuberías de gases y líquidos inflamables. Todas las tuberías de distribución deberán ser de cobre con soldadura de latón en los puntos de

acoplamiento. No podrán ser instaladas en los ambientes de ropa sucia.

Cada ramal de alimentación tendrá una válvula de succionamiento en un lugar visible y de fácil acceso.

Las tomas de oxígeno deberán ubicarse :

- Medicina General, Cirugía, Gineco-Obstetricia al 25% del número de camas.
- Pediatría al 50% del número de camas.
- En todos los cuartos de aislamiento.
- Neonatología al 25% del número de cunas.
- Prematuros al 100% de las cunas ó incubadoras.
- Unidad de Cuidados Intensivos al 100% del número de camas.
- Unidad de Emergencia al 100% del número de camas de adultos y niños.
- Salas de Recuperación, Post-operatoria y Post-parto al 100% del número de camas.
- Salas de Operaciones una de oxígeno y dos de succión por sala.
- Sala de Partos dos de oxígeno y dos de succión por sala.
- Laboratorios una por toma de flánómetro.
- Sala de Rayos x una toma por sala.

Las salidas para las tomas de oxígeno en Neonatología deberán estar concentradas en una sola área.

En las salas de operaciones y de partos las tomas estarán dispuestas junto con las de aire comprimido, óxido nítrico y electricidad.

Oxido Nitroso :

Este tipo de gas es usado en las Salas de Operaciones como anestésico. La ventaja es que no produce riegos de explosión en los Quirófanos.

La central de abastecimiento de óxido nítrico tiene las mismas características del oxígeno.

Aire Comprimido :

Se obtiene mediante compresores, el aire comprimido tiene que ser seco, limpio y libre de aceite. Deberá estar dotado de un sistema de purificación secado y enfriamiento de aire. Se podrá ubicar en la Sala de Máquinas.

Vacío o Succión :

Dado a la obstrucción de las tuberías nos es aconsejable disponer de instalaciones de succión, siendo recomendable el uso de inyectores accesorios que provoca la succión.

INSTALACIONES ELECTRICAS

Deberá registrarse a lo especificado en el **TÍTULO IX** "Instalaciones Eléctricas, Mecánicas Y Especiales" del Reglamento Nacional de Construcciones.

Los servicios eléctricos para hospitales comprende:

- Sub - estación eléctrica
- Servicio de Emergencia
- Alumbrado y Fuerza
- Intercomunicadores
- Servicio Telefónico
- Buscapersonas
- Música y Sonido
- Circuito cerrado (TV)
- Navegación Aérea

Sub Estación

Estará ubicado en una zona de fácil acceso de preferencia en el patio de Servicios Generales.

El ambiente de la Sub Estación deberá contar con una buena ventilación y el área de ventilación será de 20 cm² por KVA y no menor de 930 cm².

Servicio de Emergencia

Se contará con equipos o grupos electrógenos de acceso automático y se ubicarán en ambientes cercanos a la sub estación.

La salida de los gases estará previsto de un silenciador.

El servicio de emergencia deberá estar conectado a los siguientes circuitos:

- . Circulación, salidas y escaleras
- . Ascensores para transporte de pacientes y montacargas para transportes de medicinas y comidas
- . Intercomunicadores, sistema de buscapersonas y teléfonos.
- . Sistema de alarmas contra incendio
- . Funcionamiento de los sistemas de oxígeno y óxido nítrico
- . Salas de operaciones y de partos
- . En la casa de maquinarias se contará con el 100% de iluminación si el área es menor de 100 m² y el 50% si el área es mayor.
- . En las Salas de Hospitalización
- . En las Estaciones de Enfermeras
- . Del 30% al 50% en la Central de Esterilización y Equipos, Banco de Sangre, Farmacia, Almacén, Cocina General y Lavandería.

Instalaciones de Aire Acondicionado

Se instalará Sistemas de Aire Acondicionado en todos los locales que se requiera condiciones de Asepsia Rigurosa: Sala de Operaciones.

En la Cocina y Lavandería el sistema será por extractores de renovación de aire.

Sistemas de Ventilación

1. Ventilación, Inducción y Extracción
2. Refrigeración
3. Calefacción
4. Acondicionamiento de Aire:
 - . Unizona
 - . Multizona
 - . Individuales
 - . Inducción.

Ascensores :

Generalmente atenderán a las personas, pudiendo considerar el uso de montacargas para transporte de materiales y/o equipos, en este caso se calculará su capacidad para atender al 8% de la población a servir; cuando no se cuente con montacargas la capacidad será del 12% de la población a servir.

Para cada 100 camas se requiere un ascensor.

No se permite la apertura de los ascensores directamente a los pasillos, en las Unidades de Internamiento y Tratamiento.

La cabina del ascensor para pacientes será de 2.20 metros por 1.20 metros.

Las puertas serán corredizas con un ancho de 1.10 metros.

Los Vestíbulos que dan acceso a los elevadores deberán tener una dimensión mínima de 3 metros desde la puerta del ascensor hacia la pared del frente.

Montacargas :

Su uso es para no sobrecargar los ascensores y poder transportar el material limpio, el mismo que debe circular separado del material usado (sucio).

Estos deberán abrirse hacia un recinto techado y especial, nunca hacia los pasadizos.

Se podrán instalar intercomunicador en la cabina del montacargas.

(Anexo 002-Equipos Cocina Hospitalaria Centralizada Marmitas a Vapor).

COMPOSICION DE LA GAMA

Aparatos ideales para la cocción en agua de carnes, pescados, verduras, tubérculos, pasta, etc., o para la cocción de alimentos líquidos o densos (caldos, leche, sopas, cremas, etc.), sin problemas de quemado del fondo. Todos los modelos van dotados de los dispositivos de seguridad previstos en la normativa actualmente en vigor. Una gama fiable, funcional, con seguridad operativa, robusta y fácil de limpiar. La gama se compone de 4 modelos a vapor con capacidad de cuba de 100 a 500 lt.



P101

MARMITAS A VAPOR ZANUSSI PROFESSIONAL

CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y FUNCIONALES

- ◆ Cuba, cámara intermedia, tapa y envolvente exterior en acero inoxidable AISI 304 con espesor variable según capacidad de 20 a 25/10. Envolvente exterior desmontable para permitir la inspección de los componentes internos.

- ◆ Fondo cuba en AISI 316 de espesor variable de 20 a 35/10 según capacidad, tratado para garantizar una buena resistencia a la corrosión.

- ◆ Estructura soporte en acero inoxidable AISI 304 sobre patas regulables también en acero inoxidable.

- ◆ Tapa dotada de tirador atérmico y perfilada para impedir condensaciones al exterior del recipiente. Bisagra en bronce cromado con sistema de muelles a tensión regulable que aseguran la compensación necesaria.

- ◆ Calentamiento a vapor a presión nominal de 0,45 bar.

- ◆ Grifo mezclador de agua fría y caliente en bronce cromado con carga de tubo orientable.

- ◆ Grifo de descarga de la cuba de 2" para un rápido vaciado de la misma.

- ◆ Filtro de acero inoxidable en la descarga de la cuba.

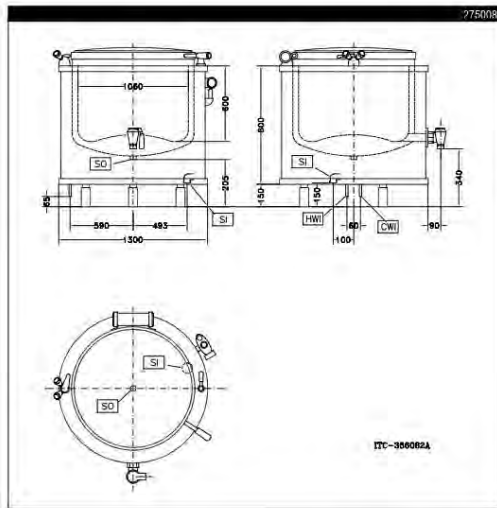
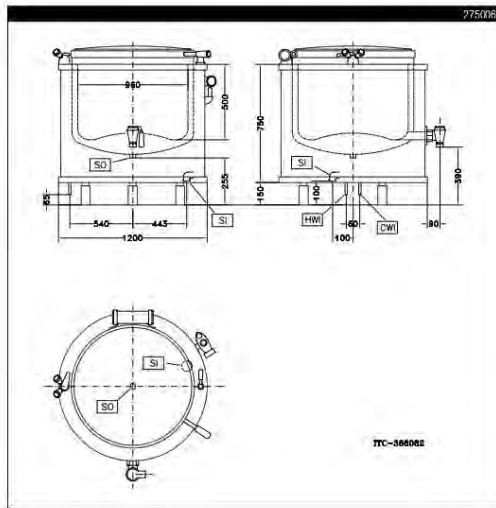
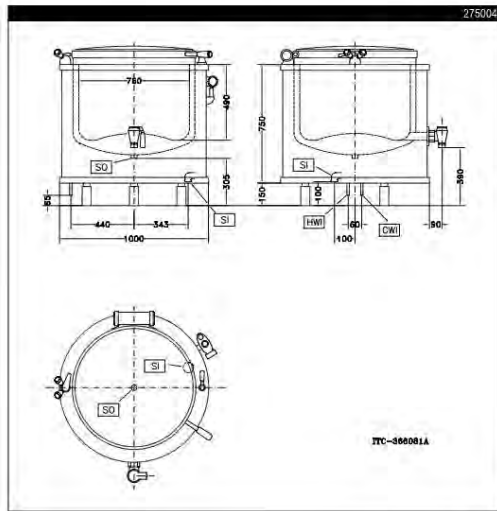
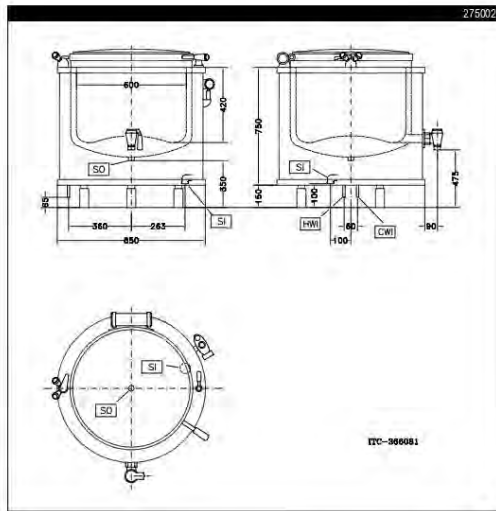
- ◆ Manómetro de control de la presión en la intercámara.

- ◆ Válvula de depresión para la salida de aire de la intercámara.

- ◆ Válvula de seguridad pretratada a la presión máxima de 0,5 bar para la descarga de vapor de la intercámara cuando se alcanza el valor indicado.

- ◆ Aparatos homologados y marcados CE.

DATOS TÉCNICOS CARACTERÍSTICAS	MODELOS			
	PV101 275002	PV201 275004	PV301 275006	PV501 275008
Dimensiones externas - mm				
anchura	850	1000	1200	1300
profundidad	980	1130	1330	1430
altura	900	900	900	950
Peso neto - kg.	135	150	230	310
Consumo vapor (a 0,45 bar) - kg/h				
para alcanzar la ebullición	50	60	90	100
para mantener la ebullición	7	10	13	20
Dimensiones recipiente - mm				
diámetro	600	760	960	1060
altura	420	460	470	630
Presión de vapor - bar	0,3, 0,45	0,3, 0,45	0,3, 0,45	0,3, 0,45



MODELOS DE ACCESORIOS	MODELOS			
	PV101 275002	PV201 275004	PV301 275006	PV501 275008
CESTO CUELAPASTAS MARMITA 100 LT	925093			
CESTO CUELAPASTAS MARMITA 200 LT		925095		
CESTO CUELAPASTAS MARMITA 300 LT			925096	
CESTO CUELAVERDURAS MARMITA 100/150 LT	925171			
CESTO VERDURAS MARMITA 200 LT		925173		



88A81

2009-07-04

La Empresa se reserva el derecho a efectuar modificaciones técnicas sin preaviso.

(Anexo 003-Equipos Lavandería Hospitalaria Centralizada)

damos color a sus sueños y vida a sus proyectos
we give colour to your dreams and life to your projects





MODELO	MODEL	S11	S17	S26	S37	S45	S60	S85	S125
CAPACIDAD (rel. 1/20)	CAPACITY (rel. 1/20)	10,5	16,5	26	37,7	46,8	66	83,8	127,2
PRODUCCIÓN	OUTPUT	Kgh	18-22	27-32	42-48	65-73	75-90	108-120	170-190
TAMBOR	DRUM								
Diámetro Ø	Drum Ø	mm	750	750	855	1040	1235	1235	1400
Longitud	Length	mm	410	466	360	572	700	700	1020
Volumen	Volume	L	210	330	525	753	900	1800	1676
CALEFACCIÓN / CONSUMOS	HEATING / POWER CONSUMPTION								
Potencia eléctrica	Electric power	Kw/h	12	15	39	38	64	72	-
Potencia gas (calor. nat.)	Gas power (Heat. Nat.)	Kcal/h	17838	17838	22446	40000	33551	35738	-
Presión gas (calor. nat.)	Gas pressure (Heat. Nat.)	mbar	37200	37200	37200	37200	37200	37200	-
Consumo vapor (5bars)	Steam consumption (5-bar)	Kgh	50	50	70	90	150	165	830
Presión vapor	Steam pressure	bar	5,8,9	5,8,9	5,8,9	5,8,9	7,8,10	7,8,10	5,8,9
Volumen extracción aire	Air-extraction volume	m³/h	1060	1060	2900	1800	2400	3000	7100
POTENCIAS	POWER RATINGS								
Potencia motor	Power motor	KW	0,43	0,43	0,8	1,3	2,2	2,2	6,5
CONEXIONES	CONNECTIONS								
Gas Ø (B)	Gas Ø (B)	BSP	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"
Vapor Ø (C)	Steam Ø (C)	BSP	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1"	1"	2x1"
Condensados Ø (D)	Condensates Ø (D)	BSP	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1"	1"	2x1"
Salida vapor Ø (E)	Exhaust Ø (E)	mm	200	200	200	200	200	300	300/500
TENSIÓN	VOLTAGE		300V-50Hz Opcional 230V-50 Hz						
DIMENSIONES (Sin embalaje)	DIMENSIONS (Packing excluded)								
Puertas Ø	Door Ø	mm	574	574	574	574	914	914	719
Ancho (L)	Width (L)	mm	785	785	895	1118	1270	1270	1486
Profundidad (P)	Depth (P)	mm	457	457	530	544	695	695	1020
Altura (H)	Height (H)	mm	1700	1700	1700	1700	2375	2375	2600
Peso neto	Net weight	Kg	170	190	338	380	500	590	930



S11/17/26/37/45/60/85/125

Secadoras rotativas
Tumbler dryers

11/17/26/37/45/60/85/125




S11/17/26/37/45/60/85/125



ALTA TECNOLOGÍA PARA EL MÁXIMO SECADO
THE LATEST TECHNOLOGY FOR THE EXCELLENT DRYING

CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES

A) -Mod. S-11-17-26-37-45-125:
Motorización de la potencia del motor es transmitida directamente al tambor con ausencia de elementos mecánicos intermedios, más rendimiento y mantenimiento.
-Mod. S-45-60:
Sistema de transmisión mediante una correa como un Poly-V, que ofrece la posibilidad de hacer 2 ciclos/hora, lo cual significa un incremento importante en la producción y un menor mantenimiento.
B) Filtro EasyClean en todo el game. Filtro de bombas de 500 micras, limpieza simplificada y sencilla. Nueva función reforzada al limpiar.
C) Innovación de giro-reverso: evita apelmazamientos en la ropa, posibilidad anti-gas y facilita la posterior manipulación de la ropa.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

► **CALEFACCIÓN:**
Eficiencia: Potenciación de ultrasonidos eléctricos.
Gas: Quemador de gas balanceado.
Vapor: batería en acero, 5 años de garantía.

► **CONSTRUCCIÓN:**
Tambor construido en acero inoxidable. Muelle exterior en Steel plate (modelos S-37/17/26/85).
Muelle exterior en acero pintado epoxi (modelos S-37/45/60/85/125).
Puerta de gran diámetro, interior en acero inoxidable y exterior de 1900 mm.
Modelos S-11/S-17: ancho interior a 900 mm.

► **CONTROL DE SECADO:**
Edu: Microprocesador con 10 programas preestablecidos. Posibilidad de cambiar parámetros en pleno ciclo. Potencia de tiempo, energía de ciclo y temperatura de control. Analógico: permite seleccionar el tiempo de secado y la temperatura de trabajo.

► **VARIADOR DE FRECUENCIA:**
Regula velocidad anterior según el tipo de tejido. La mayor aceleración de arranque y frenado dan mayor durabilidad a los elementos mecánicos.

► **COOL-DOWN:**
Equipada con enfriamiento progresivo al final del ciclo para evitar el encogimiento de la ropa (modelo Edu).

► **OPCIONAL:**
Filtro de inmersión automático e integrado en el tambor en mod. S-11/17/26 Edu. Posibilidad de conexión para control de pago, sellándose en los modelos Edu.

Sistema de seguridad según normativa vigente.

ADVANTAGES

A) -Mod. S-11-17-26-37-45-125:
Motor-gearbox: the power of the motor is transmitted directly to the drum, with absence of intermediate mechanical elements in order to minimize the maintenance.
-Mod. S-45-60:
Transmission system by a new Poly-V pulley that offers the possibility to make 2 cycles per hour what means an important increase in the production and to minimize maintenance.
B) Easy clean filter in all range. Full filter with easy access, simplified cleaning and washable. New being reinforced in this range.
C) Standard Reversing Drum: avoids the rinding up and possible clogging of the garments, providing an easier posterior manipulation of the linen.

MAIN FEATURES

► **HEATING:**
Efficiency: heating elements made by electricals.
Gas: balancer gas burner.
Steam: battery in steel, 5 years warranty.

► **CONSTRUCTION:**
Drum made by stainless steel. Outer body in steel plate (models S-37/17/26/85).
Outer body in epoxy painted steel (models S-37/45/60/85/125).
Big diameter door, made made in stainless steel and exterior of 1900mm.
Models S-11/S-17: lower wide to 900 mm.

► **DRYING CONTROL:**
Edu: Microprocessor with 10 pre-set programmes. Possibility to modify the parameters in the mid of the drying cycle.
Analogue: to set the drying time and working temperature.

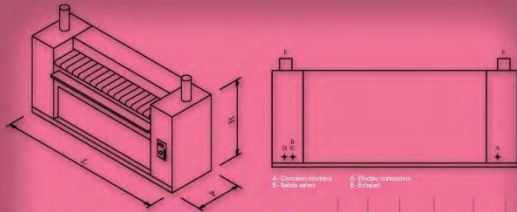
► **FREQUENCY CONTROL:**
Electrically regulated, depending on the type of fabric. The most progressive start up and braking give more durability to the mechanical elements.

► **COOL-DOWN:**
Equipped with progressive cooling at the end of the cycle to avoid any shrinking in the garments. (possibility to modify the timing in the models equiped with Edu Microprocessor).

► **OPTIONAL:**
Dipnet or can immersion filter built in the body in the models S-11/17/26 Edu. Possibility to connect the Control Pay only for the Edu models.

Safety mechanisms according to the standards.

damos color a sus sueños y vida a sus proyectos
we give colour to your dreams and life to your projects



MODELO	MODEL		CM	e 1420	1432	1632	2032	1950	2550	3250
PRODUCCIÓN 45% humedad	OUTPUT 45% humidity	Kg/h	12-14	16	22	32	50	70	92	
RODILLO	ROLLER									
Díámetro Ø	Diameter Ø	mm	200	225	325	325	500	500	600	600
Longitud	Length	mm	1400	1400	1600	2000	1900	2500	3200	3200
Velocidad planchado	Ironing speed	m/min	1,5	1-4,5	1-4,5	1-4,5	1,5	1,5	1,5	1,5
CALEFACCIÓN / CONSUMOS	HEATING / POWER CONSUM									
Potencia eléctrica	Electric power	Kw	10,5	12	16	20	31,5	40,5	54	
Potencia gas (prop. nat.)	Gas power (prop. nat.)	Kcal/h	-	13040	19350	25000	34400	47300	63000	
Presión gas (prop. nat.)	Gas pressure (prop. nat.)	mbar	-	3700	3700	3700	3700	3700	3700	
Consumo vapor (Bbars)	Steam consumption (Bbars)	Kg/h	-	-	-	-	67	90	113	
Presión vapor	Steam pressure	bar	-	-	-	-	10	10	10	
Volumen extracción aire	Air. extraction volume	m ³ /h	120	500	500	1000	600/1200	1200	1200	
POTENCIA	POWER RATINGS									
Potencia motor	Power motor	Kw	0,23	0,37	0,37	0,49	0,87	0,87	0,87	0,87
Motor (mod. CMP plegador)	Engine (folder CMP mod.)	Kw	-	-	-	-	1,55	1,55	1,55	1,55
CONEXIONES	CONNECTIONS									
Gase Ø (B)	Gas Ø (B)	BSP	-	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Vapor Ø (C)	Steam Ø (C)	BSP	-	-	-	-	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Condensados Ø	Condensates (D)	BSP	-	-	-	-	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Salida de Vapor Ø (H)	Exhaust Ø (H)	mm	1456	1x100	1x100	2x100	2x153	2x153	2x153	15000
Aire comprimido Ø 6/7 Bar	Compressed air Ø 6/7 Bar	N.L.H.	-	-	-	-	15000	15000	15000	15000
TENSIÓN	VOLTAGE									
							400 III - 50 HZ	Opcional 230 III 60 HZ		
DIMENSIONES (Sin embalaje)	DIMENSIONS (Packing excluded)									
Ancho (L)	Width (L)	mm	1840	1842	2102	2522	2074	3074	4274	
Profundidad (P)	Depth (P)	mm	500	660	660	660	1070	1070	1070	
Altura (H)	Height (H)	mm	1200	1112	1112	1112	1170	1170	1170	
Peso neto	Net weight	Kg	170	335	335	435	635	1200	1475	
DIMENSIONES (Sin embalaje) + PLEGADOR	DIMENSIONS (Packing excluded) + FOLDER									
Ancho (L)	Width (L)	mm	-	-	-	-	3164	3764	4464	
Profundidad (P)	Depth (P)	mm	-	-	-	-	1500	1500	1500	
Altura (H)	Height (H)	mm	-	-	-	-	1170	1170	1170	
Peso neto	Net weight	Kg	-	-	-	-	1060	1380	1700	



CM

Calandras Murales (planchadora-secadora mural)
Flatwork dryer-ironers
1420/1432/1632/2032/1950/2550/3250



DOMUS (España / England)
C/Argem, 17 - P.O. Box 36 Quindós
36004 Barbadillo de Vilatorrada - ORENSE
T: 34 91 882 71 00 - F: 34 91 882 76 00
Email: domus@domus.es - www.domus.es

DOMUS (Alemania / Germany)
Südkor. Messw. F. 27
58000 Toppenscheidt - MÄGDEB.
T: 34 91 775 30 20 - F: 34 91 676 90 16
Email: domus@domus.de - www.domus.de

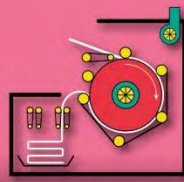


CM



1420/1432/1632/2032/1950/2550/3250

CMP



ALTA TECNOLOGÍA PARA LA MÁXIMA CALIDAD
HIGH TECHNOLOGY FOR THE BEST QUALITY

Las calandras murales son el resultado de la experiencia y la tecnología de DOMUS, desarrollada en el proceso de planchado y secado.

Mural flatwork ironers are the result of DOMUS experience and technology, developed in the process of drying and ironing.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- CALEFACCIÓN: Eléctrica, gas, vapor.
- CONSTRUCCIÓN: Interior de la estructura en acero tratado y pulido. La carcasa exterior de chapa de acero recubierta de pintura poliolefina. Rodillo de construcción en acero pulido.
- CONTROL: Mediante un potente microprocesador el cual nos permite controlar la velocidad y temperatura de secado.
- FUNDACIONTO: Introducción de la ropa directamente de la lavadora de alta velocidad, sin previa secado, (45% de humedad). Entrada y salida de las prendas por la parte delantera con cajón receptor. Planchado mediante rodillo a presión y bandas Nomox.
- INVERSOR DE FRECUENCIA: Nos permite regular la velocidad de planchado.
- TEMPERATURA: Controlada automáticamente mediante termostato de rápida lectura y regulación.
- SEGURIDAD: Barras de seguridad para protección de las manos según normas CE.
- TIPOS DE CALANDRA: CM: Planchadora-secadora. CMP: Planchadora-secadora con plegador longitudinal incorporado.
- OPCIONALES: Rodillo controlado, Smart System control de velocidad automática según la humedad real de la ropa. Sistema de seguridad según normativas vigentes.

MAIN FEATURES

- HEATING: Electric, gas, steam.
- CONSTRUCTION: Interior of the structure in treated and polished steel. Exterior bodywork in silver steel with polyolefin paint coating. Roller constructed from polished steel.
- CONTROL: By a powerful microprocessor that enables us to control the drying speed and temperature.
- OPERATION: Laundry loaded directly from the high speed washer extractor without previous drying, (45% of humidity). Garment entry and exit from the front part with a collection drawer. Ironing by a pressured roller and Nomox bands.
- FREQUENCY INVERTER: Allows us to regulate the running speed.
- TEMPERATURE: Automatically controlled by a quick read and quick regulation thermostat.
- SECURITY: Safety protection bar for the hand as CE standard.
- TYPES OF FLATWORK IRONERS: CM: Dryer-ironer. CMP: Dryer-ironer with length folder included.
- OPTIONAL: Controlled roller. Smart System speed automatic control according to the real moisture of the linen. Safety mechanisms according to standards.

flatwork ironers - calandras

flatwork ironers - calandras

damos color a sus sueños y vida a sus proyectos
we give colour to your dreams and life to your projects

DOMUS



MODELO	MODEL		DF10	DF13	DF18	DF27	DF57	
CAPACIDAD	CAPACITY	Kg/ciclo	10	13	18	25	55	
TAMBOR Ø	DRUM Ø							
Diámetro	Diameter	mm	532	630	700	770	1000	
Longitud	Length	mm	422	430	470	530	635	
Volumen	Volume	L	100	130	180	250	550	
Velocidad Centrifugada	Spin-drying speed	rpm	1500	1500	950	950	760	
Factor G	G Factor		300	350	350	350	350	
CALEFACCION	HEATING							
CONSUMOS	POWER CONSUMPTION							
Potencia eléctrica	Electric power	KW	6	9	12	18	26	
Potencia agua caliente	Hot-water power	KW	2	3	4	6	19,6	
Consumo vapor	Steam consumption	Kg/h	20	35	50	75	160	
Presión vapor	Steam pressure	bar	1,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
Caudal desagüe	Drain flow	L/min	25	25	25	60	60	
POTENCIAS	POWER RATINGS							
Motor	Engine	KW	0,76	1	2,2	3	14	
CONEXIONES	CONNECTIONS							
Agua fría Ø (C, D)	Cold water Ø (C, D)	BSP	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	
Agua caliente Ø (D)	Hot water Ø (D)	BSP	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"	
Agua descalcificada Ø	Soft water	BSP	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	
Vapor Ø (P)	Steam Ø (P)	BSP	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	
Desagüe Ø (G)	Drain Ø (G)	mm	50	50	50	76,2	76,2	
TENSION	VOLTAGE		400V + 50 Hz. Opcional 230V 50 Hz.					
DIMENSIONES (Sin embalaje)	DIMENSIONS (Packing excluded)							
Puerta Ø	Door Ø	mm	290	373	373	373	550	
Ancho (L)	Width (L)	mm	592	738	864	979	1055	
Profundidad (P)	Depth (P)	mm	610	670	914	1052	1439	
Altura (H)	Height (H)	mm	1155	1300	1404	1562	1906	
Peso neto	Net weight	Kg	195	252	349	493	1100	

DOMUS se reserva el derecho de modificar el precio sin avisar / DOMUS reserves the right to change without notice

DOMUS

00085 (Madrid - España)
Calleja, 11 - Pab. Ind. de Gullanes
28004 San Julián de Yabucoa - BCN

00085 (Málaga - España)
Calleja, 11 - Pab. Ind. de Gullanes
28004 San Julián de Yabucoa - BCN

Tel: +34 91 988 71 55 - Fax: +34 91 988 78 60
Email: domus@domus.es - www.domus.es

Tel: +34 91 723 02 22 - Fax: +34 91 876 18 18
Email: domus@domus.es - www.domus.es



DFi

Lavacentrifugas de alta velocidad
High speed washer extractors

10/13/18/27/57

DOMUS

► Esta gama de lavadoras centrifugadoras está concebida para satisfacer todas las necesidades de los profesionales más exigentes.

► This range of washer extractors is thought to fulfil the needs of the most demanding professionals.



DFi 10/13/18/27/57
Lavacentrifugas de alta velocidad
High speed washer extractors

Mod. L
(Programador electrónico /
Electronic Programmer)



Mod. MAX
(Microprocesador programable /
Programmable Microprocessor)



Mod. MP
(Microprocesador programable /
Programmable Microprocessor)



DOMUS

ALTA TECNOLOGÍA PARA LA MÁXIMA EXIGENCIA
THE LATEST TECHNOLOGY FOR THE HIGHEST DEMAND

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- CALEFACCIÓN: Agua caliente, eléctrica, vapor.
- CONSTRUCCIÓN: Mueble, estator y envolvente en acero inoxidable. Amplia apertura de puerta.
- CONTROL: - L. programador electrónico. Posibilidad de 4 a 16 programas preestablecidos. Leds con indicación del ciclo. - MAX microprocesador programable. 16 programas preestablecidos, posibilidad de hasta 99 programas. Display con indicación de programa y fase. Digital y fácil de utilizar. - Microprocesador programable Mod MP. Dispone de 30 programas de 15 ciclos cada uno con un total de 99 ciclos a programar indicados en pantalla: de niveles, temperatura, velocidad de trabajo, tiempo, fase, etc...
- VARIADOR DE FRECUENCIA: Esta tecnología permite elegir cualquier velocidad de trabajo según las necesidades. Ahorro energético de hasta un 28%, elimina sobre intensidades de arranque. No existen todos los costes mecánicos de proceso. Un solo motor realiza el proceso.
- DOSIFICACIÓN: 4 compartimentos para detergentes. 5 compartimentos para detergentes en el modelo Dfi 57. Preparación para conexión de detergentes líquidos.
- FLUTANTE: Sin necesidad de anclaje.

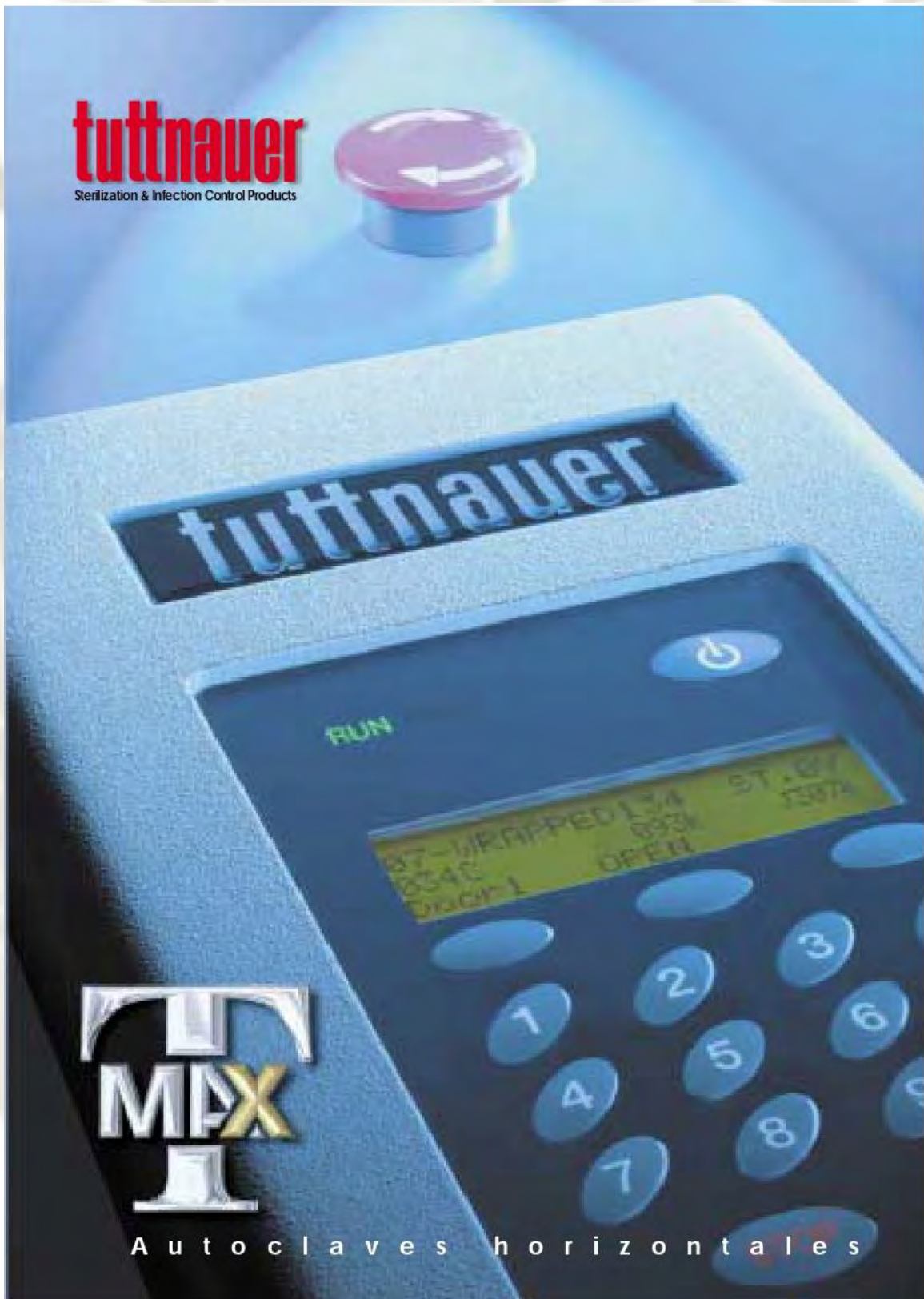
Sistema de seguridad según normativa vigente.

MAIN FEATURES

- HEATING: Hot water, electric, steam.
- CONSTRUCTION: Body, drum and surround in stainless steel. Wide loading door.
- CONTROL: - Electronic Programmer Model L. Possibility from 4 to 16 established programmes. Leds for the cycle indication. - Programmable Microprocessor Model MAX. 16 previously established programmes, possibility to add until 99 programmes. Display with indication of the programme and the phase. Digital and easy-work. - Programmable Microprocessor Model MP. It allows to program up to 30 15-phase programmes, with a total of 99 cycles to program freely. Display indication of levels, temperature, working speed, time, phase, etc.
- FREQUENCY INVERTER: This technology allows the selection of any working speed according to the needs. Energy saving up to 28%, eliminates start-up peaks. Lack of mechanical overloads. One single motor realises the whole process.
- DOSING: 4 soap compartments. 5 soap compartments in the Dfi-57 Model. Prepared for the connection of liquid detergents.
- FREE STANDING: No need of anchoring.

Safety mechanisms according to standards.

(Anexo 004-Equipos central de esterilización esterilizador a vapor)



Introducción

La creciente demanda de equipos clínicos, industriales y científicos eficaces y avanzados, que ofrezcan una mayor capacidad y mejor funcionamiento para una esterilización segura y efectiva, ha llevado a la creación de los esterilizadores **T-Max**.

La empresa Tuttnauer cuenta con más de 75 años de experiencia en el diseño y la fabricación de equipos de esterilización.

Los productos Tuttnauer se utilizan como equipamiento estándar en:

- Departamentos de suministro central de hospitales
- Salas de operación y quirófanos
- Asilos
- Laboratorios
- Institutos de investigación
- Instalaciones de tratamiento de residuos médicos
- Industria farmacéutica
- Biotecnología e industrias aplicadas.



Aplicación

El **T-Max** es un esterilizador diseñado para una amplia gama de aplicaciones en hospitales y centros médicos.

T-Max funciona con vapor saturado como agente esterilizador a una presión de 0-350 KPa abs y a una temperatura de 105°C a 137°C. Es posible la configuración por encargo para temperaturas especiales.

El método de esterilización **T-Max** reduce sustancialmente el ciclo de esterilización, que se realiza evacuando el aire mediante una bomba de vacío, junto con emisiones de vapor. Un filtro HEPA de 0,2µm filtra el aire, que iguala la presión del recipiente después del ciclo de secado.

Tuttnauer ofrece una amplia gama de modelos de esterilizadores **T-Max**, desde el tamaño estándar 4STU hasta 15STU, así como distintas dimensiones de la cámara en función de su uso específico y de los requisitos del producto.

Normas

Los modelos de esterilizadores **T-Max** cumplen lo establecido en la Directiva 93/42/CEE sobre productos sanitarios y en la Directiva 97/23/CEE sobre equipos a presión.

T-Max es conforme a las normas EN 285 y EN554, así como al Health Technical Memorandum 2010 y 2031.

Además, el Sistema de Calidad ha sido homologado con arreglo a las normas ISO 9002, EN 46002 e ISO 13488.

Los aparatos cuentan con la homologación UI, la aprobación de la FDA y la marca CE (MDD y PED).



tuttnauer

Sterilization & Infection Control Products



Autoclave horizontal



Estructura

- **Recipiente a presión y revestimiento** - el recipiente a presión del T-Max y su revestimiento están hechos de acero inoxidable de alta resistencia de tipo 316.
- **Puertas** - las puertas del T-Max están hechas de acero inoxidable de alta resistencia de tipo 316. Existen modelos con una sola puerta o con dos puertas.
- **Tuberías** - los tubos y conectores son de acero inoxidable y latón. Las válvulas son de tipo esférico, autolimpiables y de accionamiento neumático.
- **Montaje** - los esterilizadores T-Max se pueden instalar mediante uno de los siguientes tipos de montaje: montado en pared, independiente sin armario, independiente con armario y montado en cubeta (carga en el suelo).
- **Panel** - todos los esterilizadores T-Max están equipados con paneles de acero inoxidable. Los paneles pueden tener un diseño especial según las necesidades del cliente (opcional).
- **Carga** - la cámara dispone de dos raíles para facilitar la carga. Se puede elegir entre una gran variedad de equipos de carga y estantes de acero inoxidable.
- **Tamaño** - las dimensiones estándar del esterilizador T-Max garantizan el máximo aprovechamiento del espacio para todas las aplicaciones de esterilización. T-Max ha sido diseñado para poder recibir contenedores STU de tipo estándar (30x30x60 cm) y cestas de acero inoxidable.

Puertas

Los esterilizadores T-Max pueden llevar una o dos puertas. Las puertas pueden ser corredizas en sentido vertical u horizontal y totalmente automáticas, o bien pueden llevar bisagras y cierre automático.

Modelos T-Max 4, 6, 8 y 10: puertas corredizas verticales automáticas o puertas con bisagras y cierre automático.

Modelos T-Max 9, 12 y 15: puertas corredizas horizontales automáticas o puertas con bisagras y cierre automático.

Características de seguridad de la puerta

Un dispositivo de seguridad impide al usuario abrir las puertas de todo tipo en las siguientes circunstancias:

1. Cuando la cámara está sometida a presión.
2. Si la temperatura de la cámara supera el nivel de seguridad.
3. En los modelos de doble puerta: cuando una de las puertas está abierta.
4. El movimiento de las puertas corredizas automáticas se detendrá automáticamente si se encuentra alguna obstrucción en el camino.

Calentamiento

El esterilizador T-Max se calienta mediante vapor. El vapor puede ser generado por el suministro central del edificio, por un generador de vapor eléctrico de acero inoxidable o mediante una combinación de estos dos sistemas. Es posible obtener vapor limpio con un generador "de vapor a vapor". El suministro de vapor es controlado automáticamente. El generador de vapor de acero inoxidable opcional se encuentra disponible como una unidad integrada en los modelos T-Max 4, 6, 8 y 10, o como una unidad independiente en los modelos T-Max 9, 12 y 15.

Carga

Para facilitar el proceso de carga y descarga, se encuentran disponibles bandejas extraíbles, carros de suelo y carretillas de transporte. Los carros de carga T-Max están hechos de acero inoxidable y llevan estantes ajustables (estantes adicionales opcionales). La carretilla de transporte T-Max está hecha de acero inoxidable y se desplaza sobre cuatro ruedas de gran resistencia con frenos de pie.

El carro de carga ha sido diseñado para contener diversas combinaciones de recipientes STU estándar (30x30x60) y cestas. El carro de carga puede ir equipado con una cesta de alambre de acero inoxidable. Existe un sistema de carga y descarga automática opcional.



tuttnauer

Sterilization & Infection Control Products

Sistema de control

El sistema de control del esterilizador **T-Max** está basado en la última tecnología microinformática, garantizando una alta fiabilidad y una utilización segura. La unidad de control informatizada asegura el funcionamiento totalmente automático durante todo el ciclo. Una vez que se han seleccionado los parámetros y se ha pulsado el botón de inicio, no se requiere ninguna otra intervención. Durante el desarrollo del ciclo principal, los parámetros de la máquina en cada fase aparecen indicados en el panel LCD. Los principales parámetros físicos del proceso (temperatura, presión, tiempo y presión del revestimiento) son controlados y visualizados en el panel. El teclado situado en el panel frontal permite al usuario seleccionar un programa e iniciar o detener el ciclo, y a los técnicos calificados, seleccionar los parámetros principales mediante el uso de un código de acceso. El sistema de control es programable y fácil de usar. La calibración del sistema se puede efectuar digitalmente desde el panel de control o a través de un ordenador.

Documentación

El esterilizador **T-Max** se fabrica conforme a la norma europea EN 285. Tuttnauer facilita un paquete de documentación que incluye: Informe de la prueba de calibración, certificado CE de conformidad con los requisitos de PED 97/23, MDD 93/42 (si procede) y válvulas de seguridad, declaración de conformidad de la prueba de prototipo y de la prueba de funcionamiento, instrucciones para el usuario y manual de mantenimiento, manual de servicio, una lista de piezas de repuesto y un certificado de garantía.

Impresora

Para una documentación clara y precisa del proceso de los ciclos, la unidad de control de **T-Max** está equipada con una impresora de 24 caracteres por línea conectada al microprocesador. La impresora genera una copia impresa de información importante sobre el desarrollo de los ciclos, como la temperatura, presión, vacío, tiempo de esterilización y secado, número de ciclos, etc. En caso de que algún ciclo no haya terminado, la copia impresa indicará el fallo producido en el ciclo y la causa de dicho fallo. Existe también una impresora gráfica adicional con carácter opcional. Se encuentra disponible, además, un software de vigilancia, registro y control basado en Windows para RS485/RS232PC y Advanced PC. Se puede incluir por encargo un registrador gráfico continuo o circular de la temperatura y la presión.



Ciclos disponibles

El esterilizador ha sido diseñado para realizar hasta (10) diez programas de esterilización estándar entre 105°C y 137°C y (2) dos programas de prueba. Todos los programas se pueden seleccionar por medio del teclado numérico, y todos los programas son programables. Los programas estándar cumplen la norma europea EN 285.

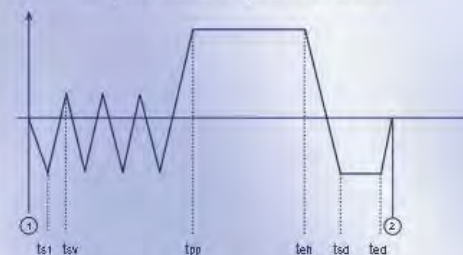
• **Prueba de Bowie y Dick:** Programa 11.

• **Prueba de estancado al vacío:** Programa 12.

Las fases de extracción del aire, esterilización y secado se pueden reprogramar fácilmente.

Programas

ts1	tiempo al inicio de la primera inyección de vapor
tsv	tiempo al inicio del segundo impulso de vacío
tpp	tiempo al inicio del periodo de estabilización
teh	tiempo al término del periodo de espera
tsd	tiempo al inicio del periodo de secado
ted	tiempo al término del periodo de secado



Control y vigilancia

El Panel de Interfaz del Usuario del esterilizador **T-Max** incluye los siguientes elementos:

1. El panel de utilización posee 2 diodos luminosos. El indicador **RUN [FUNCIONAMIENTO]** (verde) se enciende durante el proceso. El indicador **FAIL [FALLO]** (rojo) se enciende en caso de fallo del sistema.

2. Tecla **POWER ON/STAND BY [ENCENDIDO/ESPERA]**.

3. La pantalla **LCD** iluminada

consta de 4 filas alfanuméricas con 20 caracteres en cada fila. 4-6. Las teclas **MULTI-FUNCTION [MULTIFUNCIÓN]** están situadas debajo de la pantalla. La función elegida aparece indicada sobre cada tecla. Estas teclas también sirven para la calibración, la configuración y el estado de las puertas.

7-8. Teclas **UP/DOWN [ARRIBA/ABAJO]**. En el modo de funcionamiento normal se utilizan para pasar de un ciclo a otro. En el modo de configuración permiten modificar los valores numéricos.

9. Teclado de **10 Cifras**. Estas teclas sirven para seleccionar el número de ciclo o, en el modo de configuración, para modificar los valores numéricos.

10. Tecla **STOP/ ABORT [PARAR/ANULAR]**. Detiene el funcionamiento en cualquier fase del ciclo. Esta tecla sólo está activa mientras el autoclave está en un proceso. Esta tecla también desactiva una alarma.

11. Tecla **START [INICIAR]**. Cuando el autoclave está en la posición preparada, al pulsarla tecla **START [INICIAR]**, se activará el ciclo (siempre que la puerta esté cerrada y el nivel de agua sea normal).

Las aplicaciones de control y vigilancia también se pueden utilizar con una **Pantalla Táctil** asistida por el software **ADMC**, disponible en el apartado de opciones.



Opciones

Generador de vapor

Para los casos en que no hay vapor disponible, Tuttnauer ofrece el Generador Eléctrico de Vapor Tuttnauer™ de acero inoxidable y totalmente automático, con varios tamaños y capacidades de vapor entre 16 y 75 kg/hora. El generador de vapor está hecho de acero inoxidable 316L de alta resistencia. Incorpora una bomba de agua que mantiene y regula el nivel de agua en la cámara del generador. Incluye también 2 electrodos y calentadores de 12-60 kW.



Compresor de aire

Si no se dispone de aire a presión, Tuttnauer ofrece un compresor de pequeño tamaño y muy silencioso. Se trata de un compresor con un volumen de 6l, 11.5/230 V y 50/60 Hz, con una presión de funcionamiento máxima de 8,5 bares y un consumo de 105l/min. El compresor se ajusta perfectamente a las necesidades del T-Max.

Aislamiento de la contaminación cruzada (bioprotección)

Si es necesaria una separación absoluta entre el lado limpio y el lado contaminado del esterilizador T-Max, un elemento aislante metálico soldado alrededor del revestimiento y unido a las paredes del espacio del lado limpio mediante tiras de goma aislantes permite crear una barrera contra la contaminación entre un lado y el otro.

Sistema de agua con ósmosis inversa

Para proporcionar un suministro de agua de calidad con ósmosis inversa, Tuttnauer ofrece equipos completos de ósmosis inversa con:

- Bomba de agua
- Estructura de acero inoxidable
- Controles automáticos
- Depósito de agua

Lector de códigos de barras por infrarrojos

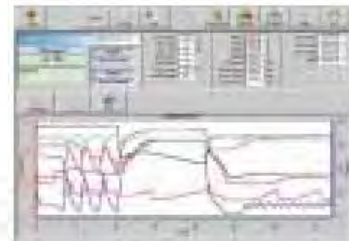
También se ofrece opcionalmente un lector de códigos de barras por infrarrojos. La tarjeta de interfaz del sistema está incorporada en el microprocesador.

Comunicación

El esterilizador T-Max lleva incorporado un puerto de comunicación con un ordenador. Tuttnauer ofrece el software Autoclave Documentation Monitoring Control (ADMC) opcional para un sistema de comunicación totalmente controlado por PC.

Las aplicaciones disponibles con el ADCM son:

- Control y utilización del autoclave.
- Visualización de datos tanto numéricos como gráficos en tiempo real.
- Recogida de toda la información del proceso, guardando y creando archivos de registro histórico que se pueden abrir también desde un software de base de datos auxiliar, como Microsoft Access, etc.
- Visualización del estado de entrada/salida tanto digital como analógico.



Módem

Para permitir el servicio a distancia, el T-Max puede llevar un módem incorporado. La conexión se realiza mediante el software disponible en Tuttnauer.

Registrador gráfico

Se ofrece con carácter opcional un registrador gráfico continuo (100 mm) de plegado en Z. El registrador puede representar temperaturas entre 0 y 150°C y presiones entre -1 y +4 bares.

Paquete de documentación

Con el esterilizador T-Max se puede solicitar un paquete de documentación completo. Este paquete contiene:

- Requisitos preliminares de instalación (RI).
- Requisitos preliminares de utilización (RU).
- Requisitos preliminares de funcionamiento (RF).

tuttnauer

Sterilization & Infection Control Products

Tabla de especificaciones

Modelo*		T-Max 4	T-Max 6	T-Max 8	T-Max 10	T-Max 9	T-Max 12	T-Max 15	
		Puertas corredizas verticales automáticas				Puertas corredizas horizontales/con bisagras y cierre automático			
Nº de unidades esterilizadoras (30x30x60cm)		4	6	8	10	9	12	15	
Cámara - en mm	Ancho	660	660	660	660	660	660	660	
	Alto	710	710	710	710	1220	1220	1220	
	Fondo	680	980	1280	1580	980	1280	1580	
Volumen de la cámara en l	l	320	460	600	740	790	1030	1272	
Dim. externas en mm	Ancho	1500	1500	1500	1500	2040	2040	2040	
	Alto	2050	2050	2050	2050	1980	1980	1980	
	Fondo	1160	1460	1760	2060	1250	1550	1850	
Dim. de transporte en mm	Ancho	1730	1730	1730	1730	2250	2250	2250	
	Alto	2250	2250	2250	2250	2180	2180	2180	
	Fondo	1390	1690	1990	2290	1690	1990	2290	
Volumen de transporte	M ³	5.4	6.6	7.8	8.9	8.3	9.8	11.3	
Peso	Autoclave	Kg	1130	1290	1450	1610	2080	2290	2500
	Utilización		1430	1725	2020	2320	2830	3270	3700
	Transporte		1300	1500	1700	1900	2340	2580	2820

Consumo / Requisitos de los servicios

Suministro de vapor de la planta	1", 4+5 bares 54 kg/h máx. 30 kg/h media	1", 4+5 bares 79 kg/h máx. 44 kg/h media	1", 4+5 bares 103 kg/h máx. 57 kg/h media	1", 4+5 bares 129 kg/h máx. 71 kg/h media	1", 4+5 bares 135 kg/h máx. 75 kg/h media	1.25", 4+5 bares 177 kg/h máx. 98 kg/h media	1.25", 4+5 bares 216 kg/h máx. 120 kg/h media	
Suministro de agua fría Dureza máxima 0.7-2.0 mmol/l Temperatura recomendada 15°C	3/4" 2+5 bares, 7 LPM máx. 25.5 LPH media	3/4" 2+5 bares, 7 LPM máx. 25.5 LPH media	3/4" 2+5 bares, 14 LPM máx. 51.0 LPH media	3/4" 2+5 bares, 14 LPM máx. 51.0 LPH media	3/4" 2+5 bares, 14 LPM máx. 51.0 LPH media	3/4" 2+5 bares, 14 LPM máx. 51.0 LPH media	1" 2+5 bares, 28 LPM máx. 102.0 LPH media	
Requisitos del aire comprimido	Presión 6-8 bares, 100 LPM. Conexión rosca da de 3/8".							
Requisitos eléctricos (sin generador de vapor)	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 10A							
Generador de vapor eléctrico opcional	Potencia	30kW	36kW	36kW	45kW	45kW	54kW	60kW
	Requisitos eléctricos	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 40A	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 63A	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 63A	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 80A	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 80A	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 100A	3Ph, 380/400V 50/60Hz, 100A
	Agua desionizada (Resistencia mín. 1 megohm-cm)	1/2", 0.5 LPM	1/2", 0.75 LPM	1/2", 1.0 LPM	1.25/2", 1.0 LPM	1/2", 1.25 LPM	1/2", 1.65 LPM	1/2", 2.0 LPM

REQUISITOS ELÉCTRICOS ESPECIALES DISPONIBLES PARA CADA PEDIDO.

El esterilizador T-Max puede tener las dimensiones requeridas por el cliente.

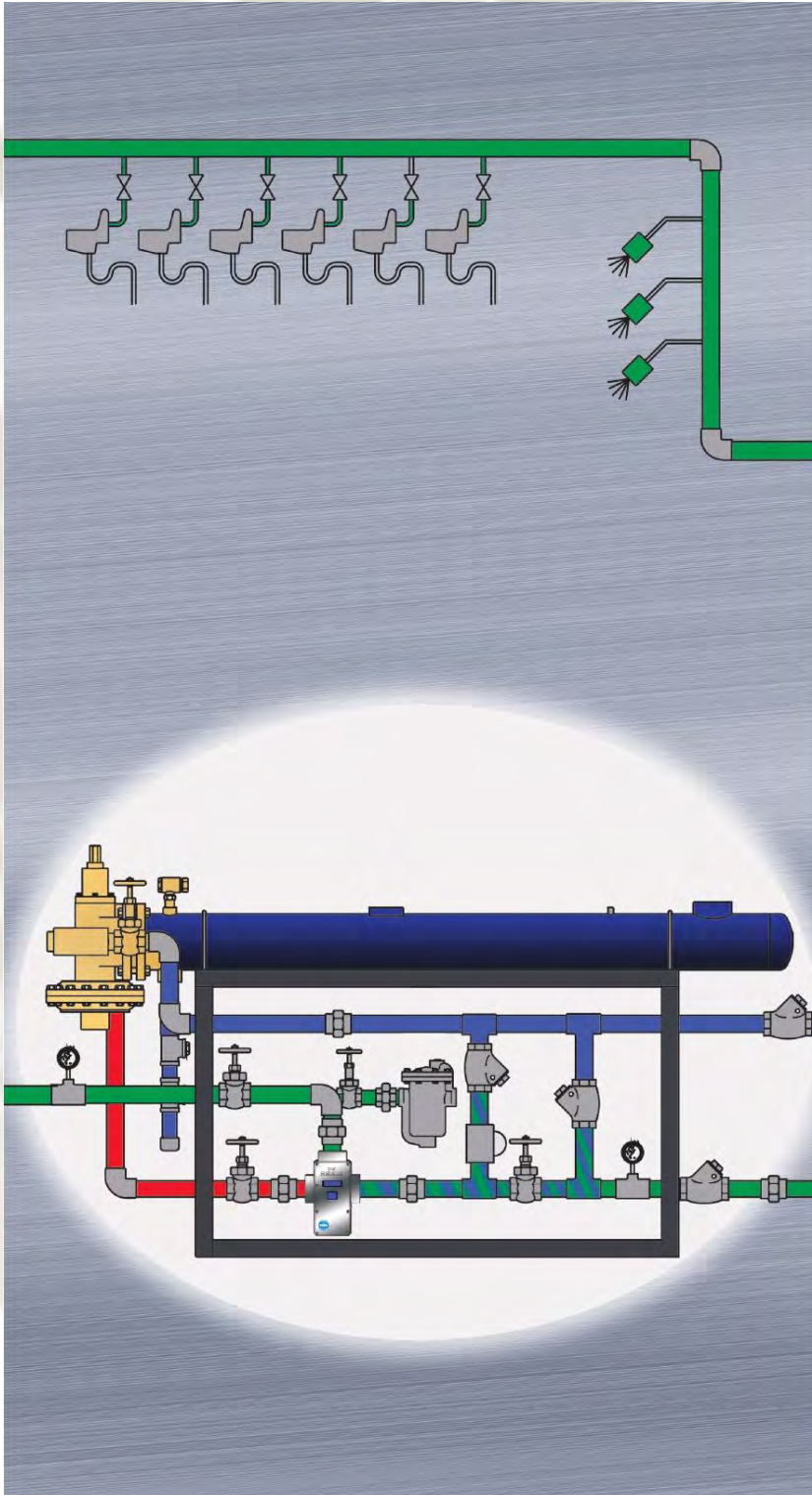
* Debido al permanente proceso de investigación y desarrollo de mercado, las especificaciones relativas al aspecto, los servicios u otros aspectos externos del autoclave pueden ser objeto de modificación sin previo aviso.

(Anexo 005-Equipos Sistema de Agua Caliente Sanitaria)

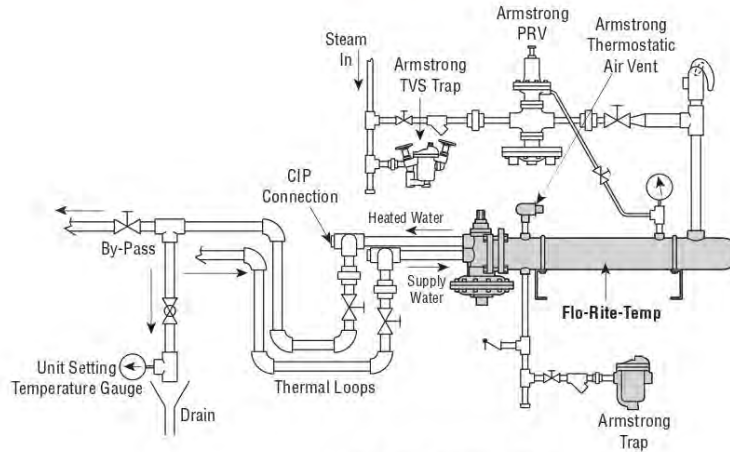
Catalog HW-408-J

Water Heating
and Water
Temperature Control

Armstrong



Flo-Rite-Temp® Instantaneous Steam/Water Heater



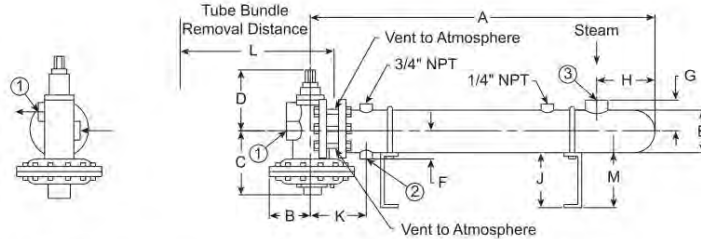
Water Heater Installation Detail

The Flo-Rite-Temp® models identified in the submittal table below are provided, as standard, with an Armstrong steam trap and thermostatic air vent (shaded). All other items indicated, are shown for water heater installation detail only. For pre-piped packaged Flo-Rite-Temp® water heater assemblies, refer to pages 14-26.

For submittal drawing refer to:		
Model 415	Single Wall	S5640
Model 415DW	Double Wall	S5641
Model 535	Single Wall	S5642
Model 535DW	Double Wall	S5643
Model 665	Single Wall	S5644
Model 665DW	Double Wall	S5645
Model 665SS	Stainless Steel	S5646
Model 8120	Single Wall	S5647
Model 8120DW	Double Wall	S5648
Model 8120SS	Stainless Steel	S5649



Flo-Rite-Temp® Instantaneous Steam/Water Heater Double Wall



Model 665DW and 8120DW Valve

Model 415DW and 535DW Profile

The DW (double wall) version of the Flo-Rite-Temp® instantaneous water heater uses a double-wall tube to provide positive separation of the steam and water in the heat exchanger. The area between the walls of the tubes vents to atmosphere so you can detect tube failure without cross-contaminating either the steam or water. The Flo-Rite-Temp® DW is well suited for all hot water applications where steam is available and plumbing codes or safety requirements prevent the heating medium and the potable water supply from being cross-contaminated.

Specifications			
Application	Steam Supply Pressure	Water Supply Pressure	Maximum Water Pressure Drop
Steam to Water	2 - 15 psig (0.14 - 1.0 bar)	20 - 150 psig (1.4 - 10.3 bar)	10 psig (0.7 bar)

Connections and Weights							
Model	Connections			Tube Bundle Removal		Weight	
	① in (mm)	② in (mm)	③ in (mm)	in	mm	lb	kg
415DW	1 (25) NPT	3/4 (20) NPT	2 (50) NPT	75	1,905	199	90
535DW	1-1/2 (40) NPT	1 (25) NPT	2-1/2 (65) NPT	75	1,905	270	122
665DW	2 (50) NPT*	1-1/4 (32) NPT	3 (80) NPT	87	2,210	444	201
8120DW	3 (80) NPT*	2 (50) NPT	4 (100) 150#ANSI	75	1,905	665	302

*665 and 8120 connections for water inlet and outlet are on opposite sides of the valve body.

Materials						
Body	Valve	Valve Seats	Diaphragm	Heat Exchanger Shell	Heat Exchanger Tubes	Tube Sheets*
Bronze	(415DW) 303 Stainless Steel w/Teflon Inserts (535DW/665DW/8120DW) Brass	(415DW/535DW) 303 Stainless Steel (665DW/8120DW) Brass	Viton® GF Reinforced w/Nomex® GF	Carbon Steel ASTM SA 106-B ASME "U" Stamped	5/8" Copper Inner Tube 3/4" ID Grooved Copper Outer Tube	Steam Side Steel Water Side Brass

*There is an open vent to atmosphere between the tube sheets to detect tube failure.

Dimensions																								
Model	A		B		C		D		E		F		G		H		J		K		L		M	
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
415DW	76-1/8	1,934	4-1/2	114	7-1/2	191	7	178	4-1/2	114	3-3/8	86	3-3/4	95	10-1/2	267	6	152	6-7/8	175	75	1,905	7-1/2	190
535DW	77-3/8	1,965	5-1/4	133	8-5/8	219	9	229	5-9/16	141	4	102	4-1/4	108	11-1/2	292	7	178	8-1/8	206	75	1,905	9	229
665DW	90-5/8	2,302	5-3/4	146	10-3/8	264	10-3/8	264	6-5/8	168	4-3/4	121	5	127	11-3/4	298	8	203	9-3/4	248	87	2,210	11	280
8120DW	79-7/8	2,029	5-3/4	146	11-3/4	298	12	305	8-5/8	219	6	152	8-3/4	222	12-5/8	321	8	203	11-5/8	295	75	1,905	12-3/8	314

All dimensions and weights are approximate. Use certified print for exact dimensions. Design and materials are subject to change without notice.

Flo-Rite-Temp® Instantaneous Steam/Water Heater Single Wall and Double Wall Sizing Chart



Water and Steam Capacities																						
Inlet Temp.	Set Temp.	Standard								Inlet Temp.	Set Temp.	Metric								Model		
		Hot Water Capacities*				Steam Capacities						Hot Water Capacities*				Steam Capacities						
		Steam Pressure										Steam Pressure										
		psig	psig	psig	psig	psig	psig	psig	psig			bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar			
2	5	10	15	2	5	10	15	0.14	0.35	0.7	1	0.14	0.35	0.7	1							
°F	°F									°C	°C											
		gpm	gpm	gpm	gpm	lbs/hr	lbs/hr	lbs/hr	lbs/hr			m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h			
40	120	17	18	20	20	714	767	839	901	4	49	3.8	4.1	4.5	4.5	323	347	379	407	415		
		37	40	43	45	1,543	1,657	1,814	1,946			8.4	9.1	9.8	10.2	697	749	820	880	535		
		69	74	80	80	2,855	3,067	3,356	3,601			15.7	16.8	18.2	18.2	1,290	1,386	1,517	1,628	665		
		142	145	145	145	5,680	6,160	6,760	7,160			32.2	32.9	32.9	32.9	2,576	2,794	3,066	3,248	8120		
	130	15	16	17	18	681	734	807	868		54	3.4	3.6	3.8	4.1	308	332	365	392	415		
		32	34	37	39	1,472	1,587	1,743	1,876			7.3	7.7	8.4	8.8	665	717	788	848	535		
		58	63	68	73	2,723	2,936	3,226	3,472			13.2	14.3	15.4	16.6	1,230	1,327	1,458	1,569	665		
		112	122	136	145	5,040	5,490	6,120	6,705			25.4	27.7	30.9	32.9	2,286	2,490	2,776	3,041	8120		
	140	12	13	15	16	646	700	773	835		60	2.7	3.0	3.4	3.6	292	316	349	377	415		
		27	29	32	34	1,397	1,513	1,671	1,804			6.1	6.6	7.3	7.7	631	684	755	815	535		
		50	54	59	63	2,585	2,799	3,091	3,338			11.3	12.2	13.3	14.3	1,168	1,265	1,397	1,509	665		
		88	97	109	120	4,400	4,850	5,450	6,000			20.0	22.0	24.7	27.2	1,996	2,200	2,472	2,722	8120		
	160	9	10	11	12	572	627	702	765		71	2.0	2.3	2.5	2.7	259	283	317	346	415		
		20	22	24	26	1,235	1,355	1,517	1,652			4.5	5.0	5.5	5.9	558	612	686	747	535		
		37	40	45	48	2,286	2,508	2,806	3,057			8.4	9.1	10.2	10.9	1,033	1,134	1,268	1,382	665		
		69	83	89	95	4,140	4,980	5,340	5,700			15.6	18.8	20.2	21.6	1,878	2,259	2,422	2,585	8120		
	180	5	5	6	7	344	386	441	487		82	1.1	1.1	1.4	1.6	156	175	200	221	415		
		12	13	15	16	861	966	1,104	1,219			2.7	3.0	3.4	3.6	390	438	501	553	535		
		23	26	29	32	1,663	1,866	2,134	2,355			5.2	5.9	6.6	7.3	754	846	968	1,068	665		
		43	47	52	59	3,010	3,290	3,640	4,130			9.7	10.7	11.8	13.4	1,365	1,492	1,651	1,873	8120		
	50	120	19	20	20	20	692	745	816		877	10	49	4.3	4.5	4.5	4.5	313	337	369	396	415
			41	44	45	45	1,495	1,609	1,764		1,896			9.3	10.0	10.2	10.2	676	727	797	857	535
			76	80	80	80	2,767	2,977	3,264		3,508			17.3	18.2	18.2	18.2	1,251	1,346	1,475	1,586	665
			145	145	145	145	5,740	6,090	6,580		7,035			32.2	32.2	32.2	32.2	2,603	2,762	2,985	3,191	8120
130		16	17	19	20	660	712	785	846	54	3.6		3.8	4.3	4.5	298	322	355	382	415		
		34	37	40	43	1,425	1,539	1,695	1,827		7.7		8.4	9.1	9.8	644	696	766	826	535		
		64	68	75	80	2,637	2,848	3,137	3,381		14.5		15.4	17.0	18.2	1,192	1,287	1,418	1,528	665		
		127	138	145	145	5,080	5,520	6,120	6,760		28.8		31.3	32.2	32.2	2,304	2,504	2,776	3,066	8120		
140		13	14	16	17	626	679	752	813	60	2.9		3.2	3.6	3.8	283	307	340	367	415		
		29	31	34	37	1,352	1,467	1,624	1,756		6.6		7.0	7.7	8.4	611	663	734	794	535		
		54	58	64	68	2,502	2,715	3,005	3,250		12.2		13.2	14.5	15.4	1,131	1,227	1,358	1,474	665		
		99	108	121	134	4,455	4,860	5,445	6,030		22.5		24.5	27.5	30.4	2,021	2,204	2,470	2,735	8120		
160		10	11	12	13	553	608	682	744	71	2.3		2.5	2.7	3.0	250	275	308	336	415		
		21	23	25	28	1,194	1,313	1,473	1,607		4.7		5.2	5.7	6.4	540	593	665	726	535		
		39	42	47	51	2,210	2,429	2,725	2,974		8.9		9.5	10.7	11.6	999	1,098	1,232	1,344	665		
		76	90	95	102	4,180	4,950	5,225	5,610		17.2		20.4	21.6	23.1	1,896	2,245	2,370	2,545	8120		
180		5	6	6	7	332	373	428	473	82	1.1		1.4	1.4	1.6	151	169	194	214	415		
		12	14	16	17	831	934	1,071	1,185		2.7		3.2	3.6	3.9	377	424	486	537	535		
		24	27	30	33	1,605	1,805	2,069	2,289		5.4		6.1	6.8	7.5	728	819	938	1,037	665		
		49	55	63	72	3,185	3,575	4,095	4,680		11.1		12.5	14.3	16.3	1,445	1,622	1,857	2,123	8120		
60		130	18	19	20	20	638	690	762	822	16		54	4.1	4.3	4.5	4.5	288	312	344	372	415
			38	41	45	45	1,378	1,491	1,646	1,777				8.7	9.3	10.2	10.2	623	674	744	803	535
			70	76	80	80	2,550	2,760	3,046	3,288				15.9	17.3	18.2	18.2	1,152	1,247	1,377	1,486	665
			145	145	145	145	5,110	5,565	6,090	6,510				32.2	32.2	32.2	32.2	2,318	2,524	2,762	2,953	8120
	140	15	16	17	19	605	658	729	790	60		3.4	3.6	3.8	4.3	273	297	330	357	415		
		32	34	38	40	1,307	1,421	1,576	1,708			7.3	7.7	8.6	9.1	591	642	712	772	535		
		58	63	69	75	2,418	2,629	2,917	3,160			13.2	14.3	15.7	17.0	1,093	1,188	1,318	1,428	665		
		111	123	137	145	4,440	4,920	5,480	6,080			25.2	27.9	31.1	32.2	2,014	2,232	2,486	2,758	8120		
	160	10	11	13	14	533	588	661	723	71		2.3	2.5	2.9	3.2	241	266	299	327	415		
		22	24	27	30	1,152	1,270	1,428	1,561			5.0	5.5	6.1	6.8	521	574	645	706	535		
		41	45	50	55	2,132	2,349	2,642	2,889			9.3	10.2	11.3	12.5	964	1,062	1,194	1,306	665		
		85	99	104	115	4,250	4,950	5,200	5,750			19.3	22.5	23.6	26.1	1,928	2,245	2,359	2,608	8120		
	180	5	6	7	7	320	360	414	459	82		1.1	1.4	1.6	1.6	145	163	188	208	415		
		13	14	16	18	800	902	1,037	1,150			3.0	3.2	3.6	4.1	363	409	470	522	535		
		25	28	32	35	1,546	1,743	2,004	2,221			5.7	6.4	7.3	7.9	701	791	909	1,007	665		
		59	67	80	90	3,540	4,020	4,800	5,400			13.4	15.2	18.1	20.4	1,606	1,823	2,177	2,449	8120		

*Units may be piped in parallel when desired capacities exceed that of a single unit.
 NOTES: Minimum water temperature increase is 60°F (33°C). Consult factory if less than 60°F (33°C) increase is required or a set temperature below 120°F (49°C) is required.

(Anexo 006 – Factor de evaporación generadores a vapor)

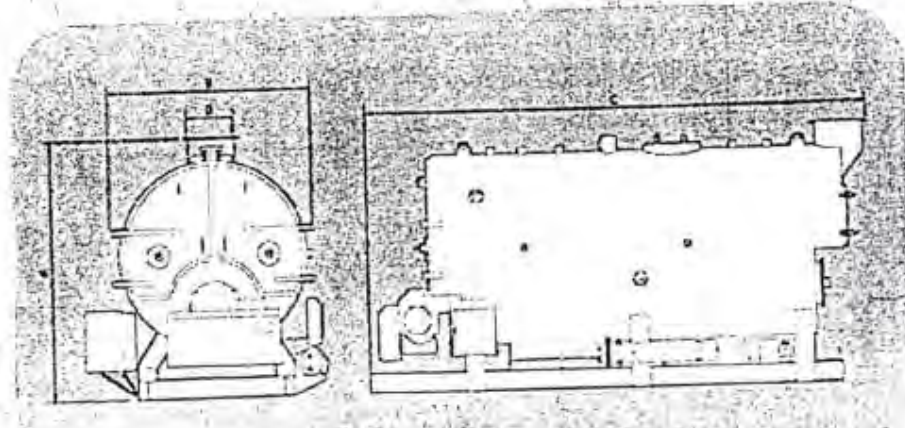
Ing. Carlos Gordillo Andía
 ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
 C.P. 2552

FACTOR DE EVAPORACION

Factor de evaporación es la relación que existe entre la evaporación nominal, desde y a 100°C (desde y a 212°F) y la evaporación real bajo las condiciones efectivas de trabajo de la caldera.

$$\text{Factor de Evaporación} = \frac{\text{Evaporación Nominal}}{\text{Evaporación Real}}$$

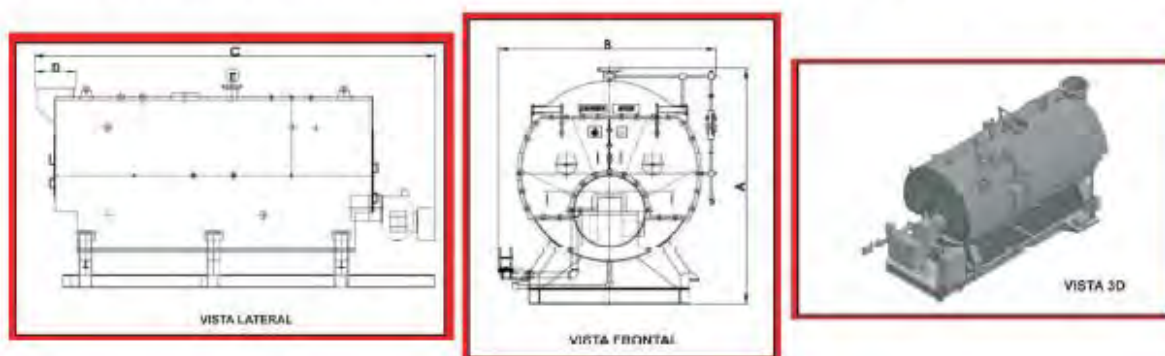
Un caballo caldera según A.S.M.E. es la evaporación de 15.65 Kg/hr. (34.5 Lbs/hr) partiendo de agua a 100°C (212°F) hasta vapor de 100°C (212°F).



Temperatura de agua de alimentación		Factor de evaporación																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Presión (kg/cm ² / Libras/pulg. ²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
°C	°F	3.5	7.0	10.5	14.0	17.5	21.0	24.5	28.0	31.5	35.0	38.5	42.0	45.5	49.0	52.5	56.0	59.5	63.0	66.5	70.0	73.5	77.0	80.5	84.0	87.5	91.0	94.5	98.0	101.5	105.0	108.5	112.0	115.5	119.0	122.5	126.0	129.5	133.0	136.5	140.0	143.5	147.0	150.5	154.0	157.5	161.0	164.5	168.0	171.5	175.0	178.5	182.0	185.5	189.0	192.5	196.0	199.5	203.0	206.5	210.0	213.5	217.0	220.5	224.0	227.5	231.0	234.5	238.0	241.5	245.0	248.5	252.0	255.5	259.0	262.5	266.0	269.5	273.0	276.5	280.0	283.5	287.0	290.5	294.0	297.5	301.0	304.5	308.0	311.5	315.0	318.5	322.0	325.5	329.0	332.5	336.0	339.5	343.0	346.5	350.0	353.5	357.0	360.5	364.0	367.5	371.0	374.5	378.0	381.5	385.0	388.5	392.0	395.5	399.0	402.5	406.0	409.5	413.0	416.5	420.0	423.5	427.0	430.5	434.0	437.5	441.0	444.5	448.0	451.5	455.0	458.5	462.0	465.5	469.0	472.5	476.0	479.5	483.0	486.5	490.0	493.5	497.0	500.5	504.0	507.5	511.0	514.5	518.0	521.5	525.0	528.5	532.0	535.5	539.0	542.5	546.0	549.5	553.0	556.5	560.0	563.5	567.0	570.5	574.0	577.5	581.0	584.5	588.0	591.5	595.0	598.5	602.0	605.5	609.0	612.5	616.0	619.5	623.0	626.5	630.0	633.5	637.0	640.5	644.0	647.5	651.0	654.5	658.0	661.5	665.0	668.5	672.0	675.5	679.0	682.5	686.0	689.5	693.0	696.5	700.0	703.5	707.0	710.5	714.0	717.5	721.0	724.5	728.0	731.5	735.0	738.5	742.0	745.5	749.0	752.5	756.0	759.5	763.0	766.5	770.0	773.5	777.0	780.5	784.0	787.5	791.0	794.5	798.0	801.5	805.0	808.5	812.0	815.5	819.0	822.5	826.0	829.5	833.0	836.5	840.0	843.5	847.0	850.5	854.0	857.5	861.0	864.5	868.0	871.5	875.0	878.5	882.0	885.5	889.0	892.5	896.0	899.5	903.0	906.5	910.0	913.5	917.0	920.5	924.0	927.5	931.0	934.5	938.0	941.5	945.0	948.5	952.0	955.5	959.0	962.5	966.0	969.5	973.0	976.5	980.0	983.5	987.0	990.5	994.0	997.5	1001.0	1004.5	1008.0	1011.5	1015.0	1018.5	1022.0	1025.5	1029.0	1032.5	1036.0	1039.5	1043.0	1046.5	1050.0	1053.5	1057.0	1060.5	1064.0	1067.5	1071.0	1074.5	1078.0	1081.5	1085.0	1088.5	1092.0	1095.5	1099.0	1102.5	1106.0	1109.5	1113.0	1116.5	1120.0	1123.5	1127.0	1130.5	1134.0	1137.5	1141.0	1144.5	1148.0	1151.5	1155.0	1158.5	1162.0	1165.5	1169.0	1172.5	1176.0	1179.5	1183.0	1186.5	1190.0	1193.5	1197.0	1200.5	1204.0	1207.5	1211.0	1214.5	1218.0	1221.5	1225.0	1228.5	1232.0	1235.5	1239.0	1242.5	1246.0	1249.5	1253.0	1256.5	1260.0	1263.5	1267.0	1270.5	1274.0	1277.5	1281.0	1284.5	1288.0	1291.5	1295.0	1298.5	1302.0	1305.5	1309.0	1312.5	1316.0	1319.5	1323.0	1326.5	1330.0	1333.5	1337.0	1340.5	1344.0	1347.5	1351.0	1354.5	1358.0	1361.5	1365.0	1368.5	1372.0	1375.5	1379.0	1382.5	1386.0	1389.5	1393.0	1396.5	1400.0	1403.5	1407.0	1410.5	1414.0	1417.5	1421.0	1424.5	1428.0	1431.5	1435.0	1438.5	1442.0	1445.5	1449.0	1452.5	1456.0	1459.5	1463.0	1466.5	1470.0	1473.5	1477.0	1480.5	1484.0	1487.5	1491.0	1494.5	1498.0	1501.5	1505.0	1508.5	1512.0	1515.5	1519.0	1522.5	1526.0	1529.5	1533.0	1536.5	1540.0	1543.5	1547.0	1550.5	1554.0	1557.5	1561.0	1564.5	1568.0	1571.5	1575.0	1578.5	1582.0	1585.5	1589.0	1592.5	1596.0	1599.5	1603.0	1606.5	1610.0	1613.5	1617.0	1620.5	1624.0	1627.5	1631.0	1634.5	1638.0	1641.5	1645.0	1648.5	1652.0	1655.5	1659.0	1662.5	1666.0	1669.5	1673.0	1676.5	1680.0	1683.5	1687.0	1690.5	1694.0	1697.5	1701.0	1704.5	1708.0	1711.5	1715.0	1718.5	1722.0	1725.5	1729.0	1732.5	1736.0	1739.5	1743.0	1746.5	1750.0	1753.5	1757.0	1760.5	1764.0	1767.5	1771.0	1774.5	1778.0	1781.5	1785.0	1788.5	1792.0	1795.5	1799.0	1802.5	1806.0	1809.5	1813.0	1816.5	1820.0	1823.5	1827.0	1830.5	1834.0	1837.5	1841.0	1844.5	1848.0	1851.5	1855.0	1858.5	1862.0	1865.5	1869.0	1872.5	1876.0	1879.5	1883.0	1886.5	1890.0	1893.5	1897.0	1900.5	1904.0	1907.5	1911.0	1914.5	1918.0	1921.5	1925.0	1928.5	1932.0	1935.5	1939.0	1942.5	1946.0	1949.5	1953.0	1956.5	1960.0	1963.5	1967.0	1970.5	1974.0	1977.5	1981.0	1984.5	1988.0	1991.5	1995.0	1998.5	2002.0	2005.5	2009.0	2012.5	2016.0	2019.5	2023.0	2026.5	2030.0	2033.5	2037.0	2040.5	2044.0	2047.5	2051.0	2054.5	2058.0	2061.5	2065.0	2068.5	2072.0	2075.5	2079.0	2082.5	2086.0	2089.5	2093.0	2096.5	2100.0	2103.5	2107.0	2110.5	2114.0	2117.5	2121.0	2124.5	2128.0	2131.5	2135.0	2138.5	2142.0	2145.5	2149.0	2152.5	2156.0	2159.5	2163.0	2166.5	2170.0	2173.5	2177.0	2180.5	2184.0	2187.5	2191.0	2194.5	2198.0	2201.5	2205.0	2208.5	2212.0	2215.5	2219.0	2222.5	2226.0	2229.5	2233.0	2236.5	2240.0	2243.5	2247.0	2250.5	2254.0	2257.5	2261.0	2264.5	2268.0	2271.5	2275.0	2278.5	2282.0	2285.5	2289.0	2292.5	2296.0	2299.5	2303.0	2306.5	2310.0	2313.5	2317.0	2320.5	2324.0	2327.5	2331.0	2334.5	2338.0	2341.5	2345.0	2348.5	2352.0	2355.5	2359.0	2362.5	2366.0	2369.5	2373.0	2376.5	2380.0	2383.5	2387.0	2390.5	2394.0	2397.5	2401.0	2404.5	2408.0	2411.5	2415.0	2418.5	2422.0	2425.5	2429.0	2432.5	2436.0	2439.5	2443.0	2446.5	2450.0	2453.5	2457.0	2460.5	2464.0	2467.5	2471.0	2474.5	2478.0	2481.5	2485.0	2488.5	2492.0	2495.5	2499.0	2502.5	2506.0	2509.5	2513.0	2516.5	2520.0	2523.5	2527.0	2530.5	2534.0	2537.5	2541.0	2544.5	2548.0	2551.5	2555.0	2558.5	2562.0	2565.5	2569.0	2572.5	2576.0	2579.5	2583.0	2586.5	2590.0	2593.5	2597.0	2600.5	2604.0	2607.5	2611.0	2614.5	2618.0	2621.5	2625.0	2628.5	2632.0	2635.5	2639.0	2642.5	2646.0	2649.5	2653.0	2656.5	2660.0	2663.5	2667.0	2670.5	2674.0	2677.5	2681.0	2684.5	2688.0	2691.5	2695.0	2698.5	2702.0	2705.5	2709.0	2712.5	2716.0	2719.5	2723.0	2726.5	2730.0	2733.5	2737.0	2740.5	2744.0	2747.5	2751.0	2754.5	2758.0	2761.5	2765.0	2768.5	2772.0	2775.5	2779.0	2782.5	2786.0	2789.5	2793.0	2796.5	2800.0	2803.5	2807.0	2810.5	2814.0	2817.5	2821.0	2824.5	2828.0	2831.5	2835.0	2838.5	2842.0	2845.5	2849.0	2852.5	2856.0	2859.5	2863.0	2866.5	2870.0	2873.5	2877.0	2880.5	2884.0	2887.5	2891.0	2894.5	2898.0	2901.5	2905.0	2908.5	2912.0	2915.5	2919.0	2922.5	2926.0	2929.5	2933.0	2936.5	2940.0	2943.5	2947.0	2950.5	2954.0	2957.5	2961.0	2964.5	2968.0	2971.5	2975.0	2978.5	2982.0	2985.5	2989.0	2992.5	2996.0	2999.5	3003.0	3006.5	3010.0	3013.5	3017.0	3020.5	3024.0	3027.5	3031.0	3034.5	3038.0	3041.5	3045.0	3048.5	3052.0	3055.5	3059.0	3062.5	3066.0	3069.5	3073.0	3076.5	3080.0	3083.5	3087.0	3090.5	3094.0	3097.5	3101.0	3104.5	3108.0	3111.5	3115.0	3118.5	3122.0	3125.5	3129.0	3132.5	3136.0	3139.5	3143.0	3146.5	3150.0	3153.5	3157.0	3160.5	3164.0	3167.5	3171.0	3174.5	3178.0	3181.5	3185.0	3188.5	3192.0	3195.5	3199.0	3202.5	3206.0	3209.5	3213.0	3216.5	3220.0	3223.5	3227.0	3230.5	3234.0	3237.5	3241.0	3244.5	3248.0	3251.5	3255.0	3258.5	3262.0	3265.5	3269.0	3272.5	3276.0	3279.5	3283.0	3286.5	3290.0	3293.5	3297.0	3300.5	3304.0	3307.5	3311.0	3314.5	3318.0	3321.5	3325.0	3328.5	3332.0	3335.5	3339.0	3342.5	3346.0	3349.5	3353.0	3356.5	3360.0	3363.5	3367.0	3370.5	3374.0	3377.5	3381.0	3384.5	3388.0	3391.5	3395.0	3398.5	3402.0	3405.5	3409.0	3412.5	3416.0	3419.5	3423.0	3426.5	3430.0	3433.5	3437.0	3440.5	3444.0	3447.5	3451.0	3454.5	3458.0	3461.5	3465.0	3468.5	3472.0	3475.5	3479.0	3482.5	3486.0	3489.5	3493.0	3496.5	3500.0	3503.5	3507.0	3510.5



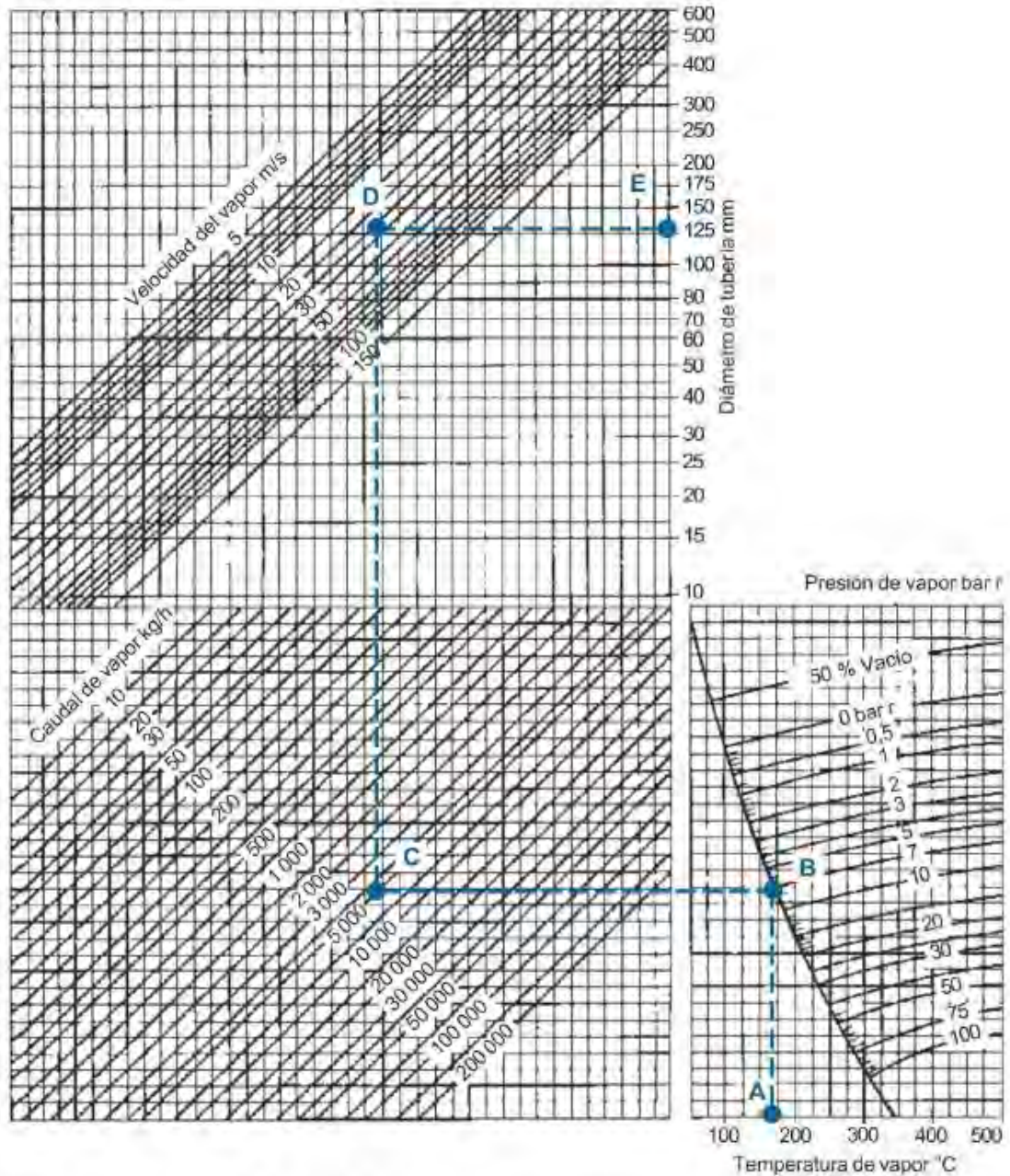
CUADRO DE DIMENSIONES DE CALDEROS DE 30 BHP A 200BHP



POTENCIA EN BHP	30BHP	40BHP	50BHP	60BHP	80BHP	100BHP	125BHP	158BHP	200BHP
Sup. de Calefacción (Pie Cuadrados)	155	200	250	300	400	500	625	750	1000
Lbs. Vapor/Hora a 212°F	1035	1380	1725	2070	2760	3450	4313	5175	6900
Miles de BTU/Hr	1004	1339	1674	2009	2678	3348	4184	5021	6695
Consumo de Combustible N°2 (GPH)	9.0	12.0	15.0	17.9	23.9	29.9	37.4	44.8	
Consumo de Combustible Bunker N°6						28.0	35.0	41.9	55.8
Gas 1000 BTU/Pie Cubico (MBH)	1233	1674	2100	2311	3348	4185	5231	6378	8370
Altura Total "A" (Pulg.)	68	70	75	75	82	90	99	99	110
Ancho Total "B" (Pulg.)	62	62	68	68	71	79	92	92	100
Largo Total "C" (Pulg.)	123	97	142	142	168	188	209	209	226
Chimenea "D" (Pulg.)	10	12	14	14	15	15	20	20	20
Salida de Vapor "E" (Pulg.)									
Contenido de Agua (Gls.)	217	258	330	333	436	519	647	752	1000
Peso Neto Kg.	2430	2670	3100	3400	4000	4900	5900	6900	8500

(ANEXO 008 – Sistema de distribución de vapor)

Fig. 6 Gráfico para dimensionar tuberías para vapor saturado y vapor recalentado (método de la velocidad)



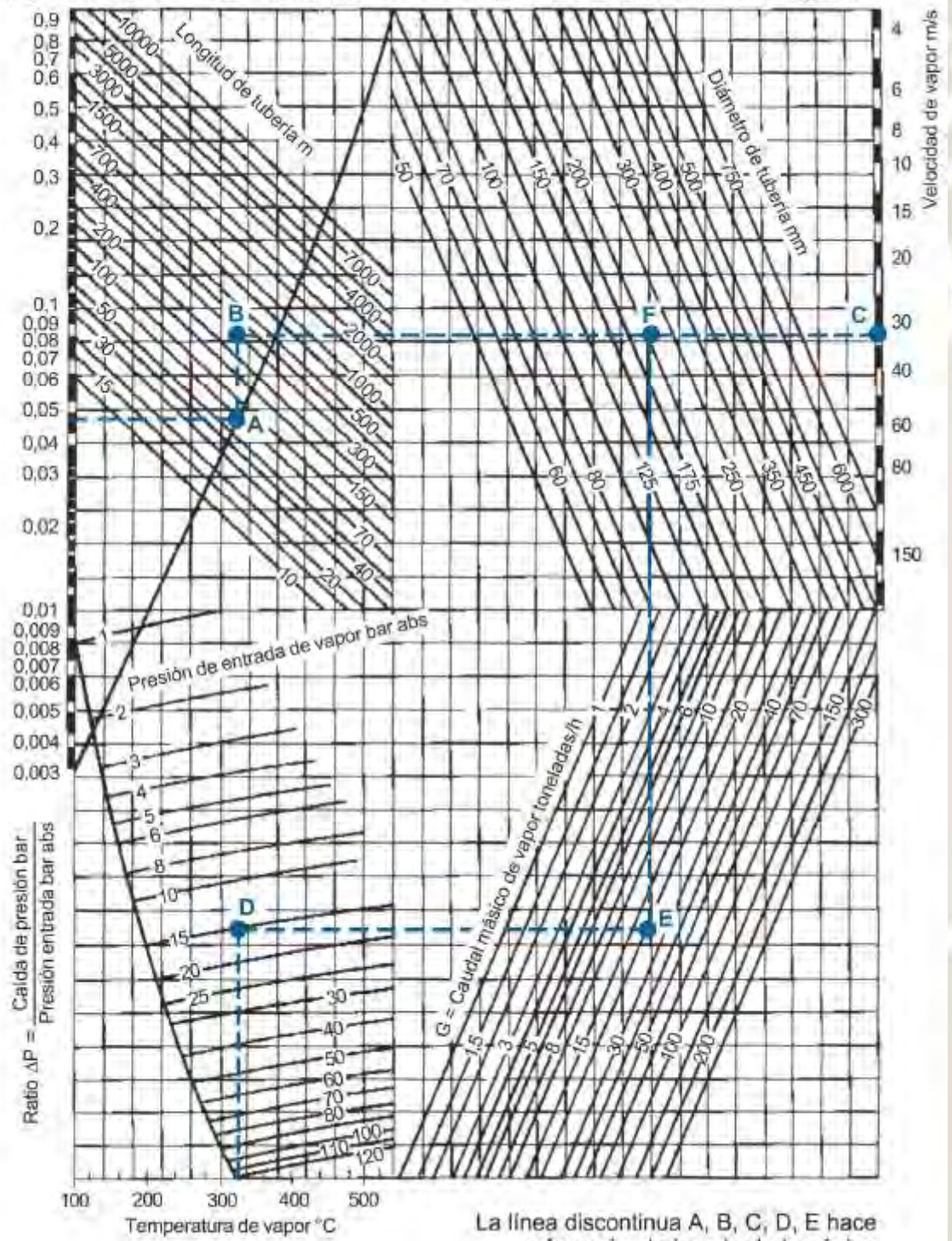
La línea discontinua A, B, C, D, E, hace referencia al ejemplo de la página 10.

Fig. 7 Gráfico de dimensionado de tuberías de vapor (método de la caída de presión)



La línea discontinua A, B, C, D, E hace referencial al ejemplo de la página 11.

Figure 8 Gráfico de dimensionado de tuberías para líneas de distribución mayores



La línea discontinua A, B, C, D, E hace referencia al ejemplo de la página

(ANEXO 009 – Factores de presión para dimensionamiento de tuberías)

Table 8 Factores de presión para dimensionado de tuberías

Presión bar	Volumen m ³ /kg	Factor de presión	Der relativo	Volumen m ³ /kg	Factor de presión	Der relativo	Volumen m ³ /kg	Factor de presión
0.05	28,192	0.0301	2,15	0,576	9,309	7,70	0,222	66,31
0.10	14,674	0,0115	2,20	0,568	9,597	7,80	0,219	67,79
0.15	10,022	0,0053	2,25	0,560	9,888	7,90	0,217	69,29
0.20	7,649	0,0442	2,30	0,552	10,18	8,00	0,215	70,80
0.25	6,204	0,0881	2,35	0,544	10,48	8,10	0,212	72,33
0.30	5,229	0,0970	2,40	0,536	10,79	8,20	0,210	73,88
0.35	4,530	0,1308	2,45	0,529	11,10	8,30	0,208	75,44
0.40	3,993	0,1894	2,50	0,522	11,41	8,40	0,206	77,02
0.45	3,580	0,2128	2,55	0,515	11,72	8,50	0,204	78,61
0.50	3,240	0,2810	2,60	0,509	12,05	8,60	0,202	80,22
0.55	2,964	0,3140	2,65	0,502	12,37	8,70	0,200	81,84
0.60	2,732	0,3719	2,70	0,496	12,70	8,80	0,198	83,49
0.65	2,535	0,4340	2,75	0,489	13,03	8,90	0,196	85,14
0.70	2,365	0,5010	2,80	0,483	13,37	9,00	0,194	86,81
0.75	2,217	0,5727	2,85	0,477	13,71	9,10	0,192	88,50
0.80	2,087	0,6489	2,90	0,471	14,06	9,20	0,191	90,20
0.85	1,972	0,7298	2,95	0,466	14,41	9,30	0,189	91,92
0.90	1,869	0,8153	3,00	0,461	14,76	9,40	0,187	93,66
0.95	1,777	0,9053	3,10	0,451	15,48	9,50	0,185	95,41
1,013	1,673	1,025	3,20	0,440	16,22	9,60	0,184	97,18
bar gauge			3,30	0,431	16,98	9,70	0,182	98,96
0	1,673	1,025	3,40	0,422	17,75	9,80	0,181	100,75
0.05	1,601	1,126	3,50	0,413	18,54	9,90	0,179	102,57
0.10	1,533	1,230	3,60	0,405	19,34	10,00	0,177	104,40
0.15	1,471	1,339	3,70	0,398	20,16	10,20	0,174	108,10
0.20	1,414	1,453	3,80	0,389	21,00	10,40	0,172	111,87
0.25	1,361	1,572	3,90	0,381	21,85	10,60	0,169	115,70
0.30	1,312	1,694	4,00	0,374	22,72	10,80	0,168	119,59
0.35	1,268	1,822	4,10	0,367	23,61	11,00	0,163	123,54
0.40	1,225	1,953	4,20	0,361	24,51	11,20	0,161	127,56
0.45	1,186	2,090	4,30	0,355	25,43	11,40	0,158	131,64
0.50	1,149	2,230	4,40	0,348	26,36	11,60	0,156	135,78
0.55	1,115	2,373	4,50	0,342	27,32	11,80	0,153	139,98
0.60	1,083	2,525	4,60	0,336	28,28	12,00	0,151	144,25
0.65	1,051	2,679	4,70	0,330	29,27	12,20	0,149	148,57
0.70	1,024	2,837	4,80	0,325	30,27	12,40	0,147	152,96
0.75	0,997	2,999	4,90	0,320	31,29	12,60	0,145	157,41
0.80	0,971	3,166	5,00	0,315	32,32	12,80	0,143	161,92
0.85	0,946	3,338	5,10	0,310	33,37	13,00	0,141	166,50
0.90	0,923	3,514	5,20	0,305	34,44	13,20	0,139	171,13
0.95	0,901	3,694	5,30	0,301	35,52	13,40	0,138	175,83
1.00	0,881	3,878	5,40	0,296	36,62	13,60	0,136	180,58
1.05	0,860	4,067	5,50	0,292	37,73	13,80	0,132	185,40
1.10	0,841	4,260	5,60	0,288	38,86	14,00	0,130	190,29
1.15	0,823	4,458	5,70	0,284	40,01	14,20	0,128	195,23
1.20	0,806	4,660	5,80	0,280	41,17	14,40	0,127	200,23
1.25	0,788	4,866	5,90	0,276	42,35	14,60	0,125	205,30
1.30	0,773	5,076	6,00	0,272	43,54	14,80	0,124	210,42
1.35	0,757	5,291	6,10	0,269	44,76	15,00	0,122	215,61
1.40	0,743	5,510	6,20	0,265	45,98	15,20	0,121	220,86
1.45	0,728	5,734	6,30	0,261	47,23	15,40	0,119	226,17
1.50	0,714	5,961	6,40	0,258	48,48	15,60	0,118	231,54
1.55	0,701	6,193	6,50	0,255	49,76	15,80	0,117	236,97
1.60	0,689	6,429	6,60	0,252	51,06	16,00	0,115	242,46
1.65	0,677	6,670	6,70	0,249	52,38	16,20	0,114	248,01
1.70	0,666	6,915	6,80	0,246	53,68	16,40	0,113	253,62
1.75	0,654	7,164	6,90	0,243	55,02	16,60	0,111	259,30
1.80	0,643	7,417	7,00	0,240	56,38	16,80	0,110	265,03
1.85	0,632	7,675	7,10	0,237	57,75	17,00	0,109	270,83
1.90	0,622	7,937	7,20	0,235	59,13	17,20	0,108	276,69
1.95	0,612	8,203	7,30	0,232	60,54	17,40	0,107	282,60
2.00	0,603	8,473	7,40	0,229	61,96	17,60	0,106	288,58
2.05	0,594	8,748	7,50	0,227	63,39	17,80	0,105	294,52
2.10	0,585	9,026	7,60	0,224	64,84	18,00	0,104	300,72

(ANEXO 010 – Tuberías comerciales de acero al carbono)



Grupo Vemacero, C.A.
TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
				0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197				
5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
6	150	6.625	168.3	0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197
				0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
				0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197



Grupo Vemacero, C.A.
TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA							
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B					
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2				
8	200	8.625	219.1	0.188	4.78	-	-	16.94	25.26	780	55	920	65				
				0.203	5.16	-	-	18.26	27.22	850	60	1000	70				
				0.219	5.56	-	-	19.66	29.28	910	64	1070	75				
				0.250	6.35	-	20	22.36	33.31	1040	73	1220	86				
				0.277	7.04	-	30	24.70	36.81	1160	82	1350	95				
				0.312	7.92	-	-	27.70	41.24	1300	91	1520	107				
				0.322	8.18	STD	40	28.55	42.55	1340	94	1570	110				
				0.344	8.74	-	-	30.42	45.34	1440	101	1680	118				
				0.375	9.52	-	-	33.04	49.20	1570	110	1830	129				
				0.406	10.31	-	60	35.64	53.08	1700	120	2000	141				
				0.438	11.13	-	-	38.30	57.08	1830	129	2130	150				
				0.500	12.70	XS	80	43.39	64.64	2090	147	2430	171				
				0.594	15.09	-	100	50.95	75.92	2500	176	2800	197				
				0.719	18.26	-	120	60.71	90.44	2800	197	2800	197				
				0.812	20.62	-	140	67.76	100.92	2800	197	2800	197				
				0.875	22.22	XXS	-	72.42	107.88	2800	197	2800	197				
				0.906	23.01	-	160	74.69	111.27	2800	197	2800	197				
				10	250	10.750	273.0	0.188	4.78	-	-	21.21	31.62	630	44	730	51
0.203	5.16	-	-					22.87	34.08	680	48	800	56				
0.219	5.56	-	-					24.63	36.67	730	51	860	60				
0.250	6.35	-	20					28.04	41.75	840	59	980	69				
0.279	7.09	-	-					31.20	46.49	930	65	1090	77				
0.307	7.80	-	30					34.24	51.01	1030	72	1200	84				
0.344	8.74	-	-					38.23	56.96	1150	81	1340	94				
0.365	9.27	STD	40					40.48	60.29	1220	86	1430	101				
0.438	11.13	-	-					48.19	71.87	1470	103	1710	120				
0.500	12.70	XS	60					54.71	81.52	1670	117	1950	137				
0.594	15.09	-	80					64.43	95.97	1990	140	2320	163				
0.719	18.26	-	100					77.03	114.70	2410	169	2800	197				
0.844	21.44	-	120					89.29	133.00	2800	197	2800	197				
1.000	25.40	XXS	140					104.13	155.09	2800	197	2800	197				
1.125	28.57	-	160					115.65	172.21	2800	197	2800	197				
12	300	12.750	323.8					0.203	5.16	-	-	27.20	40.55	570	40	670	47
								0.219	5.56	-	-	29.31	43.63	620	44	720	51
								0.250	6.35	-	20	33.38	49.71	710	50	820	58
				0.281	7.14	-	-	37.42	55.75	790	56	930	65				
				0.312	7.92	-	-	41.45	61.69	880	62	1030	72				
				0.330	8.38	-	30	43.77	65.18	930	65	1090	77				
				0.344	8.74	-	-	45.58	67.90	970	68	1130	79				
				0.375	9.52	STD	-	49.52	73.78	1060	75	1240	87				
				0.406	10.31	-	40	53.52	79.70	1150	81	1340	94				
				0.438	11.13	-	-	57.59	85.82	1240	87	1440	101				
				0.500	12.70	XS	-	65.42	97.43	1410	99	1650	116				
				0.562	14.27	-	60	73.15	108.92	1590	112	1850	130				
				0.688	17.28	-	80	88.63	132.04	1940	136	2270	160				
				0.844	21.44	-	100	107.32	159.86	2390	168	2780	195				
				1.000	25.40	XXS	120	125.49	186.91	2800	197	2800	197				
				1.125	28.57	-	140	139.68	208.00	2800	197	2800	197				
				1.312	33.32	-	160	160.27	238.68	2800	197	2800	197				



Grupo Vemacero, C.A.
TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS Pulgadas in.		Diámetro Exterior DN Milímetros mm.		Diámetro Exterior Real (in.) mm.		Espesor de Pared Pulgadas (in.) Milímetros (mm.)		Identificación Weight Class Schedule		Peso del Tubo lb/pie kg/m		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
												Grado A		Grado B	
												psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
14	350	14.000	355.6	0.250	6.35	-	10	36.71	54.69	640	45	750	53		
				0.281	7.14	-	-	41.17	61.35	720	51	840	59		
				0.312	7.92	-	20	45.61	67.90	800	56	940	66		
				0.344	8.74	-	-	50.17	74.76	880	62	1030	72		
				0.375	9.52	STD	30	54.57	81.25	960	67	1120	79		
				0.438	11.13	-	40	63.44	94.55	1130	79	1310	92		
				0.469	11.91	-	-	67.78	100.94	1210	85	1410	99		
				0.500	12.70	XS	-	72.09	107.39	1290	91	1500	105		
				16	400	16.000	406.4	0.250	6.35	-	10	42.05	62.64	560	39
0.281	7.14	-	-					47.17	70.30	630	44	740	52		
0.312	7.92	-	20					52.27	77.83	700	49	820	58		
0.344	8.74	-	-					57.52	85.71	770	54	900	63		
0.375	9.52	STD	30					62.58	93.17	840	59	980	69		
0.438	11.13	-	-					72.80	108.49	990	70	1150	81		
0.469	11.91	-	-					77.79	115.86	1060	75	1230	86		
0.500	12.70	XS	40					82.77	123.30	1120	79	1310	92		
18	450	18.000	457.2					0.250	6.35	-	10	47.39	70.60	500	35
				0.281	7.14	-	-	53.18	79.24	560	39	660	46		
				0.312	7.92	-	20	58.94	87.75	620	44	730	51		
				0.344	8.74	-	-	64.87	96.66	690	49	800	56		
				0.375	9.52	STD	-	70.59	105.10	750	53	880	62		
				0.406	10.31	-	-	76.29	113.62	810	57	950	67		
				0.438	11.13	-	30	82.15	122.43	880	62	1020	72		
				0.469	11.91	-	-	87.81	130.78	940	66	1090	77		
				0.500	12.70	XS	-	93.45	139.20	1000	70	1170	82		
20	500	20.000	508.0	0.250	6.35	-	10	52.73	78.55	450	32	520	37		
				0.281	7.14	-	-	59.18	88.19	510	36	590	41		
				0.312	7.92	-	-	65.60	97.67	560	39	660	46		
				0.344	8.74	-	-	72.21	107.60	620	44	720	51		
				0.375	9.52	STD	20	78.60	117.02	680	48	790	56		
				0.406	10.31	-	-	84.96	126.53	730	51	850	60		
				0.438	11.13	-	-	91.51	136.37	790	56	920	65		
				0.469	11.91	-	-	97.83	145.70	850	60	950	67		
				0.500	12.70	XS	30	104.13	155.12	900	63	1050	74		
24	600	24.000	609.6	0.250	6.35	-	10	63.41	94.46	380	27	440	31		
				0.281	7.14	-	-	71.18	106.08	420	30	490	34		
				0.312	7.92	-	-	78.93	117.51	470	33	550	39		
				0.344	8.74	-	-	86.91	129.50	520	37	600	42		
				0.375	9.52	STD	20	94.62	140.88	560	39	660	46		
				0.406	10.31	-	-	102.31	152.37	610	43	710	50		
				0.438	11.13	-	-	110.22	164.26	660	46	770	54		
				0.469	11.91	-	-	117.86	175.54	700	49	820	58		
				0.500	12.70	XS	-	125.49	186.94	750	53	880	62		
				0.562	14.27	-	30	140.68	209.50	840	59	980	69		

Tolerancias dimensionales:

Espesor: ±12.5% de espesor nominal en cualquier punto del tubo.

Peso: ±10% del paquete de tubos con diámetro menor o igual a 4" (114.3mm) o tubos individuales con diámetro nominal mayor a 4" (114.3mm)

Diámetro externo: Para diámetros menores o iguales a 1-1/2" (48.3mm) +0.016 pulg (+0.40mm)

Para diámetros mayores o iguales a 2" (60.3mm) ± 1%



Grupo Vemacero, C.A.
TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Normas de Fabricación ASTM A53

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma **ASTM A 53**. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo.

Para Designaciones Comerciales Mayores a 50 DNH (1) (2 *NPS*(2)): ensayo de aplastamiento, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, ensayo de ultrasonido al cordón de soldadura, verificación dimensional del tubo, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, prueba hidrostática, ensayo no destructivo e inspección visual.

Para Designaciones Comerciales Menores o Iguales a 50 DN (2 *NPS*): ensayo de expansión, ensayo de doblado, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, verificación dimensional del tubo, prueba hidrostática, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, ensayo no destructivo e inspección visual.

Condiciones de Extremos

Biselados o Refrentados.
Roscados (según norma ANSI B1.20.1).

Acabados

Negro (acabado de laminación o con protección de aceite inhibidor de la oxidación).
Galvanizado (recubiertos de Zinc).
Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente).
El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de inmersión en caliente ("Hot-Dip")

(1) DN: Designación comercial del producto en milímetros.
(2) *NPS*: Designación comercial del producto en pulgadas.



Grupo Vemacero, C.A.
 TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
 API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Propiedades Mecánicas

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Limite de Fluencia		Resistencia a la Tracción			
		Mpa	psi	Mínimo		Máximo	
				Mpa	psi	Mpa	psi
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	205	30,000	330	48,000	--	--
	B	240	35,000	415	60,000	--	--

Requerimientos Químicos

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Porcentaje Máximo de los Elementos			
		C	Mn	P	S
		Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	0,25	0,95	0,05	0,045
	B	0,30	1,20	0,05	0,045



Grupo Vemacero, C.A.
 TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO
 API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Normas de Fabricación API 5L

Normas de Fabricación

Los tubos de línea se fabrican de acuerdo a la norma API 5L, 43ª edición, sin embargo, a solicitud del cliente y previo acuerdo con **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden satisfacer requerimientos especiales y/o adicionales, así como normas específicas del cliente.

Nivel de Especificación de Producto

La norma API 5L establece dos niveles de especificación de producto, PSL 1 y PSL 2 (Product Specification Level, PSL por sus siglas en inglés). Estas dos designaciones definen diferentes niveles de requerimientos de especificaciones técnicas.

Requerimientos Químicos por Colada y Análisis de Producto en Porcentaje en Peso

Grado	PSL 1					
	C Carbono % Máximo ^a	Mn Manganeso % Máximo ^a	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,26	1,20	0,030	0,030	0,04	b, c, d
X42	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X52	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X60 ^f	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d

Grado	PSL 2					
	C Carbono % Máximo ^a	Mn Manganeso % Máximo ^a	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,22	1,20	0,025	0,015	0,04	d, e
X42	0,22	1,30	0,025	0,015	0,04	c, d
X52	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d
X60 ^f	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d

Notas:

- a) Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo contenido de carbono especificado, se permite un incremento de 0,05% por encima del contenido máximo de Mn especificado, hasta un máximo de 1,50% para los grados X42 a X52 y hasta un máximo de 1,65% para el grado X60.
- b) La suma de Columbio (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,03% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.
- c) A juicio de **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden utilizar Columbio (Niobio), Vanadio o una combinación de éstos.
- d) La suma de Columbio (Niobio), Vanadio y Titanio no debe exceder de 0,15%.
- e) La suma de Columbio (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,06% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.
- f) Otras composiciones químicas pueden ser suministradas previo acuerdo entre la acería e **Industrias Unicon, C.A.**

Fuente: API 5L, 43a edición, y catálogo Industrias Unicon, C.A. Petroleo v1.0

(ANEXO 011 – Normas y especificaciones para tuberías de fuerza)

Tabla 14-1. NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS DE PLANTAS DE FUERZA
(Resumen. Consultense las normas ASA y ASTM para información completa ***)

Ítem	Material	Especificaciones A. ASTM	Req. ASA		#	Esfuerzo		perm. lido 343°C	en 454°C	Kg/cm ² 6895°C
			kg/cm ² máx	máx 232°C		121°C	máx 232°C			
1.	Acero al carbón	A-120 Soldado para boque y estirado sin costura A-129 Soldado por fusión	8.79	DW	439	401				
				LW	531	534				
2.	Acero al carbón	A-135 Soldado por fusión servicio servej. A-53	17.58	B	731	675				
				FW-A	647	591				
				FW-B	310	742				
				RW-A	717	717	-717			
3.	Acero al carbón	A-53 Tubo forjado para usos generales soldado y sin costura	28.12	RW-B	896	956				
				BW	475	475	475			
				LW	633	633	633			
				S-A	844	844	844			
				S-B	1 055	1 055	1 055			
				BW	422	422	422			
4.	Acero al carbón	A-106 Servej. al A-53 pero fab. con req. más est.	106.46	LW	541	496				
				S-A	844	844	844			
5.	Acero C-mn	A-206 Alt. temp. sin cost.	106.46	S-B	1 055	1 055	1 055	1 055	548	
				B	587	587	587			
6.	Acero Cr-Mn	A-280 Sin cost. con poco cromo bajo-510 ^o máx A-158 Sin costura-alienación rica en cromo	105.46	S	967	967	967	967	925	
				S	967	967	967			
				S-1-Cr	1 055	1 055	1 055	1 055	1 012	548
			105.46	S-2-Cr	1 055	1 055	1 055	1 055	984	476
				S-5-Cr	1 055	1 055	1 055	1 055	872	513

* Abreviaturas usadas: BW = soldada a tope; LW = soldadura solepada; FW, RW = soldadura fundida o calentada por resistencia; S = sin costura;
A, B = grados de ductilidad; 1/4Cr = 1/4% de aleación de Cr - Mn.
** ASA B31.1 Reglamento para tuberías de plantas de fuerza. Los esfuerzos dadas incluyen el factor de seguridad necesario, porque estos materiales
tienen sus esfuerzos últimos de 3 500 a 7 000 kg/cm².
*** Cuando sean necesarios valores exactos, la interpolación que se haga con esta tabla pedirá dar el 10% de error.

ACEROS PARA TUBERIAS

Ing. Carlos Gordillo Andía
ABESCA DE PROYECTOS TERMICOS
CIP. 30624

(ANEXO 012 – Sistema de retorno de condensado)

Manual N-101S

**Guía para la
Conservación
de Vapor en el
Drenado de
Condensados**

Evaluación y Selección de
Trampa de Vapor.



Armstrong

Instrucciones Para el Uso de las Tablas de Recomendaciones

Para una referencia rápida, una Tabla de Recomendaciones aparece en todas las secciones de "CÓMO TRAMPEAR" de este Manual, páginas 16 a 38.

Un sistema de códigos (que va desde la A hasta la Q) proporciona la información a primera vista.

La Tabla incluye información sobre el tipo de trampas de vapor, y sus principales ventajas, que Armstrong considera que son superiores para cada aplicación en particular.

Por ejemplo, digamos que se está buscando información acerca de la trampa más apropiada para utilizarse en una olla con camisas o chaquetas de vapor con drenaje por gravedad. Entonces se debe:

1 Buscar la sección "Cómo Trampear Ollas con Camisas de Vapor", páginas 30-31, y ver la Tabla en la esquina

inferior izquierda de la página 30. (La Tabla de Recomendaciones para cada sección siempre está en la primera página de la sección).

2 Encontrar "Ollas con Camisas de Vapor, Drenaje por Gravedad" en la primera columna bajo el encabezado "Equipo a Trampear" y leer en la columna a la derecha la "1era Opción y Código de Cualidades" dada por Armstrong. En este caso, la primera opción es una trampa IBLV y los códigos listados son las letras B, C, E, K, N.

3 Referirse a la Tabla de abajo titulada "Cómo Varios Tipos de Trampas de Vapor Satisfacen Requisitos Específicos de Operación" y leer en la columna extrema hacia la izquierda cada una de las letras código: B, C, E, K, N. La letra "B", por ejemplo, se refiere a la capacidad de la trampa de conservar energía durante su operación.

4 Seguir el renglón para la letra "B" hacia la derecha hasta que se llegue a la columna que corresponde a la primera opción, en este caso la trampa de balde invertido. Basados en pruebas y condiciones de operación reales, la capacidad de ahorro energético de la trampa de vapor de balde invertido ha sido calificada como "Excelente". Se sigue este mismo procedimiento para los códigos restantes.

Abreviaciones

IB	Trampa de Balde Invertido
IBLV	Balde Invertido con Venteador Grande
F&T	Trampa de Flotador y Termostática
CD	Trampa de Disco Controlado
DC	Controlador Automático Diferencial de Condensado
CV	Válvula Check
T	Balde Térmico
PRV	Válvula Reguladora de Presión



Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los códigos).

Equipo siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Ollas Encamisadas Drenaje por Gravedad	IBLV B, C, E, K, N, H	F&T o Termostática
Ollas Encamisadas Drenaje a Sifón	DC B, C, E, G, H, K, N, P	IBLV

Cómo Varios Tipos de Trampas de Vapor Satisfacen Requisitos Específicos de Operación

Código	Característica	Balde Invertido	F&T	Disco	Termostático	Controlador Diferencial
A	Modo de Operación	(1) Intermitente	Continuo	Intermitente	(2) Intermitente	Continuo
B	Ahorro de Energía (Tiempo en Servicio)	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	(3) Excelente
C	Resistencia al Desgaste	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	Excelente
D	Resistencia a la Corrosión	Excelente	Buena	Excelente	Buena	Excelente
E	Resistencia al Impacto Hidráulico	Excelente	Deficiente	Excelente	(4) Deficiente	Excelente
F	Venteeo de aire y CO ₂ a la temperatura del vapor	Sí	No	No	No	Sí
G	Capacidad para Ventear Aire a Presiones Muy Bajas (0.02 bar)	Deficiente	Excelente	(5) NR	Buena	Excelente
H	Capacidad para Manejar Cargas de Aire al Arranque	Adecuada	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
I	Funcionamiento al Existir Contrapresión	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
J	Resistencia a Daños por Congelamiento	Buena	Deficiente	Buena	Buena	Buena
K	Capacidad para Purgar el Sistema	Excelente	Adecuada	Excelente	Buena	Excelente
L	Desempeño con Cargas Muy Ligeras	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
M	Respuesta a Formación Rápida de Condensado	Inmediata	Inmediata	Retardada	Retardada	Inmediata
N	Capacidad para Lidar con Suciedad	Excelente	Deficiente	Deficiente	Adecuada	Excelente
O	Tamaño Relativo	(7) Grande	Grande	Pequeño	Pequeño	Grande
P	Capacidad para Manejar Vapor Flash (Espontáneo)	Adecuada	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Excelente
Q	Falla Mecánica (Abierta - Cerrada)	Abierta	Cerrada	(8) Abierta	(9)	Abierta

- El drenado de condensado es continuo, la descarga es intermitente.
- Puede ser continuo con cargas bajas.
- Excelente, si se utiliza vapor secundario.

- Buena, para trampas bimetalicas y de wafer.
- No se recomienda para operaciones a baja presión.
- No se recomiendan trampas de hierro fundido.

- Mediano, para trampas soldables de acero inoxidable.
- Pueden fallar cerradas, debido a suciedad.
- Pueden fallar abiertas o cerradas, dependiendo del diseño de los fuelles.

Tablas del Vapor...

Qué Son Cómo se Usan

Los valores para el calor y las relaciones presión-temperatura que se usan en este manual han sido tomados de la tabla de Propiedades del Vapor Saturado.

Definición de Términos Usados

Vapor Saturado es vapor puro a una temperatura igual a la temperatura a que hierve el agua a una presión dada.

Presiones Absoluta y Relativa

Presión absoluta es la presión (en bar) medida con respecto al vacío perfecto. **Presión Relativa** o de Manómetro es la presión (en bar) medida con respecto a la presión atmosférica, la cual es igual a 1.01 bar absoluta. **Presión Relativa más 1.01** es igual a la **Presión Absoluta**. Igualmente, **Presión Absoluta menos 1.01** bar es igual a la **Presión Relativa**.

Relaciones Presión/Temperatura

(Columnas 1, 2 y 3). A cada presión del vapor puro le corresponde una temperatura única. Por ejemplo: al vapor puro a 10 bar absolutos siempre le corresponde una temperatura de 180°C.

Calor del Líquido Saturado (Columna 4). Ésta es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un kilogramo de agua desde 0°C hasta el punto de ebullición a la presión y temperatura mostradas. Se expresa en kJ/kg (o en kcal/kg).

Calor Latente o Calor de Vaporización

(Columna 5). Es la cantidad de calor (expresada en kJ/kg or kcal/hr) que se requiere para cambiar un kilogramo de agua hirviendo a un kilogramo de vapor. Esta misma cantidad de calor se libera cuando un kilogramo de vapor se condensa y se vuelve un kilogramo de agua. El **Calor Latente** es diferente para cada combinación de presión/temperatura, tal como se muestra en la Tabla.

Calor Total del Vapor (Columna 6). Es el calor total en vapor arriba de 0°C. Es igual a la suma del **Calor del Líquido Saturado** (Columna 4) y el **Calor Latente** (Columna 5), expresado en kJ/kg o en kcal/kg.

Volumen Específico del Líquido

(Columna 7). Es el volumen por unidad de masa y se expresa en metros cúbicos por kilogramo (m³/kg).

Volumen Específico del Vapor

(Columna 8). Es el volumen por unidad de masa y se expresa en metros cúbicos por kilogramo (m³/kg).

Cómo se Usa la Tabla

Además de poderse determinar las relaciones de presión/temperatura, la Tabla se puede usar para calcular la cantidad de vapor que se condensa en un sistema de calefacción de capacidad (Joules o calorías) conocida. De forma similar, la Tabla se puede usar para calcular la capacidad en Joules o calorías si se conoce la cantidad de vapor siendo condensado. En la sección de Aplicaciones en este Manual se hará referencia varias veces a esta Tabla.

Propiedades del Vapor Saturado

(Tomadas de "Propiedades Termodinámicas del Vapor", por Keenan y Keyes, con permiso de John Wiley & Sons, Inc.)

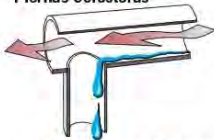
Columna 1 Presión Manométrica (bar)	Columna 2 Presión Absoluta (bar)	Columna 3 Temperatura del Vapor (°C)	Columna 4 Calor del Líquido Saturado (kJ/kg)	Columna 5 Calor Latente (kJ/kg)	Columna 6 Calor Total del Vapor (kJ/kg)	Columna 7 Volumen Específico del Líquido Saturado (m ³ /kg)	Columna 8 Volumen Específico del Vapor Saturado (m ³ /kg)
-1.008	0.0061	0.01	0.01	2501.3	2501.4	0.001 000	206.14
-0.99	0.02	17.50	73.48	2460.0	2533.5	0.001 001	67.00
-0.96	0.05	32.88	137.82	2423.7	2561.5	0.001 005	28.19
-0.91	0.10	45.81	191.83	2392.8	2584.7	0.001 010	14.67
-0.76	0.25	64.97	271.93	2346.3	2618.2	0.001 020	6.204
-0.51	0.50	81.33	340.49	2305.4	2645.9	0.001 030	3.240
-0.26	0.75	91.78	384.39	2278.6	2663.0	0.001 037	2.217
-0.01	1.00	99.63	417.46	2258.0	2675.5	0.001 043	1.6940
0.24	1.25	105.99	444.32	2241.0	2685.4	0.001 048	1.3749
0.49	1.50	111.37	467.11	2226.5	2693.6	0.001 053	1.1593
0.74	1.75	116.06	486.99	2213.6	2700.6	0.001 057	1.0036
0.99	2.00	120.23	504.70	2201.9	2706.7	0.001 061	0.8857
1.24	2.25	124.00	520.72	2191.3	2712.1	0.001 064	0.7933
1.49	2.50	127.44	535.37	2181.5	2716.9	0.001 067	0.7187
1.74	2.75	130.60	548.89	2172.4	2721.3	0.001 070	0.6573
1.99	3.00	133.55	561.47	2163.8	2725.3	0.001 073	0.6058
2.24	3.25	136.30	573.25	2155.8	2729.0	0.001 076	0.5620
2.49	3.50	138.88	584.33	2148.1	2732.4	0.001 079	0.5243
2.74	3.75	141.32	594.81	2140.8	2735.6	0.001 081	0.4914
3.0	4.0	143.63	604.74	2133.8	2738.6	0.001 084	0.4625
3.5	4.5	147.93	623.25	2120.7	2743.9	0.001 088	0.4140
4.0	5.0	151.86	640.23	2108.5	2748.7	0.001 093	0.3749
4.5	5.5	155.48	655.93	2097.0	2753.0	0.001 097	0.3427
5.0	6.0	158.85	670.56	2086.3	2756.8	0.001 101	0.3157
6.0	7.0	164.97	697.22	2066.3	2763.5	0.001 108	0.2729
7.0	8.0	170.43	721.11	2048.0	2769.1	0.001 115	0.2404
8.0	9.0	175.38	742.83	2031.1	2773.9	0.001 121	0.2150
9.0	10.0	179.91	762.81	2015.3	2778.1	0.001 127	0.19444
10.0	11.0	184.09	781.34	2000.4	2781.7	0.001 133	0.17753
11.0	12.0	187.99	798.65	1986.2	2784.8	0.001 139	0.16333
12.0	13.0	191.64	814.93	1972.7	2787.6	0.001 144	0.15125
13.0	14.0	195.07	830.30	1959.7	2790.0	0.001 149	0.14084
14.0	15.0	198.32	844.89	1947.3	2792.2	0.001 154	0.13177
16.5	17.5	205.76	878.50	1917.9	2796.4	0.001 166	0.11349
19.0	20.0	212.42	908.79	1890.7	2799.5	0.001 177	0.09963
21.5	22.5	218.45	936.49	1865.2	2801.7	0.001 187	0.08875
24	25	223.99	962.11	1841.0	2803.1	0.001 197	0.07998
29	30	233.90	1008.42	1795.7	2804.2	0.001 217	0.06668
34	35	242.60	1049.75	1753.7	2803.4	0.001 235	0.057070
39	40	250.40	1087.31	1714.1	2801.4	0.001 252	0.049780
49	50	263.99	1154.23	1640.1	2794.3	0.001 286	0.039440
59	60	275.64	1213.35	1571.0	2784.3	0.001 319	0.032440
69	70	285.88	1267.00	1505.1	2772.1	0.001 351	0.027370
79	80	295.06	1316.64	1441.3	2758.0	0.001 384	0.023520
89	90	303.40	1363.26	1378.9	2742.1	0.001 418	0.020480
99	100	311.06	1407.56	1317.1	2724.7	0.001 452	0.018026
119	120	324.75	1491.3	1193.6	2684.9	0.001 527	0.01426
139	140	336.75	1571.1	1066.5	2637.6	0.001 611	0.011485
159	160	347.44	1650.1	930.6	2580.6	0.001 711	0.009306
179	180	357.06	1732.0	777.1	2509.1	0.001 840	0.007489
199	200	365.81	1826.3	583.4	2409.7	0.002 036	0.005834
219.9	220.9	374.14	2099.3	0.0	2099.3	0.003 155	0.003 155

Cómo Trampear Sistemas de Distribución de Vapor

Los sistemas de distribución de vapor conectan a las calderas con el equipo que en realidad utiliza el vapor. Estos sistemas de distribución transportan el vapor hasta cualquier sitio en la planta donde se necesita su energía calorífica.

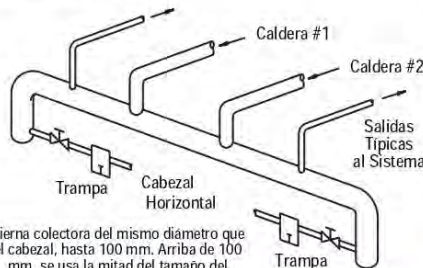
Los tres componentes principales de un sistema de distribución de vapor son los cabezales, las tuberías principales, y los ramales. Cada componente cumple con ciertas funciones específicas en un sistema de vapor y, junto con los separadores y las trampas de vapor, contribuye al uso eficiente del vapor.

Figura 16-1.
Especificación de las Piernas Colectoras



Una pierna colectoras del tamaño adecuado puede recoger todo el condensado en la línea. En una pierna colectoras demasiado pequeña se produce el efecto de "venturi pequeño" donde la caída de presión succiona al condensado fuera de la trampa. Véase Tabla 18-1.

Figura 16-2.
Cabezales de Vapor



Pierna colectoras del mismo diámetro que el cabezal, hasta 100 mm. Arriba de 100 mm, se usa la mitad del tamaño del cabezal, pero nunca menos de 100 mm.

Piernas colectoras. Un aspecto común en todos los sistemas de distribución de vapor es la necesidad de tener pierns colectoras a ciertos intervalos en las tuberías (Fig. 16-1). Sus funciones son:

1. Dejar que el condensado sea drenado, por gravedad, del vapor fluyendo a alta velocidad.
2. Colectar el condensado hasta que la presión diferencial sea suficiente para descargarlo a través de una trampa de vapor.

Cabezales de las Calderas

Un cabezal de vapor es una clase especial de tubería de distribución porque puede recibir vapor de una o

varias calderas al mismo tiempo. Lo más común es que sea una tubería horizontal a la que se le alimenta el vapor por la parte superior, y al mismo tiempo se alimentan las tuberías principales de distribución. Es importante trampear el cabezal de forma correcta para asegurarse que cualquier substancia indeseable (agua de la caldera y/o partículas) será removida del vapor antes de que sea distribuido. Las trampas de vapor que le dan servicio al cabezal deben ser capaces de descargar grandes cantidades de condensado y partículas en forma instantánea. Resistencia al impacto hidráulico debe ser otro factor importante al seleccionar el tipo de la trampa.

Selección de trampa y factor de seguridad para cabezales de vapor (sólo para vapor saturado). Un factor de seguridad de 1.5 es recomendado para prácticamente cualquier cabezal de vapor. La capacidad requerida para la trampa se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Capacidad Requerida para la Trampa = Factor de Seguridad x Carga Conectada a la(s) x Caldera(s) x Acarreo Anticipado (típicamente 10%).

EJEMPLO: ¿Qué tamaño de trampa de vapor se requerirá para un cabezal con una carga conectada de 20,000 kg/hr y un acarreo anticipado del 10%?

Utilizando la fórmula:
Capacidad Requerida para la Trampa = 1.5 x 20,000 x 0.1 = 3,000 kg/hr

La capacidad de responder inmediatamente a la acumulación de condensado, la excelente resistencia a impacto hidráulico, la capacidad de lidiar con partículas, y el funcionamiento eficiente a bajas cargas son las características que hacen al Balde Invertido (IB) la mejor opción de trampa de vapor para esta aplicación.

Instalación. Si el flujo del vapor en el cabezal es únicamente en una sola dirección, entonces una sola trampa de vapor es necesaria en el extremo de salida del cabezal. Cuando se tiene alimentación de vapor a la mitad del cabezal (Fig. 16-2), o se tiene flujo del vapor en el cabezal en ambas direcciones, cada extremo del cabezal necesita ser trampeado.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CODIGOS").

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Cabezal de Vapor	IBLV M, E, L, N, B, Q	*F&T

* Nunca se debe de usar una trampa tipo F&T con vapor sobrecalentado. Siempre se debe de usar una IB con válvula check interna, y con válvula y asiento pulidos.

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción, Códigos y Alternativa(s)	0 - 2 bar	Arriba de 2 bar
Tuberías Principales y Ramales. Condiciones Sin congelamiento	B, M, N, L, F, E, C, D, Q	*IB	*IB
	Otras Opciones	F&T	**F&T
Tuberías Principales y Ramales. Condiciones de congelamiento	B, C, D, E, F, L, M, N, Q, J	*IB	*IB
	Otras Opciones	Termostática o CD	Termostática o CD

* Especificar válvula check interna cuando la presión fluctúa.
** Usar IBLV arriba de los límites de presión y temperatura de las F&T.
NOTA: Con vapor sobrecalentado se especifica una IB con válvula check interna y con válvula y asiento pulidos.

Tuberías Principales

Uno de los usos más comunes para las trampas de vapor es el trapeo de las tuberías principales de vapor. Estas tuberías se deben de mantener libres de aire y de condensado para poder garantizar que el equipo que utiliza el vapor estará trabajando en forma eficiente. Un trapeo inadecuado en las tuberías principales de vapor muy frecuentemente ocasiona que se tenga golpe de ariete y acumulación de condensado, lo cual puede dañar las válvulas de control y otros equipos.

Existen dos métodos comunes para precalentar las tuberías principales de vapor: el supervisado y el automático. El Precalentamiento Supervisado es bastante aceptable para el calentamiento inicial de tuberías de diámetro grande y/o de gran longitud. En este método se recomienda que antes de que el vapor fluya por la tubería principal, se abran completamente las válvulas de las piernas colectoras para que el vapor escape a la atmósfera. Las válvulas de las piernas colectoras se cierran hasta que todo, o casi todo, el condensado del precalentamiento haya sido descargado. Después de ello, las

trampas se encargan de remover el condensado que se puede generar en operación normal del equipo. Se sigue un procedimiento similar para el precalentamiento del sistema de tuberías principales en una planta de energía.

Precalentamiento Automático es cuando se enciende la caldera y se deja que las tuberías principales y algunos, o todos, de los equipos alcancen la temperatura y presión de operación sin intervención manual o supervisión.

PRECAUCIÓN: Independientemente del método de precalentamiento se debe de dar suficiente tiempo durante el ciclo de precalentamiento para minimizar los esfuerzos térmicos y prevenir posible daño al sistema.

Selección de trampas y factor de seguridad para tuberías principales (sólo para vapor saturado). Las trampas se deben de seleccionar para que descarguen el condensado producido por pérdidas de radiación durante la operación normal del equipo. Si se seleccionan basados en la carga de arranque, se tendrán trampas demasiado grandes que se desgastarán

prematuramente. Las piernas colectoras se deben calcular con base en la colección de condensado durante las condiciones de baja presión del precalentamiento. (Véase Tabla 18-1). Las cargas de condensado en una tubería aislada térmicamente se pueden obtener de la Tabla 17-1. Todos los valores en esta tabla presuponen una eficiencia del aislamiento del 75%. Para presiones o diámetros de la tubería no incluidos en la tabla se puede usar la siguiente fórmula:

$$C = \frac{A \times U \times (t_v - t_a) \times E}{H}$$

Donde:

C = Condensado en kg/hr/m

A = Área exterior de la tubería en metros cuadrados. (Tabla 17-1, columna 2)

U = kJ/hr·m²·°C de la Gráfica 17-1.

t_v = Temperatura del vapor, en °C

t_a = Temperatura del aire, en °C

E = 1 menos la eficiencia del aislamiento térmico. (Ejemplo: eficiencia de aislamiento del 75%: 1 - 0.75 = 0.25, o sea E = 0.25)

H = Calor latente del vapor. (Ver Tablas de Vapor en la página 2)

Tabla 17.1 Condensación en Tuberías Aisladas que Llevan Vapor Saturado en Aire sin Mover a 21°C (Se supone una eficiencia térmica del 75%)

Tamaño de Tubo (in)	Presión, bar(g)									
	1	2	4	8	12	16	32	40	60	
0.5	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.17	0.19	0.25	
0.75	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.14	0.21	0.23	0.30	
1	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.25	0.29	0.37	
1.25	0.08	0.09	0.12	0.16	0.19	0.22	0.31	0.35	0.45	
1.5	0.09	0.11	0.13	0.18	0.21	0.24	0.35	0.40	0.51	
2	0.11	0.13	0.16	0.22	0.26	0.30	0.43	0.48	0.63	
2.5	0.13	0.15	0.19	0.26	0.31	0.35	0.50	0.57	0.75	
3	0.15	0.18	0.23	0.30	0.37	0.42	0.60	0.69	0.89	
3.5	0.17	0.20	0.26	0.34	0.41	0.47	0.68	0.78	1.01	
4	0.19	0.23	0.29	0.38	0.46	0.52	0.76	0.86	1.12	
5	0.23	0.27	0.35	0.46	0.56	0.64	0.92	1.05	1.36	
6	0.27	0.32	0.41	0.54	0.65	0.75	1.08	1.23	1.60	
8	0.34	0.41	0.52	0.69	0.83	0.95	1.38	1.57	2.05	
10	0.41	0.50	0.63	0.84	1.02	1.16	1.69	1.93	2.51	
12	0.48	0.58	0.74	0.98	1.19	1.36	1.98	2.26	2.95	
14	0.52	0.63	0.81	1.07	1.30	1.48	2.16	2.46	3.22	
16	0.59	0.72	0.91	1.21	1.47	1.68	2.44	2.79	3.65	
18	0.66	0.80	1.02	1.35	1.64	1.87	2.73	3.12	4.08	
20	0.72	0.88	1.12	1.49	1.80	2.07	3.01	3.44	4.50	
24	1.04	1.25	1.59	2.10	2.52	2.88	4.14	4.72	6.12	

Con base en el programa "3Eplus", versión 2.11, de la Asociación de Fabricantes de Aislamiento en Norteamérica (NAIMS), siguiendo el método descrito en ASTM C680

Gráfica 17-1. Curvas para Pérdidas de Calor

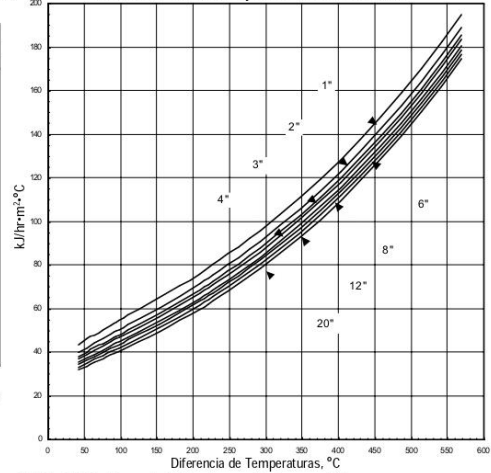


Tabla 17-2. La Carga al Precalentar Desde 2°C, Tubería Cédula 40

Tamaño de Tubo (in)	Presión del Vapor, bar(g)						
	0.1	1	2	4	8	12	16
1	0.044	0.054	0.062	0.075	0.091	0.104	0.114
1.25	0.059	0.073	0.084	0.100	0.123	0.140	0.154
1.5	0.070	0.087	0.101	0.120	0.147	0.167	0.184
2	0.094	0.117	0.135	0.161	0.197	0.224	0.247
2.5	0.149	0.186	0.214	0.255	0.313	0.356	0.392
3	0.195	0.243	0.280	0.334	0.409	0.465	0.513
3.5	0.235	0.292	0.337	0.402	0.492	0.560	0.617
4	0.278	0.346	0.399	0.476	0.583	0.663	0.731
5	0.377	0.469	0.540	0.645	0.789	0.899	0.990
6	0.489	0.608	0.701	0.836	1.02	1.17	1.28
8	0.736	0.915	1.06	1.26	1.54	1.75	1.93
10	1.04	1.30	1.50	1.78	2.19	2.49	2.74
12	1.38	1.72	1.98	2.36	2.89	3.29	3.63
14	1.62	2.02	2.33	2.78	3.40	3.87	4.27
16	2.14	2.66	3.07	3.66	4.48	5.10	5.62
18	2.71	3.37	3.88	4.63	5.67	6.45	7.11
20	3.17	3.94	4.55	5.42	6.64	7.56	8.33
24	4.41	5.48	6.32	7.54	9.23	10.51	11.58

Tabla 17-3. Peso de Tubería por Metro, en Kilos

Tamaño de Tubo, in	Diámetro Exterior, mm	Superficie m ² / m	Peso de Tubería, kg/m		
			Cédula 40	Cédula 80	Cédula 160
1	33.4	0.105	2.51	3.23	4.24
1.25	42.2	0.132	3.38	4.46	5.59
1.5	48.3	0.152	4.05	5.40	7.23
2	60.3	0.190	5.43	7.47	11.08
2.5	73.0	0.229	8.61	11.40	14.89
3	88.9	0.279	11.26	15.25	21.31
3.5	101.6	0.319	13.55	18.61	—
4	114.3	0.359	16.05	22.29	33.63
5	141.3	0.444	21.75	30.92	49.04
6	168.3	0.529	28.23	42.51	67.4
8	219.1	0.688	42.48	64.56	111.1
10	273.1	0.858	60.23	81.45	173
12	323.9	1.017	79.8	131.8	240
14	355.6	1.117	94	159	283
16	406.4	1.277	123	204	365
18	457.2	1.436	156	254	460
20	508.0	1.596	183	311	564
24	609.6	1.915	254	442	806

Para las trampas que se instalan entre la caldera y el final de la tubería, aplíquese un factor de seguridad de 2. Se aplica un factor de seguridad de 3 para trampas instaladas al final de las tuberías, o antes de las válvulas reguladoras y de cierre que están cerradas por ciertos períodos de tiempo.

Divida la carga de precalentamiento de la Tabla 17-2 entre el número de minutos que se permiten para llegar a la temperatura final del vapor. Multiplíquese por 60 para obtener kilos por hora.

Para presiones de vapor y cédulas de tubería que no se incluyen en la Tabla 17-2 se puede usar la siguiente fórmula para calcular la carga de precalentamiento:

$$C = \frac{W \times (t_1 - t_2) \times 0.477}{H}$$

Donde:

C = Cantidad de condensado, en kg

W = Peso total de la tubería, en kg

(Ver Tabla 17-3 para pesos de tuberías)

t₁ = Temperatura final de la tubería, en °C

t₂ = Temperatura inicial de la tubería, en °C

0.477 = Calor específico de la tubería de acero, en kJ/kg·°C

H = Calor latente del vapor a la temperatura final, en kJ/kg (ver Tablas del Vapor)

Una opción algo conservadora sería: calcular la carga de precalentamiento para llegar a 103.9°C ó 0.14 bar. Dividir entre el número de minutos permitido para llegar a esa temperatura y multiplíquese por 60, para obtener kilogramos por hora. Se debe seleccionar la trampa en base a un diferencial de presión de 0.07 bar por cada 0.71 m de altura entre la parte baja de la tubería principal y la parte superior de la trampa.

La trampa de Balde Invertido (IB) es la recomendada para esta aplicación porque puede lidiar con suciedad y condensado acumulado, y resiste impacto hidráulico. Además, en caso de que el balde invertido llegase a fallar, lo hace en la posición abierta.

Instalación. Los dos métodos de precalentamiento usan piernas colectoras y

trampas en ubicaciones a niveles bajos o puntos de drenado natural, tales como:

- Antes de elevadores
- Al final de tuberías
- Antes de juntas de expansión o curvaturas
- Antes de válvulas o reguladores

Se deben de instalar piernas colectoras y trampas aun cuando no se tengan puntos de drenado natural (Véase Figs. 18-1, 18-2 y 18-3). Estos elementos se deben de instalar normalmente a intervalos de 90 m, pero nunca a más de 150 m.

Con Precalentamiento Supervisado, se deben de usar piernas colectoras con longitud igual a 1.5 veces el diámetro de la tubería, pero nunca de menos de 250 mm. Con Precalentamiento Automático las piernas colectoras deben de ser de al menos 700 mm de longitud. En ambos casos es buena idea el utilizar piernas colectoras del mismo diámetro que el de las tuberías, hasta tuberías de 100 mm; para tamaños mayores se utilizan de la mitad del tamaño del tubo, pero nunca un tamaño menor a 100 mm (Véase Tabla 18-1).

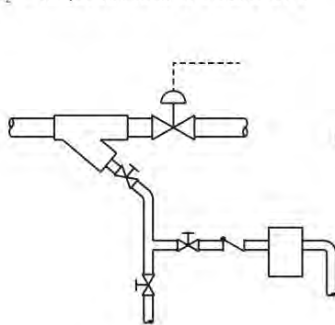


Figura 18-1. Trampa drenando el filtro antes de una válvula reguladora.

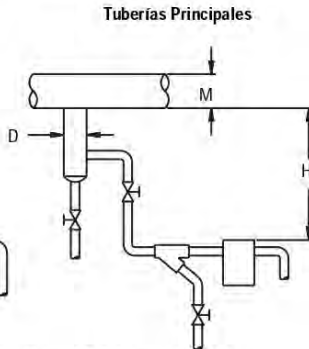


Figura 18-2. Trampa drenando una pierna colectora en tubería principal.



Figura 18-3. Trampa drenando una pierna colectora en ramal hacia arriba. La distancia "H", en m, dividida entre 10 es igual a la presión estática (bar) para forzar el agua a través de la trampa.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS")

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones	
		*DC	
Separador de Vapor	IBLV, B, M, L, E, F, N, Q	*DC	

* La DC es la primera opción cuando la calidad de vapor es de 90%, o menos.

Tabla 18-1. Dimensiones Recomendadas para Piernas Colectoras en Tuberías Principales y Ramales.

Tamaño de Tubería	M	D	H		
			Precalentamiento Supervisado	Precalentamiento Automático	
15	1/2	15	1/2	250	710
20	3/4	20	3/4	250	710
25	1	25	1	250	710
50	2	50	2	250	710
80	3	80	3	250	710
100	4	100	4	250	710
150	6	100	4	250	710
200	8	100	4	300	710
250	10	150	6	380	710
300	12	150	6	460	710
350	14	200	8	535	710
400	16	200	8	610	710
450	18	250	10	685	710
500	20	250	10	760	760
600	24	300	12	915	915

Ramales de Tubería

Los ramales son las tuberías que salen de las tuberías principales de vapor y llevan al vapor hacia el equipo que lo utiliza. El sistema completo debe de ser diseñado y conectado de forma que se evite la acumulación de condensado en cualquier punto del sistema.

Selección de trampas y factor de seguridad para ramales de tubería de vapor. La fórmula para el cálculo de la carga de condensado es la misma que la usada para tuberías principales de vapor. Para ramales de tuberías de vapor también se recomienda un factor de seguridad de 3.

Instalación. El arreglo del sistema de tuberías, de la tubería principal al elemento de control, recomendado para cuando se tienen desviaciones de menos de 3 m es mostrado en la Fig. 19-1, y en la Fig. 19-2 para desviaciones de más de 3 m. Véase la Fig. 19-3 para sistemas de tuberías donde la válvula de control debe de estar a un nivel menor que la tubería principal.

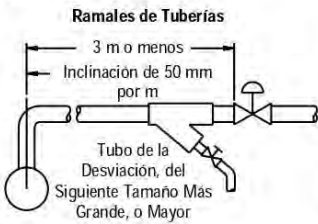


Figura 19-1. Tubería para desviación de menos de 3 m. No se necesita trampa a solo que la inclinación desde el cabezal de alimentación sea de menos de 50 mm por m.

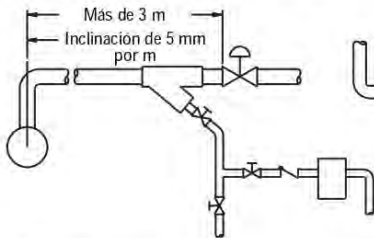


Figura 19-2. Tubería para desviaciones mayores de 3 m. Una pierna colectora y una trampa se necesitan antes de la válvula de control. Un filtro antes de la válvula de control puede servir como pierna colectora si la línea de escape pasa por una trampa de balde invertido. Esto también minimiza el problema de limpiar el filtro. La trampa debe de especificarse con una válvula check interna, o se debe instalar una válvula check de compuerta antes de la trampa.

Instálese un filtro del tamaño de la tubería antes de cada válvula de control, así como también antes de la válvula reguladora de presión (PRV), si es que existe una. Instálese una válvula de escape, preferiblemente con una trampa IB (de Balde Invertido). A los pocos días de haber arrancado el sistema se debe de checar la malla del filtro para limpiarla en caso de que sea necesario.

Separadores

Los separadores de vapor están diseñados para remover cualquier condensado que se forme en un sistema de distribución de vapor. Los separadores son usualmente instalados antes del equipo donde es particularmente necesario que se tenga vapor seco. También son típicos en tuberías de vapor secundario, debido a que por su misma naturaleza tienen un gran porcentaje de condensado que ha sido separado.

Factores importantes en la selección de trampas para separadores son la habilidad de descargar acumulación de condensado, proveer buena resistencia contra impacto hidráulico, y operar con cargas ligeras.

Selección de trampas y factor de seguridad para separadores. Úsese un factor de seguridad de 3 en todos los casos; aún cuando se recomienden, en base a la carga de condensado y a la presión de operación, diferentes tipos de trampas.

La siguiente fórmula se puede usar para calcular la capacidad requerida para la trampa:

$$\text{Capacidad requerida para la trampa (kg/hr)} = \text{Factor de Seguridad} \times \text{Flujo de vapor (kg/hr)} \times \text{Porcentaje estimado de condensado (típicamente de 10\% a 20\%)}$$

EJEMPLO: ¿Qué tamaño de trampa de vapor se requerirá para un flujo de 500 kg/hr? Usando la fórmula:

$$\text{Capacidad requerida para la trampa} = 3 \times 500 \times 0.10 = 150 \text{ kg/hr.}$$

La trampa de Balde Invertido con un venteador grande (IBLV) es la que se recomienda para los separadores. La trampa tipo F&T es una alternativa válida si la suciedad y el impacto hidráulico no son un problema grande.

Un Controlador Automático Diferencial de Condensado (DC) puede ser preferido para ciertos casos. Combina las mejores características de las dos recomendaciones anteriores y es recomendado para grandes cargas de condensado, especialmente si se excede la capacidad del separador.

Instalación

Conéctense las trampas a la línea de drenaje del separador, a unos 250 a 300 mm debajo del separador. La tubería de drenado debe ser del mismo tamaño que el especificado en la conexión del separador, y va hasta la salida a la trampa (Fig. 19-4). El tubo del drenaje y el colector de suciedad deben de ser del mismo tamaño que la conexión del drenaje.

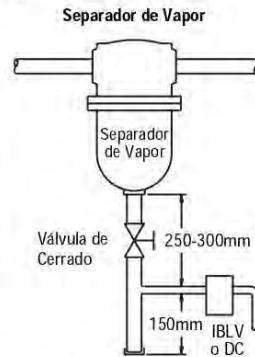


Figura 19-4. Drenado a la salida del separador. Una pierna colectora y un colector de suciedad, del mismo tamaño que la tubería, son necesarios para asegurar un flujo positivo y rápido del condensado a la trampa.

Figura 19-3. Independientemente de la longitud de la desviación, una pierna colectora y una trampa se necesitan antes de la válvula de control ubicada más abajo que la tubería principal de vapor. Si el serpentín está más arriba que la válvula de control, una trampa también se debe de instalar a la salida de la válvula de control.

Cómo Trampear Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza & Serpentes Sumergidos

Serpentes sumergidos son elementos para transferencia de calor que se sumergen en el líquido que se va a calentar, evaporar o concentrar. Este tipo de serpentín se puede encontrar en cualquier fábrica o institución que utiliza vapor. Ejemplos típicos son calentadores de agua, hervidores, calentadores de succión, evaporadores, y vaporizadores. Estos equipos son usados para calentar agua para el proceso o para uso domestico, vaporizar gases industriales como propano y oxígeno, concentrar fluidos en proceso, como azúcar, petróleo, licores, y combustible para calefacción para su fácil transportación y atomización.

Los diferentes requerimientos de cada aplicación, ya sea a presión de vapor constante o variable, determinan que tipo de trampa debe de especificarse. Factores que deben considerarse en la selección incluyen la capacidad para lidiar con aire a presiones diferenciales bajas, para conservar energía, y para remover basuras y bloques de condensado acumulado. Tres métodos estándar de selección ayudan en la

determinación del tipo y tamaño apropiado para las trampas del serpentín.

Factor de Seguridad

- I. Presión Constante del Vapor. TRAMPAS DE BALDE INVERTIDO O TRAMPAS F&T. Usar un factor de seguridad de 2 a la presión diferencial de operación.
- II. Presión Variable del Vapor. TRAMPAS F&T O TRAMPAS DE BALDE INVERTIDO.
 1. Vapor de 0 a 1 bar: Factor de seguridad de 2 a una presión diferencial de 0.1 bar.
 2. Vapor de 1 a 2 bar: Factor de seguridad de 2 a una presión diferencial de 0.2 bar.
 3. Vapor arriba de 2 bar: Factor de seguridad de 3 a la mitad de la máxima presión diferencial a través de la trampa.
- III. Para presión de vapor constante o variable con drenaje por sifón. Un Controlador

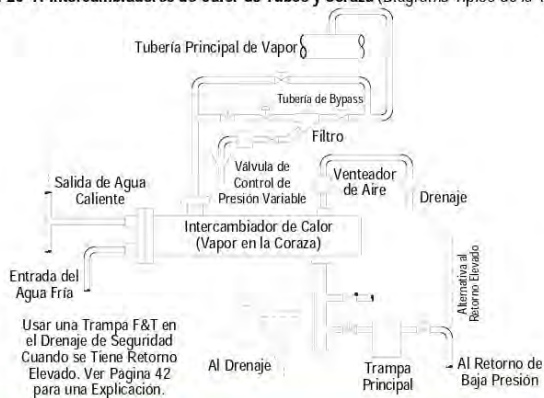
Automático Diferencial de Condensado (DC) debe de usarse con un factor de seguridad de 3. Una alternativa es una IBLV con un factor de seguridad de 5.

Con presión constante de vapor, aplíquese el factor de seguridad a la presión diferencial total. Con presión variable de vapor, aplíquese el factor de seguridad a la mitad de la máxima presión diferencial.

Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza

Un tipo de serpentín sumergido es el intercambiador de calor de tubos y coraza (Fig. 26-1). En estos intercambiadores se instalan varios tubos dentro de una cámara coraza con una área libre reducida. Esto básicamente asegura que siempre hay contacto entre los tubos y el fluido viajando en la coraza. Aún cuando el término sumergido implica que el vapor fluye en los tubos y que los tubos están sumergidos en el fluido siendo calentado, lo opuesto puede también ser implementado, con el vapor en la coraza y el líquido en los tubos.

Figura 26-1. Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza (Diagrama Típico de la Tubería)



Selección de Trampas para Intercambiadores de Calor de Tubos y Coraza

Para determinar la carga de condensado en intercambiadores de tubos y coraza se usa la fórmula dada a continuación, si es que se conoce la capacidad nominal. (Si sólo se conocen las dimensiones del serpentín, úsese la fórmula dada para serpentines estampados. Asegúrese de seleccionar el factor "U" apropiado).

$$Q = \frac{L \times \Delta T \times C \times 60 \times \text{sg}}{H}$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

L = Flujo del líquido, en lt/min

ΔT = Incremento en temperatura, en °C

C = Calor específico del líquido, en kJ/kg·°C (Tabla 50-1)

60 = 60 min/hr

sg = Gravedad específica del líquido (Tabla 50-1)

H = Calor latente del vapor, en kJ/kg (Ver Tablas de Vapor, página 2)

EJEMPLO: Supongase que se tiene un flujo de agua de 200 lt/min con una temperatura de entrada de 20°C y una temperatura de salida de 60°C. La presión del vapor es de 1 bar. Determine la carga de condensado.

Usando la fórmula:

$$Q = \frac{200 \times 40^\circ\text{C} \times 4.19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 60 \times 1}{2202 \text{ kJ/kg}} = 913 \text{ kg/hr}$$

* Para especificar las trampas en hervidores, vaporizadores y evaporadores (equipo que crea vapor), se debe de usar la fórmula para SERPENTES ESTAMPADOS en la página 27.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS").

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Presión Constante		1era Opción y Códigos	Presión Variable	
		0-2 bar	Arriba de 2 bar		0-2 bar	Arriba de 2 bar
Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza	I, F, Q, C, E, K, N, B, G	IBLV	IBLV	B, C, G, H, L, I	F&T ³	*F&T ³
Serpentes Estampados y Serpentes Tubulares	Alternativa	DC F&T	DC *F&T	Alternativa	DC IBT	DC IBLV

* Los límites de presiones para las trampas F&T pueden ser un poco diferentes para ciertos modelos y tamaños.

POR FAVOR NOTESE QUE:

1. Se debe de proveer un rompedor de vacío cuando se tengan presiones menores a la atmosférica.
2. Se debe tener un drenaje de seguridad cuando se eleve el condensado en servicio a presión variable.
3. Si se tiene que lidiar con grandes cantidades de aire y suciedad, la trampa de balde invertido con un ventilador termostático externo puede ser una alternativa eficiente.

Cómo Trampear Equipo con Cámaras de Vapor Cerradas y Estacionarias

El equipo con cámaras de vapor cerradas y estacionarias incluye planchas de placa para la fabricación de maderas compuestas y otros productos laminados, moldes con camisas de vapor para componentes de hule o plástico, hornos autoclave para curar y esterilizar, y retortas para cocido.

Productos Encerrados en Prensas con Camisas de Vapor

Productos moldeados de hule y de plástico, tales como estuches de baterías, juguetes, conexiones y llantas, son formados y curados en equipo de este tipo. Así como maderas laminadas que son comprimidas, pegadas y curadas (plywood). Máquinas de planchado de superficies planas en las lavanderías son una forma especializada de prensar con una cámara de vapor en un sólo lado del producto.

Selección de Trampas y Factor de Seguridad

La carga de condensado para equipo con cámaras de vapor cerradas y estacionarias se puede calcular mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = A \times R \times S$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

A = Área total de la superficie de las placas en contacto con el producto, en m²

R = Capacidad de condensación, en kg/m²/hr (Cuando se especifica la trampa, el valor de 35 kg/m²/hr se puede usar para la capacidad de condensación)

S = Factor de Seguridad

EJEMPLO: ¿Cuál es la carga de condensado en la placa de enmedio, de 600 mm x 900 mm, en una prensa?

Usando la fórmula: $Q = 0.54 \times 35 \times 3 = 56.7 \text{ kg/hr}$
Solo la mitad de esta carga se necesita en las placas de los extremos.

El factor de seguridad recomendado para este tipo de aplicaciones es de 3.

La trampa de Balde Invertido (IB) es la primera opción recomendada para cámaras con camisas de vapor, secadoras y planchadoras, esto es debido a sus características para purgar el sistema, resistir impacto hidráulico y conservar energía en forma adecuada. El tipo de trampas de disco y la termostática son alternativas aceptables.

Instalación

Aún cuando la carga de condensado en cada plataforma es baja, trapeo unitario es esencial para prevenir cortocircuito, Fig. 32-1. Trapeo independiente garantiza temperatura máxima y uniforme para cada presión del vapor, ya que se tiene un drenado de condensado y un purgado de no-condensables bastante eficiente.

Inyección Directa de Vapor en la Cámara del Producto

Este tipo de equipo combina vapor con el producto con el propósito de curarlo, esterilizarlo o cocerlo. Ejemplos típicos son los hornos de autoclave usados en la fabricación de productos de hule o plástico, esterilizadores de ropas y de instrumento de cirugía, y retortas para cocimiento de alimentos y productos enlatados.

Selección de Trampas y Factores de Seguridad

Calcular la carga de condensado mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{W \times C \times \Delta T}{H \times t}$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

W = Peso del material, en kg

C = Calor específico del material, en kJ/kg°C (Ver página 50)

ΔT = Incremento en temperatura del material, en °C

H = Calor latente del vapor, en kJ/kg (de las Tablas de Vapor, página 2)

t = Tiempo de calentamiento del material, en horas

EJEMPLO: ¿Cuál será la carga de condensado en un horno autoclave que contiene 100 kg de un producto de hule que debe de ser calentado a una temperatura de 150°C, desde una temperatura de 20°C? El horno autoclave opera a una presión del vapor de 8 bar, y el proceso de precalentamiento se lleva 20 minutos. Usando la fórmula:

$$Q = \frac{100 \text{ kg} \times 1.74 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 130^\circ\text{C} \times 60}{2031 \text{ kJ/kg} \times 20} = 33.4 \text{ kg/hr}$$

Multiplíquese por el factor de seguridad recomendado de 3, y se obtiene la capacidad requerida de 100 kg/hr.

Figura 32-1. Producto Confinado en Prensas con Camisas de Vapor

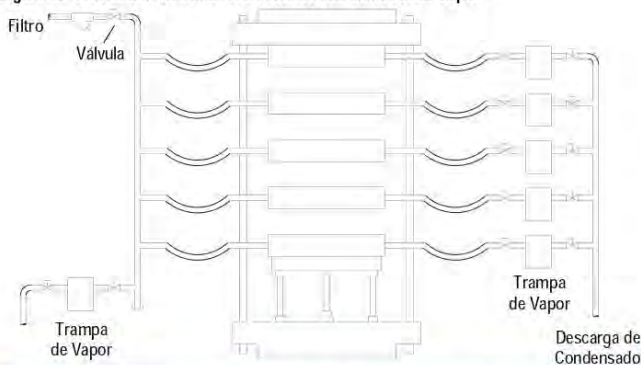


Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CODIGOS"):

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Producto Confinado en Prensa con Camisas de Vapor	IB B, K, E, A	CD y Termostática
Inyección de Vapor Directamente a la Cámara del Producto	*IB B, N, K, E, A, H	Termostática y F&T y **DC
Producto en Cámaras - Vapor en Camisas	*IB B, K, E, A, H	Termostática y F&T y **DC

* Un ventilador adicional de aire es recomendado

** Primera opción para tanques de gran volumen

Cómo Trampear Secadoras Rotatorias con Drenaje por Sifón

Existen dos tipos de secadoras rotatorias que varían de forma significativa en cuanto a método de funcionamiento y clases de aplicaciones. El primer sistema seca el producto al ponerlo en contacto con la superficie exterior de un cilindro lleno de vapor. El segundo sistema tiene el producto dentro de un cilindro rotatorio donde tubos con vapor secan el producto al entrar en contacto directo con el producto. En algunos casos también se usa una camisa de vapor alrededor del cilindro.

Factor de Seguridad

El factor de seguridad para ambos métodos de secado depende del tipo de drenaje que se ha instalado.

■ Si se ha especificado un controlador automático diferencial de condensado (DC), se debe de usar un factor de seguridad de 3, basado en la carga máxima. Así se tendrá suficiente capacidad para manejar el vapor flash, grandes cantidades de condensado, variaciones de presión, y el drenado de no-condensables. La trampa DC puede llevar a cabo estas operaciones en situaciones de presión constante y variable.

■ Si se ha especificado una trampa de balde invertido con venteador adicional se debe de incrementar el factor de seguridad para poder compensar por las grandes cantidades de vapor flash y de no-condensables que se tendrán que drenar. Se recomienda un factor de seguridad de 8 cuando se tiene operación a presión constante; y de 10 cuando es a presión variable.

Cilindro Rotatorio Lleno de Vapor con el Producto por Afuera

Este tipo de secadoras son utilizadas extensamente en la industria del papel, textil, plásticos y alimenticia, donde ejemplos típicos de equipo son los cilindros de secado, secadora de tambor, planchadoras de tintorería, y secadoras de papel. Su velocidad de operación varía desde 1 o 2 rpm hasta velocidades de 5,000 rpm. Presiones de operación del vapor varían desde presiones sub-atmosféricas hasta más de 14 bar. Los diámetros de los cilindros pueden variar desde 150 o 200 mm hasta 4 m o más. En todos los casos se requiere drenaje por sifón y se tendrá vapor flash junto con el condensado.

Selección de Trampas

La carga de condensado se puede calcular mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = 3,14D \times R \times W$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

D = Diámetro de la secadora, en m

R = Capacidad de condensación, en kg/m²·hr

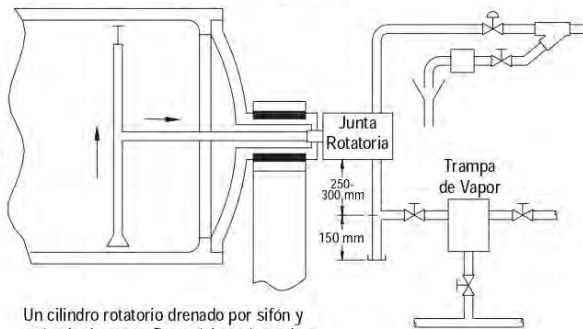
W = Ancho de la secadora, en m

EJEMPLO: Determinar la carga de condensado de una secadora de 1.5 m de diámetro, 4.0 m de ancho y una capacidad de condensación de 35 kg/m²·hr. Usando la fórmula:

$$Q = 3.14 \times 1.5 \times 35 \times 4 = 659.4 \text{ kg/hr}$$

Basado en su capacidad para lidiar con vapor flash, con bloques de condensado, y el purgado del sistema, un controlador DC es la primera recomendación. Una trampa IBLV puede ser apropiada si se selecciona siguiendo los pasos recomendados.

Figura 34-1. Secadora con Producto por Afuera



Un cilindro rotatorio drenado por sifón y rodeado de vapor. Parte del condensado se convierte en vapor flash debido al tubo con camisas de vapor del sifón, y a la elevación por el sifón del condensado durante el drenado.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada 8 para información sobre los "CÓDIGOS").

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Secadoras Rotatorias	DC A, B, K, M, P, N	IBLV*

* Bajo presión constante se usa un factor de seguridad de 8, y bajo presión variable de 10.

Selección de Trampas y Factores de Seguridad

Esta Tabla resume recomendaciones sobre las trampas que probablemente son las más eficientes para ciertas aplicaciones. Los valores de factor de seguridad recomendados

aseguran una operación sin problemas bajo condiciones cambiantes. Contacte a su representante de Armstrong para obtener información más específica sobre las trampas

y sobre los factores de seguridad recomendados.

Aplicación	1era Opción	2da Opción	Factor de Seguridad
Cabezal de la Caldera (Sobrecalentado)	IBLV	F&T	1.5
	IBCV - Pulido	Wafer	Carga al Arranque
Tuberías Principales de Vapor & Ramales de las Tuberías (Sin Congelamiento) (Congelamiento)	IB (CV si la presión varía)	F&T	2; 3 si estaría al final de la tubería, antes de la válvula, o en un ramal
	IB	Termostática o Disco	(Mismo que arriba)
Separador de Vapor Calidad del vapor del 90% o menos	IBLV	DC	3
	DC		3
Venas de Vapor	IB	Termostática o Disco	2
Unidades de Calentamiento y de Manejo de Aire (Presión Constante) (Presión Variable 0 - 1 bar) (Presión Variable 1 - 2 bar) (Presión Variable > 2 bar)	IBLV	F&T	3
	F&T	IBLV	2, a presión diferencial de 0.034 bar
	F&T	IBLV	2, a presión diferencial de 0.14 bar
	F&T	IBLV	3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Radiadores Aletados & Tubos Serpentin (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	Termostática	2, normalmente; 3, para calentamiento rápido
	F&T	IB	2, normalmente; 3, para calentamiento rápido
Calentadores de Aire de Proceso (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	F&T	2
	F&T	IBLV	3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Máquina de Absorción de Vapor (Enfriador)	F&T	IB, con Venteador Externo	2, a presión diferencial de 0.034 bar
Intercambiadores de Calor de Tubo y Coraza & Serpentes de Tubo y Estampados (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	DC o F&T	2
	F&T	DC o IBT (IBLV, a más de 2 bar)	< 1 bar: 2, a 0.034 bar; 1 - 2 bar: 2, a 0.14 bar > 2 bar: 3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Evaporadores de Un Paso y de Pasos Múltiples	DC	IBLV o F&T	2; 3, con cargas de 22,700 kg/hr
Ollas con Camisas de Vapor (Drenado por Gravedad) (Drenado por Sifón)	IBLV	F&T o Termostática	3
	DC	IBLV	3
Secadoras Rotatorias	DC	IBLV	3, para DC; 8, para IB a presión constante; 10, para IB presión variable
Tanques de Flasheo	IBLV	DC o F&T	3

IBLV = Balde Invertido con Venteador Grande
 IBCV = Balde Invertido con Válvula Check Interna
 IBT = Balde Invertido con Venteador Térmico
 F&T = Flotador y Termostática
 DC = Controlador Diferencial de Condensado
 Thermo = Termostática

Use una IB con venteador de aire externo cuando se excedan las limitaciones de presión de la F&T, o si el vapor está sucio. Todos los factores de seguridad son para la presión diferencial de operación, al menos que se indique lo contrario.

Definiendo el Diámetro de las Tuberías de Suministro y de Retorno de Condensados

Definiciones

Tuberías Principales de Vapor o Tuberías Principales llevan el vapor desde la caldera hasta el lugar en la planta en donde se encuentran varios equipos que utilizan el vapor.

Ramales de Vapor llevan el vapor desde las tuberías principales de vapor hasta los equipos calentados con vapor.

Tuberías de Descarga del Vapor llevan el condensado y el vapor flash desde la trampa hasta la tubería de retorno.

Tuberías de Retorno de Condensado reciben el condensado de varias tuberías de descarga de trampas y lo llevan de regreso a la caldera.

NOTA: Los rangos de velocidad mostrados en las tablas de Capacidades de las Tuberías de Vapor, Tablas 45-1 a 46-4, pueden ser usados como una guía general cuando se quiere definir el diámetro de las

tuberías de vapor. Todos los flujos de vapor hacia arriba de un color específico son menores que el correspondiente a la velocidad mostrada en la tabla de los colores.

Diámetro de Tuberías

Hay dos factores principales que definen el diámetro de las tuberías en un sistema de vapor:

1. La presión inicial en la caldera y la caída de presión permitida para todo el sistema de tuberías. La caída total de presión en el sistema no debe de exceder 20% de la presión máxima en la caldera. Este valor debe incluir todas las caídas: en los tubos, en los codos, en las válvulas, etc. Recuérdese que una caída de presión es una pérdida de energía.
2. Velocidad del vapor. Erosión y ruido aumentan la velocidad. Velocidades recomendadas para vapor de proceso son de

30 a 60 m/s; y normalmente se tienen velocidades más bajas en sistemas de calentamiento a presiones más bajas.

Otro factor es crecimiento en el futuro. El tamaño de las tuberías se debe de definir en base a las condiciones contempladas para el futuro. Si no se está seguro sobre el futuro, se debe recordar que se tendrán menos problemas con una tubería de diámetro más grande que el requerido, que con una tubería de tamaño apenas suficiente para la carga en el sistema.

La tabla de abajo proporciona la designación de colores y las velocidades correspondientes

Arriba De	Velocidad Menor Que
Violeta	30 m/sec
Amarillo	40 m/sec
Azul	50 m/sec
Rojo	60 m/sec
Verde	75 m/sec

Tabla 45-1. Capacidad de Tuberías de Vapor a 0.3 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	30	60	120	180	240
1/2	1.8	3	4	5	6
3/4	5	7	10	12	14
1	11	14	20	25	28
1 1/4	24	31	45	55	64
1 1/2	37	46	69	83	96
2	73	96	138	170	198
2 1/2	124	151	230	280	325
3	225	299	423	519	597
3 1/2	335	446	629	772	891
4	478	629	891	1084	1258
5	886	1167	1654	2026	2338
6	1451	1915	2735	3330	3840
8	3027	3987	5654	6931	7992
10	5521	7317	10316	12645	14588
12	8864	11677	16558	20297	23411

Tabla 45-4. Capacidad de Tuberías de Vapor a 4 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m						
	30	60	120	180	240	450	1200
1/2	3.7	6	8	10	12	16	25
3/4	9	13	18	23	26	36	59
1	18	26	37	46	53	73	119
1 1/4	41	59	82	101	117	160	261
1 1/2	64	91	129	158	182	249	406
2	130	190	260	318	369	504	825
2 1/2	214	304	429	525	607	830	1339
3	383	555	779	963	1110	1521	2488
3 1/2	588	829	1175	1438	1661	2271	3714
4	829	1175	1663	2056	2350	3221	5253
5	1530	2170	3069	3755	4350	5934	9723
6	2523	3560	5046	6184	7119	9771	15943
8	5235	7419	10506	12884	14837	20322	33223
10	9584	13547	19123	23500	27388	37142	60455
12	15344	21703	30734	37689	43544	59428	97042

Tabla 45-2. Capacidad de Tuberías de Vapor a 1.0 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	30	60	120	180	240
1/2	2.3	3.7	5	6	7
3/4	6	8	12	15	17
1	13	18	25	30	35
1 1/4	27	38	56	65	74
1 1/2	42	60	83	102	120
2	83	120	171	208	241
2 1/2	139	199	278	343	398
3	259	386	514	630	727
3 1/2	384	546	769	945	1088
4	546	769	1088	1334	1542
5	1010	1426	2015	2469	2851
6	1658	2343	3311	4072	4687
8	3450	4877	6899	8438	9754
10	6299	8901	12574	15399	17798
12	10110	14283	20179	24717	28571

Tabla 45-5. Capacidad de Tuberías de Vapor a 7 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	120	180	240	450	1200
1/2	10	12	4	20	32
3/4	24	29	33	45	75
1	47	56	66	91	150
1 1/4	103	127	146	200	324
1 1/2	150	197	226	310	508
2	324	400	461	633	1030
2 1/2	536	658	762	1038	1697
3	983	1204	1392	1903	3106
3 1/2	1467	1801	2078	2845	4640
4	2078	2548	2943	4024	6585
5	3841	4711	5444	7442	12148
6	6309	7734	8942	12214	19938
8	13131	16102	18608	25475	41503
10	23962	29383	33987	46385	75737
12	38461	47134	54464	74470	121528

Tabla 45-3. Capacidad de Tuberías de Vapor a 2.0 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	30	60	120	180	240
1/2	3.2	4.6	6	8	9
3/4	7	10	15	18	21
1	15	21	30	36	42
1 1/4	32	46	66	80	93
1 1/2	51	72	102	125	144
2	103	146	206	252	291
2 1/2	170	240	339	416	480
3	312	440	619	763	880
3 1/2	457	649	926	1144	1316
4	656	933	1316	1612	1859
5	1212	1718	2429	2979	3441
6	1993	2817	3995	4895	5634
8	4156	5865	8313	10160	11740
10	7574	10714	15139	18599	21475
12	12168	17203	24289	29788	34406

Tabla 45-6. Capacidad de Tuberías de Vapor a 10 bar - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Caída de Presión, Pa/m				
	120	180	240	450	1200
1/2	11	14	16	23	37
3/4	27	33	38	53	86
1	54	67	77	106	173
1 1/4	120	148	170	234	382
1 1/2	187	230	266	363	592
2	380	464	537	735	1204
2 1/2	624	767	886	1233	1978
3	1139	1406	1621	2219	3626
3 1/2	1713	2097	2422	3312	5333
4	2417	2961	3421	4690	7686
5	4470	5493	6342	8680	14093
6	7346	9024	10387	14264	23222
8	15307	18752	21674	29683	48492
10	27966	34209	39502	54197	88394
12	44896	55034	63474	86464	141879

Cómo Definir el Diámetro de las Tuberías de Retorno de Condensados

El determinar los tamaños de las tuberías de retorno de condensados presenta ciertos problemas que son diferentes a los presentes en tuberías de vapor o agua. El problema más importante es la necesidad de lidiar con vapor flash o secundario. Una tubería de retorno debe de ser capaz de llevar condensado y vapor flash, pero el volumen del vapor flash es varias veces mayor que el volumen de condensado. Para los valores dados en la Gráfica 47-1 el volumen de vapor flash es del 96% al 99% del volumen total. Por lo tanto, sólo se considera vapor flash en la Gráfica 47-1.

Tuberías de retorno de condensado deben de diseñarse para que tengan una velocidad razonable y una caída de presión aceptable. La Gráfica 47-1 está basada en tener una velocidad de 2,134 m/min o menor, con tubo de cédula 40. Factores adicionales que también deben de considerarse, dependiendo en las condiciones del agua, son: suciedad, atascamientos, corrosión y erosión.

Para una dada presión de alimentación a la trampa y una presión de la tubería de retorno, así como para una caída de presión supuesta ($\Delta P/L$) por cada metro de tubería, y conociendo el flujo de condensado, se puede determinar el diámetro adecuado de la tubería con la ayuda de la Gráfica 47-1.

Como Usar la Gráfica 47-1

Ejemplo 1: Un sistema de condensados tiene la alimentación del vapor a 2 bar. La tubería de retorno no está venteada y está a 0 bar. La capacidad requerida para la tubería de retorno es de 908 kg/hr de condensado. ¿De qué tamaño debe ser la tubería de retorno?

Solución: Dado que en el sistema se reduce la presión del condensado desde 2 bar hasta 0 bar, se tendrá vapor flash (suponiendo que no hay subenfriamiento) y el sistema de retorno será del tipo seco y cerrado (es decir, no es completamente líquido y no está venteado a la atmósfera). La información en la Gráfica 47-1 puede ser usada. Se define una caída de presión de 0.017 bar por cada

metro. En la Gráfica 47-1, con una presión de alimentación de 2 bar y una de retorno de 0 bar, y un $\Delta P/L = 0.017$, se obtiene que se debe de seleccionar una tubería de retorno de 50 mm.

Ejemplo 2: Un sistema de retorno de condensados tiene la alimentación del vapor a 6.9 bar, y el retorno está a 0 bar y no está venteado. La línea de retorno es horizontal y debe de tener una capacidad de 1,135 kg/hr. ¿Qué tamaño de tubo se requiere?

Solución: Dado que el sistema estará reduciendo condensado no subenfriado desde 6.9 bar hasta 0 bar, se generará vapor flash y básicamente se tendrá un retorno del tipo seco y cerrado. Si se escoge una caída de presión de 0.07 bar por metro, se llega a una situación no recomendada (a) en la Gráfica 47-1. Pero si se selecciona una caída de presión de 0.017 bar, entonces se obtiene que una tubería de 65 mm de diámetro es adecuada para este sistema.

Gráfica 47-1. Flujo de Masa (kg/hr) para Retornos Secos y Cerrados

Tamaño de Tubería	Presión de Alimentación = 35 kPa			Presión de Alimentación = 100 kPa			Presión de Alimentación = 210 kPa			Presión de Alimentación = 340 kPa			
	Presión de Retorno = 0 kPa			Presión de Retorno = 0 kPa			Presión de Retorno = 0 kPa			Presión de Retorno = 0 kPa			
	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	
	15	60	240	15	60	240	15	60	240	15	60	240	
	Flujo, kg/h												
15	1/2	108	238	500	43	94	205	29	58	126	18	43	90
20	3/4	230	508	1 087	94	205	432	58	126	266	40	90	191
25	1	454	976	2 059	180	389	824	115	241	508	53	173	364
32	1 1/4	954	2 041	4 320	382	817	1 724	238	504	1 062	169	364	783
40	1 1/2	1 436	3 074	6 444	576	1 235	2 585	353	756	1 591	256	544	1 145
50	2	2 830	6 048	a	1 134	2 412	a	698	1 483	a	504	1 066	a
65	2 1/2	4 536	9 648	a	1 829	3 852	a	1 123	2 383	a	806	1 714	a
80	3	8 172	17 244	a	3 265	6 912	a	2 012	4 248	a	1 447	3 053	a
100	4	16 894	35 388	a	6 768	14 184	a	4 176	8 712	a	3 020	6 264	a
150	6	50 040	a	a	20 088	a	a	12 384	a	a	8 892	a	a
200	8	103 680	a	a	41 760	a	a	25 596	a	a	18 360	a	a

Tamaño de Tubería	Presión de Alimentación = 690 kPa			Presión de Alimentación = 1030 kPa			Presión de Alimentación = 690 kPa			Presión de Alimentación = 1030 kPa			
	Presión de Retorno = 100 kPa			Presión de Retorno = 100 kPa			Presión de Retorno = 100 kPa			Presión de Retorno = 100 kPa			
	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	mm	in	$\Delta P/L$, Pa/m	
	15	60	240	15	60	240	15	60	240	15	60	240	
	Flujo, kg/h												
15	1/2	14	29	61	11	22	50	25	54	119	18	43	90
20	3/4	29	61	133	22	50	104	54	119	256	43	90	191
25	1	54	119	248	47	94	205	108	227	482	83	176	364
32	1 1/4	115	245	511	90	198	421	227	482	997	173	364	763
40	1 1/2	173	367	770	140	299	634	342	727	1 505	259	547	1 134
50	2	342	720	a	277	590	a	686	1 408	2 927	508	1 066	2 221
65	2 1/2	544	1 156	a	443	954	a	1 076	2 268	4 680	817	1 714	3 539
80	3	979	2 063	a	799	1 681	a	1 819	4 032	a	1 451	3 042	a
100	4	2 023	4 248	a	1 652	3 460	a	3 960	8 244	a	3 002	6 264	a
150	6	5 976	a	a	4 896	a	a	11 736	24 300	a	8 892	18 432	a
200	8	12 420	a	a	10 152	a	a	24 228	50 040	a	18 360	37 800	a

*La velocidad es mayor que 35 m/s para estos tamaños y caídas de presión. Seleccione otra combinación de tamaño y caída de presión. Copiada del ASHRAE Handbook - 1997 Fundamentals, con permiso especial.

Tablas Ingenieriles Útiles

Tabla 48-1. Longitud Equivalente de Tubería a Añadir Debido a Accesorios - Tubo Cédula 40

Tamaño de Tubería (in)	Longitud en Metros a Añadir				
	Codo Estándar	"T" con Salida Lateral	Válvula de Compuerta*	Válvula de Globo*	Válvula de Angulo*
1/2	0.5	0.9	0.1	5.4	2.4
3/4	0.6	1.3	0.2	7.1	3.1
1	0.8	1.6	0.2	9.1	4.0
1 1/4	1.1	2.1	0.3	11.9	5.3
1 1/2	1.2	2.5	0.3	13.9	6.1
2	1.6	3.2	0.4	17.9	7.9
2 1/2	1.9	3.8	0.5	21.3	9.4
3	2.3	4.7	0.6	26.5	11.7
3 1/2	2.7	5.4	0.7	30.6	13.5
4	3.1	6.1	0.8	34.8	15.3
5	3.8	7.7	1.0	43.6	19.2
6	4.6	9.2	1.2	52.4	23.1
8	6.1	12.2	1.6	68.9	30.4
10	7.6	15.3	2.0	86.5	38.2
12	9.1	18.2	2.4	103.1	45.5

* Válvula completamente abierta

Tabla 48-3. Comparación de Tamaños "Nominales" de Tubos

Tamaño de Tubo in	Tamaño de Tubo mm
1/2	15
3/4	20
1	25
1 1/4	32
1 1/2	40
2	50
2 1/2	65
3	80
3 1/2	-
4	100
5	125
6	150
8	200
10	250
12	300
14	350
16	400
18	450
20	500
24	600

Tabla 48-2. "Pérdida de Vapor a Tráves de un Orificio"

TAMANO nominal *	mm	Presión del Vapor, bar (manométrica)							
		1	2	4	7	10	16	25	40
#60	1.02	0.9	1.3	2.1	3.4	4.7	7.2	11	17
3/64	1.19	1.2	1.8	2.9	4.7	6.4	10	15	24
1/16	1.59	2.1	3.1	5.2	8.3	11	18	27	43
5/64	1.98	3.3	4.9	8.1	13	18	28	42	66
3/32	2.38	4.7	7.0	12	19	26	40	61	96
"#38"	2.46	5.0	7.5	13	20	28	43	65	103
7/64	2.78	6.4	10	16	25	35	54	83	130
1/8	3.18	8.4	13	21	33	46	71	108	170
9/64	3.57	11	16	26	42	58	89	137	215
5/32	3.97	13	20	32	52	71	110	169	266
3/16	4.76	19	28	47	75	103	159	243	383
7/32	5.56	26	38	64	102	140	216	331	522
1/4	6.35	33	50	83	133	183	282	432	681
9/32	7.14	42	63	105	168	231	357	546	861
5/16	7.94	52	78	130	208	286	441	675	1,064
11/32	8.73	63	95	157	252	346	534	817	1,288
3/8	9.53	75	113	187	299	411	636	972	1,532
7/16	11.11	102	153	255	407	560	865	1,323	2,085
1/2	12.70	134	200	333	532	731	1,130	1,727	2,723
9/16	14.29	169	253	421	673	926	1,430	2,186	3,447
5/8	15.88	209	313	520	831	1,143	1,765	2,699	4,255
11/16	17.46	253	378	629	1,006	1,383	2,136	3,266	5,149
3/4	19.05	301	450	749	1,197	1,646	2,542	3,887	6,128
7/8	22.23	410	613	1,020	1,630	2,240	3,460	5,290	8,341
1 1/16	26.99	604	904	1,503	2,403	3,303	5,102	7,800	12,298
1 1/4	31.75	836	1,251	2,081	3,326	4,571	7,061	10,796	17,022
1 5/8	41.28	1,412	2,114	3,517	5,621	7,725	11,933	18,246	28,767

* Tamaños de Orificio disponibles en fracciones de plugada o número de tamaño de broca.

Los valores en la tabla son flujos de vapor saturado en kilogramos por hora.

Fórmula de Napier: (Área del orificio, in²)(Presión, psia)/70 • (3.6000 seg/hora)/(2.205 lb/kg)

Factores de Conversión

Longitud

1 mm = 0.0394 in
1 m = 39.37 in
1 m = 3.281 ft

1 in = 25.4 mm
1 in = 0.0254 m
1 ft = 0.3048 m

1 ft = 12 in*

Area

1 mm² = 0.00155 in²
1 cm² = 0.155 in²
1 m² = 10.764 ft²

1 in² = 645.16 mm²
1 in² = 6.456 cm²
1 ft² = 0.0929 m²

Volumen

1 cm³ = 0.061 in³
1 dm³ = 1 liter = 61.02 in³
1 dm³ = 0.0353 ft³
1 m³ = 35.31 ft³

1 in³ = 16.39 cm³
1 in³ = 0.0164 dm³
1 ft³ = 28.317 dm³
1 ft³ = 0.0283 m³

1 galón = 231 in³
1 galón = 0.003785 m³
1 barril (petróleo) = 42 galón
1 barril (petróleo) = 0.159 m³

Presión

1 bar = 14.5 psi
1 bar = 100 kPa = 0.1 MPa
1 Pa = 0.0209 lb/ft²
1 kg/cm² = 14.22 psi

1 millibar = 1.0197 cm H₂O
1 millibar = 0.75 mm Hg
1 cm H₂O = 0.98 millibar
1 mm Hg = 1.333 millibar

1 psi = 0.06895 bar
1 psi = 6.895 kPa
1 lb/ft² = 47.88 Pa

Velocidad

1 m/s = 3.281 ft/sec
1 m/s = 196.85 ft/min

1 ft/sec = 0.305 m/s
1 ft/min = 0.00508 m/s

Masa

1 kg = 2.205 lb

1 lb = 0.454 kg
1 ton (conta) = 2,000 lb
1 ton (conta) = 907 kg
1 ton (larga) = 2240 lb
1 ton (larga) = 1016 kg

Flujo

1 m³/h = 4.403 galón/m
1 galón/min = 0.227 m³/h

Temperatura

Escala:

°F = 9/5 (°C + 32)
°C = 5/9 (°F - 32)

Diferencia:

ΔTc = 5/9 ΔTf
ΔTf = 9/5 ΔTc

Absoluta:

°R (Rankine) = °F + 460
°K (Kelvin) = °C + 273

Energía

1 kJ = 0.9478 Btu
1 kJ = 0.2388 kcal = 238.8 cal
1 kWh = 3600 kJ

1 Btu = 1.055 kJ
1 kcal = 4.1868 kJ

Potencia

1 kHP = 0.7457 kW
1 Caldera HP = 35.29 MJ/h
1 ton (refrigeración) = 12,000 Btu/h
1 ton (refrigeración) = 12.649 MJ/h
1 MJ/h = 0.0791 ton (refrigeración)

Calor

1 kJ/kg = 0.4299 Btu/lb
1 kJ/kg·°C = 0.2388 Btu/lb·°F
1 kJ/h·m²·°C = 0.04892 Btu/h·ft²·°F

1 Btu/lb = 2.326 kJ/kg
1 Btu/lb·°F = 4.1868 kJ/kg·°C
1 Btu/h·ft²·°F = 20.4417 kJ/h·m²·°C

Notas

Galons son el estandar de EUA.

(ANEXO 013 – Dilatación y Junta de expansión para tuberías de vapor)

DATOS SOBRE DISEÑO – SISTEMA DE TUBERÍAS RANURADAS

26.02-SPA

Cálculo y absorción del aumento térmico de la tubería

Todos los materiales, incluidos tubos, maquinaria, estructuras y edificios, experimentan cambios dimensionales como resultado de las variaciones de temperatura. En este informe se tratan asuntos relacionados con la absorción de la expansión y la contracción térmicas. El movimiento debido a otras causas (como los movimientos sísmicos, etc.) deben incluirse en el aumento térmico de la tubería. Las tuberías sujetas a cambios de temperatura se colocan en un estado de tensión, porque ejercen fuerzas reactivas y momentos potencialmente peligrosos en los componentes o el equipo.

Existen tres métodos para absorber este movimiento de las tuberías, 1) montar una junta de expansión; 2) montar el sistema "flotante" para que la tubería pueda moverse en la dirección deseada con el uso de un sistema de anclaje y/o de guiado, si fuera necesario, teniendo en cuenta la capacidad de conexión de los ramales o los cambios de dirección que puedan provocar momentos de flexión peligrosos; o 3) utilizar las capacidades de movimiento o deflexión lineal de acoplamientos ranurados flexibles.

La elección de uno de estos métodos depende del tipo de sistema de tubería y de las preferencias del instalador. Dada la imposibilidad de predecir todos los diseños del sistema, nuestra intención es resaltar las ventajas mecánicas del método ranurado y cómo puede beneficiarse del mismo el instalador. Estos ejemplos se presentan únicamente a modo de estímulo y no deben ser considerados como recomendaciones para un sistema específico.

El primer paso para absorber el movimiento térmico consiste en cuantificar el cambio exacto en el tramo lineal del sistema de tubería sobre la distancia dada y con un factor de seguridad adecuado. La expansión real de tuberías de 100 pies/30,48 metros se ha computado a diferentes temperaturas para los materiales más comunes (acero al carbono, acero inoxidable y tuberías de cobre) y se indican en la Tabla 1. Estos valores no deben aplicarse a tuberías de materiales alternativos, ya que varían. Los coeficientes de expansión pueden variar un 5% o más cuando se obtienen de fuentes diferentes, y deben tenerse en cuenta. Observe el ejemplo de uso de la Tabla 1:

Dado: Tubo de acero al carbono de 240 pies/73,15 metros

Temperatura de funcionamiento máxima = 104°C/220°F

Temperatura de funcionamiento mínima = 4°C/40°F

Temperatura en el momento de la instalación = 26°C/80°F

Nota: Para garantizar la máxima duración del servicio es esencial una elección adecuada de las juntas. Consulte la Guía de selección de juntas Victaulic más actual para recomendaciones.

Cálculo: De la Tabla 1, expansión de tubo de acero al carbono 220°F/104°C 1.680" por 100 pies/30,48 metros de tubo de acero al carbono

40°F/4°C 0.300" por 100 pies/30,48 metros de tubo de acero al carbono

Diferencia: 1.380" por 100 pies/30,48 metros de tubo de acero al carbono para temperaturas de 40°F a 220°F

Por tanto, 240' de tubo = $\frac{240 \times 1.380}{100} = 3.312''$

Esos 3.312" de movimiento deben llevar aplicado un factor de seguridad adecuado, que varía según los cálculos del técnico de montaje, para tener en cuenta los errores de predicción de extremos operativos, etc. Estos ejemplos se calcularon sin aplicar un factor de seguridad.

Para determinar la posición de la junta de expansión en el momento de instalación:

Instalación en condiciones de frío (80°F a 40°F)

80°F/26°C 0.580" por 100 pies/30,48 metros

40°F/4°C 0.300" por 100 pies

Diferencia: 0.280" por 100 pies/30,48 metros o 0.672" por 240 pies/73,15 metros

Instalación en condiciones de calor (80°F a 220°F)

220°F/104°C 1.680" por 100 pies/30,48 metros

80°F/26°C 0.580" por 100 pies/30,48 metros

Diferencia: 1.100" por 100 pies/30,48 metros o 2.640" por 240 pies/73,15 metros

Por tanto, se debe montar la junta de expansión al menos con capacidad para admitir una contracción del tubo de 0.672" y con una capacidad de expansión mínima del tubo de 2.640" cuando se instala a 26°C/80°F.

TABLA 1

* Temp.	Expansión térmica del tubo Pulgadas por 100 pies mm por 100 metros			* Temp.	Expansión térmica del tubo Pulgadas por 100 pies mm por 100 metros		
	Acero al carbono	Cobre	Acero inoxidable		°F/°C	Acero al carbono	Cobre
-40	-0.288	-0.421	-0.461	180	1.360	2.051	2.074
-40	-24.0	-35.1	-38.4	82	113.2	170.9	172.9
-20	-0.145	-0.210	-0.230	200	1.520	2.296	2.304
-28	-12.1	-17.4	-19.0	93	126.6	191.3	191.9
0	0	0	0	212	1.610	2.428	2.442
-17	0	0	0	100	134.2	202.4	203.4
20	0.148	0.238	0.230	220	1.680	2.516	2.534
-6	12.5	19.7	19.0	104	140.1	209.7	211.3
32	0.230	0.366	0.369	230	1.760	2.636	2.650
0	19.0	30.5	30.8	110	146.7	219.8	220.8
40	0.300	0.451	0.461	260	2.020	—	—
4	24.9	37.7	38.4	126	168.3	—	—
60	0.448	0.684	0.691	280	2.180	—	—
15	37.4	57.1	57.7	137	181.8	—	—
80	0.580	0.896	0.922	300	2.350	—	—
26	48.2	74.8	76.8	148	195.9	—	—
100	0.753	1.134	1.152	320	2.530	—	—
37	62.7	94.5	96.1	160	211.0	—	—
120	0.910	1.366	1.382	340	2.700	—	—
48	75.8	113.9	115.2	171	225.1	—	—
140	1.064	1.590	1.613	350	2.790	—	—
60	88.6	132.6	134.5	176	232.6	—	—
160	1.200	1.804	1.843				
71	100.1	150.3	153.6				

OBRA/PROPIETARIO

Sistema N° _____

Localización _____

CONTRATISTA

Propuesto por _____

Fecha _____

INGENIERO

Sec. espec. _____ Para _____

Aprobado _____

Fecha _____

www.victaulic.com

VICTAULIC ES UNA MARCA REGISTRADA DE VICTAULIC COMPANY. © 2008 VICTAULIC COMPANY. RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.

REV_C



26.02-SPA_1

Cálculo y absorción del aumento térmico de la tubería

ABSORCIÓN DEL AUMENTO TÉRMICO DEL TUBO

Victaulic ofrece métodos básicos para absorber el movimiento de la tubería debido a la contracción y/o la expansión.

- 1 Junta de expansión Mover Mover® Estilo 150 Victaulic
- 2 Sistema flotante
- 3 Acoplamientos ranurados flexibles Victaulic utilizando su movimiento lineal y sus capacidades de deflexión.
- 4 Liras de expansión con acoplamientos flexibles y empalmes Victaulic.

Estas piezas ofrecen soluciones atractivas y económicas a problemas de movimientos térmicos. En las siguientes secciones se ofrece información sobre productos y sugerencias explicando las ventajas mecánicas del método ranurado. **Dada la imposibilidad de predecir todos los diseños de sistemas, se debe tener en cuenta que esas sugerencias se ofrecen únicamente a título de sugerencias y no como recomendaciones para un sistema específico.**

1 Junta de expansión Mover Mover® Estilo 150 Victaulic

La junta de expansión Mover Estilo 150 de Victaulic es un modelo deslizante capaz de conseguir hasta 3”/76 mm de movimiento axial, absorbiendo la expansión y/o la contracción (consulte 09.04).

Como con todo tipo de juntas de expansión, el diseñador debe proteger de condiciones negativas bajo las cuales estas piezas no funcionarán bien, como temperaturas, presiones fuera de las recomendadas para el producto, o movimientos que excedan las capacidades del producto.

Para un correcto funcionamiento de la junta de expansión, el sistema de tubería debe dividirse en secciones de expansión/contracción separadas con sujeciones, guías y anclajes adecuados para dirigir el movimiento axial de los tubos.

Los anclajes pueden clasificarse como principales e intermedios para el análisis de fuerzas. Los anclajes principales se instalan en puntos terminales, conexiones importantes de ramales o cambios de dirección de los tubos. Las fuerzas que actúan sobre el anclaje principal serán provocadas por el empuje de presión, la velocidad del caudal, la fricción de las guías de alineación y los dispositivos de soporte del peso.

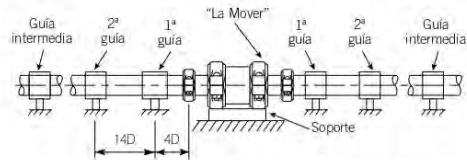
Los anclajes intermedios se montan en tramos largos para dividirlos en secciones más pequeñas y así utilizar juntas de expansión menos complejas. La fuerza que actúa en el anclaje intermedio es provocada por la fricción en las guías, el peso de los soportes o suspensiones, y la fuerza de activación necesaria para comprimir o expandir una junta de expansión.

Las guías de alineación de tubos son esenciales para garantizar el movimiento axial de la junta de expansión. Siempre que sea posible, se debe situar la junta de expansión al lado de un anclaje a cuatro (4) diámetros del tubo. La primera y la segunda guía de alineación del lado opuesto de la junta de expansión deben montarse a una distancia máxima de cuatro (4) y catorce (14) diámetros del tubo respectivamente. Pueden necesitarse guías intermedias adicionales en el sistema para alinear la tubería. Si no puede montarse la junta de expansión al lado de un anclaje, monte guías en ambos lados de la unidad, como se menciona.

LOS DATOS APORTADOS SÓLO SE PROPORCIONAN COMO AYUDA PARA LOS DISEÑADORES CUANDO SE INSTALAN PRODUCTOS CONFORMES A LA ÚLTIMA LÍNEA DE PRODUCTOS VICTAULIC.

TABLA 2

ESPACIO RECOMENDADO DE LAS GUÍAS DE ALINEACIÓN DE TUBERÍAS			
Tamaño tubo		Máximo Distancia a la 1ª guía o al anclaje Pulgadas/mm	Aproximada Distancia Entre 1ª y 2ª guía Pulgadas/mm
Tamaño nominal Pulgadas/mm	Diámetro exterior real Pulgadas/mm		
1	1.315	4"	1'-4"
25	33,7	101,6	406,4
1 1/4	1.660	5"	1'-5"
32	42,4	127,0	431,8
1 1/2	1.900	6"	1'-9"
40	48,3	152,4	533,4
2	2.375	8"	2'-4"
50	60,3	203,2	711,2
2 1/2	2.875	10"	2'-11"
65	73,0	254,0	889,0
3	3.500	1'-0"	3'-6"
80	88,9	304,8	1066,8
3 1/2	4.000	1'-2"	4'-1"
90	101,6	355,6	1244,6
4	4.500	1'-4"	4'-8"
100	114,3	406,4	1422,4
5	5.563	1'-8"	5'-8"
125	141,3	508,0	1727,2
6	6.625	2'-0"	7'-0"
150	168,3	609,6	2133,6
8	8.625	2'-8"	9'-4"
200	219,1	812,8	2844,8
10	10.750	3'-4"	11'-8"
250	273,0	1016,0	3556,0
12	12.750	4'-0"	14'-0"
300	303,9	1219,2	4267,2
14	14.000	4'-8"	16'-4"
350	355,6	1422,4	4978,4
16	16.000	5'-4"	18'-8"
400	406,4	1625,6	5689,6
18	18.000	6'-0"	21'-0"
450	457,0	1828,8	6400,8
20	20.000	6'-8"	23'-4"
500	508,0	2032,0	7112,0
24	24.000	8'-0"	28'-0"
600	610,0	2438,4	8534,4



Además, cuando las aplicaciones de gran longitud y baja presión puedan necesitar guías de alineación intermedias, se debe soportar el peso de la tubería, incluyendo el contenido líquido. En el Manual de bolsillo de Victaulic I-100 y en la sección Datos de diseño 26.01 del Catálogo General se ofrecen recomendaciones para el espaciado.

Cálculo y absorción del aumento térmico de la tubería

En la Figura 1 se muestra una aplicación típica de juntas de expansión, anclajes y guías.

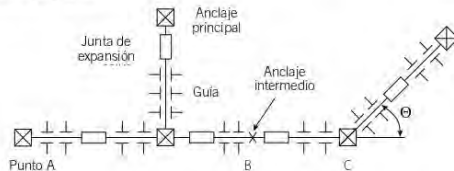


FIGURA 1

Cuando se instala, la junta de expansión "Mover" puede compensar el movimiento axial de la tubería en 3"/76 mm. Este movimiento puede ajustarse para compensar la expansión o la contracción de la tubería o alguna combinación de ambas según los requisitos del sistema. Además, se debe tener en cuenta el movimiento provocado por la instalación a una temperatura de funcionamiento diferente a los valores mínimo o máximo ajustando la longitud instalada de la junta de expansión. Las fuerzas de activación necesarias para comprimir al máximo las juntas de expansión Victaulic son equivalentes a las fuerzas necesarias para superar una presión interna aproximada de 15 psi/103 kPa. Las fuerzas necesarias serán similares para las juntas de expansión Mover Estilo 150 y Estilo 155 y se incluyen en la Tabla 3 según el tamaño.

En tamaños de tuberías donde no puede instalarse una Mover, Victaulic ofrece nuestras juntas de expansión Estilo 155, que son una combinación de acoplamientos y manguitos cortos unidos para ofrecer una mayor expansión. Los manguitos están ranurados a precisión para lograr la tolerancia lineal máxima en cada unión.

Las unidades estándar se preparan con acoplamientos Estilo 77 o Estilo 75 y se montan con manguitos en la posición totalmente abierta para una expansión máxima. Las unidades estándar ofrecen un movimiento axial de hasta 1,88"/47,752 mm (¾ - 3"/20 - 80 mm de tamaño) o 1,75"/44,45 mm (4 - 24"/100 - 600 mm de tamaño). Puede formar juntas de expansión Estilo 155 con más o menos capacidad de movimiento axial simplemente añadiendo o quitando acoplamientos y manguitos. Para servicios de contracción, las unidades están totalmente comprimidas. Cuando se necesitan tolerancias de expansión y contracción, el espaciado se ajusta proporcional a la temperatura de la instalación y a los extremos de temperatura (según las especificaciones del cliente).

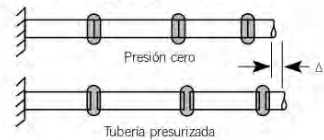
Las juntas de expansión Victaulic Estilo 155 pueden emplearse como conectores flexibles; **pero** no ofrecerán a la vez una expansión y deflexión máximas. Las juntas de expansión instaladas horizontalmente requieren un soporte independiente para evitar la deflexión que reduciría la expansión disponible.

TABLA 3

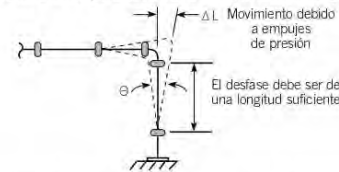
Tamaño tubo		Fuerza de activación	Tamaño tubo		Fuerza de activación
Tamaño nominal Pulgadas/mm	Diámetro exterior real Pulgadas/mm	Lbs. N	Tamaño nominal Pulgadas/mm	Diámetro exterior real Pulgadas/mm	Lbs. N
1	1,315	20	10	10,750	1365
25	33,7	89	250	273,0	6074
1½	1,900	45	12	12,750	1915
40	48,3	200	300	323,9	8522
2	2,375	70	14	14,000	2310
50	60,3	312	350	355,6	10280
3	3,500	145	16	16,000	3015
80	88,9	645	400	406,4	13417
4	4,500	240	18	18,000	3820
100	114,3	1068	450	457,0	16999
6	6,625	520	20	20,000	4715
150	168,3	2314	500	508,0	20982
8	8,625	880	24	24,000	6785
200	219,1	3916	600	610,0	30193

2 Sistema flotante

Los sistemas flotantes son sistemas de tubería que pueden contraerse y expandirse térmicamente sin necesidad de juntas de expansión, siempre que este movimiento no provoque tensiones de momentos de flexión en las conexiones de ramales, o a piezas de estructuras y otro equipo. Esto se consigue instalando de forma aleatoria uniones o, si lo desea, instalando guías para controlar la dirección del movimiento. Se deben tener en cuenta los efectos de los empujes de presión cuando se utilicen acoplamientos ranurados flexibles, ya que la tubería se extenderá al máximo posible en las holguras disponibles en sus extremos cuando se deje flotante.



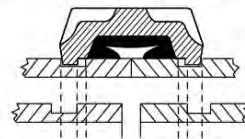
Verifique que las conexiones de los ramales y los desfases sean suficientemente largas para no exceder nunca la deflexión angular máxima del acoplamiento (mostrada en Prestaciones para cada estilo de acoplamiento) y que pueda absorber el movimiento total anticipado de las tuberías. En caso negativo, ancle el sistema y dirija los movimientos. Verifique también que los tubos adyacentes puedan moverse libremente para absorber los movimientos anticipados.



3 Acoplamientos ranurados flexibles que utilizan su movimiento lineal y sus capacidades de deflexión

Cuando se diseñan tendidos de tuberías unidos con acoplamientos ranurados flexibles mecánicos, habrá que tener en cuenta algunas características de estos acoplamientos, que diferencian a los acoplamientos ranurados flexibles de otros tipos y métodos de unión de tuberías. Una vez entendido esto, el diseñador puede beneficiarse de las muchas ventajas que ofrecen estos acoplamientos.

El movimiento lineal existente en uniones flexibles de tuberías ranuradas se indica en las prestaciones para cada estilo de acoplamiento Victaulic, y son valores MÁXIMOS. Para fines de diseño e instalación se deben reducir estas cantidades por los factores siguientes para permitir las tolerancias de ranurado del tubo.



TOLERANCIA DEL MOVIMIENTO LINEAL

¾ - 3 1/2"/20 - 90 mm - Reduzca un 50% las cantidades indicadas
4"/100 mm y mayor - Reduzca un 25% las cantidades indicadas

Los tubos estándar con ranuras de rodillo ofrecerán la mitad de las capacidades de expansión/contracción o deflexión de un tubo con ranuras de corte estándar del mismo tamaño.

www.victaulic.com

VICTAULIC ES UNA MARCA REGISTRADA DE VICTAULIC COMPANY. © 2008 VICTAULIC COMPANY. RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.

REV_C

victaulic

26.02-SPA_3

(ANEXO 014 – Soporte de tuberías de vapor y retorno de condensado)

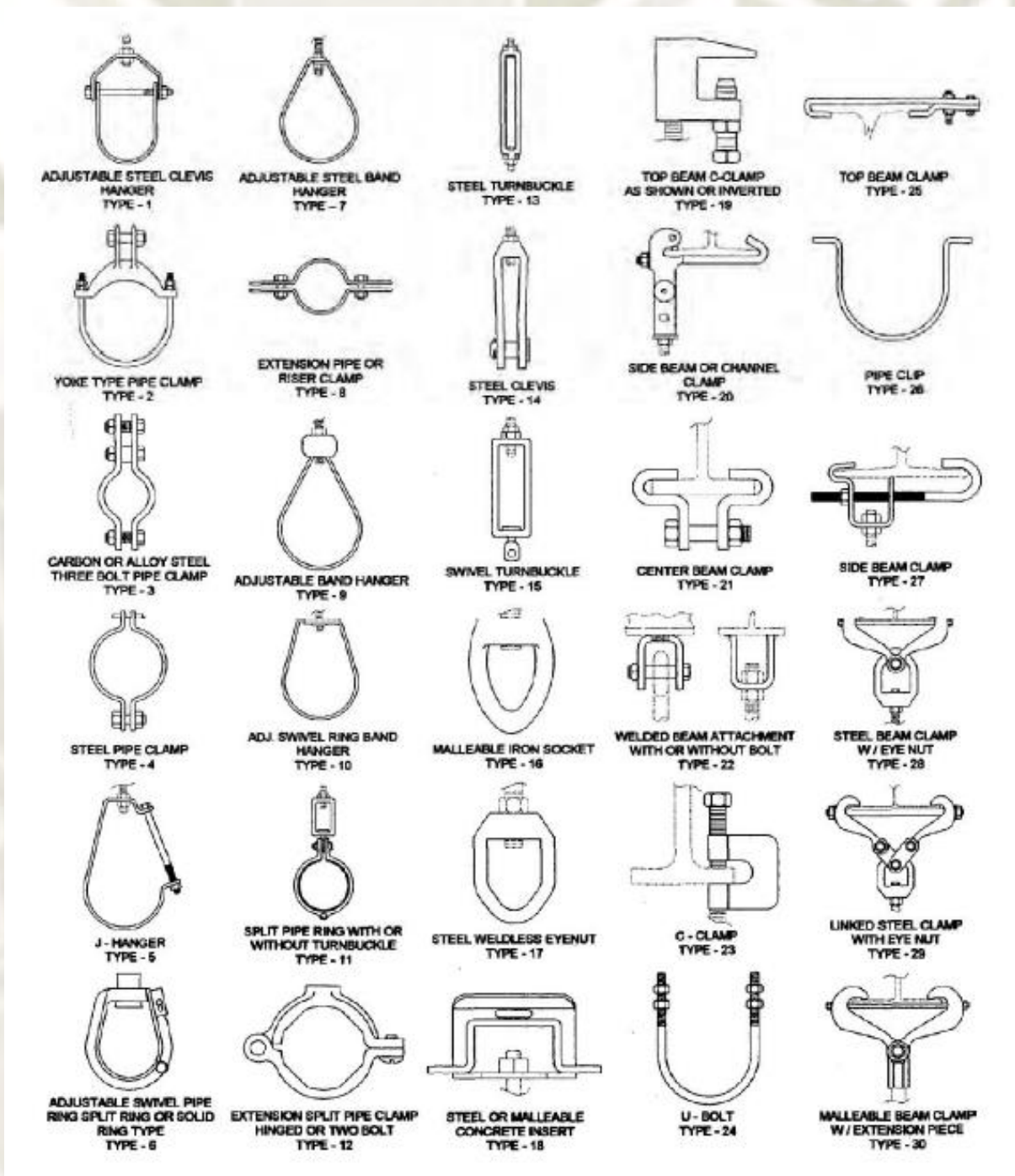
Tabla 3.1 Distancia entre soportes

Tabla para determinar el claro entre soportes para tubería de acero al carbon cédula 40:

Nominal Pipe Size	Schedule (Wall Thickness)	Corrosion Allowance	Pipe + Vapour Insulation						Pipe + Liquid + Insulation						Bare Pipe (Empty)		Bare Pipe (Water Filled)		Nominal Pipe Size
			Up To 175°C		176 To 315°C		316 To 400°C		Up To 175°C		176 To 315°C		316 To 400°C		Up To 175°C		Up To 175°C		
			Span	Weight	Span	Weight	Span	Weight	Span	Weight	Span	Weight	Span	Weight	Span	Weight	Span	Weight	
			M	KG/M	M	KG/M	M	KG/M	M	KG/M	M	KG/M	M	KG/M	M	KG/M	M	KG/M	
3/4"	40	1,27	3,5	2,60	3,5	3,72	* 2,5	6,44	3,5	2,95	* 3,0	4,06	* 2,0	6,79	4,0	1,69	3,4	2,04	3/4"
1"	40	1,27	4,0	3,53	4,0	4,81	* 3,0	7,62	4,0	4,08	3,5	5,36	* 2,5	8,17	5,0	2,50	4,0	3,06	1"
1 1/2"	40	1,27	5,5	5,33	5,0	6,71	* 4,0	10,07	5,0	6,64	4,5	8,02	* 3,5	11,38	6,0	4,05	5,0	5,37	1 1/2"
2"	40	2,54	5,5	7,29	5,5	10,06	* 3,5	15,05	5,0	9,45	4,5	12,07	* 3,0	17,20	6,5	5,44	5,5	7,60	2"
2 1/2"	40	2,54	7,0	10,74	6,0	13,77	* 5,0	17,90	6,0	13,83	5,5	16,85	* 4,5	20,98	7,5	8,63	6,0	11,72	2 1/2"
3"	40	2,54	8,0	13,74	6,5	17,04	* 5,5	23,11	6,5	18,50	6,0	21,86	* 5,0	27,87	8,0	11,29	6,5	16,06	3"
4"	40	2,54	8,0	19,39	7,5	22,92	7,0	30,55	7,0	27,58	7,0	31,12	* 5,5	38,77	9,0	16,07	7,0	24,28	4"
6"	40	2,54	10	32,87	9,5	40,25	8,5	47,77	9,0	51,22	8,0	58,60	* 7,5	66,4	10,0	28,26	8,5	46,91	6"
8"	40	2,54	11,5	49,04	11,0	57,09	10,0	66,52	10,0	81,18	10,0	89,23	* 9,0	98,78	12,0	42,55	10,0	74,83	8"
10"	40	2,54	13,5	68,11	13,0	77,68	12,0	90,48	11,0	118,87	10,5	128,44	* 10,0	141,32	14,0	60,31	11,5	111,20	10"
12"	STD	2,54	14,5	85,02	14,0	93,90	13,0	107,98	11,5	157,98	11,5	166,87	* 11,0	180,95	15,0	73,88	12,0	146,87	12"
14"	STD	2,54	15,0	93,93	14,5	102,68	13,5	119,05	12,0	182,78	12,0	192,30	* 11,5	207,97	16,0	81,33	12,5	170,28	14"
16"	STD	2,54	16,0	107,45	15,0	117,12	14,0	136,17	13,0	225,01	12,5	234,86	* 11,5	253,91	17,0	93,27	+ 13,0	211,11	16"
18"	STD	2,54	17,0	120,84	16,5	132,45	15,0	152,83	13,5	271,44	13,0	283,05	* 12,0	302,87	18,0	105,16	+ 13,5	255,80	18"
20"	STD	2,54	18,0	134,23	17,0	146,14	16,0	169,65	14,0	321,74	13,5	333,16	* 12,5	356,67	19,0	117,15	+ 14,0	304,91	20"
24"	STD	2,54	20,0	161,02	19,0	175,31	17,5	202,84	14,5	434,54	14,0	449,57	* 13,0	476,58	+ 20,5	141,12	+ 15,0	415,39	24"

Estas dimensiones están basadas en el código ASME B31.3 párrafo "320 ANALYSIS OF SUSTAINED LOADS" estas tablas deben ser usadas solo como guía, para servicio críticos se deben realizar los Cálculos correspondientes.

Tabla 3.3 diferentes tipos de Soporte MSS SP-58,2002





LIGHT WELDED
STEEL BRACKET
TYPE - 31



PIPE STANCHION SADDLE
TYPE - 37



ADJUSTABLE ROLLER
HANGER WITH OR WITHOUT
SWIVEL
TYPE - 43



SPRING CUSHION ROLL
TYPE - 49



VERTICAL CONSTANT
SUPPORT HANGER
TYPE - 36



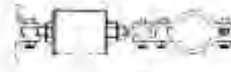
MEDIUM WELDED
STEEL BRACKET
TYPE - 32



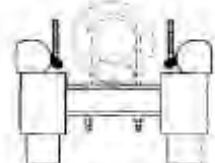
ADJUSTABLE PIPE SADDLE
SUPPORT
TYPE - 38



PIPE ROLL COMPLETE
TYPE - 44



SPRING SWAY BRACE
TYPE - 50



TRAPEZE CONSTANT
SUPPORT HANGER
TYPE - 56



HEAVY WELDED
STEEL BRACKET
TYPE - 33



STEEL PIPE COVERING
PROTECTIVE SADDLE
TYPE - 39



PIPE ROLL AND PLATE
TYPE - 45



VARIABLE SPRING HANGER
TYPE - 51



PLATE LUG
TYPE - 57



SIDE BEAM BRACKET
TYPE - 34



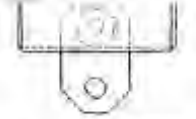
PROTECTION SHIELD
TYPE - 40



ADJUSTABLE PIPE ROLL AND
BASE
TYPE - 46



VARIABLE SPRING
BASE SUPPORT
TYPE - 52



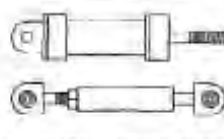
HORIZONTAL TRAVELER
TYPE - 58



PIPE SLIDE & SLIDE PLATE
TYPE - 35



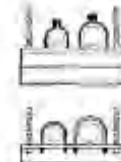
SINGLE PIPE ROLL
TYPE - 41



RESTRAINT CONTROL DEVICE
TYPE - 47



VARIABLE SPRING
TRAPEZE HANGER
TYPE - 53



TRAPEZE HANGER
TYPE - 59



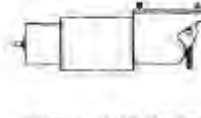
PIPE SADDLE SUPPORT
TYPE - 35



CARBON OR ALLOY STEEL
RISER CLAMP
TYPE - 42



SPRING CUSHION
TYPE - 48



HORIZONTAL CONSTANT
SUPPORT HANGER
TYPE - 54

1961

(ANEXO 015 - Sistema de aislamiento térmico)

TEMPERATURA °C	100	150	200	250	300
DIÁMETRO TUBERÍA	ESPORES DE AISLAMIENTO (mm)				
1"	30	30	40	40	50
1 1/2"	30	30	40	50	60
2"	30	40	40	50	60
2 1/2"	40	40	50	60	70
3"	40	50	50	60	70
4"	40	50	60	70	80
6"	50	60	70	80	90
8"	50	60	70	80	90
10"	60	70	80	90	90
12"	60	70	80	90	110
14"	60	70	80	100	110
16"	60	70	90	100	120
18"	60	80	90	100	120
20"	70	80	90	110	120
22"	70	80	100	110	130
24"	70	80	100	110	130

Figura 11: Espesores mínimos aconsejados para tuberías aisladas con productos de lana de vidrio ISOVER.

En la figura 12 se indican los espesores aconsejables de aplicación utilizando productos ROCLAINE, en función de las temperaturas de trabajo más usuales, diámetro de la tubería y del rendimiento óptimo del material aislante.

Dichos productos pueden aplicarse a temperaturas superiores a las de los márgenes establecidos en la Tabla, como se especifica en las fichas técnicas correspondientes.

TEMPERATURA °C	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
DIÁMETRO TUBERÍA	ESPORES DE AISLAMIENTO (mm)									
1"	30	30	40	40	50	60	60	70	80	90
1 1/2"	30	30	40	50	60	60	70	70	80	90
2"	30	40	40	50	60	70	80	80	90	100
2 1/2"	40	40	50	60	70	70	80	90	100	110
3"	40	50	50	60	70	70	80	90	110	120
4"	40	50	60	70	80	80	90	100	120	130
6"	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
8"	50	60	70	80	90	110	120	130	140	160
10"	60	70	80	90	90	110	120	130	150	170
12"	60	70	80	90	110	120	130	140	160	180
14"	60	70	80	100	110	120	140	150	170	180
16"	60	70	90	100	120	120	140	150	170	190
18"	60	80	90	100	120	130	140	160	170	190
20"	70	80	90	110	120	130	150	160	180	200
22"	70	80	100	110	130	140	150	170	180	200
24"	70	80	100	110	130	140	150	180	190	210
Producto	Coquilla ROCLAINE(*) Manta SP 322-G-70			Coquilla ROCLAINE(*) Manta SP 342-G-100			Coquilla ROCLAINE(*) Manta SP 342-G-125			

(*) Diámetro nominal hasta 10". Espesor de 30 a 80 mm.

Figura 12: Espesores mínimos aconsejados para tuberías aisladas con productos de lana de roca ROCLAINE.

4"	40	50	60	70	80	80	90	100	120	130
6"	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
8"	50	60	70	80	90	110	120	130	140	160
10"	60	70	80	90	90	110	120	130	150	170
12"	60	70	80	90	110	120	130	140	160	180
14"	60	70	80	100	110	120	140	150	170	180
16"	60	70	90	100	120	120	140	150	170	190
18"	60	80	90	100	120	130	140	160	170	190
20"	70	80	90	110	120	130	150	160	180	200
22"	70	80	100	110	130	140	150	170	180	200
24"	70	80	100	110	130	140	150	180	190	210
Producto	Coquilla ROCLAINE (*) Manta Spintex 322-G-70			Coquilla ROCLAINE(*) Manta Spintex 342-G-100			Coquilla ROCLAINE(*) Manta Spintex 342-G-125			

(*) Diámetro nominal hasta 10". Espesor de 30 a 80 mm.

Características técnicas

Pérdidas Térmicas y temperatura en la cara fría (revestimiento) de tuberías

En las Tablas 3 a la 12, se indican las pérdidas térmicas unitarias y la temperatura exterior (revestimiento), para la gama de temperaturas y diámetros representados de la Tabla 2, sobre la base de las condiciones que se relacionan:

- Tuberías que circulan en posición horizontal.
- Tuberías situadas en el interior de un edificio (ambiente sin viento).
- Material de revestimiento del aislamiento: chapa de aluminio.
- Temperatura ambiente (valor medio): 20 °C.

Ing. Carlos Gordillo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TÉRMICOS
CIP. 30624

Tabla 3

Temperatura tubería: 100 °C		Material aislante			
Diámetro nominal tubería	Espesor aislamiento (mm)	Coquilla ROCLAINE		Manta Spintex 322-G-70	
		θ_{se} (°C)	q_L (W/m)	θ_{se} (°C)	q_L (W/m)
≤1"	30	31,3	16,3	31,5	16,5
1 ½"	30	32,4	20,5	32,5	20,8
2"	30	33,0	23,7	33,2	24,1
2 ½"	40	31,0	23,5	31,1	24,0
3"	40	31,4	26,3	31,5	26,7
4"	40	32,0	31,4	32,2	31,9
6"	50	30,9	35,8	31,1	36,4
8"	50	31,5	44,2	31,7	44,9
10"	60	30,5	46,0	30,6	46,7
12"	60	--	--	31,0	53,9
14"	60	--	--	31,3	60,8
16"	60	--	--	31,6	68,0
18"	60	--	--	31,8	74,9
20"	70	--	--	30,7	72,6
22"	70	--	--	30,9	79,0
24"	70	--	--	31,0	85,2

T_{se} - Temperatura exterior (revestimiento). Q_L - Pérdidas unitarias (metro lineal).

Tabla 4

Temperatura tubería: 150 °C		Material aislante			
Diámetro nominal tubería	Espesor aislamiento (mm)	Coquilla ROCLAINE		Manta Spintex 322-G-70	
		θ_{se} (°C)	q_L (W/m)	θ_{se} (°C)	q_L (W/m)
≤1"	30	38,2	29,2	38,6	30,0
1 1/2"	30	40,0	36,7	40,5	37,8
2"	40	36,7	36,2	37,1	37,2
2 1/2"	40	37,7	42,3	38,1	43,5
3"	50	35,3	41,2	35,6	42,3
4"	50	36,2	48,9	36,6	50,2
6"	60	35,2	56,8	35,5	58,4
8"	60	36,1	69,7	36,5	71,6
10"	70	34,9	73,8	35,3	75,9
12"	70	--	--	35,8	87,2
14"	70	--	--	36,3	98,2
16"	70	--	--	36,7	110,0
18"	80	--	--	35,4	109,0
20"	80	--	--	35,7	118,7
22"	80	--	--	36,0	129,0
24"	80	--	--	36,3	139,0

T_{se} - Temperatura exterior (revestimiento). Q_L - Pérdidas unitarias (metro lineal).

Tabla 5

Temperatura tubería: 200 °C		Material aislante			
Diámetro nominal tubería	Espesor aislamiento (mm)	Coquilla ROCLAINE		Manta Spintex 322-G-70	
		θ_{se} (°C)	q_L (W/m)	θ_{se} (°C)	q_L (W/m)
≤1"	40	40,0	37,9	40,7	39,8
1 1/2"	40	41,9	47,1	42,9	49,6
2"	40	43,2	54,2	44,2	57,0
2 1/2"	50	40,4	55,4	41,2	58,2
3"	50	41,2	61,5	42,1	64,7
4"	60	39,3	65,0	40,1	68,4
6"	70	38,6	76,3	39,3	80,3
8"	70	39,8	93,3	40,6	98,2
10"	80	38,6	100,0	39,3	105,1
12"	80	--	--	40,1	120,6
14"	80	--	--	40,7	135,8
16"	90	--	--	39,4	138,2
18"	90	--	--	39,9	151,8
20"	90	--	--	40,3	165,2
22"	100	--	--	39,0	165,0
24"	100	--	--	37,6	179,1

T_{se} - Temperatura exterior (revestimiento). Q_L - Pérdidas unitarias (metro lineal).

(ANEXO 016 – Maximizar la eficiencia energética del sistema con el aislamiento)

Maximize System Energy Efficiency with Proper Insulation

The heat loss calculations

require measurement of surface temperature and information on conditions such as ambient temperature, wind velocity, orientation of the surface (vertical, horizontal facing upward or downward, etc.) and condition or emissivity (shiny vs. black or rusted) of the surface.

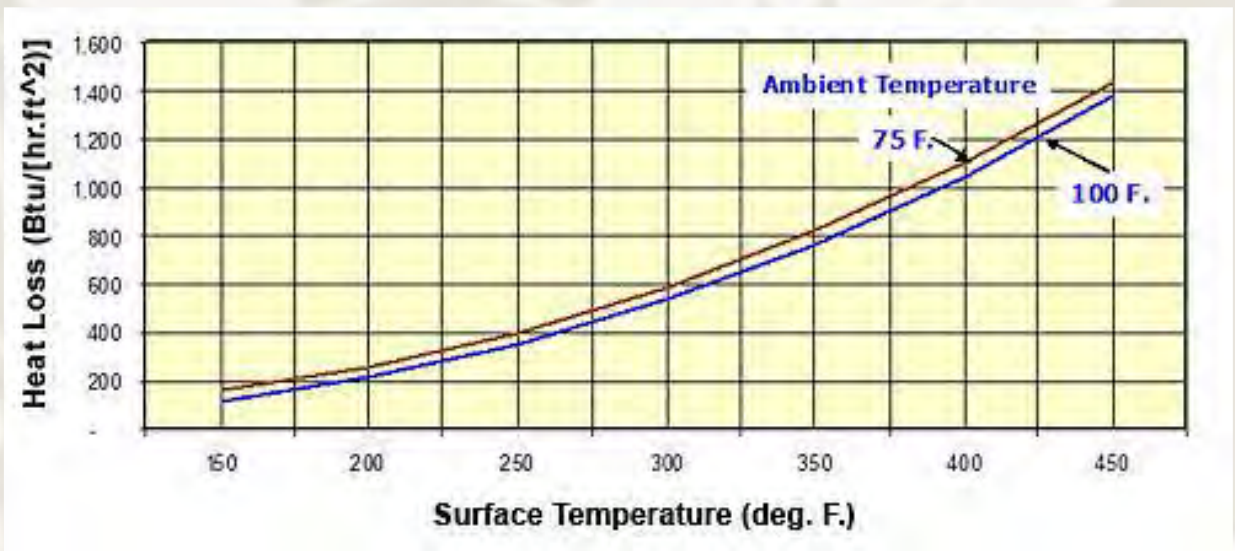
Figure 1 shows values of heat loss per square foot of the heating system outside surface for a vertical surface with emissivity of 0.9 and wind velocity of zero miles per hour (indoor installation). This graph

should be used as a general guide because wall heat loss depends on a number of factors.

Fuente:

<http://www.reliableplant.com/Read/15871/maximize-system-energy-efficiency-with-proper-insulation>

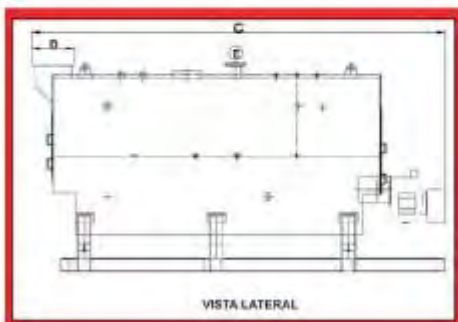
Figure 1. Values of Heat Loss Per Square Foot of Heating Surface



(Anexo 017 – Datos técnicos de Calderas INTESA).



CUADRO DE DIMENSIONES DE CALDEROS DE 30 BHP A 200BHP



POTENCIA EN BHP	30BHP	40BHP	50BHP	60BHP	80BHP	100BHP	125BHP	158BHP	200BHP
Sup. de Calefaccion (Pie Cuadrados)	155	200	250	300	400	500	625	750	1000
Lbs. Vapor/Hora a 212°F	1035	1380	1725	2070	2760	3450	4313	5175	6900
Miles de BTU/Hr	1004	1339	1674	2009	2678	3348	4184	5021	6695
Consumo de Combustible N°2 (GPH)	9.0	12.0	15.0	17.9	23.9	29.9	37.4	44.8	
Consumo de Combustible Bunker N°6						28.0	35.0	41.9	55.8
Gas 1000 BTU/Pie Cubico (MBH)	1255	1674	2100	2511	3348	4185	5231	6378	8370
Altura Total "A" (Pulg.)	68	70	75	75	82	90	99	99	110
Ancho Total "B" (Pulg.)	62	62	68	68	71	79	92	92	100
Largo Total "C" (Pulg.)	123	97	142	142	168	188	209	209	226
Chimenea "D" (Pulg.)	10	12	14	14	15	15	20	20	20
Salida de Vapor "E" (Pulg.)									
Contenido de Agua (Gls.)	217	258	330	333	436	519	647	752	1000
Peso Neto Kg.	2430	2670	3100	3400	4000	4900	5900	6900	8500

ROHM AND HAAS COMPANY

PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA 19105

FLUID PROCESS CHEMICALS



AMBERLITE ION EXCHANGE RESINS

AMBERLITE® IR-120 PLUS

Amberlite IR-120 Plus is a high-quality, gel-type, synthetic, high-capacity, cation exchange resin of the sulfonated polystyrene type. It is supplied in the hydrogen or sodium form as clear, light yellow, spherical particles, virtually perfect in bead appearance, for use in industrial water softening, dealcalization, deionization or for chemical processing applications. Amberlite IR-120 Plus combines the properties of high capacity and good resistance to bead fracture from attrition or osmotic shock, offering a minimum of pressure drop across the resin bed under a wide variety of operating conditions.

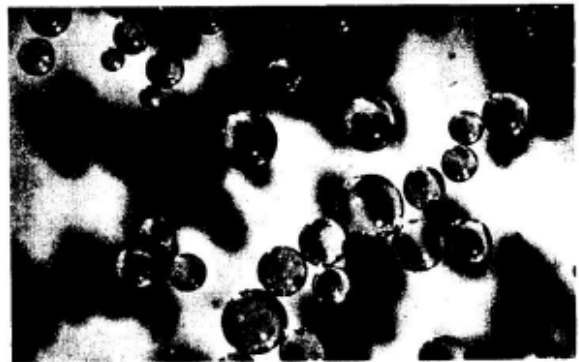
IMPORTANT FEATURES OF AMBERLITE IR-120 PLUS

HIGH CAPACITY: Each cubic foot of Amberlite IR-120 Plus exhibits an operating capacity and regeneration efficiency at least equivalent to that of conventional, gel type, high capacity cation exchange resins and will remove 30,000 grains of hardness (calculated as calcium carbonate) when regenerated with 15 pounds (6.8 Kg.) of salt.

GOOD RESISTANCE TO BEAD FRACTURE: Amberlite IR-120 Plus is superior to the conventional, gel type, high capacity cation exchange resins with respect to resistance to particle fracturing. The resistance of this resin to oxidation is the same as that of conventional resins since it is crosslinked to the same degree.

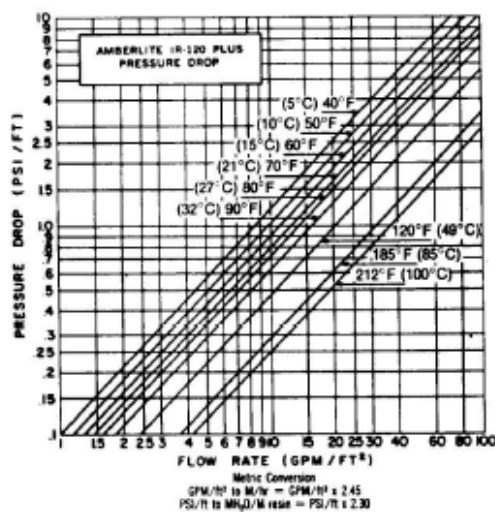
STABLE OVER THE ENTIRE pH RANGE.

INSOLUBLE IN ALL COMMON SOLVENTS.

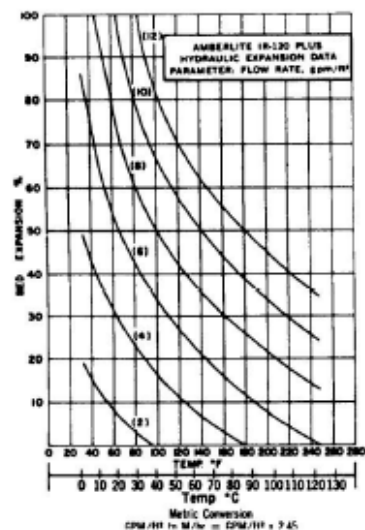


HYDRAULIC CHARACTERISTICS

PRESSURE DROP—The approximate pressure drop for each foot of Amberlite IR-120 Plus bed depth in normal downflow operation at various water temperatures and rates of flow are shown in the graph.



BACKWASH—After each service cycle, Amberlite IR-120 Plus should be backwashed for approximately 10 minutes with water to reclassify the resin particles and purge the bed of any suspended insoluble material which may have collected on top of the resin. The resin bed should be expanded a minimum of 50% during backwash.



PHYSICAL CHARACTERISTICS

PHYSICAL FORM—Hard, attrition resistant, light yellow, 16-50 mesh (U.S. Standard Screens), fully hydrated spherical particles.

SHIPPING WEIGHT—53 lbs/ft³ (848 g/l)—sodium form
—50 lbs/ft³ (800 g/l)—hydrogen form

MOISTURE CONTENT—45%*

EFFECTIVE SIZE—0.50 mm*

UNIFORMITY COEFFICIENT—1.6*

DENSITY—51 lbs/ft³ (816 g/l)

VOID VOLUME—35 to 40%

*Approximate

SUGGESTED OPERATING CONDITIONS

(Sodium or Hydrogen Cycle)

pH	1.0 to 14.0
Maximum Temperature	250°F (121°C)
Minimum Bed Depth	24 inches (0.61 m)
Backwash Flow Rate	See detailed information
Service Flow Rate	2 gpm/ft ³ (16.0 l/hr/l)

HYDROGEN CYCLE OPERATION

The recommended regeneration conditions for hydrogen cycle operation of Amberlite IR-120 Plus are listed below:

REGENERANT CONCENTRATION*—4 to 10% HCl or 1 to 5% H₂SO₄

REGENERANT FLOW RATE—0.5 to 1.0 gpm/ft³ (4.0 to 8.0 l/hr/l)

RINSE FLOW RATE—Initially same as regenerant flow rate then can be increased to 1.5 gpm/ft³ (12.0 l/hr/l)

RINSE WATER REQUIREMENTS—25 to 75 gal/ft³ (3.4 to 10.1 l/l)

REGENERATION—The tables below show the relationship between capacity and levels of sulfuric and hydrochloric acid for regeneration. Sulfuric acid concentration used after NaCl exhaustion was 10%. After CaCl₂ exhaustion, regeneration using 2% sulfuric acid was employed to avoid calcium sulfate precipitation. A 10% solution of hydrochloric acid was used in both NaCl and CaCl₂ exhaustion studies.

*See Safe Handling Information Section.

ACID REGENERATION

Exhausting Solution (ppm as CaCO ₃)	Regeneration Level (lbs of 8% or 10% HCl/l of resin)	g acid/l resin	Capacity (kg as CaCO ₃ /l ¹ resin)	g CaCO ₃ /l
500 ppm NaCl	5.0	80	19.0	43.5
	10.0	160	25.0	57.3
500 ppm CaCl ₂	5.0	80	12.5	28.6
	10.0	160	17.0	38.9

Exhausting Solution (ppm as CaCO ₃)	Regeneration Level (lbs of 30% HCl/l of resin)	g acid/l resin	Capacity (kg as CaCO ₃ /l ¹ resin)	g CaCO ₃ /l
500 ppm CaCl ₂	5	80	11.0	25.2
	15	240	22.5	51.5
	25	400	27.5	63.0

SODIUM CYCLE OPERATION

Amberlite IR-120 Plus will provide excellent performance in both cold sodium cycle softeners and in hot process systems. The recommended regeneration conditions for sodium cycle operation are listed below:

REGENERANT CONCENTRATION*—10% NaCl

REGENERANT FLOW RATE—1 gpm/ft³ (8.0 l/hr/l)

RINSE FLOW RATE—1 gpm/ft³ (8.0 l/hr/l) initially then 1.5 gpm/ft³ (12.0 l/hr/l)

RINSE WATER REQUIREMENTS—25 to 75 gal/ft³ (3.4 to 10.1 l/l)

REGENERATION—The relationship between regeneration level and capacity is summarized in the table below. Data were obtained using 500 ppm. (as CaCO₃) calcium chloride solution. Capacities have been adjusted downward to typify performance of material meeting minimum production specifications.

Regeneration Level (lbs NaCl/l ¹ resin)	g NaCl/l resin	Capacity (kg as CaCO ₃ /l ¹ resin)	g CaCO ₃ /l	Regeneration Efficiency (lbs NaCl/kg ¹ removed)	g NaCl/g CaCO ₃ removed
5.0	80	17.8	40.8	0.28	1.96
15.0	240	29.3	67.1	0.51	3.57
25.0	400	34.0	77.9	0.74	5.13

*See Safe Handling Information Section.

APPLICATIONS

SOFTENING—The durability and high capacity of Amberlite IR-120 Plus permits its use for industrial softening of water regardless of its hardness content. Its good resistance to breakdown offers minimum generation of fines and therefore longer operation at the designed pressure drop than standard gel type cation exchange resin.

DEIONIZATION—The use of Amberlite IR-120 Plus with strongly basic anion exchange resins, such as Amberlite IRA-400 or Amberlite IRA-402, in two bed or Monobed ion exchange resin deionization equipment will provide water of excellent quality for boiler feed or other industrial purposes.

CHEMICAL PROCESSING—The good physical strength of Amberlite IR-120 Plus makes it an excellent resin choice for chemical process applications.

SAFE HANDLING INFORMATION: A Material Safety Data Sheet is available for Amberlite IR-120 Plus. To obtain a copy contact your Rohm and Haas representative.

CAUTION: Acidic and basic regenerant solutions are corrosive and should be handled in a manner that will prevent eye and skin contact. Nitric acid and other strong oxidizing agents can cause explosive type reactions when mixed with ion exchange resins. Proper design of process equipment to prevent rapid buildup of pressure is necessary if use of an oxidizing agent such as nitric acid is contemplated. Before using strong oxidizing agents in contact with ion exchange resins, consult sources knowledgeable in the handling of these materials.

AMBERLITE and MONOBED are trademarks of Rohm and Haas Company, or of its subsidiaries or affiliates. The Company's policy is to register its trademarks where products designated thereby are marketed by the Company, its subsidiaries or affiliates.

These suggestions and data are based on information we believe to be reliable. They are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods of use of our products are beyond our control. We recommend that the prospective user determine the suitability of our materials and suggestions before adopting them on a commercial scale.

Suggestions for use of our products or the inclusion of descriptive material from patents and the citation of specific patents in this publication should not be understood as recommending the use of our products in violation of any patent or as permission or license to use any patents of the Rohm and Haas Company.



Amberlite® IR-120 Plus

IMPORTANT NOTICE

The fundamental data contained in this technical bulletin may not be applicable to all field situations without some modification. An engineering company or equipment manufacturer, who will give consideration to the specific conditions of operation, should be consulted before any attempt is made to use these data in the design of a commercial scale operation.

introduction

High exchange capacity, excellent stability at elevated temperatures, and good chemical resistance over a wide pH range are a few of the outstanding properties of the gelular, strongly acidic, cation exchange resin, Amberlite IR-120 Plus.

This high density, sulfonic acid type ion exchange resin is produced in the form of attrition resistant, spherical particles and can be utilized in either sodium or hydrogen cycle operation. At practical regeneration levels (14 lbs. NaCl [224 g/l]), in the sodium cycle, Amberlite IR-120 Plus exhibits a minimum exchange capacity of 28 kgr as $\text{CaCO}_3/\text{ft}^3$ (64.1g CaCO_3/l).

Laboratory tests simulating unusually severe process conditions have shown that Amberlite

IR-120 Plus exhibits very good stability after even prolonged exposure to mineral acids and 5% caustic. The resin has been subjected to thousands of operational cycles in which no evidence of physical or chemical breakdown has appeared. In a large municipal installation, over 13 million gallons of water have been softened by each cubic foot of Amberlite IR-120 Plus with no loss of capacity or indication of physical breakdown.

In addition to high capacity and good physical and chemical stability, the unifunctionality, high density, and particle-size uniformity of Amberlite IR-120 Plus have resulted in widespread acceptance of this exchanger in the water conditioning field and have dictated its consideration for many specialty uses. These include, among others: sugar processing, waste treatment, catalysis, plant nutrition, and pharmaceutical manufacture.

In hydrogen cycle operation, the high capacity of Amberlite IR-120 Plus and its years of successful field application make this the cation exchange resin of choice. When used in conjunction with an Amberlite anion exchange, either Monobed® or multiple bed deionization, the ultimate in satisfactory service is provided.

summary

Table I summarizes data presented in these notes and suggests operating conditions under which optimum results can be realized in the use of Amberlite IR-120 Plus.

table I—suggested operating conditions

	Sodium Cycle	Hydrogen Cycle
pH	1.0 to 14.0	1.0 to 14.0
Maximum Temperature	250°F (121°C)	250°F (121°C)
Minimum Bed Depth	24 inches (0.61 m)	24 inches (0.61 m)
Backwash Flow Rate	6 gpm/ft ² @ 72°F (14.7 m/hr @ 22°C)	6 gpm/ft ² @ 72°F (14.7 m/hr @ 22°C)
Regenerant Concentration*	10% NaCl	10% HCl or 1 to 5% H ₂ SO ₄
Regeneration Flow Rate	0.5 to 1 gpm/ft ² (4.0 to 8.0 l/hr/l)	0.5 to 1.0 gpm/ft ² HCL (4.0 to 8.0 l/hr/l) 0.5 to 2.0 gpm/ft ² H ₂ SO ₄ (4.0 to 16.0 l/hr/l)
Regeneration Level	See Page 8	See Pages 9 to 13
Rinse Flow Rate	1.0 gpm/ft ² (8.0 l/hr/l) initially then 1.5 gpm/ft ² (12.0 l/hr/l)	0.5 to 0.75 gpm/ft ² (4.0 l/hr/l) initially then 1.5 gpm/ft ² (12.0 l/hr/l)
Rinse Water Requirements	25-75 gals/ft ² (3.4 to 10.0 l)	25-75 gals/ft ² (3.4 to 10.0 l)
Service Flow Rate	2 gpm/ft ² (16.0 l/hr/l)	2 gpm/ft ² (16.0 l/hr/l)
Exchange Capacity	See Page 8	See Pages 9 to 13

*See Safe Handling Section

table II—physical characteristics

Ionic Form (as supplied)	Sodium or Hydrogen
Shape	Spherical Particles
Moisture	45%*
Density	48 to 54 lbs/ft ³ (768 to 864 g/l)
Shipping Weight†	53 lbs/ft ³ (848 g/l)
Effective Size	0.50 mm*
Screen Grading (Wet)	16 to 50 mesh (U.S. Standard Screens)
Uniformity Coefficient	1.8 maximum
Fines Content	0.7% maximum through 50 mesh U.S. Standard Screens

*approximate

†Since wall effects are far less important in large diameter columns, 53 lbs of backwashed and drained Amberlite 1R-120 Plus may occupy a volume slightly less than one cubic foot. In these cases, at least the same minimum total column capacity calculated from data presented in these notes will be achieved because both capacities and densities are based on laboratory tests using a one-inch diameter column.



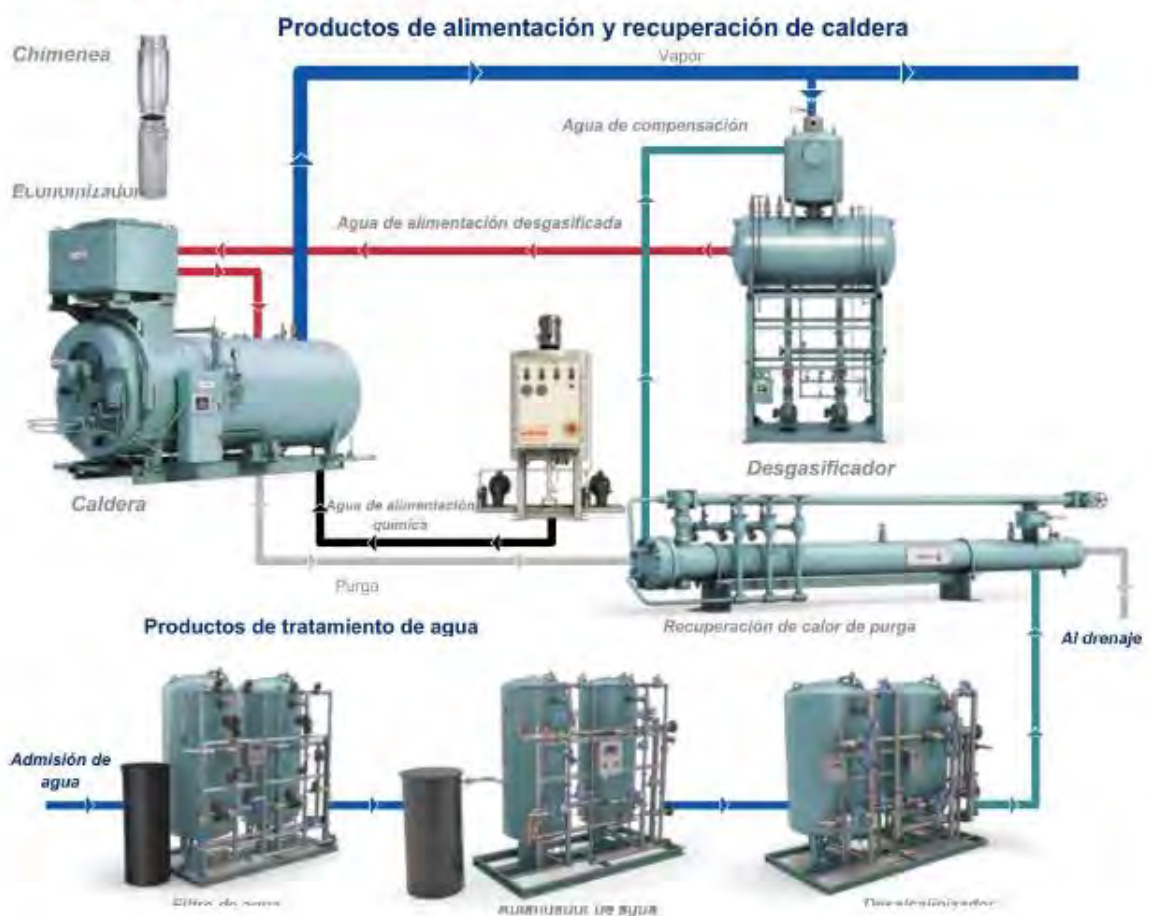
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Mejore el desempeño, proteja su sistema y ahorre dinero

INTEGRACIÓN TOTAL DE TRATAMIENTO DE AGUA, DE UN SOLO PROVEEDOR

Cleaver-Brooks es el proveedor líder en sistemas de agua para caldera, incluyendo productos de tratamiento de agua y recuperación de alimentación y condensado de caldera, y es el único proveedor en el mundo que tiene un sistema totalmente integrado de un solo proveedor. Otros fabricantes dependen de equipo proveniente de una gran variedad de fuentes, que simplemente se ensamblan juntos, y que pueden poner en peligro la compatibilidad, desempeño y calidad. Los productos Cleaver-Brooks están diseñados para una alta eficiencia, y cumplen con los requerimientos de emisiones más estrictos en los Estados Unidos. Desde pre-tratamiento hasta post-tratamiento, de tratamiento de agua a separadores, nuestra ingeniería asegura que las soluciones estén diseñadas para satisfacer las necesidades de su sistema de caldera y especificaciones. Con tecnología de punta y experiencia construida durante 80 años en la industria, podemos satisfacer prácticamente cualquier necesidad de tratamiento de agua.

El sistema de vapor





Resumen de sistemas de tratamiento de agua

	Modelo	Vapor	Agua caliente	Capacidad	Características
PRODUCTOS DE EQUIPO PRE-TRATAMIENTO	ABLANDADORES DE AGUA				
	BMR y FMR	*	*	20,000-1,500,000 intercambio de granos	Índices de flujo desde 2 hasta 450 gpm. Compatible con todas las aplicaciones de calderas.
	FSE y SSE	*	*	20,000-1,200,000 intercambio de granos	Índices de flujo desde 8 hasta 350 gpm. Temperaturas de operación desde 40° hasta 100°F.
	CRS	*	*	15,000-450,000 intercambio de granos	Índices de flujo desde 12 hasta 45 gpm. Las válvulas y control pre-cableados y listas para programar.
	DESALCALINIZADORES				
	GDAS	*	*	50,000-980,00 granos	Índices de flujo desde 10 hasta 300 gpm. Tamaños de tanque de 20" a 72".
	CDAF	*	*	10,000-100,000 granos	Índices de flujo desde 2.5 hasta 50 gpm. Tamaños de tanque de 9" a 30".
	SISTEMAS DE FILTRACIÓN				
	FBS	*	*	—	Índices de flujo desde 10 hasta 800 gpm (dependiendo del filtro seccional)
	FBF	*	*	—	Índices de flujo desde 2 hasta 96 gpm. Montado en la parte superior, totalmente ajustable, válvulas de bronce para control.
	SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN QUÍMICA				
	CFS	*	*	Presión de hasta 1,000 psig	Tamaños de tanque desde 20 hasta 500 galones. Bombas totalmente ajustables de 0.015 gph a 60 gph.
SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA					
CRO	*	*	14,000-72,000 gpd	Sistemas de 10 gpm a 50 gpm. Disponible para aplicaciones de vapor y agua caliente.	

	Modelo	Vapor	Agua caliente	Características
PRODUCTOS DE EQUIPO POST-TRATAMIENTO	ENFRIADORES DE MUESTRAS			
	SC	*	*	Las calderas de vapor usan el modelo SC-12. Las calderas de agua caliente usan el modelo SC-22.
	SEPARADORES DE PURGA			
	BDS	*	*	Soporta una presión de operación de caldera desde 0 hasta 300 psig.
	TANQUES DE PURGA			
	BDT	*	*	Diseño simple y fácil de mantener. Tanques de 18" a 72".
	CONTROLADORES DE TRATAMIENTO DE AGUA DE CALDERA			
	CLC	*	*	Control de microprocesador. Incluye válvula de bola, kit de tubería, placa de orificio y sensor de conductividad.
	SILENCIADORES DE ESCAPE			
	CSP	*		Reducción de ruido desde 24.4 a 48.4 dB (dependiendo del modelo).
	CABEZAS DE ESCAPE			
	CEX	*	*	Auto-limpieza y auto-drenado.
	SEPARADORES CENTRÍFUGOS			
	CIS	*		Configuraciones vertical y horizontal con todos los tamaños disponibles.
	SEPARADORES DE VAPOR			
	CMS	*		Provee vapor seco. Reduce las fluctuaciones de nivel de agua de caldera.
SEPARADORES DE VAPOR FLASH				
FSS	*		Señal de código ASME. Rápido retorno de su inversión.	

Productos de equipo de pre-tratamiento

El equipo de pre-tratamiento Cleaver-Brooks se utiliza antes de que el agua alcance la caldera, y trata el agua para que tenga la calidad requerida para una operación de caldera exitosa. Es apropiado tanto para aplicaciones de agua caliente como de vapor. Este equipo le ayudará a proteger el equipo de caldera, provyendo un agua tratada de alimentación de caldera de la más alta calidad.

Ablandadores de agua

Nuestros ablandadores de agua de intercambio iónico retiran la dureza del agua, previniendo la acumulación de sarro en las superficies de transferencia de calor, y ayudando a mantener una eficiencia máxima de caldera. Retirar la dureza reduce también la necesidad de adquirir costosos tratamientos químicos de agua, para controlar el sarro. Los ablandadores de agua Cleaver-Brooks están disponibles en diseño de paquete para virtualmente cualquier aplicación, comercial o industrial. Se recomienda un ablandador de agua en aquellos casos en que la dureza del agua sin tratar excede 1 ppm. Hay ablandadores de agua para todos los tamaños de calderas, incluyendo calderas múltiples, de vapor o agua caliente.

Modelo SMR y FMR

Disponibles con diseños de tanques individual, doble o triple, e incluye tanque(s) de resina, tanque de salmuera, resina, tubería frontal, diafragma, válvula de canasta y controlador de ciclo. Los caracterizan tanques de acero de carbono con interiores cubiertos de epoxi, su utilización de válvulas diafragma activadas por agua, así como un controlador electrónico.



Características

- Competible con todas las aplicaciones de caldera
- Tamaño para capacidad de intercambio desde 20,000 hasta 1,500,000 granos
- Índices de flujo desde 2 hasta 450 gpm
- Tubería exterior de acero galvanizado con conexiones de hierro fundido
- Medidores de presión de admisión/escape
- Alojamiento eléctrico NEMA 4
- Sistemas pre-cableados y pre-entubados montados en patines, opcionales
- Tanques con sello de código ASME, opcionales

Sistemas de alimentación química – Modelo CFS

Los sistemas de alimentación química tratan el agua de alimentación de caldera y acondicionan la purga, proveyendo una medida extra de protección contra el sarro y la corrosión. Los sistemas automáticos están disponibles para instalaciones de caldera individuales o múltiples. Están totalmente empacados y pueden equiparse ya sea con bombas de pistón o de diafragma. Cleaver-Brooks le ofrece también alimentadores de bypass y de tiro.



Características

- Para aplicaciones de vapor y agua caliente
- Disponible para cualquier tamaño de caldera
- Tamaños de tanque desde 20 hasta 500 galones
- Materiales de tanque: poli, acero de carbono, acero inoxidable y overpack
- Presión de hasta 1,000 psig
- Bombas totalmente ajustables de 0.015 GPH a 60 GPH

Sistemas de ósmosis inversa – Modelo CRO

Diseñados para aplicaciones de tratamiento de agua de caldera, proveen agua de alta pureza (98-99% de reducción de sales). Nuestros sistemas de ósmosis inversa retiran minerales disueltos, partículas e impurezas orgánicas. Al igual que todos los sistemas Cleaver-Brooks, se construyen usando componentes y materiales de la más alta calidad, para un desempeño excepcional.

Características

- Para aplicaciones de vapor y agua caliente
- Disponible para cualquier tamaño de caldera
- Sistemas de 10 gpm – 50 gpm
- Capacidad de 14,400 a 72,000 gpd
- Panel de control NEMA 4
- Montado en patines, totalmente empacado
- Muchas opciones disponibles, para ajustarse a los requerimientos de su aplicación



Selección del Suavizador

Ahora ya estamos listos para procesar un cálculo típico para seleccionar un suavizador , la información debera de ser primero reunida , basada en todos los aspectos mencionados en esta sección. Una lista de todos los factores de diseño , deberá de ser primero realizada. Lo siguiente representa una caldera típica , de donde nosotros calcularemos la demanda de un suavizador.

- **Determinar la Dureza en el agua**

El análisis recibido o muestreado es en partes por millón (ppm) , convertirlo a granos por galon (gpg) , dividiéndolo entre 17.1 ; $342/17.1 = 20$ gpg

- **Determinar los caballos vapor caldera (caballos de fuerza)**

Si la capacidad de la caldera la tenemos en libras por hora de vapor. Convertirla a caballos (HP) , 3450 libras por hora entre 34.5 = 100 HP (ver tabla de conversión)

- **Determinar la alimentación de agua máxima a la caldera**

La capacidad de la caldera es de 100 HP (caballos de fuerza) , convertir los HP a galones de agua por hora necesarios para alimentar la caldera , $HP \times 4.25$ galones por hora , $100 \times 4.25 = 425$ galones por hora

- **Determinar la cantidad de condensados de retorno o recuperados , y determinar la alimentación neta a la caldera.**

La alimentación de diseño es de 425 galones por hora , si el retorno de condensados es del 50% , por lo tanto 212.5 galones , la alimentación neta será de $425 - 212.5 = 212.50$ galones por hora.

- **Determinar la alimentación total requerida por día**

212.50 galones por hora , si el sistema opera 16 horas por día , 212.50×16 horas = 3400 galones por día.

- **Determinar los granos totales de dureza a remover por día**

3400 galones por día con una dureza de 20 gpg (granos por galón) será $3400 \times 20 = 68,000$ granos de dureza se necesita remover al día.

(ANEXO – 019. Válvulas estaciones reductoras de presión)

En beneficio del desarrollo y mejora del producto, nos reservamos el derecho de cambiar la especificación. © Copyright 2013

spirax sarco

TI-P186-08

CH Issue 11

Válvula reductora de presión sanitaria SRV66

Descripción

La SRV66 es una válvula reductora de presión sanitaria angular con autodrenaje de construcción en acero inoxidable 316 adecuada para el uso con vapor, agua y gases industriales inertes. Está disponible con conexiones compatibles con mordazas según ISO 2852, no requiere una línea externa de detección de presión y tiene capacidad para limpieza-en-sitio (CIP) y esterilizado-en-sitio (SIP).

Las aplicaciones típicas pueden ser: Suministro de vapor limpio, gas y líquidos a bioreactores, centrifugas, liofilizadores, esterilizadores, autoclaves, tanques de procesos, humidificadores y equipos culinarios.

Estanqueidad

Estanqueidad de acuerdo con la directriz 2174 de la normativa VDI/VDE (Índice de fuga < 0,5% del valor de K_v s).

Acabado y limpieza de superficie

Superficies internas húmedas - Ra < 3,2 μ m limpieza ultrasónica.

Las siguientes opciones están disponibles bajo pedido:

Versión pulida	Para aplicaciones alimentarias, farmacéuticas super limpias con rugosidad de superficie: Ra \leq 0,25, 0,4, 0,8 μ m
Viton (FPM)	Asiento blando de elastómero
Conexiones especiales	Asépticas
	Clamp ASME BPE
	Bridas ASME o JIS
	Roscas NPT
	Espiga soldadura

Nota: Otras conexiones/construcciones disponibles bajo pedido

Desengrasado

Material diafragma con aprobación FDA

Opciones de certificados

Los siguientes están disponibles con un coste extra:

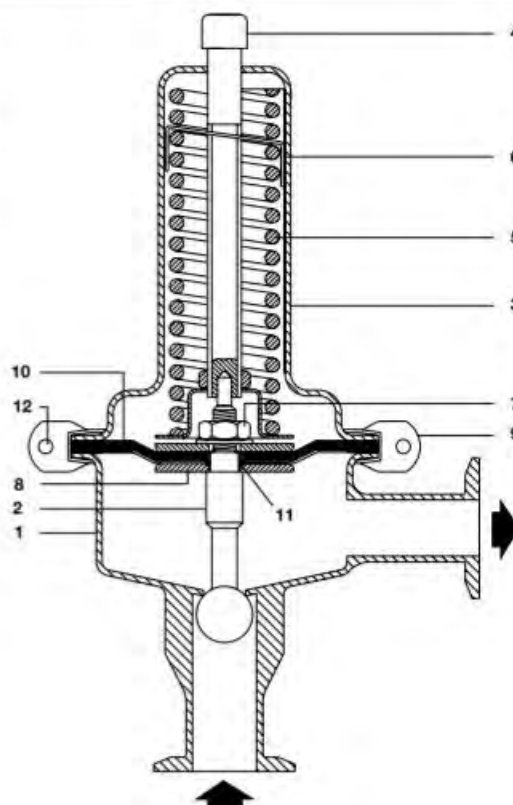
- Aprobación FDA para todas las partes húmedas.
- Aprobación USP Clase IV para todas las partes húmedas.
- Certificado de acabado de superficie para partes húmedas.
- Confirmación de que las partes que componen esta válvula están libre de productos derivados de animales

Tamaños y conexiones

DN15, DN20, DN25, DN32, DN40 y DN50
Compatibles con mordazas ISO 2852.

Rango de operación

Ver dorso.



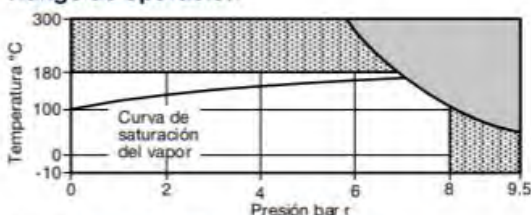
Materiales

No.	Parte	Material	
1	Cuerpo (asiento integral)	Acero inoxidable	1.4404 (316L)
2	Obturador	Acero inoxidable	1.4404 (316L)
3	Alojamiento resorte	Acero inoxidable	1.4404 (316L)
4	Tornillo ajuste	Acero inoxidable	BS 6105 A4 70
5	Resorte	Acero inoxidable	1.4301 (304)
6	Plato resorte	Acero inoxidable	1.4301 (304)
7	Tuerca diafragma	Acero inoxidable	BS 6105 A4 70
8	Plato diafragma	Acero inoxidable	1.4404 (316L)
9	Mordaza en 'V'	Acero inoxidable	1.4404 (316L)
10	Diafragma	FPM (Viton)/ PTFE	
11	'O' ring	PTFE	
12	Tornillo mordaza en 'V'	Acero inoxidable	BS 6105 A4 70

First for Steam Solutions

EXPERTISE | SOLUTIONS | SUSTAINABILITY

Rango de operación



La válvula **no puede** trabajar en esta zona.
 La válvula no se puede usar en esta zona o por encima de su rango operativo ya que se pueden dañar las partes internas.

Condiciones de diseño del cuerpo	Entrada	PN10
	Salida ver tabla 'Rango de presión de ajuste'	
Presión máxima de diseño		9,5 bar a 50°C
Temperatura máxima de diseño		300°C a 5,8 bar r
Temperatura mínima de diseño		-10°C
Temperatura máxima de trabajo		180°C
Presión máxima de de trabajo (entrada)		8 bar r
Temperatura mínima de trabajo		-10°C
Prueba hidráulica:		15,2 bar r

Rango de presión de ajuste

Tamaño	DN15 - DN50		
Rango entrada/salida	PN16 / PN2,5	PN16 / PN6	PN16 / PN10
Rango resorte	0,3 - 1,1 bar r	0,8 - 2,5 bar r	1,0 - 5,0 bar r
Máx. presión de salida permitida = 1,5 veces la presión de ajuste			

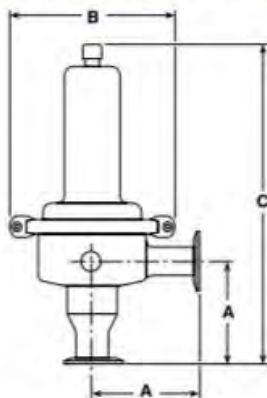
Valores Kv

Para maximizar la precisión de control (especialmente con grandes variaciones de carga) usar los valores Kv con un 20% de desfase. Para dimensionar la válvula de seguridad usar Máximo Kv.

Tamaño válvula	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
Kv con 20% desfase	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,2
Máximo Kv	2,6	3,9	4,6	5,2	5,9	6,8

Para convertir: $C_v (UK) = K_v \times 0,93$ $C_v (US) = K_v \times 1,156$

Dimensiones / peso (aproximado) en mm y kg



Rango presión	Tamaño	A	B	C	Peso
1,0 a 5,0 bar y	DN15 - DN25	90	138	200	2,0
	DN32 - DN40	120	138	200	2,5
0,8 a 2,5 bar	DN50	120	138	200	3,0
	DN15 - DN25	120	200	200	3,0
0,3 a 1,1 bar	DN32 - DN40	120	200	200	3,5
	DN50	120	200	200	4,0

Dimensionado

Se puede calcular el Kv requerido usando las siguientes fórmulas:

donde:

- \dot{m}_s = Caudal másico de vapor (kg/h)
- \dot{V} = Caudal de líquido (m³/h)
- \dot{V}_g = Caudal de gas en condiciones estándar: 0°C a 1,013 bar a (m³/h)
- P_1 = Presión aguas arriba (bar absolutos)
- P_2 = Presión aguas abajo (bar absolutos)
- $\chi = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$ (factor caída de presión)
- S = Gravedad específica
- T = Media de temperatura absoluta (Kelvin = °C + 273)

Vapor Caída de presión crítica: $P_2 \leq 0,58 P_1$

$$K_v = \frac{\dot{m}_s}{12 P_1}$$

Caída de presión no crítica: $P_2 \geq 0,58 P_1$

$$K_v = \frac{\dot{m}_s}{12 P_1 \sqrt{1 - 5,67 (0,42 - \chi)^2}}$$

Gas

$$K_v = \frac{\dot{V}_g}{287} \sqrt{\frac{ST}{(P_1 - P_2)(P_1 + P_2)}}$$

Líquidos

$$K_v = \dot{V} \sqrt{\frac{S}{P_1 - P_2}}$$

Cálculo de Kv y selección de la válvula

Usando el caudal máximo y la presión diferencial más pequeña ($P_1 - P_2$), calcular los Kv requeridos usando una de las fórmulas de arriba. Seleccionar un Kv de la válvula que sea un 30% mayor que el Kv calculado. El rango operativo óptimo de la válvula seleccionada debería estar dentro del rango de 10 a 70% de su Kv.

Velocidades de fluido recomendadas

Vapor	Saturado	10 a 40 m/s
	Recalentado	15 a 60 m/s
Gases	hasta 2 bar r	2 a 10 m/s
	superior a 2 bar r	5 a 40 m/s
Líquidos		1 a 5 m/s

Seguridad, instalación y mantenimiento

Ver Instrucciones de Instalación y Mantenimiento (IM-P186-09) que acompañan al producto.

Nota de instalación:

La SRV66 debe instalarse con la entrada en posición vertical y el alojamiento resorte en la parte superior.

Como pasar pedido

Ejemplo: 1 Válvula reguladora de presión sanitaria Spirax Sarco SRV66 de DN25 con un rango de presión de 1 - 5 bar, PN10 / PN6, diafragma de FPM y con conexiones compatibles con mordazas ISO 2852.

Recambios

Las piezas de recambio disponibles se indican con línea de trazo continuo. Las piezas indicadas con línea de trazos, no se suministran como recambio.

Recambios disponibles

Diafragma y 'O' ring	10, 11
----------------------	--------

Cómo pasar pedido de recambios

Al pasar pedido debe usarse la nomenclatura señalada en el cuadro anterior indicando el tamaño, modelo y rango de presión.

Ejemplo: 1 Diafragma y 'O' ring para una válvula reductora de presión Spirax Sarco SRV66 de DN25 y rango de presión de 1 - 5 bar, PN10 / PN6, diafragma de FPM.

(ANEXO – 020. Separadores de vapor)

Armstrong® DS-1, DS-2 Drain Separators

Condensate in steam and air piping reduce thermal efficiency, cause water hammer, corrode equipment such as valves and pipes, and cause other problems.

Drain separators DS-1 and DS-2 separate condensate efficiently by using the centrifugal force of steam or air created by introducing it into a specifically shaped path. Because of the simple structure of the drain separators, pressure loss is minimized, enabling clean, dry steam or air to be fed to equipment.

Operating Principle

When steam or air flow enters the drain separator, centrifugal force is generated in the fluid because of the device's internal structural design. The fluid drains along the wall because of the difference in specific gravity with steam or air, eventually striking the baffle. The baffle guides the fluid to the drain outlet and to the trap, which drains it. As a result, both small dirt particles and condensate are separated and removed from the system through the bottom drain.

Features

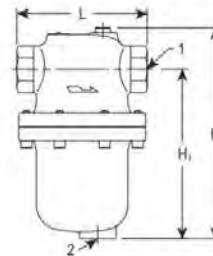
- A cyclone structure maximizes liquid separation efficiency
- Pressure loss is extremely low
- No moving parts means no breakdowns

Specifications

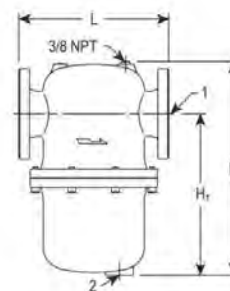
- Nominal Size: 1/2" - 4" (15 mm - 100 mm)
- Application Fluid: Steam or Air
- Maximum Pressure:
 - for steam: 300 psig (20.7 bar)
 - for air: 300 psig (20.7 bar)
- Maximum Temperature: 430°F (221°C)
- Body Material: Ductile Iron ASTM A536
- Nozzle Material: Cast Iron ASTM A48
- Receiver Material: Ductile Iron ASTM A536
- Connections
 - Threaded NPT (1/2" - 2")
 - Flanged ANSI 150/300 (2-1/2" - 4")

Size Selection

Select a nominal size that matches that of piping or use the sizing chart on page PTC-50.



DS-1



DS-2

Dimensions and Weights												
Model	Connections				Dimensions						Weight	
	1		2		L		H		H1		lb	kg
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm				
DS-1	1/2 NPT	15A	3/4 NPT	20A	5-5/16	150	9-9/16	243	7-5/8	193	16	7.3
	3/4 NPT	20A	3/4 NPT	20A	5-5/16	150	9-9/16	243	7-5/8	193	16	7.3
	1 NPT	25A	3/4 NPT	20A	5-5/16	150	9-9/16	243	7-5/8	193	16	7.3
	1-1/4 NPT	32A	1 NPT	25A	7-1/2	190	11-1/8	282	8-3/8	213	28	12.7
	1-1/2 NPT	40A	1 NPT	25A	7-1/2	190	11-1/8	282	8-3/8	213	28	12.7
	2 NPT	50A	1 NPT	25A	8-5/8	219	13-15/32	342	10-1/4	260	45	20.5
DS-2 (150#)	2-1/2 ANSI FL	65A	1 NPT	25A	11-1/2	292	16-15/32	418	12-3/8	314	77	35
	3 ANSI FL	80A	1-1/4 NPT	32A	13-1/2	343	19	484	14-1/4	361	99	45
	4 ANSI FL	100A	1-1/4 NPT	32A	15-13/16	402	23-13/32	594	17-1/2	445	143	65
DS-2 (300#)	2-1/2 ANSI FL	65A	1 NPT	25A	11-15/16	303	16-15/32	418	12-3/8	314	77	35
	3 ANSI FL	80A	1-1/4 NPT	32A	13	356	19-1/16	484	14-1/2	361	99	45
	4 ANSI FL	100A	1-1/4 NPT	32A	16-7/16	418	23-3/8	594	17-1/2	445	143	65

All dimensions and weights are approximate. Use certified print for exact dimensions. Design and materials are subject to change without notice.

2/16

PTC-49

Armstrong Pressure/Temperature Controls Group, 221 Armstrong Blvd., Three Rivers, MI 49093 - USA Phone: (269) 219-3600 Fax: (269) 213-8656
www.armstrong-intl.com

Next



DS-1, DS-2 Drain Separators

Steam Capacities																		
Size	5 psig lb/hr	0.34 bar kg/hr	10 psig lb/hr	0.69 bar kg/hr	25 psig lb/hr	1.7 bar kg/hr	50 psig lb/hr	3.4 bar kg/hr	100 psig lb/hr	6.9 bar kg/hr	150 psig lb/hr	10.3 bar kg/hr	200 psig lb/hr	13.8 bar kg/hr	250 psig lb/hr	17.2 bar kg/hr	300 psig lb/hr	20.7 bar kg/hr
1/2"	34	15	43	20	69	31	113	51	200	91	287	130	374	170	461	209	548	249
3/4"	60	27	75	34	121	55	198	90	351	159	503	228	656	298	809	367	962	436
1"	98	44	122	55	197	89	320	145	568	258	816	370	1,063	482	1,311	595	1,559	707
1-1/4"	169	77	212	96	340	154	555	252	983	446	1,412	640	1,840	835	2,269	1,029	2,698	1,224
1-1/2"	230	104	288	131	463	210	755	342	1,338	607	1,922	872	2,505	1,136	3,088	1,401	3,672	1,666
2"	379	172	475	215	763	346	1,244	564	2,206	1,000	3,167	1,437	4,129	1,873	5,090	2,309	6,052	2,745
2-1/2"	541	245	678	308	1,089	494	1,775	805	3,147	1,427	4,519	2,050	5,891	2,672	7,263	3,294	8,635	3,917
3"	835	379	1,046	474	1,682	763	2,741	1,243	4,860	2,204	6,978	3,165	9,096	4,126	11,215	5,087	13,333	6,048
4"	1,437	652	1,802	817	2,896	1,314	4,720	2,141	8,368	3,796	12,016	5,450	15,664	7,015	19,312	8,760	22,960	10,414

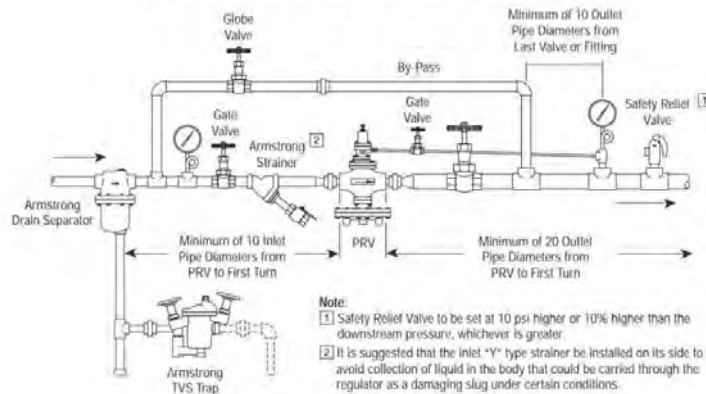
NOTE: Steam capacity (lb/hr) based on approximately 6,000 ft/min (100 ft/sec).

Piping/Installation

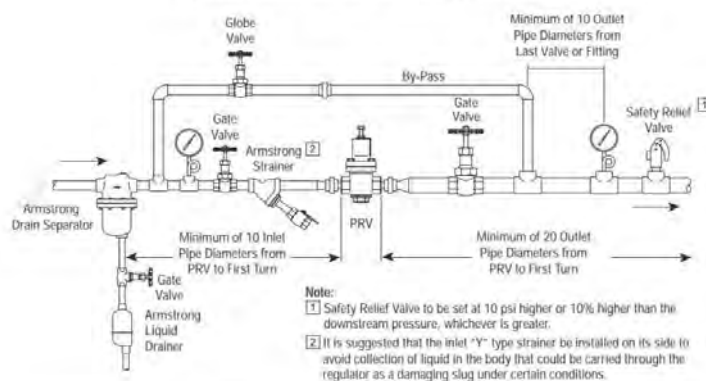
Always mount the drain separator in a horizontal pipe, with the drain discharge port facing downward. Be sure to install a trap device below the drain discharge port. The top of the trap should be lower than the separator's drain discharge port.

Pressure and Temperature Controls

Typical Installation for Steam Application



Typical Installation for Air Application



(ANEXO – 021.Filtros)



Tight seating

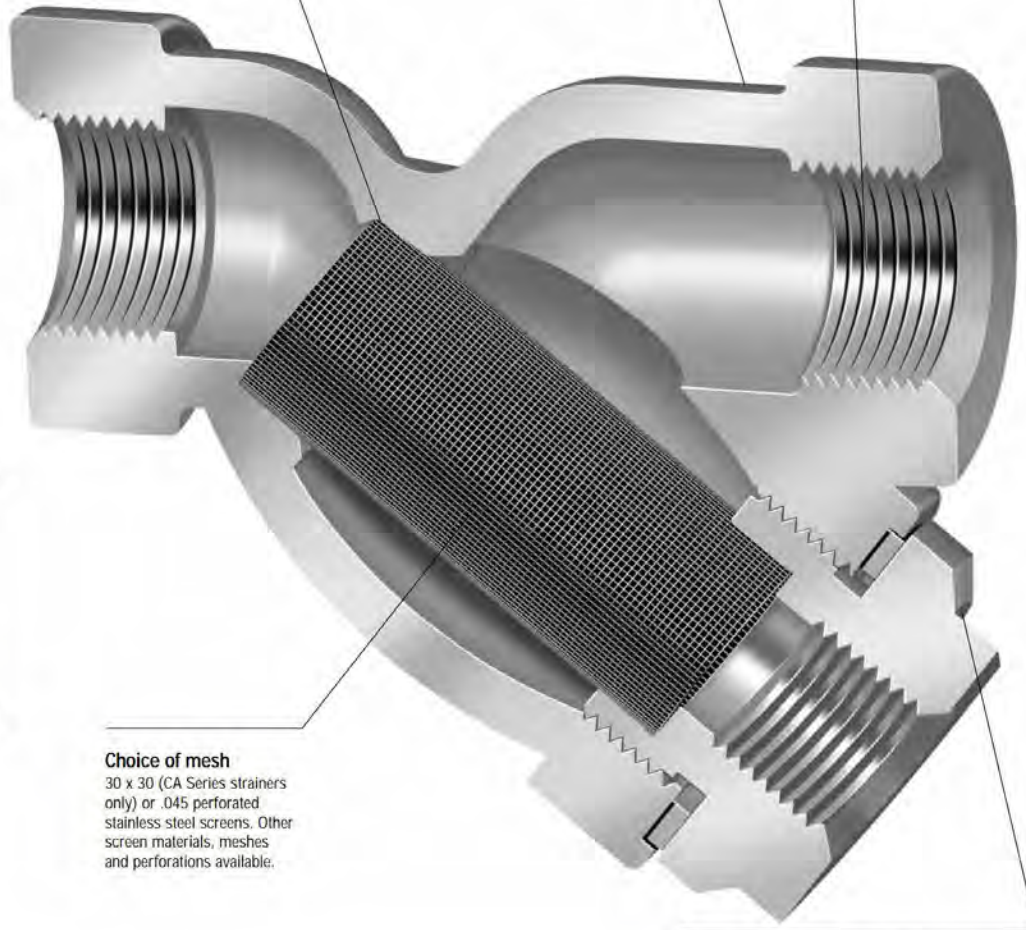
Both ends of the chamber are precisely machined to provide perfectly round and smooth seating surfaces as well as fixed chamber length. The screen seats snugly on the machined surface so no particle larger than the screen opening can escape around the end of the screen.

Choice of body materials

Cast iron, carbon steel, chrome moly, forged steel, stainless steel, bronze.

Connection configurations available

Select screwed, socketweld or flanged.



Choice of mesh

30 x 30 (CA Series strainers only) or .045 perforated stainless steel screens. Other screen materials, meshes and perforations available.

Easy-in, easy-out screwed screen retainers

Straight threads mean less torque is required to obtain a tight seal with proper gasket compression, and less torque is required to remove the retainer. The danger of "freezing in" is considerably less than with hard-to-break tapered pipe threads.

Strainers

444

S-1

Armstrong Steam and Condensate Group, 816 Maple St., Three Rivers, MI 49093 – USA Phone: (269) 273-1415 Fax: (269) 278-6555
www.armstrong-intl.com

Next

1961



Armstrong Y-Type Strainers

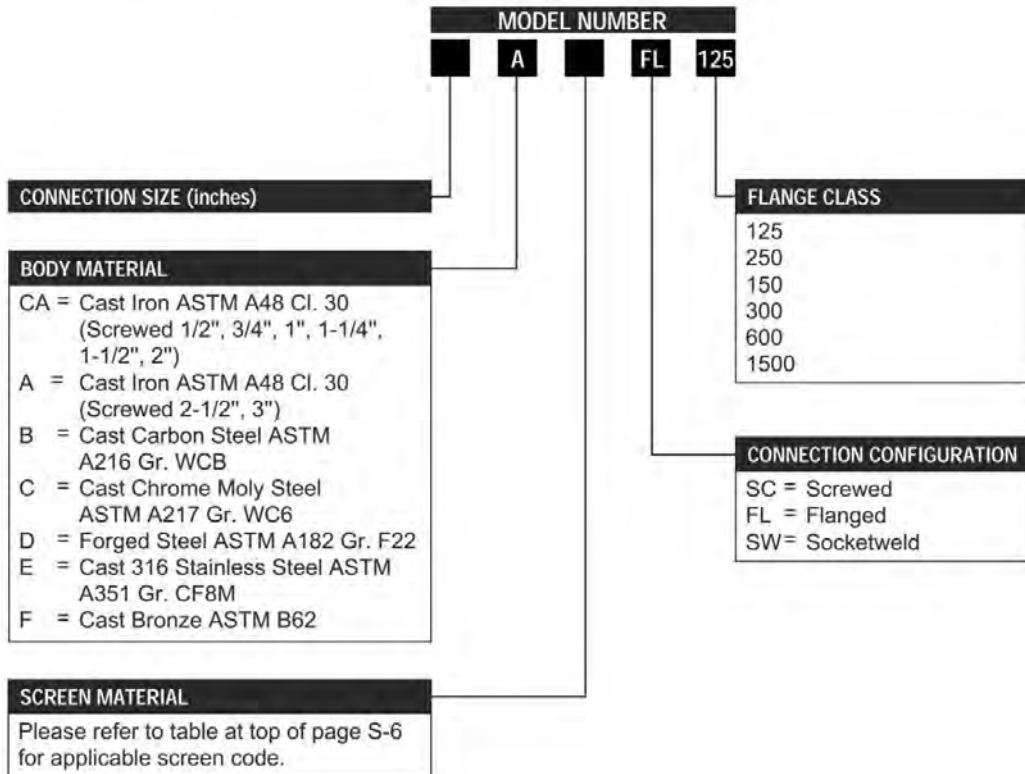
Design Advantages

No-Leak, No-Crush Screen Chambers are assured by precise machining of both ends of the chamber to provide perfectly round and smooth seating surfaces as well as fixed chamber length. The screen seats snugly on the machined surface so no particle larger than the screen opening can escape around the end of the screen.

Easy-In, Easy-Out Screwed Screen Retainers have straight threads. Less torque is required to obtain a tight seal with proper gasket compression. Less torque is required to remove the retainer. The danger of "freezing in" is considerably less than with hard-to-break tapered pipe threads.

Off-Center Blowdown Connections for 2-1/2" and 3" size strainers. The off-center drain permits nearly complete removal of liquid and dirt when blowing down the strainer. And less liquid spills when removing the screen retainer.

How To Order



STRAINERS



Armstrong® Strainers ID Charts

Illustration	Model	Connection Size	Connection Type	Body Material	Pressure Temperature Ratings		Located on Page	
					Steam Non-shock	Cold Non-shock		
	CA	1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2"	Screwed	Cast Iron ASTM-A48 Class 30	250 psig @ 406°F	400 psig @ 150°F	S-7	
	A	2-1/2", 3"					S-7	
	A	2"	125 Flanged		125 psig @ 353°F	175 psig @ 150°F	S-8	
	A	2-1/2" - 10"					S-8	
	A	2"	250 Flanged		250 psig @ 400°F	400 psig @ 150°F	S-8	
	A	2-1/2" - 8"					S-8	
	B	1/2", 3/4", 1"	Screwed & Socketweld 900 lb		Cast Carbon Steel ASTM-A216 Gr. WCB	1,635 psig @ 609°F	2,220 psig @ 100°F	S-9
	B	1-1/4", 1-1/2", 2", 3"	Screwed & Socketweld 600 lb					1,135 psig @ 562°F
	B	1/2", 3/4", 1"	Class 150 Flanged			205 psig @ 390°F	285 psig @ 100°F	S-10
	B	1-1/4", 1-1/2", 2", 3"						S-10
	B	4", 6"		S-10				
	B	1/2", 3/4", 1"	Class 300 Flanged	605 psig @ 490°F		740 psig @ 100°F	S-10	
	B	1-1/4", 1-1/2", 2", 3"					S-10	
	B	4", 6"					S-10	
	B	1/2", 3/4", 1"	Class 600 Flanged	1,135 psig @ 562°F		1,480 psig @ 100°F	S-10	
	B	1-1/4", 1-1/2", 2", 3"					S-10	
B	4"	S-10						
	C	1/2", 3/4", 1"	Screwed & Socketweld 1,500 lb	Cast Chrome Moly Steel ASTM-A217 Gr. WC6	2,090 psig @ 643°F	3,000 psig @ 100°F	S-11	
	C	1-1/4", 1-1/2", 2"					2,515 psig @ 670°F	3,600 psig @ 100°F
	C	1/2", 3/4", 1"	Class 1,500 Flanged		2,090 psig @ 643°F	3,000 psig @ 100°F	S-11	
	C	1-1/4", 1-1/2", 2"					2,515 psig @ 670°F	3,600 psig @ 100°F
	D	1/2", 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2"	Socketweld 2,500 lb		Forged Steel ASTM-A182 Gr. F22	2,500 psig @ 1,025°F	6,000 psig @ 100°F	S-12

Strainers

44b
S-3

Armstrong Steam and Condensate Group, 816 Maple St., Three Rivers, MI 49093 - USA Phone: (269) 273-1415 Fax: (269) 278-6555
www.armstrong-intl.com

Next

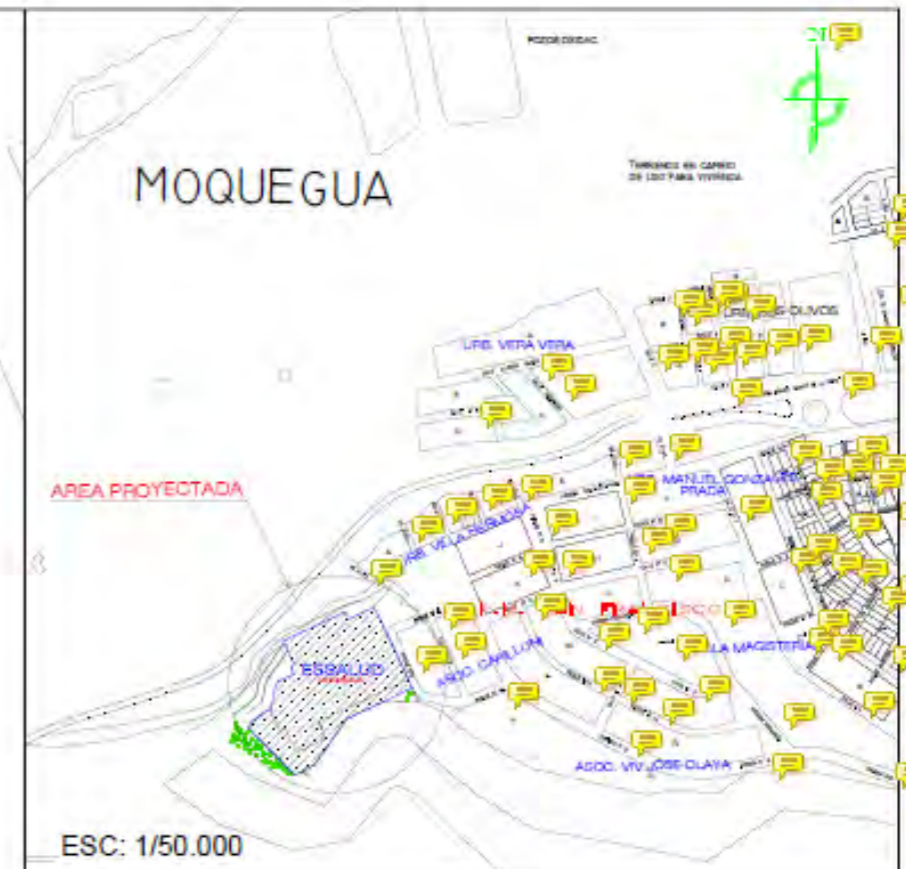


Strainers ID Charts

Illustration	Model	Connection Size	Connection Type	Body Material	Pressure Temperature Ratings		Located on Page
					Steam Non-shock	Cold Non-shock	
	E	1/2", 3/4", 1"	Screwed & Socketweld 1,500 lb	Cast Stainless Steel ASTM-A351 Gr. CF8M	2,090 psig @ 643°F	3,000 psig @ 100°F	S-13
	E	1-1/4", 1-1/2", 2", 3"	Screwed & Socketweld 600 lb		935 psig @ 538°F	1,140 psig @ 100°F	S-13
	E	1/2", 3/4", 1"	Class 150 Flanged		200 psig @ 386°F	275 psig @ 100°F	S-14
	E	1-1/2", 2", 3"			S-14		
	E	4", 6"			S-14		
	E	1/2", 3/4", 1"	Class 300 Flanged		495 psig @ 467°F	720 psig @ 100°F	S-14
	E	1-1/2", 2", 3"			S-14		
	E	4", 6"			S-14		
	E	1/2", 3/4", 1"	Class 600 Flanged		935 psig @ 540°F	1,440 psig @ 100°F	S-14
	E	1-1/2", 2", 3"			S-14		
E	4"	S-14					
	F	1/2", 3/4", 1", 1-1/4"	Screwed 300 lb	Cast Bronze ASTM-B62	300 psig @ 422°F	500 psig @ 150°F	S-15
	F	1-1/2", 2"					S-15



PLANOS



ESQUEMA DE LOCALIZACION

LOCALIZACION: AREA DEL ESTADO-MOQUEGUA
ESSALUD MOQUEGUA

DEPARTAMENTO: MOQUEGUA
PROVINCIA : MOQUEGUA
DISTRITO : MOQUEGUA

AREA TERRENO : 5046.36 M2
AREA CONSTRUIDA : 3080.50 M2

ESC: 1/450

ESQUEMA DE LOCALIZACION

UBICACION DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

PLANO N°
01

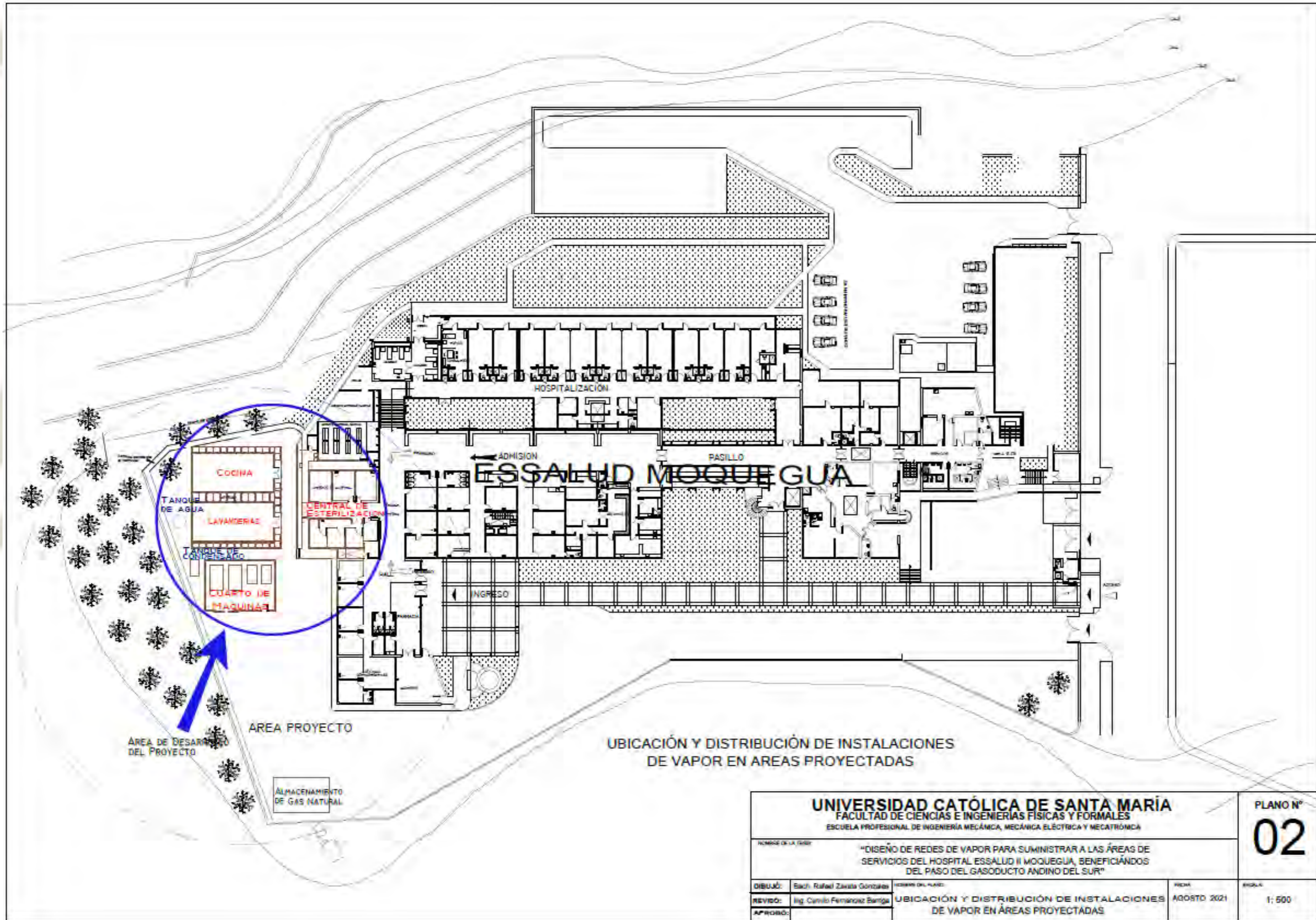
TÍTULO DEL PLAN: "DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIÁNDOSE DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUIT"

DEBIL: Sr. Pablo Javier Cordero
REVISÓ: Ing. Carlos Fernando Arango
APROBÓ:

NOMBRE DEL PLAN: UBICACIÓN DEL PROYECTO

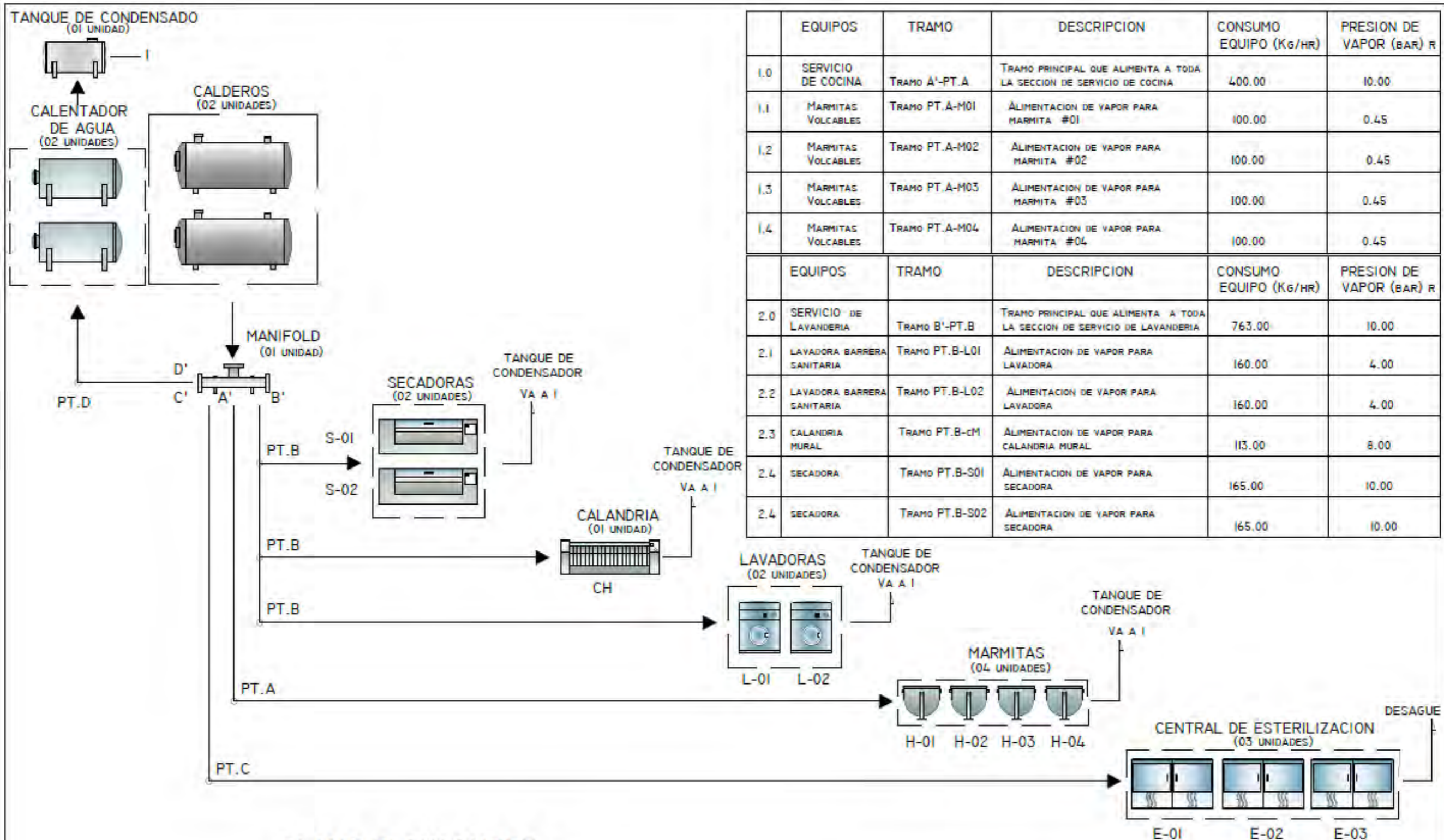
FECHA: ABRIL 2021

ESCALA: INDICADA



UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES DE VAPOR EN ÁREAS PROYECTADAS

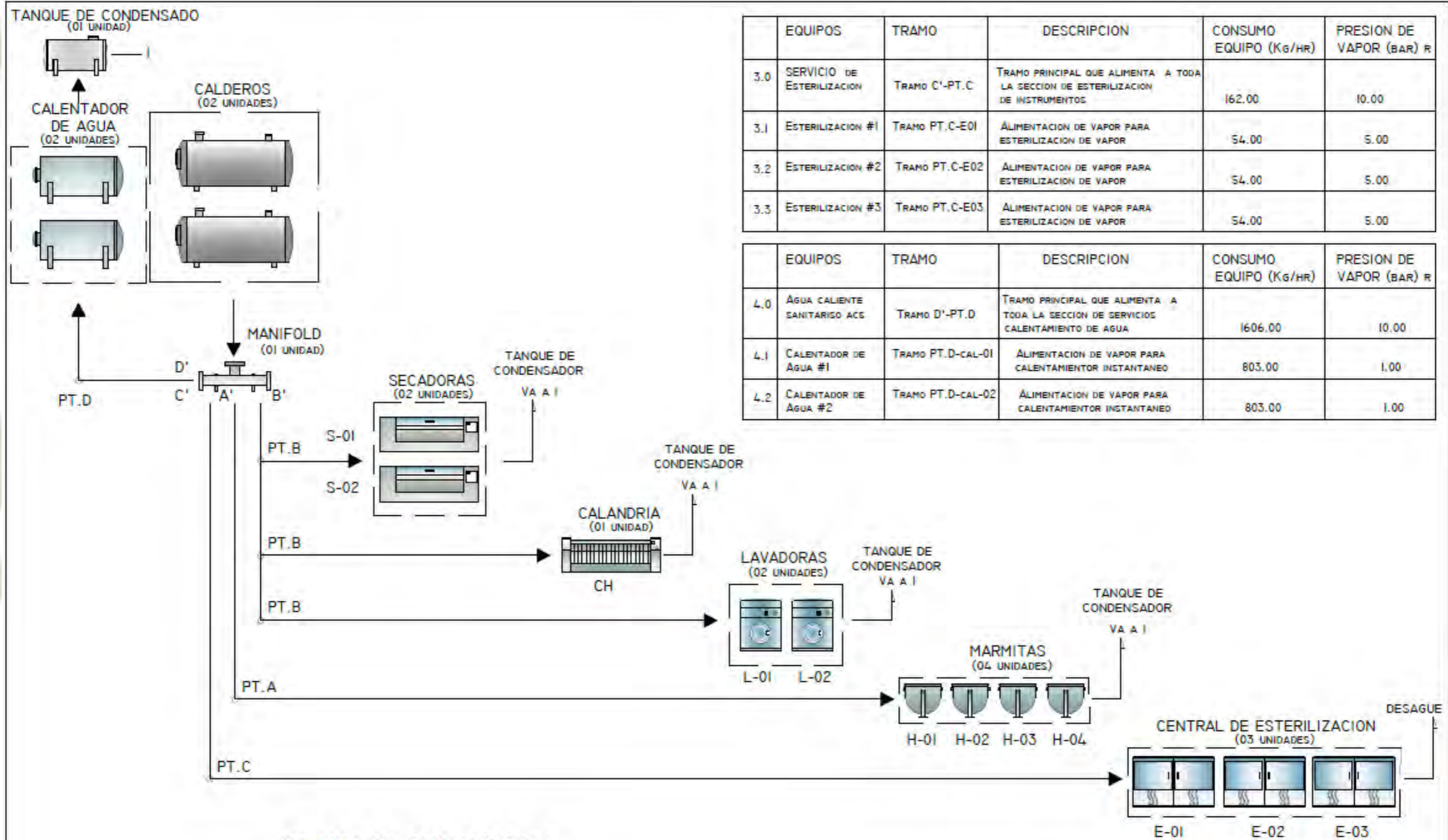
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA		PLANO N° 02
NOMBRE DE LA OBRA: "DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIÁNDOSE DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR"		FECHA: AGOSTO 2021
DIBUJÓ: Elich Rafael Zavala González	REVISÓ: Ing. Camilo Ferrero Bartra	ESCALA: 1:500
UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES DE VAPOR EN ÁREAS PROYECTADAS		



PLANO FLOW SHEET
 DIAGRAMA DE PROCESOS
 ESC: S/E

	EQUIPOS	TRAMO	DESCRIPCION	CONSUMO EQUIPO (Kg/HR)	PRESION DE VAPOR (BAR) R
1.0	SERVICIO DE COCINA	TRAMO A'-PT.A	TRAMO PRINCIPAL QUE ALIMENTA A TODA LA SECCION DE SERVICIO DE COCINA	400.00	10.00
1.1	MARMITAS VOLCABLES	TRAMO PT.A-M01	ALIMENTACION DE VAPOR PARA MARMITA #01	100.00	0.45
1.2	MARMITAS VOLCABLES	TRAMO PT.A-M02	ALIMENTACION DE VAPOR PARA MARMITA #02	100.00	0.45
1.3	MARMITAS VOLCABLES	TRAMO PT.A-M03	ALIMENTACION DE VAPOR PARA MARMITA #03	100.00	0.45
1.4	MARMITAS VOLCABLES	TRAMO PT.A-M04	ALIMENTACION DE VAPOR PARA MARMITA #04	100.00	0.45
	EQUIPOS	TRAMO	DESCRIPCION	CONSUMO EQUIPO (Kg/HR)	PRESION DE VAPOR (BAR) R
2.0	SERVICIO DE LAVANDERIA	TRAMO B'-PT.B	TRAMO PRINCIPAL QUE ALIMENTA A TODA LA SECCION DE SERVICIO DE LAVANDERIA	763.00	10.00
2.1	LAVADORA BARRERA SANITARIA	TRAMO PT.B-L01	ALIMENTACION DE VAPOR PARA LAVADORA	160.00	4.00
2.2	LAVADORA BARRERA SANITARIA	TRAMO PT.B-L02	ALIMENTACION DE VAPOR PARA LAVADORA	160.00	4.00
2.3	CALANDRIA MURAL	TRAMO PT.B-CM	ALIMENTACION DE VAPOR PARA CALANDRIA MURAL	113.00	8.00
2.4	SECADORA	TRAMO PT.B-S01	ALIMENTACION DE VAPOR PARA SECADORA	165.00	10.00
2.4	SECADORA	TRAMO PT.B-S02	ALIMENTACION DE VAPOR PARA SECADORA	165.00	10.00

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA			PLANO N° 03-A
DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIÁNDOSE DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR			
DIBUJÓ: <small>Ing. Rafael Zavala Cortés</small> REVISÓ: <small>Ing. Camilo Fernández Sarraga</small> APROBÓ:	PLANO FLOW SHEET	FECHA: ABRIL 2021	ESCALA: INDICADA

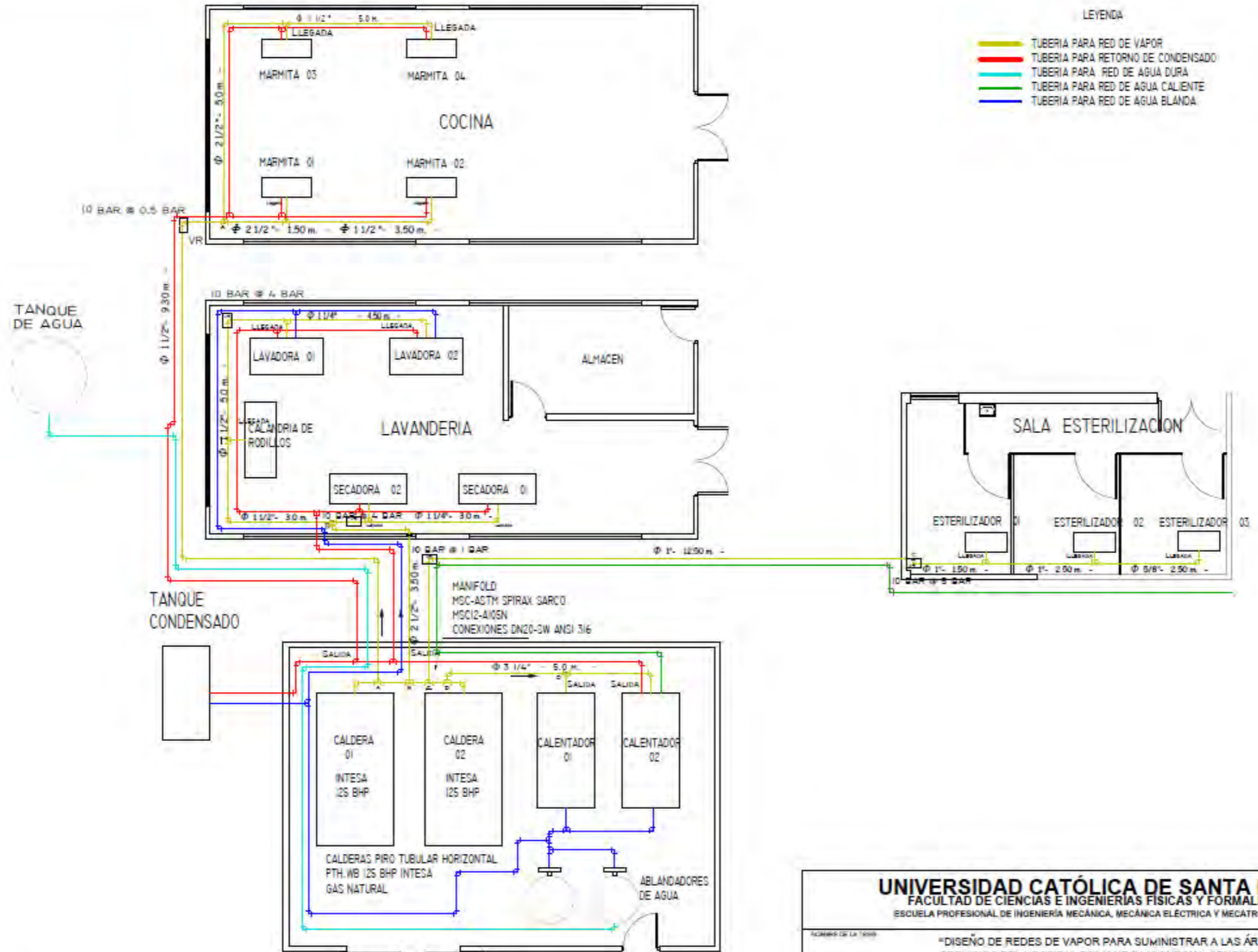


	EQUIPOS	TRAMO	DESCRIPCION	CONSUMO EQUIPO (Kg/HR)	PRESION DE VAPOR (BAR) R
3.0	SERVICIO DE ESTERILIZACION	TRAMO C'-PT.C	TRAMO PRINCIPAL QUE ALIMENTA A TODA LA SECCION DE ESTERILIZACION DE INSTRUMENTOS	162.00	10.00
3.1	ESTERILIZACION #1	TRAMO PT.C-E01	ALIMENTACION DE VAPOR PARA ESTERILIZACION DE VAPOR	54.00	5.00
3.2	ESTERILIZACION #2	TRAMO PT.C-E02	ALIMENTACION DE VAPOR PARA ESTERILIZACION DE VAPOR	54.00	5.00
3.3	ESTERILIZACION #3	TRAMO PT.C-E03	ALIMENTACION DE VAPOR PARA ESTERILIZACION DE VAPOR	54.00	5.00

	EQUIPOS	TRAMO	DESCRIPCION	CONSUMO EQUIPO (Kg/HR)	PRESION DE VAPOR (BAR) R
4.0	AGUA CALIENTE SANITARIO ACS	TRAMO D'-PT.D	TRAMO PRINCIPAL QUE ALIMENTA A TODA LA SECCION DE SERVICIOS CALENTAMIENTO DE AGUA	1606.00	10.00
4.1	CALENTADOR DE AGUA #1	TRAMO PT.D-CAL-01	ALIMENTACION DE VAPOR PARA CALENTAMIENTO INSTANTANEO	803.00	1.00
4.2	CALENTADOR DE AGUA #2	TRAMO PT.D-CAL-02	ALIMENTACION DE VAPOR PARA CALENTAMIENTO INSTANTANEO	803.00	1.00

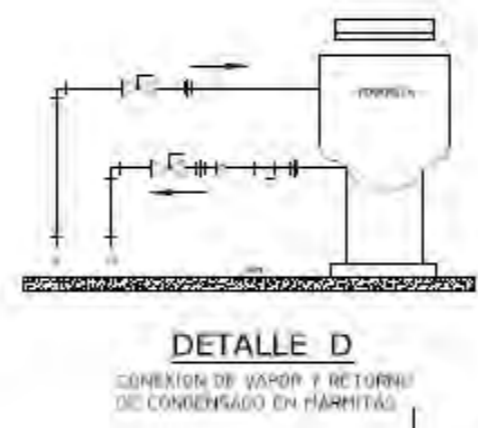
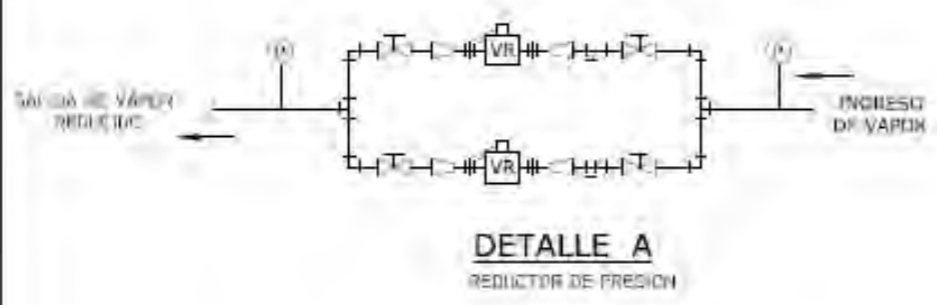
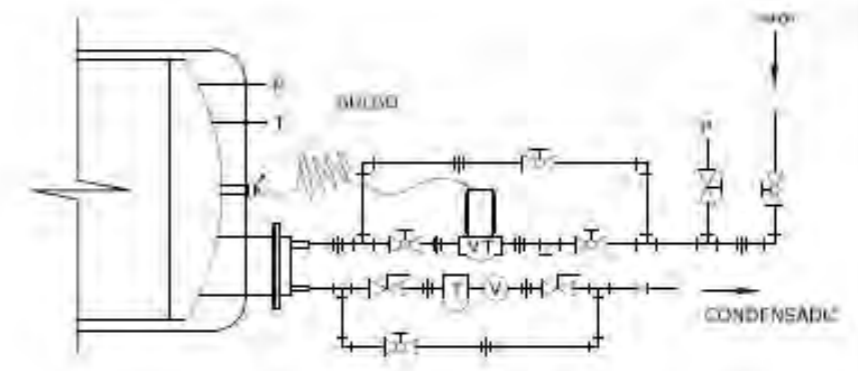
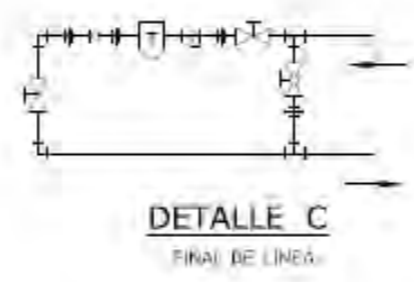
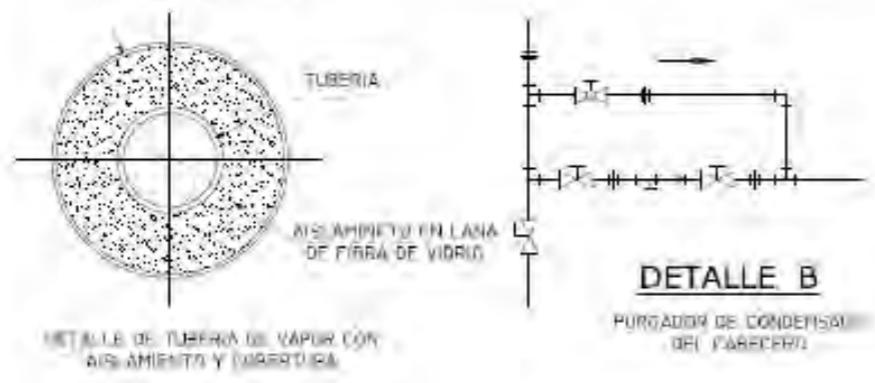
PLANO FLOW SHEET
 DIAGRAMA DE PROCESOS
 ESC: S/E

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA			PLANO N° 03-B
"DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIÁNDOS DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR"			
DIBUJÓ: Bach. Rafael Zavala Gonzales REVISÓ: Ing. Camilo Fernando Berjgo APROBÓ:	NOMBRE DEL PLANO PLANO FLOW SHEET	FECHA: ABRIL 2021	ESCALA: INDICADA



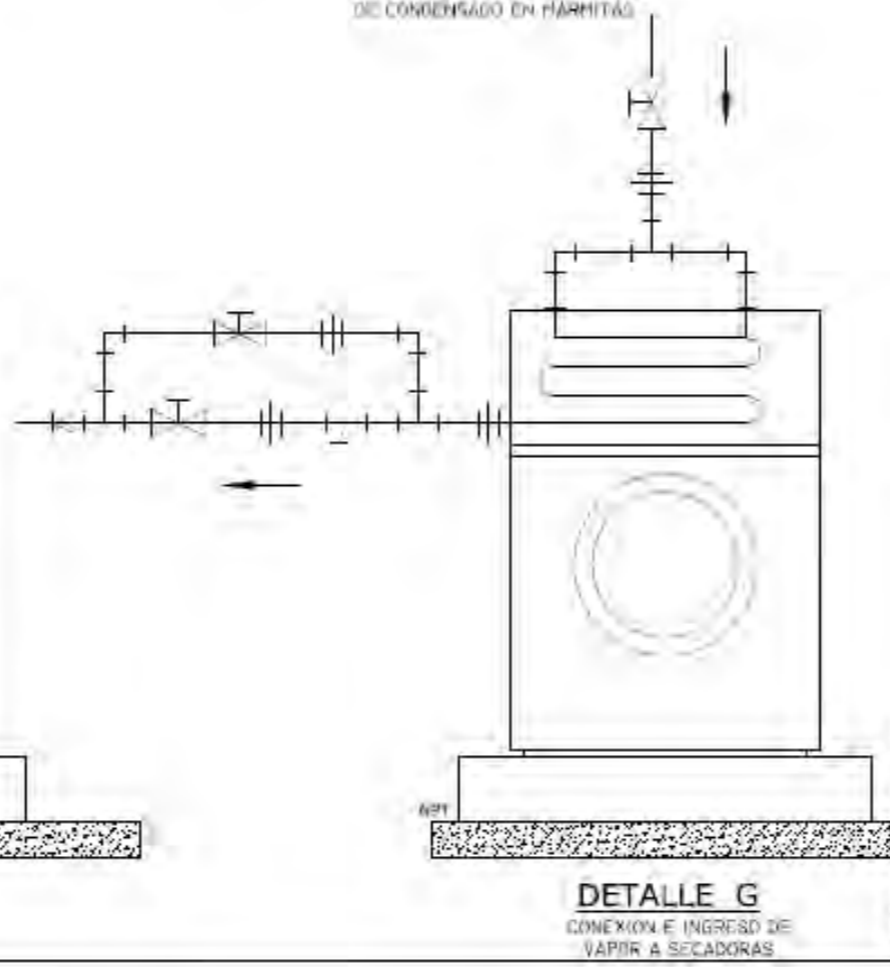
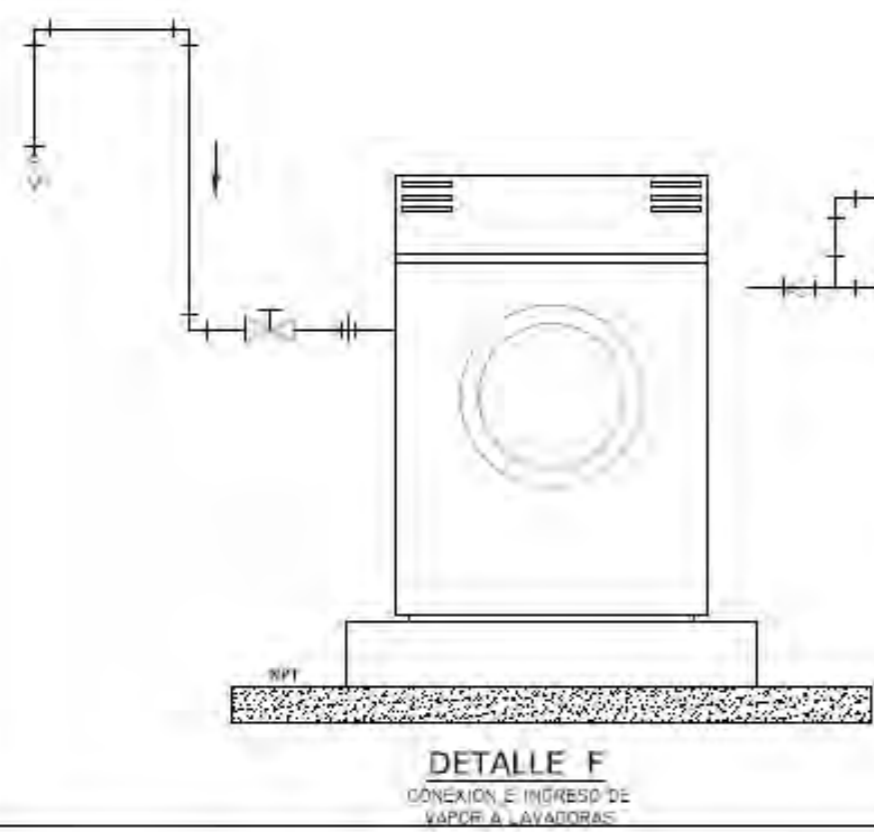
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA			PLANO N° 04
NOMBRE DE LA TAREA: "DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIÁNDOS DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR"			
DIBUJÓ:	Bach. Rafael Zavala Cotocales	NOMBRE DEL PLANO:	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LÍNEAS DE VAPOR
REVISÓ:	Ing. Camilo Fernández Barriga	FECHA:	ABRIL 2021
APROBÓ:		ESCALA:	INDICADA

COBERTURA EN CHAPA DE ACERO



LEYENDA

	VALVULA DE CERRADO
	VALVULA DE ABIERTO
	UNION UNIVERSAL
	FILTRO
	VALVULA CHECA
	TEE RECTA
	CODO A 90°
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA REDUCTORA DE PRESION
	REDUCCION CAMPANA
	VALVULA TERMOSTATICA
	TRAPPA
	VISOR DE CONDENSADO
	MANOMETRO
	TERMOMETRO
	TUBERIA DE VAPOR

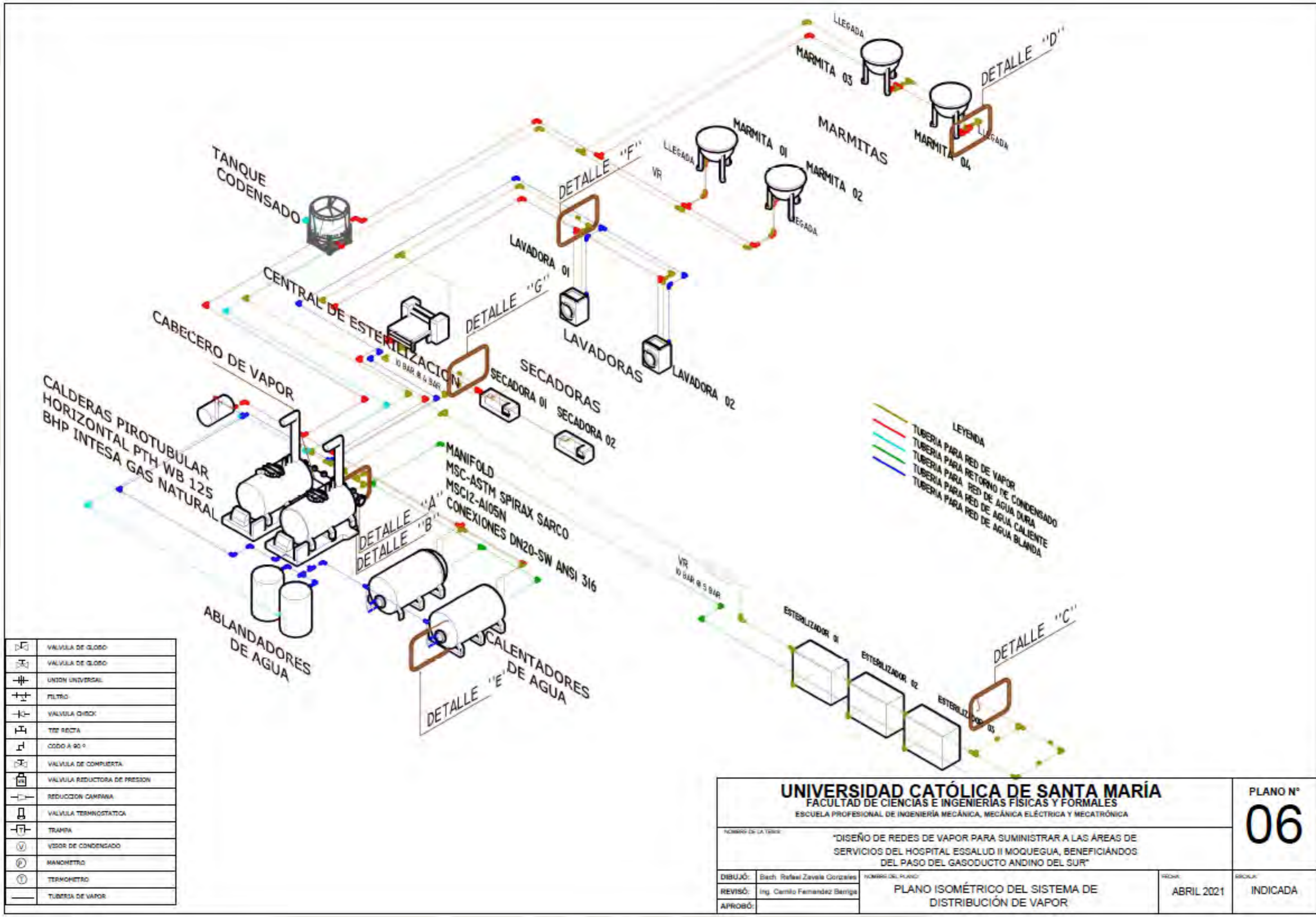


UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA

PLANO N° **05**

TITULO DEL PLAN: "DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIARIOS DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR"

DISEÑO:	Ing. Rafael Cesar Casapalca	REVISADO:	Ing. Gladys Patricia Barral	FECHA:	AGOSTO 2023
DETALLES DE INSTALACIONES DE VAPOR EN ÁREAS PROYECTADAS			Escala: 1:100		



	VALVULA DE GLOBO
	VALVULA DE GLOBO
	UNION UNIVERSAL
	FILTRO
	VALVULA CHECK
	TEE RECTA
	CODO A 90°
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA REDUCTORA DE PRESION
	REDUCCION CAMPANA
	VALVULA TERMOSTATICA
	TRAMPA
	VISOR DE CONDENSADO
	MANOMETRO
	TERMOMETRO
	TUBERIA DE VAPOR

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA		PLANO N° 06
NOMBRE DE LA TAREA: "DISEÑO DE REDES DE VAPOR PARA SUMINISTRAR A LAS ÁREAS DE SERVICIOS DEL HOSPITAL ESSALUD II MOQUEGUA, BENEFICIANDOS DEL PASO DEL GASODUCTO ANDINO DEL SUR"		
DIBUJÓ: Bach. Rafael Zavala Corzales	NÚMERO DEL PLANO:	FECHA:
REVISÓ: Ing. Camilo Fernández Barriga	PLANO ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR	ABRIL 2021
APROBÓ:		ESCALA: INDICADA