ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

REDISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DEL ÁREA DE LAVANDERÍA DEL HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN DE LA CIUDAD DE QUITO

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

LANDÁZURI MEJÍA GUILLERMO ANDRÉS

gullo_12@hotmail.com

POZO RECALDE LEONARDO DANIEL

daniel.epn07@gmail.com

DIRECTOR: M.SC. JOSÉ LUIS PALACIOS ENCALADA

jose.palacios@epn.edu.ec

Quito, Junio 2016

DECLARACIÓN

Nosotros, Guillermo Andrés Landázuri Mejía y Leonardo Daniel Pozo Recalde, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____ _____

Guillermo Andrés Landázuri Mejía Leonardo Daniel Pozo Recalde

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Guillermo Andrés Landázuri Mejía y Leonardo Daniel Pozo Recalde, bajo nuestra supervisión.

_____	_____
M.Sc. José Luis Palacios Encalada	PhD. Freddy Ordoñez Malla
DIRECTOR DEL PROYECTO	**CO-DIRECTOR DEL PROYECTO**

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Hospital Carlos Andrade Marín por dar la apertura a la realización del presente proyecto por medio de la Coordinación General de Investigación.

Nuestro agradecimiento al personal de la Casa de Máquinas del hospital, de manera especial al ingeniero César Cadena por facilitar la información solicitada y su buena predisposición en aportar a nuestro proyecto.

A nuestro director de tesis, ingeniero José Luis Palacios, por la ayuda brindada durante todo el desarrollo del proyecto y por compartir sus conocimientos de vital aporte académico y práctico.

Al doctor Freddy Ordoñez por sus importantes aportes y observaciones en el presente proyecto.

Al Laboratorio de Energías Alternativas y Eficiencia Energética de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional, por facilitar el uso de su equipo como parte de la toma de datos en el proyecto.

A nuestras familias y amigos por su apoyo y preocupación a lo largo de toda nuestra vida universitaria.

Guillermo

Daniel

DEDICATORIA

A mi mamá, por su amor infinito que no conoce de tiempo ni de espacio.

A mi papá, por ser mi guía y apoyo en cualquier circunstancia.

A mis hermanos, por ser mi día a día y la motivación para superarme cada vez más.

A mi familia, del más grande al más pequeño, por los que están y por los que no están.

A mis amigos, por las risas, llantos, momentos buenos y malos que han forjado a la persona que soy.

Este proyecto y todo mi esfuerzo durante mi vida universitaria, se los dedico.

Guillermo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, por ser la mejor del mundo, por siempre estar pendiente de sus hijos, por demostrarme que no hay amor más grande que el suyo y que gracias a ese amor todo es posible.

A mi padre, por ser mi mentor, por todos los buenos consejos que he recibido de ti, lo cuales me van a servir toda la vida. Algún día espero ser tan buena persona como tú lo eres.

A mis hermanitas, por su apoyo y cariño, ustedes son mi motivación para salir adelante y ser mejor persona.

A toda mi familia por todos los momentos compartidos y por ser un gran apoyo siempre.

A Andrea por haber sido esa persona especial que me ayudó durante toda mi carrera, por haber compartido tantos momentos juntos y por el ser soporte que me daba fuerza para salir adelante.

A todos mis amigos con los que pude compartir tantas experiencias, por todos sus consejos y porque siempre estuvieron para apoyarme.

Daniel

CONTENIDO

DECLARACIÓN i
CERTIFICACIÓN ii
AGRADECIMIENTO iii
DEDICATORIA iv
DEDICATORIA v
RESUMEN xix
PRESENTACIÓN xx
CAPÍTULO I 1
GENERALIDADES 1
1.1. JUSTIFICACIÓN 1
1.2. OBJETIVO GENERAL 1
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1
1.4. HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN 2
1.4.1. MISIÓN 2
1.4.2. VISIÓN 2
1.4.3. CAPACIDAD DEL HOSPITAL 2
1.4.4. UBICACIÓN 3
1.5. SISTEMAS DE VAPOR EN HOSPITALES 3
CAPÍTULO II 5
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR 5
2.1. CASA DE MÁQUINAS 5
2.1.1. LOCALIZACIÓN DENTRO DEL HOSPITAL 5
2.1.2. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA 5
2.2. GENERACIÓN DE VAPOR 6
2.2.1. GENERADOR DE VAPOR 6
2.2.2. COMBUSTIBLE 8
2.2.2.1. Tanque diario de combustible 9

2.2.2.2. Consumo de combustible 9
2.2.3. SUMINISTRO DE AGUA 11
2.2.3.1. Tanques de químico 11
2.2.3.2. Tanques de tratamiento de agua 12
2.2.4. ANÁLISIS DE GASES 12
2.2.4.1. Análisis de gases año 2014 12
2.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR 14
2.4. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN 15
2.5. EQUIPOS DE CONSUMO 15
2.5.1. LAVADORAS DE BARRERA SANITARIA 15
2.5.2. SECADORAS DE ROPA 16
2.5.3. CALANDRIAS (RODILLOS PLANCHADORES) 17
2.5.4. PLANCHAS TIPO PRENSA 17
2.6. RETORNO DE CONDENSADO 18
2.6.1. TANQUES DE CONDENSADO 18
CAPÍTULO III 19
ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR 19
3.1. GENERACIÓN DE VAPOR 19
3.1.1. EFICIENCIA DE LAS CALDERAS 19
3.1.1.1. Balance Térmico 19
3.1.1.1.1. Cálculo del Calor Disponible, Q_d 20
3.1.1.1.2. Cálculo de Pérdidas Térmicas, Q_p 21
3.1.1.2. Datos calculados 25
3.1.2. CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE 26
3.2. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR 27
3.2.1. AISLANTE TÉRMICO 27
3.3. EQUIPOS DE CONSUMO 29

3.3.1. DIAGRAMAS DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS EQUIPOS DE CONSUMO 29
3.3.1.1. Lavadoras 29
3.3.1.2. Secadoras 31
3.3.1.3. Rodillos Planchadores 32
3.3.1.4. Planchas Tipo Prensa 32
3.4. RETORNO DE CONDENSADO 34
3.4.1. TUBERÍA DE RETORNO DE CONDENSADO 34
3.4.2. TRAMPAS DE VAPOR 35
3.4.3. TANQUES DE CONDENSADO 35
CAPÍTULO IV 36
ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE VAPOR 36
4.1. JUSTIFICACIÓN PARA EL REDISEÑO 36
4.1.1. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR 36
4.1.1.1. Aislante térmico 36
4.1.1.2. Piernas colectoras y finales de línea 36
4.1.1.3. Conexión a los equipos 36
4.1.1.4. Accesorios 37
4.1.2. RETORNO DE CONDENSADO 38
4.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO 38
4.3. PROPUESTA DE CAMBIOS EN EL SISTEMA DE VAPOR DEL ÁREA DE LAVANDERÍA 39
4.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR 40
4.4.1. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR 40
4.4.1.1. Cálculo del diámetro de las tuberías 41
4.4.1.2. Accesorios 44
4.4.2. TUBERÍA DE RETORNO DE CONDENSADO 44

4.4.2.1. Cálculo de carga de condensado 44
4.4.2.2. Determinación de Revaporizado 48
4.4.2.3. Dimensionamiento de la tubería de condensado....50
4.4.2.4. Dimensionamiento de piernas colectoras....52
4.4.2.5. Dimensionamiento del tanque de revaporizado....53
4.4.2.6. Selección de trampas de vapor 54
4.4.3. AISLANTE TÉRMICO....55
CAPÍTULO V 56
EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA....56
5.1. OPORTUNIDADES DE AHORRO ENERGÉTICO....56
5.1.1. AISLAMIENTO DE TUBERÍA 57
5.1.2. RECUPERACIÓN DE REVAPORIZADO....60
5.1.3. COSTO ANUAL POR PÉRDIDAS ENERGÉTICAS CONSIDERADAS....60
5.1.4. REDUCCIÓN DE EMISIONES 61
5.2. COSTO DEL PROYECTO 62
5.2.1. RUBROS....62
5.2.1.1. Tubería 62
5.2.1.2. Arreglo para drenaje de condensado 63
5.2.1.3. Tanque de revaporizado 63
5.2.1.4. Instalación de válvulas 64
5.2.1.5. Desmontaje de tubería 64
5.3. ANÁLISIS ECONÓMICO 65
CAPÍTULO VI....68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 68
6.1. CONCLUSIONES....68
6.2. RECOMENDACIONES....69
REFERENCIAS 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Datos de placa calderas Cleaver Brooks N° 1, 2, 3 6
Tabla 2.2. Datos de placa Caldera Cleaver Brooks N°4 7
Tabla 2.3. Análisis de gases Caldera N°1 13
Tabla 2.4. Análisis de gases Caldera N°3 13
Tabla 2.5. Análisis de gases Caldera N°4 13

Tabla 3.1. Datos de flujo de calor superficial de las partes laterales de las calderas 23
Tabla 3.2. Datos de flujo de calor superficial de la parte posterior de las calderas 23
Tabla 3.3. Pérdidas de calor por radiación y convección q4 24
Tabla 3.4. Resultados del cálculo de la eficiencia de las calderas 25
Tabla 3.5. Cantidad de tubería de la instalación actual 27
Tabla 3.6. Cantidad de tubería sin aislamiento térmico 28
Tabla 3.7. Requerimientos de vapor y presión de los equipos de consumo 33
Tabla 3.8. Listado de trampas de vapor de los equipos de consumo 35

Tabla 4.1. Diámetros de tuberías de vapor 43
Tabla 4.2. Carga de condensado de los equipos de consumo 47
Tabla 4.3. Carga de condensado en las líneas principales de vapor 48
Tabla 4.4. Flujo de revaporizado para el área de lavandería 49
Tabla 4.5. Diámetros de la tubería en la zona de secadoras 50
Tabla 4.6. Diámetros de la tubería en la zona de rodillos 51
Tabla 4.7. Diámetros de la tubería en la zona de planchas 52
Tabla 4.8. Trampas de vapor de equipos y piernas colectoras 54

Tabla 5.1. Pérdidas de calor en tubería con aislante y sin aislante 59
Tabla 5.2. Costo anual por pérdidas energéticas 60
Tabla 5.3. Costo total para el montaje de todos los diámetros de tubería utilizados 63
Tabla 5.4. Costo total para arreglos de drenaje de condensado 63
Tabla 5.5. Costo total para la instalación del tanque de revaporizado 64
Tabla 5.6. Costo total para la instalación de válvulas de corte 64
Tabla 5.7. Costo total de desmontaje de la tubería instalada actualmente 64

Tabla 5.8. Costo total del proyecto de rediseño 65
Tabla 5.9. Flujo de efectivo del proyecto 65
Tabla 5.10. Determinación del VAN 65
Tabla 5.11. Determinación del VAN acumulado 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación geográfica del Hospital 3

Figura 2.1. Esquema general del sistema de vapor del área de lavandería 6
Figura 2.2. Caldera N°3 7
Figura 2.3. Caldera N° 4 8
Figura 2.4. Caldera N° 5 8
Figura 2.5. Tanques de almacenamiento de Diésel N°2.....9
Figura 2.6. Tanque diario de combustible 9
Figura 2.7. Histograma de consumo de combustible año 2014 10
Figura 2.8. Histograma de consumo de combustible año 2015 10
Figura 2.9. Tanques de químico.....11
Figura 2.10. Tanques de tratamiento de agua.....12
Figura 2.11. Distribuidor de vapor 14
Figura 2.12. Purga de condensado del distribuidor de vapor.....15
Figura 2.13. Lavadoras de barrera sanitaria.....16
Figura 2.14. Secadoras de ropa 16
Figura 2.15. Rodillos planchadores 17
Figura 2.16. Planchas tipo prensa.....17
Figura 2.17. Tanque de condensado 1 18
Figura 2.18. Tanque de condensado 2.....18

Figura 3.1. Ubicación de los puntos de medición de flujo de calor 23
Figura 3.2. Tramos de tubería sin aislamiento térmico 28
Figura 3.3. Aislante térmico deteriorado.....28
Figura 3.4. Esquema de disposición de los equipos de consumo 29
Figura 3.5. Diagrama de entradas y salidas lavadora 1.....30
Figura 3.6. Diagrama de entradas y salidas lavadoras 2 y 3 30
Figura 3.7. Diagrama de entradas y salidas lavadora 4.....30
Figura 3.8. Diagrama de entradas y salidas lavadora 5.....31
Figura 3.9. Diagrama de entradas y salidas secadora 1.....31
Figura 3.10. Diagrama de entradas y salidas secadora 2,3 y 4 31
Figura 3.11. Diagrama de entradas y salidas rodillo 1.....32

Figura 3.12. Diagrama de entradas y salidas rodillo 2 32
Figura 3.13. Diagrama de entradas y salidas planchas 1, 2 y 3 32
Figura 3.14. Diagrama de entradas y salidas planchas 4 y 5 33
Figura 3.15. Conexión final de línea 34

Figura 4.1. Conexión lavadora 4 37
Figura 4.2. Conexión rodillo 2 37
Figura 4.3. Electroválvula fuera de operación de la secadora. 38
Figura 4.4. Ejemplo de nomenclatura de las tuberías de vapor 41
Figura 4.5. Esquema línea principal de condensado zona de secadoras. 50
Figura 4.6. Esquema línea principal de condensado zona de rodillos 51
Figura 4.7. Esquema línea principal de condensado zona de planchas 51
Figura 4.8. Esquema de conexión de una pierna colectora 52

Figura 5.1. Esquema de un sistema de superficie cilíndrica multicapas 57
Figura 5.2. Periodo de recuperación de la inversión 66

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE CONVERSIÓN NIVEL-VOLUMEN DE COMBUSTIBLE

ANEXO B

INFORMACIÓN TÉCNICA CALDEROL

ANEXO C

INFORME DE EMISIONES DE GASES AÑO 2013 Y 2014

ANEXO D

MEDIDOR DE FLUJO TÉRMICO

ANEXO E

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE ALIMENTACIÓN

ANEXO F

CÁLCULO DE EFICIENCIA DE LA CALDERA

ANEXO G

TABLAS, CARTAS Y DIAGRAMAS

ANEXO G-1: Propiedades de vapor saturado

ANEXO G-2: Carta de pérdidas de calor en líneas de vapor

ANEXO G-3: Dimensionamiento de líneas de condensado

ANEXO H

MANUALES TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS DE CONSUMO

ANEXO H-1: Lavadoras

ANEXO H-2: Secadoras

ANEXO H-3: Rodillos

ANEXO H-4: Planchas

ANEXO I

CATÁLOGOS DE TRAMPAS DE VAPOR Y TANQUE DE REVAPORIZADO

ANEXO I-1: Catálogos de Trampas de vapor

ANEXO I-2: Hoja de dimensionamiento tanque de revaporizado

ANEXO I-3: Catálogo Tanque de revaporizado

ANEXO J

CATÁLOGOS DE ACCESORIOS Y AISLAMIENTO TÉRMICO

ANEXO K

DESGLOSE DE RUBROS

ANEXO L

PLANOS

NOMENCLATURA

η	Eficiencia
q_p	Pérdidas térmicas [%]
Q_p	Pérdidas térmicas [kJ/kg]
Q_d	Calor disponible [kJ/kg]
Q_i	Poder calórico inferior del combustible [kJ/kg]
Q_c	Calor físico del combustible [kJ/kg]
Q_{pca}	Calor añadido en el precalentador de aire [kJ/kg]
Q_{vat}	Calor suministrado con el vapor de atomización [kJ/kg]
T_c	Temperatura del combustible al ingreso [°C]
C_c	Calor específico del combustible [kJ/kg°C]
β_{pca}	Relación entre el volumen de aire a la entrada del calentador de aire y el volumen teórico
I_{pca}	Entalpía del aire a la entrada del calentador de aire [kJ/kg]
I_{af}	Entalpía del aire a la temperatura ambiente [kJ/kg]
G_{vat}	Gasto de vapor de atomización por unidad de pasa de combustible [kg_v/kg_c]
h_{vat}	Entalpía del vapor de atomización [kJ/kg]
h_{vge}	Entalpía del vapor de agua presente en los gases de escape [kJ/kg]
q_2	Pérdida de calor sensible con los gases de salida [%]
t_g	Temperatura de gases de escape [°C]
t_a	Temperatura del aire ambiente [°C]
K	Coeficiente de Hassentein
q_3	Pérdida de calor por combustión incompleta [%]
q_4	Pérdida de calor por radiación y convección [%]
t_a	Temperatura del aire ambiente [°C]

K	Coeficiente de Hassentein
B_c	Consumo de combustible [kg/h]
q_5	Pérdida por el calor físico de los residuos del horno [%]
q_6	Pérdida por purgas [%]
Q_6	Calor perdido en purgas por unidad de combustible [kJ/kg]
D_p	Flujo de purga [kg/h]
h_{ls}	Entalpía del agua de caldera [kg/h]
h_{aa}	Entalpía del agua de alimentación [kg/h]
D_v	Producción de calor en la caldera [kg/s]
C_{aa}	Concentración de la sustancia en el agua de alimentación [ppm]
C_n	Concentración normada de la sustancia en el interior de la caldera [ppm]
$\mathbf{CE}$	Consumo Específico de combustible [kg_v/kg_c]
$\dot{m}_v$	Flujo másico de vapor [kg_v/h]
$\dot{m}_c$	Flujo másico de combustible [kg_v/h]
$\dot{V}_c$	Flujo volumétrico de combustible [l/h]
Δh	Diferencial de altura de combustible [m]
De	Diámetro exterior del tanque diario de combustible [m]
e	Espesor del tanque diario de combustible [m]
Δt	Período de medición
$\dot{V}$	Flujo volumétrico [m^3/s]
$\dot{m}$	Flujo másico [kg/s]
v	Volumen específico [m^3/kg]
D	Diámetro nominal de la tubería [mm]
c	Velocidad de vapor [m/s]

Q	Carga de condensado [lb/h]
F	Flujo de aire [CFM]
C_P	Calor específico del aire [Btu/lb°F]
d	Densidad del aire
ΔT	Incremento de temperatura [°F]
H	Calor latente de vapor [Btu/lb]
D	Diámetro exterior del rodillo [ft]
R	Tasa de condensación [lb/ft^2-h]
W	Longitud del rodillo [ft]
A	Área total de la plancha en contacto con el producto [ft^2]
S	Factor de seguridad
C	Carga de condensado [lb/h]
A_t	Área exterior de la tubería [lb/ft^2-h]
U	Coeficiente de trasferencia de calor [Btu/ft^2.°F]
T_1	Temperatura de vapor [°F]
T_2	Temperatura de aire ambiente [°F]
E	Diferencia entre 100% y la eficiencia de aislamiento
h_{f1}	Calor sensible a la presión alta [Btu/lb]
h_{f2}	Calor sensible a la presión de descarga [Btu/lb]
h_{fg2}	Calor latente a la presión de descarga [Btu/lb]
L	Flujo de condensado que ingresa al tanque de revaporizado [lb/h]
P	Porcentaje de revaporizado

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se plantea el rediseño del sistema de distribución de vapor del área de lavandería del Hospital Carlos Andrade Marín.

En el área de lavandería del hospital se ha visto la necesidad de mejorar la distribución del vapor para que se cumplan los requerimientos de los diferentes equipos de consumo de vapor, así como con recomendaciones en la instalación de las tuberías y ubicación de accesorios. Además de mejorar el sistema de recuperación de condensado, tomando en cuenta que toda mejora a realizarse es enfocada en reducir pérdidas energéticas en el sistema y ahorrar combustible en la generación de vapor.

En el capítulo 1 se presentan las generalidades del Hospital Carlos Andrade Marín y una introducción a los equipos de vapor utilizados en hospitales.

En el capítulo 2 se realiza una descripción general de los diferentes elementos que forman parte del sistema de distribución de vapor para el área de lavandería.

En el capítulo 3 se realiza una recopilación de información de la instalación actual, que incluye el levantamiento del sistema de distribución de vapor, toma de datos de placa de los equipos de consumo, consumo de combustible de las calderas y medición de pérdidas de calor en la superficie de las calderas usando un medidor de flujo térmico.

En el capítulo 4 se plantea el rediseño del sistema de distribución de vapor teniendo como base la información obtenida en el capítulo 3 y siguiendo recomendaciones técnicas para instalaciones de vapor y líneas de retorno de condensado.

En el capítulo 5 se presenta el desglose de todos los rubros que comprende el nuevo diseño propuesto, el ahorro energético-económico y la reducción de emisiones con la implementación del nuevo diseño del sistema de distribución de vapor.

En el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de titulación.

PRESENTACIÓN

El vapor es utilizado ampliamente en hospitales para diferentes áreas y procesos, los equipos que consumen vapor presentan requerimientos que deben ser cumplidos para una mejor prestación de sus servicios, esto se logra al cumplir ciertos parámetros técnicos en la generación y distribución de vapor que permitan entregar vapor de alta calidad.

Al contar con una instalación que cumpla estos parámetros también se incrementa la eficiencia en el sistema que a su vez se traduce en una reducción en el consumo de combustible y por ende un ahorro económico al hospital.

El proyecto nace de la visita a la instalación como parte de la realización del proyecto de la materia Sistemas de Vapor, con lo que se pudo evidenciar de manera general potenciales oportunidades de mejora.

El sistema de distribución de vapor y retorno de condensado para el área de lavandería del hospital no funciona en condiciones óptimas por lo que un rediseño es la vía para proveer una mejora sustancial, tanto en términos energéticos como económicos.

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.1. JUSTIFICACIÓN

El Hospital Carlos Andrade Marín, al ser uno de los principales centros de atención hospitalaria con los que cuenta el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), es de vital importancia que los equipos que funcionan en el hospital operen correctamente. Uno de ellos es el sistema de distribución de vapor que debe estar diseñado de tal manera que pueda responder a los cambios propios en cuanto a la demanda sin comprometer la seguridad, tanto de los equipos como de las personas que trabajan con dichos equipos.

El sistema actual de distribución de vapor del área de Lavandería del Hospital Carlos Andrade Marín presenta deficiencias en su funcionamiento. Por lo tanto, es necesario el rediseño del sistema de distribución de esta área del hospital.

En base a lo expuesto anteriormente se plantea el rediseño del sistema de distribución de vapor del área de lavandería del Hospital Carlos Andrade Marín tomando en cuenta las técnicas de dimensionamiento descritas en la bibliografía técnica, así como criterios de en la instalación, seguridad y de ahorro energético en el sistema. Al finalizar el proyecto se espera que los mayores beneficiaros sean los pacientes del Hospital Carlos Andrade Marín.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Rediseñar el sistema de distribución de vapor del área de lavandería del Hospital Carlos Andrade Marín de la ciudad de Quito.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la línea base de funcionamiento del sistema de vapor en el área de lavandería del Hospital Carlos Andrade Marín.
- Identificar las posibilidades de mejora energética en el sistema de producción, distribución y consumo de vapor en el Hospital Carlos Andrade Marín.
- Presentar una propuesta de rediseño del sistema de distribución del sistema de vapor del área de lavandería del Hospital Carlos Andrade Marín.

1.4. HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN

El Hospital Carlos Andrade Marín (HCAM) se inauguró el 30 de mayo de 1970 durante la quinta presidencia del Doctor José María Velasco Ibarra y cuenta con un área de construcción de 12.550 m^2, aproximadamente. Nombrado en homenaje al Doctor Carlos Andrade Marín, quien fuera Director del Servicio Médico de la Caja del Seguro Social, de donde se origina después el hospital Carlos Andrade Marín (Hospital Carlos Andrade Marín, 2011).

El hospital hoy en día es un referente a nivel nacional en lo que respecta a salud pública gracias a la cantidad de pacientes que son atendidos en las diferentes áreas de las cuales se constituye.

Al ser un hospital de tercer nivel, el HCAM es un centro de docencia e investigación en el cual se han hecho importantes publicaciones y permite la realización de investigaciones en diferentes áreas.

1.4.1. MISIÓN

La misión del hospital es brindar servicio de salud a los afiliados y usuarios del HCAM mediante una gestión integral y solidaria, aplicando tecnología de vanguardia, con una infraestructura adecuada, promoviendo la docencia, investigación, el respeto al medio ambiente, con profesionales calificados y personal orientado al servicio. (Hospital Carlos Andrade Marín, 2011)

1.4.2. VISIÓN

La visión del HCAM es constituirse en el mejor sistema público de prestación de servicios de salud, que alineado a la Ley de Seguridad Social, sea reconocido por sus altos estándares de calidad, tecnología de última generación, procesos de investigación y desarrollo, y respeto al medio ambiente. (Hospital Carlos Andrade Marín, 2011)

1.4.3. CAPACIDAD DEL HOSPITAL

En el año 1970 el HCAM inicialmente contaba con 200 camas en sus instalaciones para las distintas áreas que lo conformaban, actualmente el hospital cuenta con alrededor de 800 camas, siendo 588 destinadas para hospitalización (Hospital Carlos Andrade Marín, 2014).

En el año 2014 en el HCAM se realizaron un total de 831.233 atenciones a 199.955 pacientes, de los cuales 132.028 pacientes fueron atendidos en consulta externa y 67.927 pacientes fueron atendidos en emergencias, representando así un 11.1% del total de pacientes atendidos en la Zona 9 correspondiente al Distrito Metropolitano de Quito (Hospital Carlos Andrade Marín, 2014).

En el HCAM laboran 2.697 personas, de las cuales 432 pertenecen al personal administrativo, 470 al personal médico, 1020 a profesionales de la salud (excepto médicos) y 775 personas que trabajan en las distintas áreas del hospital como: mantenimiento, seguridad, limpieza, lavandería, cocina, etc. (Hospital Carlos Andrade Marín, 2014).

1.4.4. UBICACIÓN

El Hospital Carlos Andrade Marín se encuentra ubicado en el centro norte de la ciudad de Quito, el mismo que se encuentra delimitado de la siguiente manera: al Norte por la calle 18 de Septiembre, al Sur por la calle Portoviejo, al Este por la calle Ayacucho y al Oeste por la Av. Universitaria (Figura 1.1).

Figura 1.1. Ubicación geográfica del Hospital
Fuente: Google Maps

1.5. SISTEMAS DE VAPOR EN HOSPITALES

El vapor de agua en hospitales se ha constituido como un fluido de trabajo de vital importancia, ya que debido a la gran demanda que los hospitales tienen, se debe generar vapor suficiente para abastecer a distintas áreas como son: lavandería,

esterilización, cocina, quirófanos, piscinas de rehabilitación, tanques de agua caliente, laboratorios, entre otros.

El uso de vapor en las distintas áreas del hospital asegura la obtención de procesos con mayor limpieza e higiene, por ejemplo, se usa vapor en autoclaves de laboratorio para eliminar los microorganismos presentes tanto en material de laboratorio, medios de cultivo, instrumentación, etc.

Otra área en la que se tiene gran demanda de vapor dentro de un hospital es la lavandería. Aquí la ropa que ha sido usada en el hospital ingresa a un proceso de limpieza muy meticuloso. En este proceso se debe asegurar que las prendas no presenten ningún riesgo higiénico al volver a utilizarlas. Los equipos más usados en esta área son las lavadoras de barrera sanitaria, secadoras, calandrias y planchas tipo prensa.

El área de cocina de igual manera requiere gran cantidad de vapor ya que aquí se cocinan los alimentos para todo el hospital, en esta área los alimentos son cocinados usando marmitas y hornos. Las marmitas son recipientes de gran capacidad los cuales permiten la cocción de alimentos gracias al uso de vapor que pasa por su interior, los hornos se utilizan para la elaboración de pan principalmente. Además de los equipos para la cocción de alimentos, en el área de cocina existe otro equipo que funciona con vapor como es el caso de las lavadoras de vajilla.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VAPOR

2.1. CASA DE MÁQUINAS

En la casa de máquinas del hospital se encuentran los equipos de los sistemas de: generación de vapor, aire comprimido, banco de presión constante de agua potable y producción de agua caliente. Razón por la cual la casa de máquinas opera todo el día y siempre está controlada por personal técnico en tres turnos diarios.

2.1.1. LOCALIZACIÓN DENTRO DEL HOSPITAL

La casa de máquinas del hospital, donde se encuentran ubicadas las calderas, está a un nivel N-4.98 m del nivel natural del terreno, en el lado sur de la edificación. El área de lavandería con todos sus equipos es contigua a la casa de máquinas y se ubica a un nivel N-2.95 m del nivel natural del terreno.

2.1.2. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

En la Figura 2.1 se presenta los principales componentes que se encuentran en la casa de máquinas, así como los equipos de consumo del área de lavandería.

El área de lavandería cuenta con 2 líneas de distribución para sus equipos: la primera línea se encarga de distribuir el vapor a las lavadoras y a las planchas tipo prensa; la otra línea distribuye el vapor a las secadoras y a los rodillos planchadores, además de los equipos que se encuentran en el área de cocina, en la figura 2.1 se presenta un esquema del área de lavandería.

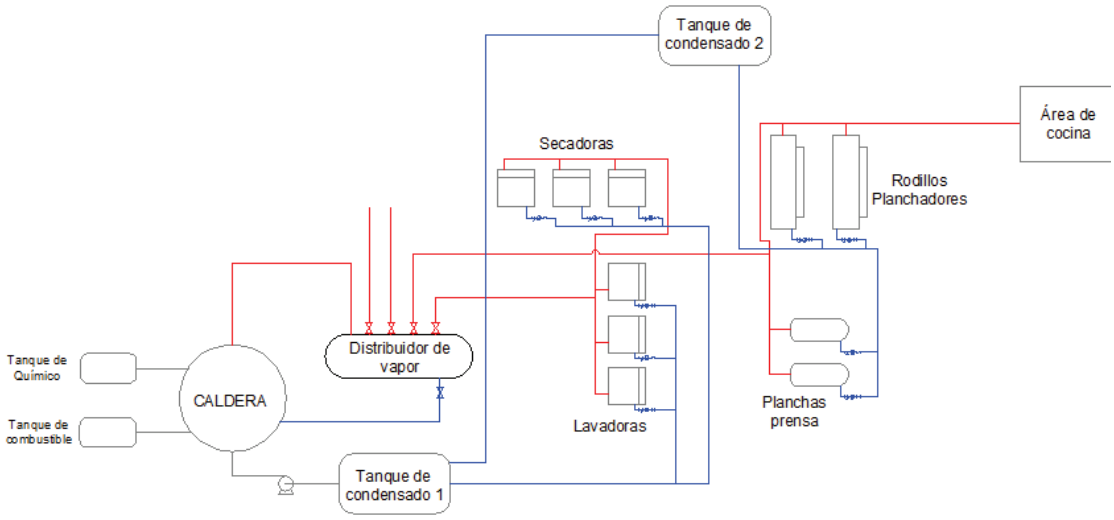


Figura 2.1. Esquema general del sistema de vapor del área de lavandería

Fuente: Propia

2.2. GENERACIÓN DE VAPOR

El vapor que es utilizado en el hospital es generado por calderas pirotubulares, las cuales serán descritas en el siguiente numeral.

2.2.1. GENERADOR DE VAPOR

El HCAM cuenta con tres calderas Cleaver Brooks Horizontales/ pirotubulares de 4 pasos las cuales funcionan de acuerdo al siguiente cronograma: Caldera N°1 y N°3 trabajan de lunes a viernes en el horario de 5:00 a 19:00 funcionando una a la vez y turnándose cada semana. Los fines de semana no operan.

La Caldera N°2 no se encuentra operativa.

La llama piloto de estas calderas se acciona con GLP (Gas Licuado de Petróleo). En la tabla 2.1, se muestra los datos de placa de las calderas N° 1,2 y 3.

Tabla 2.1. Datos de placa calderas Cleaver Brooks N° 1, 2, 3

Marca	CLEAVER BROOKS
Modelo	CB 101-250
Tipo	Horizontal/Pirotubular-4 Pasos
Año de Construcción	1985
Presión Máxima	150 PSI
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	
Diesel	74,5 GPH
Gas	10461000 BTU/HORA

La figura 2.2 muestra una fotografía de la caldera Cleaver Brooks N°3.

Figura 2.2. Caldera N°3

Además se cuenta con una caldera Cleaver Brooks Horizontal / piro tubular de 3 pasos la cual trabaja de lunes a viernes en el horario de 19:00 a 01:00 y fines de semana trabaja en el horario de 7:00 a 19:00. La llama piloto de esta caldera se acciona con combustible Diésel N° 2.

En la tabla 2.2 se muestra los datos de placa de la caldera N° 4.

Tabla 2.2. Datos de placa Caldera Cleaver Brooks N°4

Marca	CLEAVER BROOKS
Modelo	CB 100-60
Tipo	Horizontal/Pirotubular-3 Pasos
Año de Construcción	1983
Presión Máxima	150 PSI
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	
Diesel	18 GPH
Gas	2511000 BTU/HORA

La figura 2.3 muestra una fotografía de la caldera Cleaver Brooks N°4.

Figura 2.3. Caldera N° 4

La quinta caldera de Casa de Máquinas es de la marca Power Master la cual está fuera de servicio (Figura 2.4).

Figura 2.4. Caldera N° 5

2.2.2. COMBUSTIBLE

El combustible que utilizan las calderas del hospital es Diésel N° 2, el cual se encuentra almacenado en dos tanques subterráneos de 22.71 m^3 (6000 galones) de capacidad cada uno, que se muestran en la figura 2.5. El abastecimiento de combustible para llenar los tanques de almacenamiento se lo realiza cada 10 días aproximadamente.

Figura 2.5. Tanques de almacenamiento de Diésel N°2

2.2.2.1. Tanque diario de combustible

El tanque diario con el que cuenta el hospital tiene una capacidad de 0.61 m^3 (160 galones), como se observa en la figura 2.6. El combustible llega a este tanque gracias a una bomba centrífuga que se encuentra a la salida de los tanques de almacenamiento.

Figura 2.6. Tanque diario de combustible

2.2.2.2. Consumo de combustible

Los datos fueron recopilados de la bitácora de operación que se maneja en el área de operaciones de la casa de máquinas del hospital, la cual debe ser llenada antes de finalizar cada turno. En la bitácora constan las mediciones en centímetros de la altura del combustible en los tanques de almacenamiento, dicha medida se transforma en galones de combustible por medio de una tabla de

relación (**Anexo A**) proporcionada por el personal de la casa de máquinas. Las figuras 2.7 y 2.8 muestran los histogramas del consumo de combustible del hospital de los años 2014 y 2015, respectivamente. El costo del combustible se calculó tomando el valor de venta del combustible al hospital en el año 2015: 0.820 USD por galón de Diesel Nº 2 según el contrato de compra de combustible.

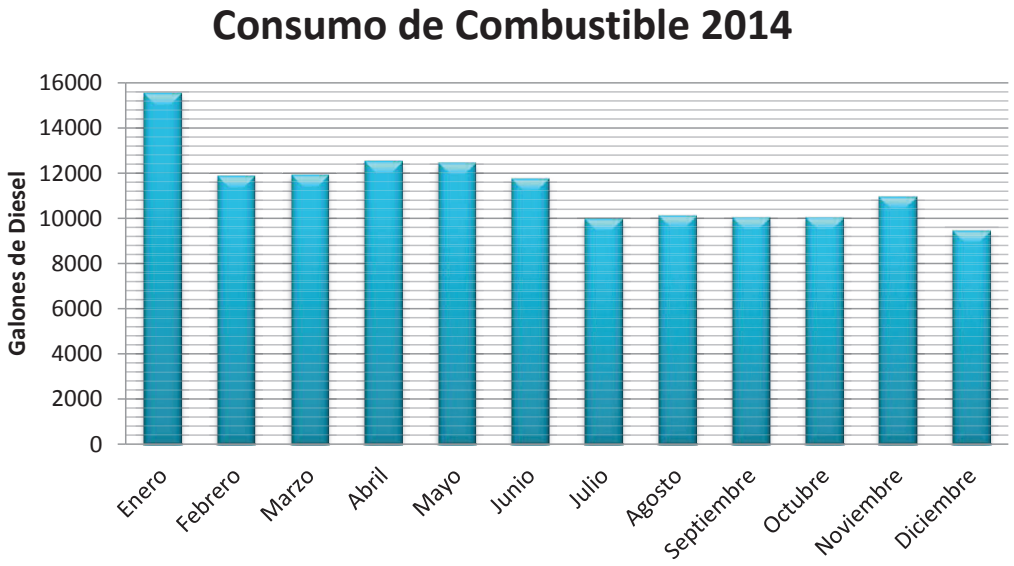


Figura 2.7. Histograma de consumo de combustible año 2014

Para el año 2014 el mes con mayor consumo de combustible fue el mes de enero con 15543.22 galones, un consumo promedio y total de 12119.17 y 136630.37 galones, respectivamente. El gasto en combustible para el 2014 fue $112.075,70.

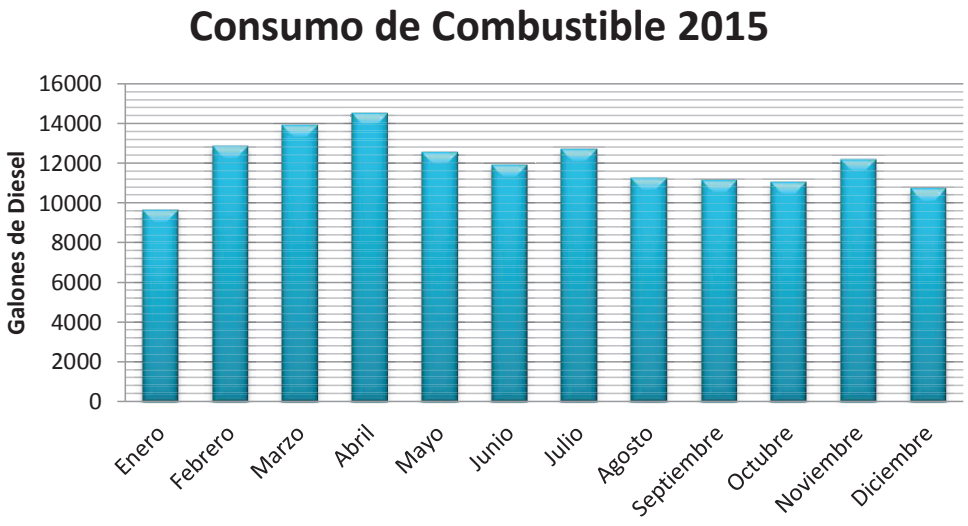


Figura 2.8. Histograma de consumo de combustible año 2015

Para el año 2015 el mes con mayor consumo de combustible fue el mes de abril con 14543.85 galones, un consumo promedio y total de 12047.67 y 144572.06 galones, respectivamente. El gasto en combustible para el 2014 fue $118.590,15.

Las fluctuaciones en el consumo de combustible que se pueden observar en los histogramas de ambos años se deben principalmente a la salida de funcionamiento de equipos de consumo por mantenimiento o por avería.

2.2.3. SUMINISTRO DE AGUA

El hospital toma el agua de la red pública a través de 2 acometidas (de la calle 18 de Septiembre y de la calle Portoviejo) y se almacena en 4 cisternas que se encuentran ubicadas dentro de los límites del hospital, 1 de las cisternas tiene una capacidad de 190 m^3, mientras que las otras 3 cisternas tienen una capacidad de 260 m^3. El agua almacenada en las cisternas se dirige a un banco de presión constante ubicado en la casa de máquinas, el mismo que se encarga de suministrar agua a las diferentes áreas de todo el hospital por medio de bombas centrífugas. Desde el banco de presión constante se desprende una línea que suministra el agua a las calderas.

2.2.3.1. Tanques de químico

A cada una de las calderas se le suministra el químico calderol (información técnica del químico ver **Anexo B**) desde su propio tanque de reserva de 220 kg de capacidad (Figura 2.9). Este químico se utiliza para el tratamiento de aguas de calderas y con el fin de evitar incrustaciones y corrosión, el mismo llega a las calderas por medio de bombas dosificadoras.

Figura 2.9. Tanques de químico

2.2.3.2. Tanques de tratamiento de agua

El agua que llega desde el banco de bombas de presión constante, antes de ingresar a las calderas debe ser tratada a fin de eliminar las durezas propias del agua (calcio y magnesio) que afectan a la generación de vapor al formar capas en las paredes externas de los tubos de fuego.

Este sistema cuenta con 2 tanques de tratamiento automáticos que trabajan simultáneamente, cada tanque procesa de 1 a 13 gl/min y contienen 25 kg de sal en grano la cual debe ser repuesta semanalmente y se muestran en la figura 2.10.

Figura 2.10. Tanques de tratamiento de agua

2.2.4. ANÁLISIS DE GASES

Trimestralmente una empresa especializada en el análisis de gases de combustión realiza el respectivo control a las calderas del hospital, es así que se tienen las siguientes tablas con los datos obtenidos en cada análisis.

2.2.4.1. Análisis de gases año 2014

En la tabla 2.3 se muestran los datos del análisis de gases realizados a la caldera N°1.

Tabla 2.3. Análisis de gases Caldera N°1

CARACTERIZACIONES					
Parámetro	**Unidad**	**Monitoreo**			
		1	**2**	**3**	**4**
T gas	[°C]	208.8	225.8	208.7	199.1
O_2	[%]	3.89	3.29	2.98	8.45
CO_2	[%]	10.88	11.58	12.45	7.62
CO	[ppm]	<3	3	4	41
SO_2	[ppm]	198	185	173	30
NOx	[ppm]	123	128	119	83

En la tabla 2.4 se muestran los del análisis de gases de la caldera N°3.

Tabla 2.4. Análisis de gases Caldera N°3

CARACTERIZACIONES					
Parámetro	**Unidad**	**Monitoreo**			
		1	**2**	**3**	**4**
T gas	[°C]	206.8	245.9	152.4	190.5
O_2	[%]	9.03	2.78	6.86	7.92
CO_2	[%]	8.88	13.61	9.21	9.76
CO	[ppm]	<3	19	<3	40
SO_2	[ppm]	231	173	205	45
NOx	[ppm]	90	163	101	99

En la tabla 2.5 se muestran los datos del análisis de gases de la caldera N°4.

Tabla 2.5. Análisis de gases Caldera N°4

CARACTERIZACIONES					
Parámetro	**Unidad**	**Monitoreo**			
		1	**2**	**3**	**4**
T gas	[°C]	213.5	245.9	228.9	171.4
O_2	[%]	12.80	2.60	2.20	6.13
CO_2	[%]	6.64	13.75	11.55	11.51
CO	[ppm]	23	52	42	33
SO_2	[ppm]	166	120	103	24
NOx	[ppm]	58	160	129	75

Los datos presentados en las tablas 2.3, 2.4 y 2.5 serán utilizados en el capítulo siguiente en el cálculo de la eficiencia de las calderas.

2.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

El distribuidor de vapor es el elemento encargado de recibir el vapor proveniente de las calderas, al mismo tiempo que envía dicho vapor a las diferentes áreas de consumo mediante una serie de líneas de distribución. De izquierda a derecha, de acuerdo a la figura 2.11, se tiene las zonas a las cuales suministra vapor el distribuidor y las líneas por donde recibe el vapor de las diferentes calderas: Área de quemados (Línea 1), Caldera 3 y Caldera 5, Caldera 2 y Caldera 4, Lavandería (Línea 2), Lavandería y comedor (Línea 3), Esterilización (Línea 4), Deshabilitado, Piscina (Línea 5), Biberones (Línea 6), Deshabilitado, Obstetricia (Línea 7), Patología y Laboratorio central (Línea 8), Cocina (Línea 9), Tanques agua caliente (Línea 10), Manómetro y Caldera 1.

Figura 2.11. Distribuidor de vapor

El distribuidor de vapor tiene una longitud de 5.3 m y un diámetro exterior de 0.5 m, así como una inclinación aproximada de 1° para que el condensado que se forme en su interior se acumule en el extremo de su lado izquierdo para luego ser purgado al ambiente (Figura 2.12).

Figura 2.12. Purga de condensado del distribuidor de vapor

2.4. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN

El área de lavandería cuenta con dos líneas de distribución de tubería de Hierro Negro (sin costura, cédula 40): una de las líneas se encarga de distribuir vapor a las lavadoras y a las planchas tipo prensa; la otra línea distribuye vapor a las secadoras y a los rodillos planchadores, además de los equipos en el área de cocina.

2.5. EQUIPOS DE CONSUMO

En el área de lavandería se encuentran algunos tipos de equipos de consumo, los cuales, entre sus principales funciones está: lavar, secar y planchar alrededor de 17.000 libras de ropa (ropa de pacientes, ropa del personal, pañales, sábanas y cubrecamas) diariamente (Hospital Carlos Andrade Marín, 2011).

2.5.1. LAVADORAS DE BARRERA SANITARIA

Las lavadoras de barrera sanitaria son lavadoras de ropa con características especiales que permiten una mayor desinfección de la ropa hospitalaria, cuentan con programas de lavado especiales para mejorar la limpieza tanto de prendas de vestir como ropa de cama (sábanas, cobijas, fundas de almohada). Una característica distintiva en este tipo de lavadoras es que la ropa sucia se ingresa por la parte delantera, mientras que la ropa cuando ya está limpia se la retira por

la parte trasera. La figura 2.13, muestra las lavadoras de barrera sanitaria del hospital.

Figura 2.13. Lavadoras de barrera sanitaria

2.5.2. SECADORAS DE ROPA

Las secadoras de ropa son el segundo eslabón en el proceso de limpieza de la ropa del hospital, en este proceso aire calentado por serpentines donde circula el vapor pasa a través de los agujeros del tambor giratorio, secando de manera más uniforme la ropa. En la figura 2.14 se observan las secadoras de ropa que existen en el área de lavandería.

Figura 2.14. Secadoras de ropa

2.5.3. CALANDRIAS (RODILLOS PLANCHADORES)

Las calandrias o rodillos planchadores representan el último paso en el proceso de limpieza de la ropa, las calandrias están formadas por bandas de alimentación y rodillos (Figura 2.15). En estos equipos principalmente se planchan sábanas debido a sus dimensiones.

Figura 2.15. Rodillos planchadores

2.5.4. PLANCHAS TIPO PRENSA

Al igual que las calandrias, las planchas tipo prensa son la parte final del proceso de limpieza de la ropa, en este caso las planchas tipo prensa se utilizan para prendas de vestir como batas para pacientes, mandiles, fundas de almohada, etc. En la figura 2.16 se muestra una plancha tipo prensa del área de lavandería.

Figura 2.16. Planchas tipo prensa

2.6. RETORNO DE CONDENSADO

2.6.1. TANQUES DE CONDENSADO

El área de lavandería cuenta con dos tanques de condensado: el primero tiene una capacidad de 3 m^3 aproximadamente (Figura 2.17), recibe el condensado de todos los equipos del hospital que consumen vapor a excepción de los rodillos planchadores y las planchas tipo prensa, el condensado de estos últimos equipos se dirige a un segundo tanque de condensado que tiene una capacidad de 0.5 m^3 aproximadamente (Figura 2.18), el condensado acumulado en el tanque 2, es redirigido hacia el tanque de condensado 1 para su posterior suministro a las calderas.

Figura 2.17. Tanque de condensado 1

Figura 2.18. Tanque de condensado 2

CAPÍTULO III

ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE VAPOR

3.1. GENERACIÓN DE VAPOR

Las calderas al ser el corazón del sistema de vapor se necesita que estén en óptimas condiciones de funcionamiento, por lo tanto se requiere saber la eficiencia de éstas para realizar el respectivo análisis para el rediseño.

3.1.1. EFICIENCIA DE LAS CALDERAS

Existen dos métodos para el cálculo de eficiencia de una caldera: método directo y método indirecto. En el método directo se determina la eficiencia de la relación del calor útil o transmitido a los equipos para el calor disponible o generado (Borroto, 2005). Ya que el vapor que se suministra a las lavadoras es utilizado directamente en el proceso, no existe retorno de condensado por lo que no se puede cuantificar el verdadero calor transmitido al equipo. Por lo tanto se empleará el método indirecto para determinar la eficiencia de las calderas.

El método indirecto consiste en encontrar la suma de las pérdidas térmicas en porcentaje con respecto al calor disponible, siendo la eficiencia determinada por:

$$\eta = 100 - \Sigma q_p \, [\%] \qquad \text{[Ec. 3.1]}$$

$$\Sigma q_p = \frac{\Sigma Q_p}{Q_d} * 100 \, [\%] \qquad \text{[Ec. 3.2]}$$

Donde:

q_p : Pérdidas térmicas en porcentaje

Q_p : Pérdidas térmicas

Q_d : Calor disponible

3.1.1.1. Balance Térmico

Se realizan los cálculos correspondientes al balance térmico en base a la norma europea DIN EN 303-5 (Borroto, 2005).

3.1.1.1.1. Cálculo del Calor Disponible, Q_d

Resulta de la suma de toda la energía que se suministra al combustible.

$$\boldsymbol{Q_d = Q_i + Q_c + Q_{pca} + Q_{vat}} \left[\frac{\boldsymbol{kJ}}{\boldsymbol{kg}} \boldsymbol{o} \frac{\boldsymbol{kJ}}{\boldsymbol{m^3}}\right] \quad \text{[Ec. 3.3]}$$

Donde:

Qi : Poder calórico inferior del combustible

Qc : Calor físico del combustible

Qpca : Calor añadido en el precalentador de aire

Qvat : Calor suministrado con el vapor de atomización

- Calor físico del combustible

Es el calor entregado de precalentamiento en los combustibles líquidos.

$$Q_c = C_c * T_c \left[\frac{kJ}{kg}\right] \quad \text{[Ec. 3.4]}$$

Donde:

T_c: Temperatura del combustible al ingreso [°C]

C_c: Calor específico del combustible [kJ/kg°C]

- Calor añadido en el precalentador de aire

Se lo toma en cuenta cuando existe precalentamiento del aire utilizado en la combustión.

$$Q_{pca} = \beta_{pca}(I_{pca} - I_{af}) \left[\frac{kJ}{kg}\right] \quad \text{[Ec. 3.5]}$$

Donde:

β_{pca} : Relación entre el volumen de aire a la entrada del calentador de aire y el volumen teórico

I_{pca} : Entalpía del aire a la entrada del calentador de aire [kJ/kg]

I_{af} : Entalpía del aire a la temperatura ambiente [kJ/kg]

- Calor añadido con el vapor de atomización

Se utiliza en el caso de combustibles líquidos que usen vapor de atomización proveniente de fuentes externas.

$$Q_{vat} = G_{vat}(h_{vat} - h_{vge}) \left[\frac{kJ}{kg}\right] \quad \text{[Ec. 3.6]}$$

Donde:

G_{vat} : Gasto de vapor de atomización por unidad de masa de combustible [kg_v/kg_c]

h_{vat} : Entalpía del vapor de atomización [kJ/kg]

h_{vge} : Entalpía del vapor de agua presente en los gases de escape [kJ/kg]

Al no existir precalentamiento del combustible y del aire, ni tampoco ser usado vapor de atomización, el calor disponible de las calderas que operan en el HCAM se simplifica al poder calórico inferior del combustible. Por lo tanto se toma el poder calórico inferior del Diesel N° 2 que es 43200 [kJ/kg] (Çengel & Boles, 2009).

3.1.1.1.2. Cálculo de Pérdidas Térmicas, Q_p

- Pérdida de calor sensible con los gases de salida, q_2

Se produce por la transferencia de calor entre los gases de escape con el aire a temperatura ambiente. Este término se puede calcular directamente en porcentaje del poder calórico inferior del combustible con la siguiente expresión:

$$q_2 = K \frac{t_g - t_a}{CO_2 + CO} \ [\%] \quad \text{[Ec. 3.7]}$$

Donde:

tg: Temperatura de los gases de escape [°C]

ta: Temperatura del aire ambiente [°C]

CO_2, CO: porcentaje en volumen de CO_2 y CO contenido en los gases de escape.

K: Coeficiente de Hassentein (Petrecca, 2014)

La temperatura de los gases de escape, temperatura ambiente y los valores porcentuales de los gases de combustión se obtienen de los reportes de emisiones de gases. (**Ver Anexo C**)

- Pérdida de calor por combustión incompleta, q_3.

Se produce debido a la presencia de productos de combustión incompleta en los gases de combustión. Esta pérdida está asociada a la no entrega del poder calórico de los productos de la combustión durante la reacción de combustión y se determina mediante la siguiente expresión:

$$q_3 = \frac{60 * CO}{CO_2 + CO} * 100\ [\%] \qquad \text{[Ec. 3.8]}$$

- Pérdida de calor por radiación y convección, q_4

Se produce debido a que durante el funcionamiento de las calderas, las superficies exteriores del horno y del conducto, el domo, conductos de gases, tuberías, etc., se calientan alcanzando una temperatura mayor a la ambiental, por lo tanto se genera un gradiente de temperatura, el mismo que genera una transferencia de calor al medio exterior mediante dos mecanismos como son la convección y radiación, esta pérdida por estos mecanismos puede llegar a ser muy significativa y afectar de manera importante a la eficiencia de la caldera.

La magnitud de esta pérdida depende principalmente de las dimensiones del generador de vapor (capacidad nominal), carga, además de la temperatura y velocidad del aire exterior.

Para un análisis práctico de estas pérdidas se efectuaron las mediciones con un medidor de flujo térmico (**Anexo D**) en diferentes puntos de la superficie de las calderas. En la figura 3.1 se esquematiza la ubicación de los puntos de medición en las calderas y en las tablas 3.1 y 3.2 se presentan los valores obtenidos con el equipo.

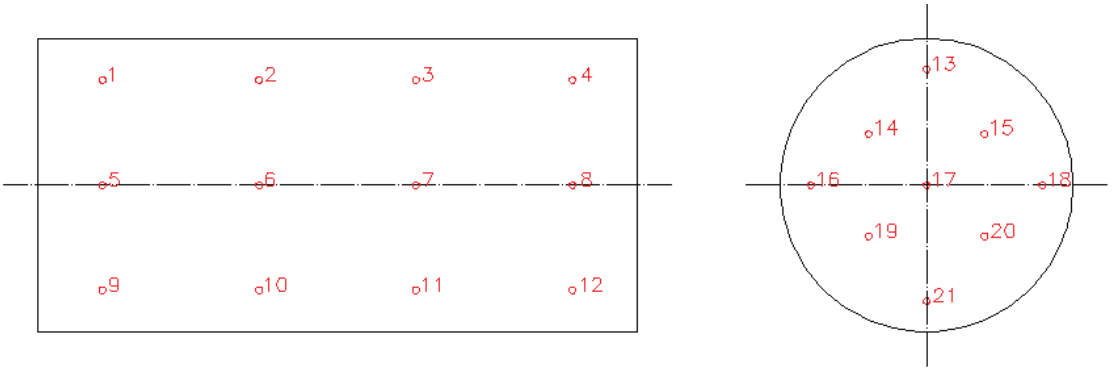


Figura 3.1. Ubicación de los puntos de medición de flujo de calor

Tabla 3.1. Datos de flujo de calor superficial de las partes laterales de las calderas

	CALDERA N° 1		CALDERA N° 3	
	Flujo de calor [W/m^2]		Flujo de calor [W/m^2]	
Punto	Lado izquierdo	Lado derecho	Lado izquierdo	Lado derecho
1	550	597	458	578
2	353	597	384	568
3	441	502	419	435
4	520	542	831	509
5	426	600	539	725
6	352	514	419	396
7	361	537	330	423
8	472	645	555	615
9	471	560	563	670
10	650	540	730	720
11	319	619	263	816
12	735	557	790	580

Tabla 3.2. Datos de flujo de calor superficial de la parte posterior de las calderas

Punto	CALDERA N° 1	CALDERA N° 3
13	700	698
14	797	789
15	786	789
16	826	816
17	832	822
18	812	817
19	812	806
20	800	792
21	808	692

Para el cálculo de las pérdidas de calor se multiplica el valor promedio por el área de las calderas y dividiendo para el consumo de combustible B_c. El valor porcentual de las pérdidas se consigue al dividir para el calor disponible y multiplicando por cien, estos valores se resumen en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Pérdidas de calor por radiación y convección q_4

Término / Caldera	Flujo de calor	Área	Pérdidas de calor		Q_4	q_4
	[W/m^2]	[m^2]	[W]	[kJ/h]	[kJ/kg]	[%]
N° 1	594.94	36.98	22000.859	79203.092	658.285	1.524
N° 3	616.27	36.98	22789.765	82043.156	639.242	1.480

- Pérdidas por el calor físico de los residuos del horno, q_5

Esta pérdida sólo tiene significado para combustibles sólidos, y se da por la extracción de residuos de combustible del horno (escoria y cenizas) que están a una temperatura mayor a la del medio ambiente. Para el caso en estudio estas pérdidas no aplican.

- Pérdidas por purgas, q_6

Esta pérdida se asocia a la diferencia entre el agua (saturada) que se extrae de la caldera para mantener la concentración de sustancias perjudiciales dentro del rango recomendado y el agua de alimentación, las pérdidas por purga son calculadas de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_6 = D_p \frac{h_{ls} - h_{aa}}{B_c} \left[\frac{kJ}{kg}\right] \qquad \text{[Ec. 3.9]}$$

Donde:

Q6 : Calor perdido en purgas por unidad de combustible [kJ/kg]

Dp : Flujo de purga [kg/h]

hls : Entalpía del agua de caldera [kJ/kg]

haa : Entalpía del agua de alimentación [kJ/kg]

Bc : Gasto de combustible [kg/h]

Para el cálculo del flujo de purga se utiliza la expresión:

$$D_p = D_v \frac{C_{aa}}{C_n - C_{aa}} \left[\frac{kg}{s}\right] \quad \text{[Ec. 3.10]}$$

Donde:

Dv : Producción de vapor de la caldera [kg/s]

Caa : Concentración de la sustancia en el agua de alimentación [ppm]

Cn : Concentración normada de la sustancia en el interior de la caldera [ppm]

El valor de Caa se tomó del análisis físico-químico de tratamiento del agua de alimentación (**Anexo E**). Para el valor de Cn se consultó los límites de sólidos disueltos dependiendo de la presión a la que trabaja la caldera según la Asociación Americana de Fabricantes de Calderas ABMA (Branan, 2005). Para obtener el gasto de combustible se realizaron mediciones en el tanque diario de combustible al estar operativas cada una de las calderas.

3.1.1.2. Datos calculados

En el **Anexo F** se presenta un ejemplo de cálculo de la eficiencia de la caldera N°1. A continuación en la tabla 3.4 se muestran los valores obtenidos en dichos cálculos, además de los resultados para la caldera N°3, en cuanto a la N°4 no se pudo calcular su eficiencia a falta de los datos de pérdidas por convección y radiación ya que en las fechas cuando se realizó dichas mediciones esta caldera se encontraba en mantenimiento.

Tabla 3.4. Resultados del cálculo de la eficiencia de las calderas

Caldera N°	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_p	η
	%	%	%	%	%	%	%
1	10.02	0.72	1.52	0.00	2.31	14.57	85.4
3	9.42	0.94	1.48	0.00	2.46	14.30	85.7

Las eficiencias calculadas se encuentran dentro de los valores previstos por el fabricante en sus manuales (Cleaver Brooks, 2002, pp. A2-21).

3.1.2. CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

Este indicador relaciona la energía consumida para la generación de un producto, en nuestro caso de estudio es la relación de los kilogramos de vapor producido por un kilogramo de combustible.

$$CE = \frac{\eta * Qi}{h_v - h_{aa}} \left[\frac{kg_v}{kg_c}\right] \quad \text{[Ec. 3.11]}$$

Donde:

η : eficiencia de la caldera [%]

Qi : poder calórico inferior del combustible [kJ/kg]

h_v : entalpía del vapor generado en la caldera [kJ/kg]

h_{aa} : entalpía del agua de alimentación de la caldera [kJ/kg]

Para el cálculo del consumo específico de combustible de la caldera Nº 1 se tiene, de la ecuación 3.11:

η= 85.4 [%]

Qi= 43200 [kJ/kg] (Çengel & Boles, 2009)

Las entalpías se calculan a la presión de operación de la caldera (100 psig o 763 kPa) con el uso de la aplicación de cálculo de propiedades “SteamProperty” basada en la IAPWS-IF97 (The International Association for the Properties of Water and Steam, 2012).

h_v= 2766.40 [kJ/kg] @763 kPa

h_{aa}= 293.62 [kJ/kg] @763 kPa, 70 °C

$$CE_1 = \frac{0.854 * 43200 \left[\frac{kJ}{kg_c}\right]}{(2766.40 - 293.62) \left[\frac{kJ}{kg_v}\right]}$$

$$CE_1 = 14.92 \left[\frac{kg_v}{kg_c}\right]$$

Para la caldera Nº 3:

$$CE_3 = 14.97 \left[\frac{kg_v}{kg_c}\right]$$

Estos valores son cercanos a otros valores calculados en auditorías energéticas realizadas a sistemas con calderas de características similares, como en Berrones & Ponce (2013) y Palacios (2009).

3.2. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

La tubería que conduce el vapor hacia el área de lavandería actualmente en su mayoría tiene alrededor de 10 años de haber sido instalada. Se realizó el levantamiento del recorrido de las tuberías de distribución de vapor y retorno de condensado, el cual se presenta en el **Anexo L**, plano 3338-HCAM.GLDP.001.

La instalación actual cuenta con un recorrido total de aproximadamente 376 m de tubería de vapor y condensado, la misma que se divide por su diámetro nominal de la siguiente manera:

Tabla 3.5. Cantidad de tubería de la instalación actual

Diámetro [pulg]	Longitud total [m]
3	76,08
2	131,62
1 1/2	69,13
1	58,85
3/4	11,35
1/2	29,37
Total	**376,40**

3.2.1. AISLANTE TÉRMICO

Las tuberías del sistema de vapor están aisladas térmicamente con cañuelas de lana de vidrio, las mismas que están cubiertas con una lámina de aluminio. Algunas secciones de tubería no cuentan con aislante térmico, otras secciones tienen el aislante deteriorado, en otros casos el aislante no está colocado correctamente. En la figura 3.2 se indica con la flecha un tramo de tubería que se encuentra sin aislante térmico en la zona de los rodillos.

Figura 3.2. Tramos de tubería sin aislamiento térmico

La figura 3.3, muestra un tramo de tubería con el aislante deteriorado y a punto de salirse por completo en la zona de las planchas.

Figura 3.3. Aislante térmico deteriorado

Como parte del levantamiento de la instalación, se determinó la cantidad de tubería sin aislante que se muestra en la tabla 3.6:

Tabla 3.6. Cantidad de tubería sin aislamiento térmico

Diámetro	Tubería sin aislante
[pulg]	[m]
3"	20,71
2"	39,48
1 1/2"	42,97
1"	37,14
3/4"	5,46
1/2"	15,21
Total	**160,97**

3.3. EQUIPOS DE CONSUMO

La instalación en el área de lavandería cuenta con: 5 lavadoras, 4 secadoras, 2 rodillos planchadores y 5 planchas tipo prensa.

La distribución de los equipos y la numeración de los mismos utilizada en el proyecto se muestran en la figura 3.4.

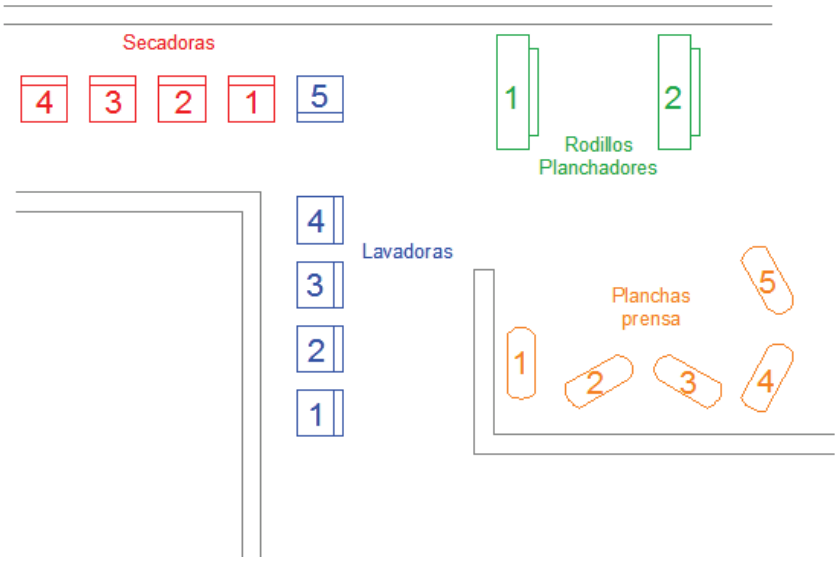


Figura 3.4. Esquema de disposición de los equipos de consumo

Fuente: Propia

Los datos de los equipos de consumo, conexiones y medidas fueron tomados de los diferentes manuales técnicos (ver **Anexo H**).

3.3.1. DIAGRAMAS DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS EQUIPOS DE CONSUMO

En los diagramas de entradas y salidas se muestra los suministros requeridos en el proceso que efectúa cada tipo de equipo del área de lavandería y la salida como resultado de cada proceso.

3.3.1.1. Lavadoras

Para las lavadoras se tienen los requerimientos de presión mínima y máxima de vapor, agua y aire comprimido, conseguidos de los catálogos y datos de placa. Además se muestra entre paréntesis las equivalencias en psig de las presiones de trabajo.

En la figura 3.5 se muestra el diagrama de entradas y salidas de la lavadora 1.

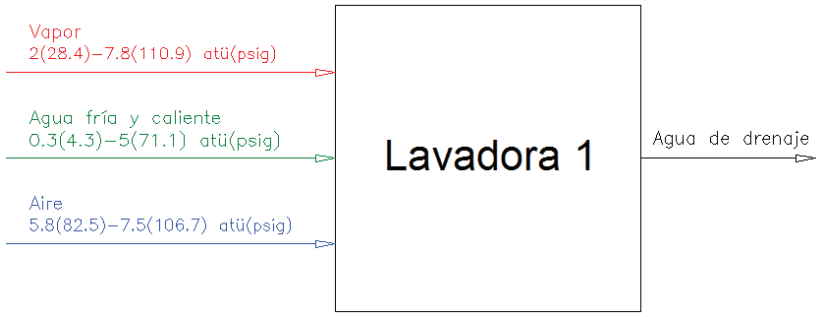


Figura 3.5. Diagrama de entradas y salidas lavadora 1

En la figura 3.6 se muestra el diagrama de entradas y salidas de las lavadoras 2 y 3.

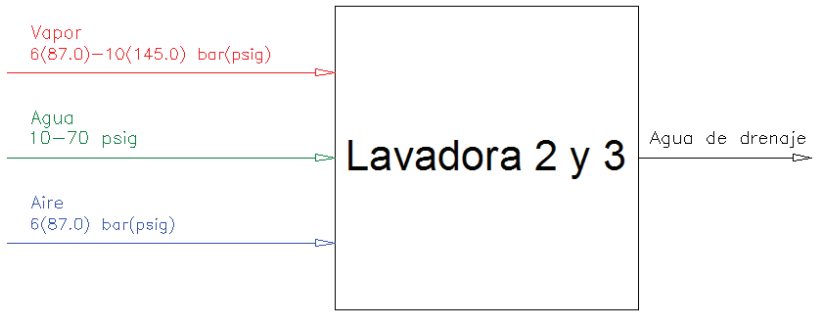


Figura 3.6. Diagrama de entradas y salidas lavadoras 2 y 3

En la figura 3.7 se muestra el diagrama de entradas y salidas de la lavadora 4.

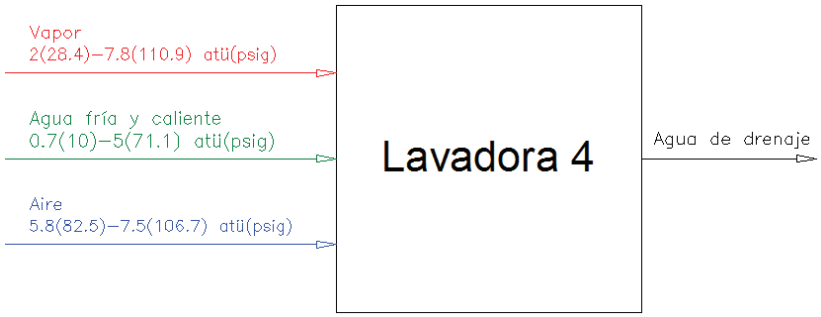


Figura 3.7. Diagrama de entradas y salidas lavadora 4

En la figura 3.8 se muestra el diagrama de entradas y salidas de la lavadora 5.

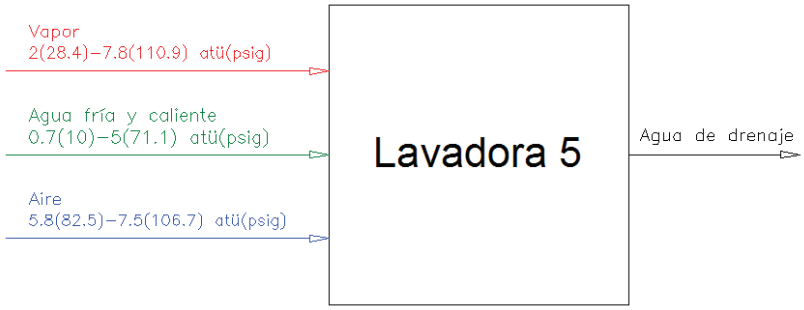


Figura 3.8. Diagrama de entradas y salidas lavadora 5

3.3.1.2. Secadoras

En las secadoras se utiliza aire que se calienta al fluir a través de serpentines por los cuales circula vapor, se tienen como requerimiento la presión máxima de vapor y el flujo volumétrico de aire.

En la figura 3.9 se muestra el diagrama de entradas y salidas de la secadora 1.

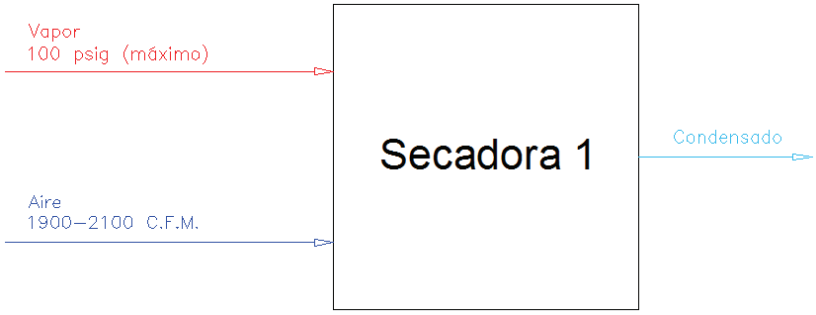


Figura 3.9. Diagrama de entradas y salidas secadora 1

En la figura 3.10 se muestra el diagrama de entradas y salidas de las secadoras 2,3 y 4.

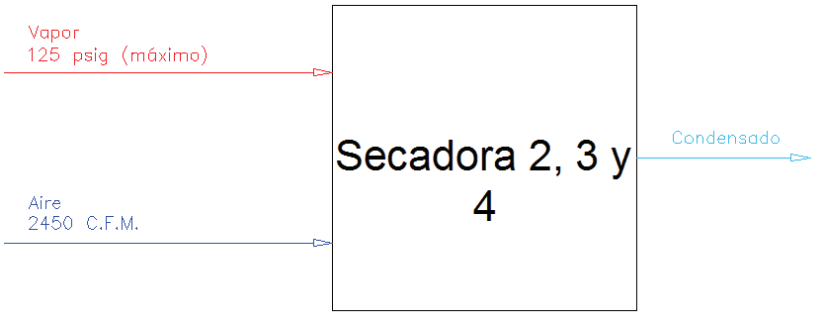


Figura 3.10. Diagrama de entradas y salidas secadora 2,3 y 4

3.3.1.3. Rodillos Planchadores

En la figura 3.11 se muestra el diagrama de entradas y salidas del rodillo 1.

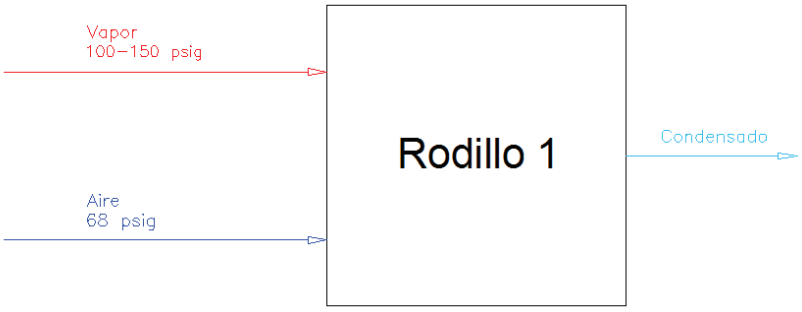


Figura 3.11. Diagrama de entradas y salidas rodillo 1

En la figura 3.12 se muestra el diagrama de entradas y salidas del rodillo 2.

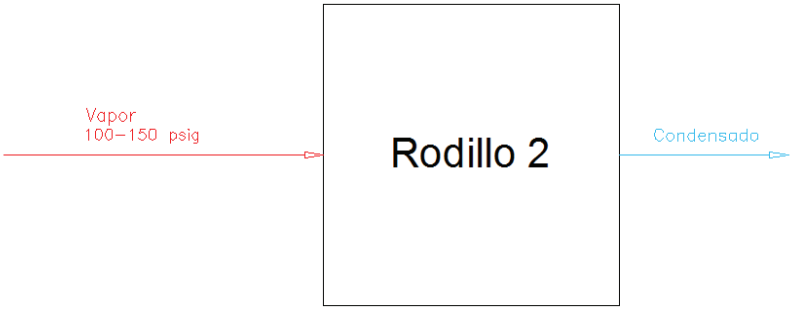


Figura 3.12. Diagrama de entradas y salidas rodillo 2

3.3.1.4. Planchas Tipo Prensa

Las planchas tipo prensa utilizan el vapor para calentar las planchas metálicas que secan las prendas y el aire comprimido es utilizado para el accionamiento de los mecanismo neumáticos del equipo.

En la figura 3.13 se muestra el diagrama de entradas y salidas de las planchas 1,2 y 3.

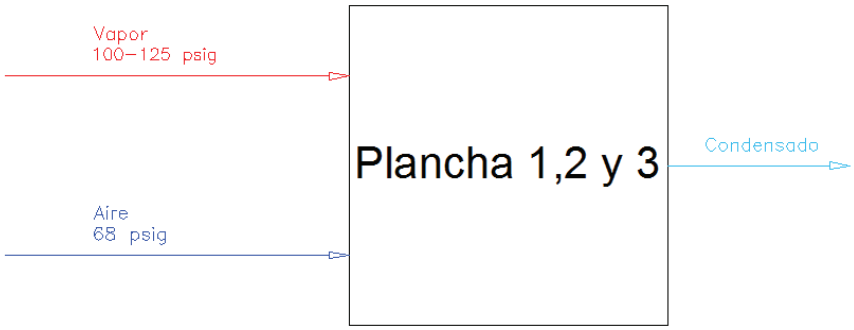


Figura 3.13. Diagrama de entradas y salidas planchas 1, 2 y 3

En la figura 3.14 se muestra el diagrama de entradas y salidas de las planchas 4 y 5.

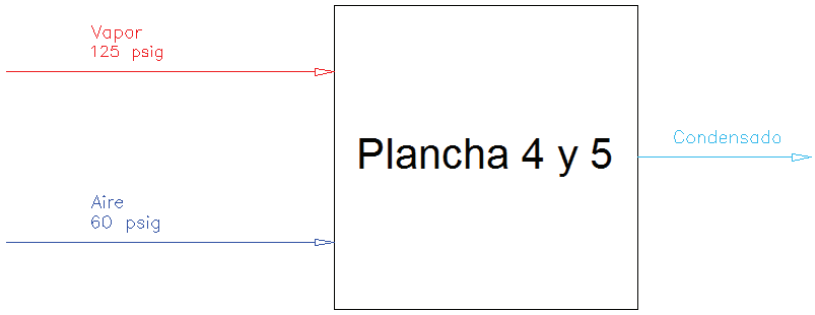


Figura 3.14. Diagrama de entradas y salidas planchas 4 y 5

A continuación, en la tabla 3.7, se muestra los requerimientos de consumo de vapor y de presiones de trabajo de los diferentes equipos, ya que estos datos son los más relevantes en el presente proyecto:

Tabla 3.7. Requerimientos de vapor y presión de los equipos de consumo

Equipo		Consumo de vapor [BHP]	Presión Mínima [psig]	Presión Máxima [psig]
Tipo	**Número**			
Lavadora	**1**	24,0	28,4	110,9
	2	28,5	87,0	145,0
	3	28,5	87,0	145,0
	4	28,5	28,4	110,9
	5	20,0	28,4	110,9
Secadora	**1**	9,5	-	100,0
	2	15,0	-	125,0
	3	15,0	-	125,0
	4	15,0	-	125,0
Plancha	**1**	1,5	100,0	125,0
	2	1,5	100,0	125,0
	3	1,5	100,0	125,0
	4	0,8	-	125,0
	5	0,8	-	125,0
Rodillo	**1**	14,0	100,0	150,0
	2	15,0	100,0	150,0

3.4. RETORNO DE CONDENSADO

En el área de lavandería todos los equipos cuentan con su respectiva conexión para el retorno de condensado, exceptuando las lavadoras. A continuación se realiza una descripción del retorno de condensado para el área de lavandería.

3.4.1. TUBERÍA DE RETORNO DE CONDENSADO

La tubería de retorno de condensado al igual que la tubería de distribución de vapor no se encuentra aislada en su totalidad y en las partes que si está, el aislante se encuentra en malas condiciones. La tubería de condensado que sale del tanque 2 hacia el tanque de condensado 1 no se encuentra aislada y además se encuentra expuesta al exterior.

En todo el recorrido de la tubería de distribución para el área de lavandería no se cuenta con conexiones de piernas colectoras para remover el condensado de la línea, por lo que al ingreso de los equipos se tiene vapor con alta presencia de condensado. En la instalación sólo se cuenta con una conexión de fin de línea (figura 3.15) en el área de secadoras, dicha conexión no es adecuada ya que no cuenta con una trampa de vapor (Tyco Flow Control, 2010).

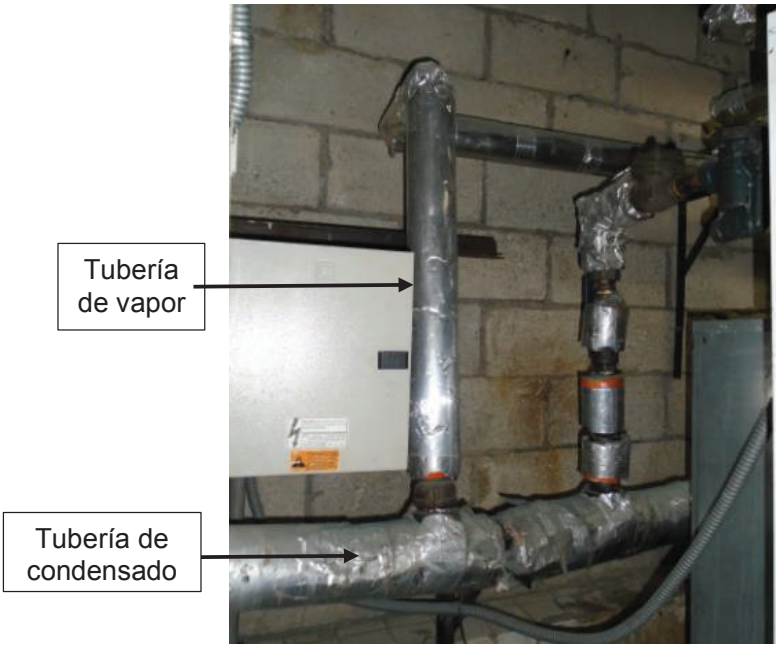


Figura 3.15. Conexión final de línea

3.4.2. TRAMPAS DE VAPOR

Todas las trampas de vapor instaladas en cada equipo de lavandería son del tipo balde invertido, el listado de las trampas se presenta a continuación en la tabla 3.8:

Tabla 3.8. Listado de trampas de vapor de los equipos de consumo

No. de trampa	Equipo	Marca	Modelo	Tipo	Cantidad	Conexión
1	Secadora 1	Spirax Sarco	B 1H	B-I	2	3/4"
2	Secadora 2	Armstrong	881	B-I	2	1"
3	Secadora 3	Armstrong	881	B-I	2	1"
4	Secadora 4	Armstrong	881	B-I	2	1"
5	Plancha 1	Spirax Sarco	B 1H	B-I	1	1/2"
6	Plancha 2	Spirax Sarco	B 1H	B-I	1	1/2"
7	Plancha 3	Spirax Sarco	B 1H	B-I	1	1/2"
8	Plancha 4	Spirax Sarco	B 1H	B-I	1	1/2"
9	Plancha 5					
10	Rodillo 1	Armstrong	813	B-I	1	1"
11	Rodillo 2	Hoffman	B3125A 4	B-I	1	1"

*** B-I: balde invertido**

3.4.3. TANQUES DE CONDENSADO

Una vez que el condensado se encuentra en el segundo tanque, éste se dirige hasta el primero, que a su vez dirige el condensado nuevamente a las calderas mediante un sistema de bombeo, que es independiente para cada caldera. En los diferentes procesos existen pérdidas de vapor por lo que el tanque de condensado 1 cuenta con una línea de reposición de agua, que pasa previamente por el proceso de tratamiento de agua.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE VAPOR

4.1. JUSTIFICACIÓN PARA EL REDISEÑO

Luego de las inspecciones realizadas a la instalación del sistema de vapor se comprobó el mal estado de sus componentes. Por lo tanto se necesitan cambios para mejorar la distribución de vapor a los equipos de consumo, el adecuado retorno del condensado y disminuir las pérdidas energéticas en todo el proceso.

4.1.1. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

4.1.1.1. Aislante térmico

Como se observó en la figura 3.1 y 3.2, existen varios tramos de tubería que no tienen aislante térmico o su aislante se encuentra deteriorado y representan pérdidas de calor, así como un riesgo para el personal de lavandería. En la tabla 3.5 se especificó los metros de tubería sin aislante que representan el 42.77% del total de tubería instalada.

4.1.1.2. Piernas colectoras y finales de línea

Como se observó en la figura 3.15, la instalación no posee conexiones en las tuberías de distribución de vapor para drenar el condensado de las mismas. Por lo tanto ingresa condensado a los equipos de consumo que disminuye su rendimiento. Además el condensado en las tuberías de vapor es un peligro ya que puede alcanzar velocidades altas y golpear contra obstrucciones como válvulas, codos, produciendo el denominado golpe de ariete (Paffel, 2008).

4.1.1.3. Conexión a los equipos

En lavandería sólo 5 de los 16 equipos de consumo cuentan con la conexión por la parte superior recomendada para evitar el arrastre de condensado hacia el equipo de consumo (Spirax Sarco, 2004). En las figuras 4.1 y 4.2, se indica con un círculo la conexión hacia abajo de dos de los equipo de consumo.

Figura 4.1. Conexión lavadora 4

Figura 4.2. Conexión rodillo 2

4.1.1.4. Accesorios

En las conexiones a las secadoras 2, 3 y 4 existen electroválvulas que no están operativas haciendo que el vapor circule en todo momento aunque el equipo no esté funcionando Así, con un círculo amarillo en la figura 4.3, se indica la electroválvula que no está operativa. Además las lavadoras y planchas no cuentan con válvulas de corte, o si cuentan con ella, no están ubicadas correctamente.

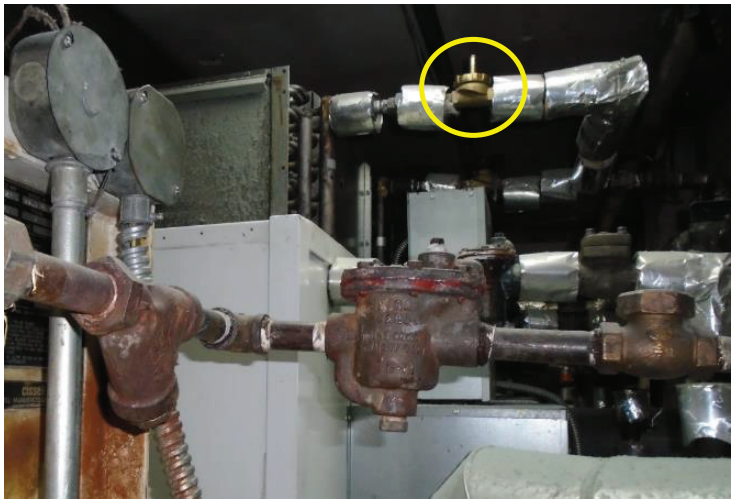


Figura 4.3. Electroválvula fuera de operación de la secadora.

4.1.2. RETORNO DE CONDENSADO

Ninguno de los equipos cuentan con la conexión adecuada del arreglo de trampeo, es decir, válvula de corte-filtro-trampa de vapor-válvula check- válvula de corte (Tyco Flow Control, 2010). De igual manera que la tubería de distribución, muchos tramos no cuentan con aislante y si lo tienen, éste se encuentra en mal estado. En la secadora 1 se cuenta con una sola trampa para dos puntos de drenaje de condensado en vez de tener un arreglo de trampeo por cada punto de drenaje, además para el drenaje de las planchas 4 y 5 existe un único arreglo.

Como se observó en la figura 2.18, el tanque de condensado 2 se encuentra en el exterior y en medio de un taller de pintura ubicado a un nivel N+0.00 a un costado de la lavandería. Esto representa una gran pérdida energética, por lo que es necesario su reubicación.

4.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para asegurar una distribución correcta de vapor a los equipos de consumo, un correcto retorno del condensado, minimizar las pérdidas energéticas en todo el sistema de distribución y precautelar la seguridad de las personas que trabajan en el área de lavandería del hospital, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- Conexión por arriba hacia los equipos de consumo, para evitar el arrastre de condensado (Spirax Sarco, 2004).

- Piernas colectoras y finales de línea para la remoción de condensado en las líneas de vapor (Petrecca, 2014).
- Instalación de aislante térmico en todo el recorrido de la tubería de distribución de vapor y de condensado (Petrecca, 2014).
- Instalar las trampas de vapor según los siguientes cuatro principios (Tyco Flow Control, 2010):
    1. Instalar las trampas de vapor en lugares accesibles para su inspección y reparación.
    2. Ubicarlas por debajo del punto de recolección de condensado.
    3. Ubicarlas cerca del punto de recolección de condensado.
    4. Instalar una trampa de vapor por cada punto de recolección de condensado.
- Conocer el consumo de vapor de los equipos, para el dimensionamiento de las tuberías.
- Dimensionar un tanque de revaporizado en caso que la instalación lo requiera (Spirax Sarco, 2004).
- Se mantendrá la ubicación de los equipos de consumo en el área de lavandería.
- La caída de presión en la tubería de distribución no debe exceder el 20% de la presión de generación de vapor (Armstrong, 2015a).
- Al ser las presiones de trabajo de los diferentes equipos cercanas o iguales a la presión de generación de la caldera no se requiere la implementación de reguladores de presión en la conexión a los equipos.

4.3. PROPUESTA DE CAMBIOS EN EL SISTEMA DE VAPOR DEL ÁREA DE LAVANDERÍA

En base a las consideraciones de diseño, el espacio físico de la instalación, sugerencias del personal técnico del HCAM y a las visitas realizadas a la instalación, se proponen los siguientes cambios:

1. Eliminación del tanque de condensado 2.
2. Instalar un tanque de revaporizado en donde se encuentra la caldera Nº 5.
3. Instalar líneas de recuperación de condensado en todo el recorrido de la instalación.
4. Independizar la línea de vapor para el área de cocina utilizando una de las líneas deshabilitadas del distribuidor de vapor.
5. Equiparar el consumo de vapor que distribuyen las dos líneas que van al área de lavandería.
6. Colocar manómetros tanto en la línea de vapor como en la de condensado.
7. Instalar una sola línea principal de retorno de condensado que se dirija hacia el tanque de revaporizado.
8. Colocar válvulas de corte a la entrada de todos los equipos de consumo.

4.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

4.4.1. TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

Para el área de lavandería se van a utilizar las líneas 2 y 3 que distribuirán vapor a los equipos de consumo de la siguiente manera:

Línea 2, con un consumo de vapor de 115.5 BHP:

- Lavadoras 1, 2, 3 y 4.
- Planchas 1, 2, 3, 4 y 5.

Línea 3, con un consumo de vapor 113.5 BHP:

- Lavadora 5.
- Secadoras 1, 2, 3 y 4.
- Rodillos 1 y 2.

Además para las tuberías de distribución de vapor se ha utilizado la siguiente nomenclatura, la cual se representa en la figura 4.4.

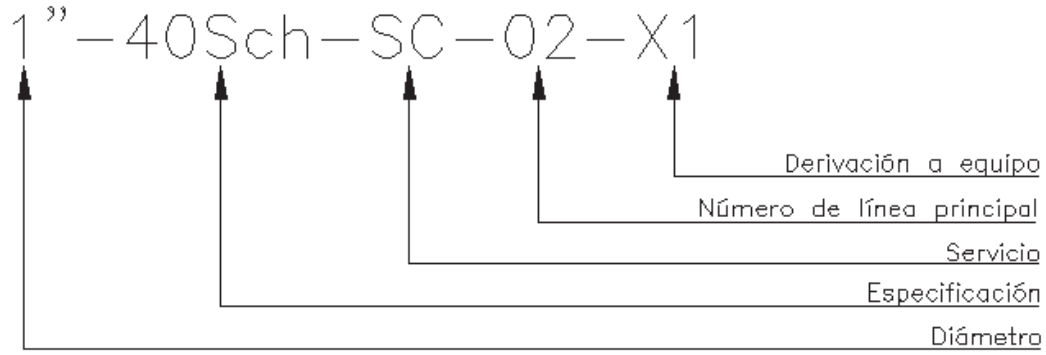


Figura 4.4. Ejemplo de nomenclatura de las tuberías de vapor
Fuente: (Sherwood & Whistance, 2008)

En donde:

1” → Diámetro nominal de la tubería

40Sch → Especificación: Tubería cédula 40 (40Sch)

SC → Servicio: Vapor (Low Pressure Steam, LS), Condensado (Steam Condensate, SC)

02 → Línea principal

X1 → Derivación a equipo: indica la inicial del equipo de consumo (L=lavadora, S=secadora, R=rodillo, P=plancha) y el número de equipo de acuerdo a la figura 3.4

4.4.1.1. Cálculo del diámetro de las tuberías

El cálculo del diámetro de las tuberías se realizó utilizando el método de dimensionamiento por velocidad de vapor propuesto en Spirax Sarco (1999). Para los cálculos se tomó una velocidad de vapor de 20 m/s, para minimizar la caída de presión en líneas con recorridos largos (Spirax Sarco, 1999).

$$\dot{V} = \dot{m} * \mathrm{v} \left[\frac{m^3}{s}\right] \qquad \text{[Ec. 4.1]}$$

Donde:

$\dot{V}$: flujo volumétrico [m^3/s]

$\dot{m}$: flujo másico [kg/s]

v: volumen específico [m^3/kg]

$$D = \sqrt{\frac{4*\dot{V}}{\pi*C}} * 1000\ [mm] \qquad \text{[Ec. 4.2]}$$

Donde:

D: diámetro nominal de la tubería [mm]

C: velocidad del vapor [m/s]

Utilizando las ecuaciones 4.1 y 4.2., se realiza un ejemplo de cálculo para la línea 3, desde el distribuidor hasta el ingreso al área de secadoras con los siguientes datos:

C= 25 [m/s]

v= 0.251 [m^3/kg] @ $T_{sat.}$, 763 kPa

$\dot{m}$= 113.5 [BHP] = 0.494 [kg_v/s]

$$\dot{V} = 0.124\ \left[\frac{m^3}{s}\right]$$

$$D = 79.50\ [mm]\ \approx 3"$$

En la tabla 4.1 se muestra el resumen de los diámetros calculados de las tuberías de distribución de vapor para el área de lavandería.

Tabla 4.1. Diámetros de tuberías de vapor

	Carga de Vapor		Diámetro calculado	Línea	Descripción
	[BHP]	[m^3/s]	[pulg]		
LÍNEA 2	115,5	0,126	3,16	3"-40Sch-LS-02	Desde distribuidor de vapor hasta zona de lavadoras
	20,0	0,022	1,31	1 1/2"-40Sch-LS-02-L1	Derivación a lavadora 1
	91,5	0,100	2,81	3"-40Sch-LS-02	Tramo entre lavadora 1 y 2
	28,5	0,031	1,57	1 1/2"-40Sch-LS-02-L2	Derivación a lavadora 2
	63,0	0,069	2,33	2"-40Sch-LS-02	Tramo entre lavadora 2 y derivación a zona de planchas
	6,0	0,007	0,72	1"-40Sch-LS-02	Derivación a zona de planchas
	1,5	0,002	0,36	1/2"-40Sch-LS-02-P1	Derivación a plancha 1
	4,5	0,005	0,62	3/4"-40Sch-LS-02	Tramo entre derivación zona de planchas y plancha 2
	1,5	0,002	0,36	1/2"-40Sch-LS-02-P2	Derivación a plancha 2
	3,0	0,003	0,51	1/2"-40Sch-LS-02	Tramo entre plancha 2 y plancha 3
	1,5	0,002	0,36	1/2"-40Sch-LS-02-P3	Derivación a plancha 3
	1,5	0,002	0,36	1/2"-40Sch-LS-02	Tramo entre plancha 3 y plancha 4
	0,8	0,001	0,25	1/2"-40Sch-LS-02-P4	Derivación a plancha 4
	0,75	0,001	0,25	1/2"-40Sch-LS-02-P5	Derivación a plancha 5
	57,0	0,062	2,22	2"-40Sch-LS-02	Tramo entre derivación zona de planchas y lavadora 3
	28,5	0,031	1,57	1 1/2"-40Sch-LS-02-L3	Derivación a lavadora 3
	28,5	0,031	1,57	1 1/2"-40Sch-LS-02-L4	Derivación a lavadora 4
LÍNEA 3	113,5	0,124	3,13	3"-40Sch-LS-03	Desde distribuidor de vapor hasta zona de secadoras
	15,0	0,016	1,14	1"-40Sch-LS-03-S4	Derivación a secadora 4
	98,5	0,108	2,92	3"-40Sch-LS-03	Tramo entre secadora 4 y secadora 3
	15,0	0,016	1,14	1"-40Sch-LS-03-S3	Derivación a secadora 3
	83,5	0,091	2,68	2 1/2"-40Sch-LS-03	Tramo entre secadora 3 y secadora 2
	15,0	0,016	1,14	1"-40Sch-LS-03-S2	Derivación a secadora 2
	68,5	0,075	2,43	2 1/2"-40Sch-LS-03	Tramo entre secadora 2 y secadora 1
	9,5	0,010	0,91	1"-40Sch-LS-03-S1	Derivación a secadora 1
	59,0	0,065	2,26	2"-40Sch-LS-03	Tramo entre secadora 1 y lavadora 5
	20,0	0,022	1,31	1"-40Sch-LS-03-L5	Derivación a lavadora 5
	39,0	0,043	1,83	2"-40Sch-LS-03	Tramo entre derivación a lavadora 5 y rodillo 1
	14,0	0,015	1,10	1 1/2"-40Sch-LS-03-R1	Derivación a rodillo 1
	25,0	0,027	1,47	2"-40Sch-LS-03-R2	Derivación a rodillo 2

El trazado de la tubería de distribución de vapor se muestra en el plano de planta de la propuesta de rediseño en el **Anexo L**, plano 3338-HCAM.GLDP.002.

4.4.1.2. Accesorios

Para la tubería de distribución es necesario instalar válvulas de corte para cada equipo; y si es factible una válvula de corte para un grupo de equipos (lavadoras, secadoras, rodillos, planchas). La ubicación de dichas válvulas debe ser de fácil acceso a una altura recomendada entre 0.50 a 1.70 [m] sobre el nivel del suelo, en caso de no ser posible, las válvulas pueden estar localizadas a una mayor altura pudiendo llegar a ellas utilizando escaleras temporales o algún medio de elevación (Piping Engineering Cell, 2004).

4.4.2. TUBERÍA DE RETORNO DE CONDENSADO

El dimensionamiento tanto de la línea de retorno de condensado como del tanque de revaporizado se asumirá una presión de 212 kPa (20 psig).

4.4.2.1. Cálculo de carga de condensado

Para cada tipo de equipo se calcula la carga de condensado utilizando las siguientes fórmulas (Armstrong, 2015a):

- Secadoras

$$\mathbf{Q} = \frac{\mathbf{F} * \mathbf{C_p} * \mathbf{d} * \mathbf{60} * \Delta\mathbf{T}}{\mathbf{H}} \left[\frac{\mathbf{lb}}{\mathbf{h}}\right] \qquad \text{[Ec. 4.3]}$$

Donde:

Q : Carga de condensado [lb/h]

F : flujo de aire [CFM]

Cp : Calor específico del aire [BTU/lb°F]

d : densidad del aire (0.075 lb/ft^3)

ΔT : incremento de temperatura [°F]

H : Calor latente de vapor [BTU/lb]

- Rodillos

$$\boldsymbol{Q = 3.14D * R * W} \left[\frac{\boldsymbol{lb}}{\boldsymbol{h}}\right] \quad \text{[Ec. 4.4]}$$

Donde:

Q : Carga de condensado [lb/h]

D : diámetro exterior del rodillo [ft]

R : tasa de condensación [lb/ft^2-h]

W : longitud del rodillo [ft]

- Planchas

$$\boldsymbol{Q = A * R * S} \left[\frac{\boldsymbol{lb}}{\boldsymbol{h}}\right] \quad \text{[Ec. 4.5]}$$

Donde:

Q : Carga de condensado [lb/h]

A : área total de la plancha en contacto con el producto [ft^2]

R : tasa de condensación (para dimensionamiento de trampas se utiliza un valor de 3 lb/ft^2-h)

S : factor de seguridad (factor recomendado 3:1)

Utilizando las fórmulas 4.3, 4.4 y 4.5 se procede a realizar un ejemplo de cálculo para obtener la carga de condensado de cada uno de los equipos.

Para la secadora 2 se utilizan los siguientes datos tomados del manual del equipo (**Anexo H-2**) y dcde la aplicación de cálculo de propiedades “SteamProperty” basada en la IAPWS-IF97 (The International Association for the Properties of Water and Steam, 2012):

F= 2450 [CFM]

ΔT: 100 [°F]

C_p= 0.24 [BTU/lbºF] (Çengel & Boles, 2009)

H: 883.01 [BTU/lb] @763 kPa

$$Q = \frac{F * C_p * d * 60 \ * \Delta T}{H} \left[\frac{lb}{h}\right]$$

$$Q = \frac{2450 * 0.24 * 0.075 * 60 \ * 100}{883.01}$$

$$Q = 299.7 \left[\frac{lb}{h}\right] = \mathbf{135.9} \left[\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{h}}\right]$$

Para el rodillo 1 se utilizan los siguientes datos tomados del manual del equipo (**Anexo H-3**):

D=2.33 [ft]

R= 5.0 [lb/ft^2-h]

W=10 [ft]

$$Q = 3.14 * D * R * W \left[\frac{lb}{h}\right]$$

$$Q = 3.14 * 2.33 * 7.0 * 10$$

$$Q = 512.1 \left[\frac{lb}{h}\right] = \mathbf{232.3} \left[\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{h}}\right]$$

Para la plancha 1 se utilizan los siguientes datos tomados del manual del equipo (**Anexo H-4**):

A=10 [ft^2]

R: 3.0 [lb/ft^2-h]

$$Q = A * R * S \left[\frac{lb}{h}\right]$$

$$Q = 10 * 3.0 * 3.0$$

$$Q = 90.0 \left[\frac{lb}{h}\right] = \mathbf{40.8} \left[\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{h}}\right]$$

En la tabla 4.2 se presentan los demás valores calculados para la carga de condensado de los equipos de consumo:

Tabla 4.2. Carga de condensado de los equipos de consumo

Equipo		Carga de condensado
Tipo	**Número**	**[kgc/h]**
Secadora	1	119,8
	2	135,9
	3	135,9
	4	135,9
Plancha	1	40,8
	2	40,8
	3	40,8
	4	28,5
	5	28,5
Rodillo	1	232,3
	2	261,7

Para determinar la carga de condensando en las líneas de vapor principales se utiliza la ecuación 4.6 (Armstrong, 2015a).

$$C = \frac{A_t * U * (T_1 - T_2) * E}{H} \qquad \text{[Ec. 4.6]}$$

Donde:

C: Carga de condensado [lb/h]

A_t: área exterior de la tubería [ft^2]

U: Coeficiente de transferencia de calor [Btu/h.ft^2.ºF] (**Anexo G-2**)

T_1: Temperatura de vapor [ºF]

T_2: Temperatura de aire ambiente [ºF] (Se asume una temperatura de 70 ºF)

E: diferencia entre 100% y la eficiencia de aislamiento (se asume una eficiencia de 75%)

H: calor latente del vapor [Btu/lb]

Como ejemplo de cálculo se toma la línea de vapor que se dirige del distribuidor hasta el área de secadoras:

Diámetro exterior de la tubería: 3.5”

Longitud de la tubería: 35.24 m o 115.62 [ft]

U= 3.05 [Btu/h.ft^2.ºF]

T_1= 335.2 [ºF] @763 kPa

H= 883.01 [Btu/lb] @763 kPa

$$A = \pi * D * L$$

$$A = \pi * \frac{3.5}{12} * 115.62$$

$$A = 105.94\ [ft^2]$$

$$C = \frac{A * U * (T_1 - T_2) * E}{H}$$

$$C = \frac{105.94 * 3.05 * (335.2 - 70) * 0.25}{883.01}$$

$$C = 24.26\ \left[\frac{lb}{h}\right] = \mathbf{11.00}\ \left[\frac{\boldsymbol{kg}}{\boldsymbol{h}}\right]$$

La carga de condensado para las demás líneas principales se muestra en la tabla 4.3:

Tabla 4.3. Carga de condensado en las líneas principales de vapor

Tramo	Longitud	Diámetro exterior	Carga de condensado	
	[ft]	[plg]	[lb/h]	[kg/h]
Distribuidor-zona secadoras (LP1)	115,62	3,5	24,26	11,00
Zona secadoras-zona rodillos (LP2)	44,13	2,38	6,30	2,86
Distribuidor-zona lavadoras (LP3)	69,59	3,5	14,60	6,62
Zona lavadoras-entrada zona planchas (LP4)	30,41	1,9	3,46	1,57
Fin de línea planchas (LP5)	33,79	1,05	2,13	0,96
Zona lavadoras (LP6)	30,07	3,5	6,31	2,86

4.4.2.2. Determinación de Revaporizado

En las tuberías de retorno de condensado debido a la caída de presión en la trampa de vapor se da lugar a la revaporización del condensado. Este revaporizado puede ser utilizado en otras aplicaciones de baja presión si se cuenta con la cantidad suficiente, por lo que es necesario conocer de cuánto revaporizado se dispondría en la instalación determinando su porcentaje (Spirax Sarco, 2004). Para su cálculo se utiliza la expresión:

$$\%Revaporizado = \frac{h_{f1} - h_{f2}}{h_{fg2}} * 100 \qquad \text{[Ec. 4.7]}$$

Donde:

h_{f1}: calor sensible a la presión alta [kJ/kg]

h_{f2}: calor sensible a la presión de descarga [kJ/kg]

h_{fg2}: calor latente a la presión de descarga [kJ/kg]

Para este diseño se utilizarán los valores de las propiedades a la presión alta de 763 kPa (100 psig) y la presión de descarga de 212 kPa (20 psig):

h_{f1}= 712.46 [kJ/kg]; h_{f2}= 512.56 [kJ/kg]; h_{fg2}= 2196.40 [kJ/kg]

$$\%Revaporizado = \frac{712.46 - 512.56}{2196.40} * 100$$

$$\%Revaporizado = 9.10\ [\%]$$

A continuación en la tabla 4.4 se presentan los valores de flujo de revaporizado para las diferentes conexiones a la salida de las trampas de vapor de los equipos de consumo y piernas colectoras:

Tabla 4.4. Flujo de revaporizado para el área de lavandería

Conexión	Carga de condensado [kgc/h]	Revaporizado [kgv/h]
S1	119.8	10.9
S2	135.9	12.4
S3	135.9	12.4
S4	135.9	12.4
P1	40.8	3.7
P2	40.8	3.7
P3	40.8	3.7
P4	28.5	2.6
P5	28.5	2.6
R1	232.3	21.1
R2	261.7	23.8
LP1	11.0	1.0
LP2	2.9	0.3
LP3	6.6	0.6
LP4	1.6	0.1
LP5	1.0	0.1
LP6	2.9	0.3
	1227.05	**111.66**

4.4.2.3. Dimensionamiento de la tubería de condensado

El dimensionamiento de la tubería se realiza en base a Spirax Sarco (2004) (**Anexo G-3**) en donde, con el flujo de revaporizado, presión de la línea de retorno y la velocidad del fluido recomendada para líneas de retorno de condensado, se obtiene los diámetros de la tubería. En el caso de las líneas principales se dimensiona las tuberías según el método descrito en Spirax Sarco (2016). Se designó como Línea 1 a la línea de retorno de condensado.

En la figura 4.5 se esquematiza la línea principal que recolecta el condensado de las derivaciones a las cuatro secadoras y de la pierna colectora LP1.

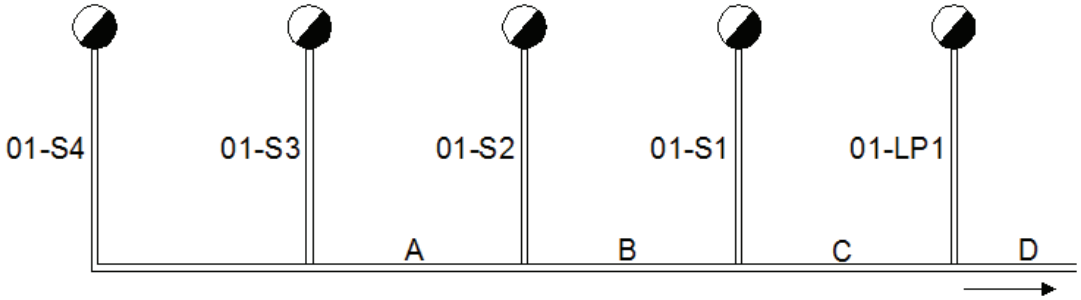


Figura 4.5. Esquema línea principal de condensado zona de secadoras.

Los diámetros de las secciones (A, B, C y D) de la línea principal de la zona de secadoras se muestran en la tabla 4.5.

Tabla 4.5. Diámetros de la tubería en la zona de secadoras

Línea	Diámetro [pulg]	Diámetro de tubería comercial [pulg]
01-S4	1,00	1
01-S3	1,00	1
A	1,41	1 1/2
01-S2	1,00	1
B	1,73	2
01-S1	0,75	3/4
C	1,89	2
01-LP1	0,50	1/2
D	1,95	2

En la figura 4.6 se muestra la línea principal que recolecta el condensado de los rodillos y la pierna colectora LP2.

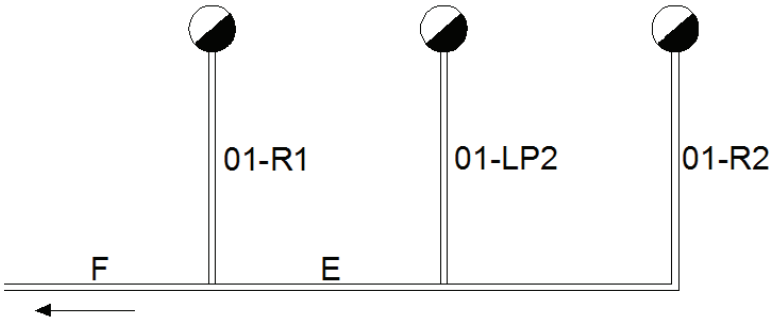


Figura 4.6. Esquema línea principal de condensado zona de rodillos

Los diámetros de las secciones (E y F) de la línea principal de la zona de rodillos se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Diámetros de la tubería en la zona de rodillos

Línea	Diámetro [pulg]	Diámetro de tubería comercial
01-R2	1,00	1
01-LP2	0,50	1/2
E	1,12	1
01-R1	1,00	1
F	1,50	1 1/2

En la figura 4.7 se esquematiza la línea principal que recolecta el condensado de las derivaciones a las planchas y de las piernas colectoras LP4 y LP5.

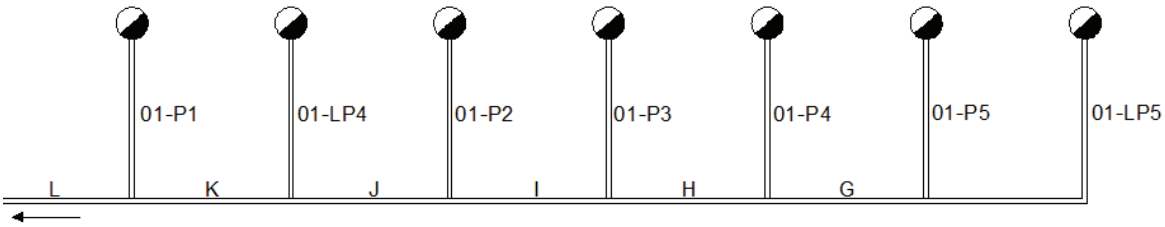


Figura 4.7. Esquema línea principal de condensado zona de planchas

Los diámetros de las secciones (G, H, I, J, K y L) de la línea principal de la zona de rodillos se muestran en la tabla 4.7.

Tabla 4.7. Diámetros de la tubería en la zona de planchas

Línea	Diámetro [pulg]	Diámetro de tubería comercial
01-LP5	0,50	1/2
01-P5	0,50	1/2
G	0,71	3/4
01-P4	0,50	1/2
H	0,87	1
01-P3	0,50	1/2
I	1,00	1
01-P2	0,50	1/2
J	1,12	1
01-LP4	0,50	1/2
K	1,22	1 1/2
01-P1	0,50	1/2
L	1,32	1 1/2

Al igual que el recorrido de la tubería de vapor, la tubería de condensado para el rediseño se muestra en el **Anexo L**, plano 3338-HCAM.GLDP.002.

Desde el plano 3338-HCAM.GLDP.003 hasta el plano 3338-HCAM.GLDP.010 se muestran las vistas isométricas de la tubería de vapor y condensado del rediseño que servirían como planos de instalación.

4.4.2.4. Dimensionamiento de piernas colectoras

Las piernas colectoras se deben implementar para poder remover el condensado presente en los recorridos y finales de las líneas principales de vapor, su diseño y ubicación deben asegurar que el condensado pueda ser fácilmente purgado por la trampa de vapor (Spirax Sarco, 2000). En la figura 4.8 se muestra el esquema de una pierna colectora correctamente instalada.

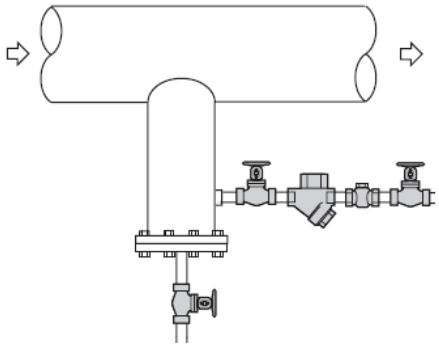


Figura 4.8. Esquema de conexión de una pierna colectora

Fuente: (Spirax Sarco, 2000)

Para el dimensionamiento de piernas colectoras se debe considerar que su diámetro debe ser igual al diámetro de la tubería de la línea principal en donde será ubicada, además su altura en tuberías menores a 100 [mm] debe ser de mínimo 100 [mm] y la conexión a la línea de trampeo debe estar entre 25 a 30 [mm] del fondo de la pierna colectora (Spirax Sarco, 1999).

4.4.2.5. Dimensionamiento del tanque de revaporizado

Para el dimensionamiento y selección del tanque de revaporizado adecuado para la instalación se utilizó el documento de Spirax Sarco (**Anexo I-2**), donde se tiene de datos las presiones a la entrada y salida de las trampas de vapor (8 y 2 bar, respectivamente), la carga de condensado (1277.05 kg/h). Al realizar los cálculos se obtiene que el modelo FV6 es el apropiado, sus dimensiones y conexiones (entrada de condensando, salida de revaporizado, salida de condensado, manómetro y válvula de seguridad) se encuentran en el **Anexo I-3**. Además, en la conexión de salida de condensado se debe colocar un arreglo de trampeo.

Para el cálculo de la carga de condensado se utiliza la ecuación 4.8 (Armstrong, 2015b, p. CG-41):

$$Q = L - \frac{L*P}{100} \qquad \text{[Ec. 4.8]}$$

Donde:

Q: carga de condensado [lb/h]

L: flujo de condensado que ingresa al tanque de revaporizado [kg/h]

P: porcentaje de revaporizado

Para el tanque de revaporizado seleccionado se tienen los siguientes datos:

L= 1277.05 [kg/h]

P= 9.10 [%]

$$Q = L - \frac{L * P}{100}$$

$$Q = 1277.05 - \frac{1277.05 * 9.10}{100}$$

$$Q = 1160.83 \left[\frac{kg}{h}\right]$$

4.4.2.6. Selección de trampas de vapor

Para la selección de trampas se trabajará con los catálogos obtenidos de la marca Spirax Sarco, debido a que los equipos de lavandería trabajan de forma continua por lo que es necesario que la remoción de condensado sea igualmente continua, el tipo de trampas que nos ofrece de mejor manera esta característica son las trampas mecánicas de tipo balde invertido (Tyco Flow Control, 2010). En el **Anexo I** se encuentran los catálogos utilizados para la selección de las trampas de los equipos de lavandería. Para el trampeo de las piernas colectoras es recomendado el uso de trampas de tipo termodinámicas (Spirax Sarco, 2000) y para el tanque de revaporizado su manual recomienda una trampa de flotador (**Anexo I-3**).

A continuación en la tabla 4.8 se presenta la lista de las trampas de vapor seleccionadas para la instalación de lavandería, exceptuando para el rodillo 1, el cual cuenta con su propio arreglo interno de separación de vapor y trampeo.

Todas las trampas seleccionadas cuentan con filtro integrado exceptuando la trampa del tanque de revaporizado.

Tabla 4.8. Trampas de vapor de equipos y piernas colectoras

Equipo	Código de trampa	Modelo	Tipo	Cantidad	Conexión
Secadora 1	S1	B1HS	Balde invertido	2	3/4"
Secadora 2	S2	HM34/10		2	1"
Secadora 3	S3	HM34/10		2	1"
Secadora 4	S4	HM34/10		2	1"
Plancha 1	P1	B1HS	Balde invertido	1	1/2"
Plancha 2	P2	B1HS		1	1/2"
Plancha 3	P3	B1HS		1	1/2"
Plancha 4	P4	B1HS		1	1/2"
Plancha 5	P5	B1HS		1	1/2"
Rodillo 1	R1	-	-	-	1-1/2"
Rodillo 2	R2	HM34/10	Balde invertido	1	1"
Pierna col. LP1	LP1	TD42L	Termodinámica	1	1/2"
Pierna col. LP2	LP2	TD42L		1	1/2"
Pierna col. LP3	LP3	TD42L		1	1/2"
Pierna col. LP4	LP4	TD42L		1	1/2"
Pierna col. LP5	LP5	TD42L		1	1/2"
Pierna col. LP6	LP6	TD42L		1	1/2"
Tanque de flasheo	T1	FT450-4.5	Flotador y termostato	1	2"

4.4.3. AISLANTE TÉRMICO

El aislante térmico es indispensable para reducir las pérdidas de calor por convección y radiación de las tuberías de vapor y condensado hacia el aire ambiente, esta reducción se traduce un ahorro energético en la generación de vapor que a su vez representa un ahorro de económico en el gasto de combustible de la caldera. El aislante escogido para la instalación es cañuela de lana de vidrio, cuyas propiedades y espesor recomendado de aislante según la temperatura del vapor en las tuberías se presentan en el **Anexo J**.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

5.1. OPORTUNIDADES DE AHORRO ENERGÉTICO

Para este análisis se debe conocer el costo de generación de vapor que es el costo de la energía transformada por unidad de masa o energía. Primero se debe determinar el costo del combustible por unidad de masa, para lo cual se tiene como dato la densidad del combustible: 810 [kg/m^3] (Çengel & Boles, 2009).

$$C_c = 0.820\ \frac{USD}{gal} * \frac{1\ gal}{3.785x10^{-3}\ m^3} * \frac{1\ m^3}{810\ kg_c}$$

$$C_c = 0.267\left[\frac{USD}{kg_c}\right]$$

Este valor se divide para el valor promedio de las eficiencias de las calderas y se obtiene el costo de la energía del combustible trasformada.

$$\boldsymbol{C_{c,t} = \frac{P_c}{\eta}} \qquad \text{[Ec 5.1]}$$

$$C_{c,t} = \frac{0.267\ \frac{USD}{kg_c}}{0.8555}$$

$$C_{c,t} = 0.313\ \left[\frac{USD}{kg_c}\right]$$

Para obtener el precio del vapor por unidad de masa se emplea el consumo específico de combustible:

$$C_{vapor} = 0.313\ \left[\frac{USD}{kg_c}\right] * \frac{1}{14.945}\ \left[\frac{kg_c}{kg_v}\right]$$

$$C_{vapor} = 0.021\ \left[\frac{USD}{kg_v}\right]$$

El precio del vapor por unidad de energía se lo calcula al dividir por la entalpía del vapor a la presión de generación:

$$C_{vapor} = \frac{0.021 \left[\frac{USD}{kg_v}\right]}{2766.40 \left[\frac{kJ}{kg_v}\right]}$$

$$C_{vapor} = 7.566x10^{-6} \left[\frac{USD}{kJ}\right]$$

5.1.1. AISLAMIENTO DE TUBERÍA

La instalación actual al no estar aislada correctamente presenta pérdidas de calor por convección y radiación de la tubería que pueden reducirse y representar un ahorro económico. Para determinar la cantidad de energía que se podría ahorrar con un adecuado aislamiento se realiza el cálculo de las pérdidas de calor a través de la tubería sin aislante y con aislamiento.

Para este análisis se sigue el procedimiento descrito en Petrecca (2014):

$$Q = A * \frac{t_i - t_o}{R_{th}} \quad \text{[Ec 5.2]}$$

Donde:

Q: pérdidas de calor en la tubería [W]

A: área superficial de la tubería [m^2]

ti: temperatura del vapor en el interior de la tubería [°C]

to: temperatura del aire ambiente [°C]

R_{th}: resistencia térmica equivalente [m^{2}°C/W]

El sistema de superficie cilíndrica de múltiple capa se representa en la figura 5.1.

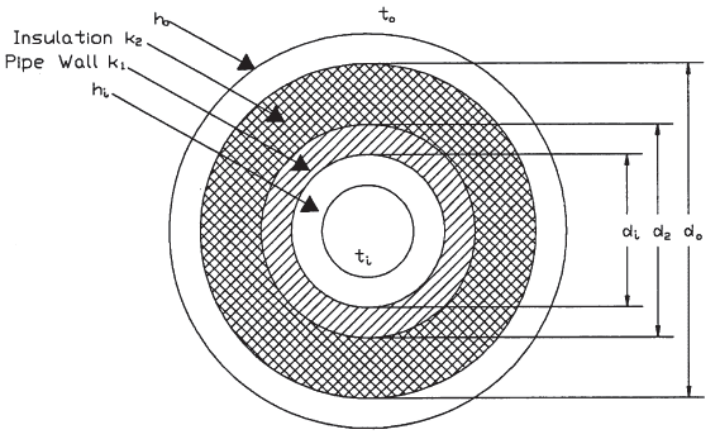


Figura 5.1. Esquema de un sistema de superficie cilíndrica multicapas

Fuente: (Petrecca, 2014)

La resistencia térmica equivalente para una tubería con una capa de aislante térmico será igual a:

$$R_{th,1} = \frac{1}{h_i} * \frac{r_o}{r_i} + \frac{r_o}{k_1} * \ln\left(\frac{r_2}{r_i}\right) + \frac{r_o}{k_2} * \ln\left(\frac{r_o}{r_2}\right) + \frac{1}{h_o} \left[\frac{m^{2\circ}C}{W}\right] \qquad \text{[Ec 5.3]}$$

Donde:

hi: coeficiente de convección en el interior de la tubería [W/m$^{2\circ}$C]

ho: coeficiente de convección del aire ambiente [W/m$^{2\circ}$C]

ro: radio exterior de la tubería con aislante[m]

ri: radio interior de la tubería [m]

r_2: radio exterior de la tubería sin aislante [m]

k_1: conductividad térmica de la tubería [W/m°C]

k_2: conductividad térmica del aislante [W/m°C]

Los valores de conductividades térmicas y coeficientes de convección utilizados son (Petrecca, 2014):

hi= 4000 [W/m$^{2\circ}$C] (valor referencial para vapor hacia una superficie sólida)

ho= 20 [W/m$^{2\circ}$C]

k1= 50000 [W/m°C]

k2= 0.056 [W/m°C] (tomado de las propiedades del aislante, figura 4.9)

En el caso de tubería sin aislamiento, la ecuación 5.3 se modifica a la ecuación 5.4:

$$R_{th,2} = \frac{1}{h_i} * \frac{r_2}{r_i} + \frac{r_2}{k_1} * \ln\left(\frac{r_2}{r_i}\right) + \frac{1}{h_o} \left[\frac{m^{2\circ}C}{W}\right] \qquad \text{[Ec 5.4]}$$

Los resultados del cálculo de las pérdidas en las tuberías de la instalación actual que no cuentan con aislante se presentan en la tabla 5.1, en donde las pérdidas de calor que se podrían evitar resulta de la diferencia de las pérdidas de calor con aislamiento Q_1 y las pérdidas de calor sin aislamiento Q_2.

Tabla 5.1. Pérdidas de calor en tubería con aislante y sin aislante

Diámetro	Tubería sin aislante	Espesor tubería	Espesor aislante	Diámetro exterior	ri	r2	ro	Rth1	Rth2	A1	A2	Q1	Q2	ΔQ=Q2-Q1	
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m2*K/W]	[m2*K/W]	[m2]	[m2]	[W]	[W]	[W]	[kJ/h]
3"	20,71	0,00549	0,038	0,0889	0,039	0,0445	0,0825	0,9602	0,0503	10,726	5,783	1619,82	16674,52	15054,71	54196,94
2"	39,48	0,00391	0,038	0,0603	0,0262	0,0302	0,0682	1,0431	0,0503	16,907	7,480	2350,19	21567,40	19217,21	69181,95
1 1/2"	42,97	0,00368	0,038	0,0483	0,0205	0,0242	0,0622	1,0998	0,0503	16,781	6,521	2212,31	18798,60	16586,29	59710,64
1"	37,14	0,00338	0,038	0,0334	0,0133	0,0167	0,0547	1,2099	0,0503	12,763	3,897	1529,56	11229,87	9700,31	34921,12
3/4"	5,46	0,00287	0,0254	0,0267	0,0105	0,0134	0,0388	0,7883	0,0503	1,330	0,458	244,71	1320,72	1076,02	3873,67
1/2"	15,21	0,00277	0,0254	0,0213	0,0079	0,0107	0,0361	0,8361	0,0503	3,445	1,018	597,48	2931,78	2334,30	8403,47
Total	**160,97**														**230287,79**

Con el costo de generación de vapor se calcula el costo anual que representan las pérdidas de calor en tuberías no aisladas C_{tub}, para las horas de operación se tiene que el área de lavandería está operativa 77 horas a la semana:

$$C_{tub} = 7.566x10^{-6}\ \frac{USD}{kJ}\frac{230287.79\ kJ}{h} * \frac{77\ h}{1\ semana} * \frac{52\ semanas}{año}$$

$$\boldsymbol{C_{tub} = 6976.71\frac{USD}{año}}$$

5.1.2. RECUPERACIÓN DE REVAPORIZADO

Para determinar el costo por la no recuperación de revaporizado en el sistema C_{rev}, se transforma el valor calculado en la tabla 4.4:

$$C_{rev} = 111.66\ \left[\frac{kg_v}{h}\right] * \frac{0.021\ USD}{kg_v} * 4004\frac{h}{año}$$

$$\boldsymbol{C_{rev} = 9388.82\ \frac{USD}{año}}$$

5.1.3. COSTO ANUAL POR PÉRDIDAS ENERGÉTICAS CONSIDERADAS

Como se pudo determinar, el sistema actual de distribución de vapor para el área de lavandería presenta carencias significativas en el aspecto de ahorro de energía que se transforma en pérdidas económicas, como se puede observar en la tabla 5.2:

Tabla 5.2. Costo anual por pérdidas energéticas

Tipo de pérdidas	[USD/año]
Tubería no aislada	6976.71
Revaporizado no recuperado	9388.82
	16365.53

Este costo anual es un primer acercamiento ya que sólo se han considerado dos focos de pérdidas de energía, los cuales se podrán minimizar con la implementación del nuevo diseño del sistema.

5.1.4. REDUCCIÓN DE EMISIONES

El ahorro energético-económico descrito en el numeral anterior viene de la reducción del consumo de combustible de las calderas, esta reducción del consumo de combustible representa una reducción de la cantidad de emisiones de gases de combustión producidos por las calderas. Para determinar la reducción de emisiones con las propuestas de ahorro energético se utiliza el factor de emisiones de CO_2 por defecto (Gómez & Watterson, 2006). Para el primero se calcula el consumo de combustible (CC) anual en términos energéticos:

Consumo de combustible 2015: 144572.06 [gl]

$$CC = 144572.06\ gal \frac{3.785x10^{-3}\ m^3}{1\ gal} \frac{810\ kg}{1\ m^3} \frac{43200\ \text{kJ}}{\text{kg}} \frac{TJ}{10^9 kJ}$$

$$CC = 19.14\ [TJ]$$

$$emisiones\ CO_{2\ total} = 19.14\ [TJ] * \frac{74100\ kg_{CO_2}}{TJ}$$

$$emisiones\ CO_{2\ total} = 1.419\ x10^6\ \left[kg_{CO_2}\right] = 1419\ [ton_{CO_2}]$$

La cantidad de emisiones que se reduciría con la implementación del rediseño se obtienen a partir del ahorro energético calculado anteriormente:

Ahorro energético: $ 23925.53

Costo de generación: $1.146x10^{-5}$ [USD/kJ]

$$CC_{ahorrado} = 16365.53 \frac{USD}{\text{año}} \frac{kJ}{7.566x10^{-6}\ USD} \frac{TJ}{10^9\ kJ} = 2.16\ [TJ]$$

$$emisiones\ CO_{2\ red.} = 2.16\ [TJ] * \frac{74100\ kg_{CO_2}}{TJ}$$

$$emisiones\ CO_{2\ red} = 160.28\ x10^3\ \left[kg_{CO_2}\right] = \mathbf{160.3}\ [\boldsymbol{ton_{CO_2}}]$$

Lo que representa una reducción del 11.30 % de las emisiones anuales de CO_2.

5.2. COSTO DEL PROYECTO

El costo total del proyecto de rediseño del sistema de vapor se lo calcula haciendo un análisis de precios unitarios, ya que en este tipo de proyectos para entidades públicas se necesita un análisis más detallado de los costos, tomando en cuenta que se deben llenar formatos propios del estado para cada proyecto.

5.2.1. RUBROS

Los rubros del proyecto representan el conjunto de materiales, herramientas, personal con el cual se puede realizar por ejemplo: el montaje de la tubería, el trampeo de las líneas de retorno de condensado, instalación de tanques de revaporizado, etc. Los rubros dependen de cada obra y se los puede cuantificar ya sea por unidad instalada, por metro lineal instalado, dependiendo de las necesidades del proyecto.

El desglose de cada uno de los rubros que comprende el proyecto se encuentra en el **Anexo K.**

5.2.1.1. Tubería

En este rubro se detalla lo necesario para instalar 1 metro de tubería lineal aislada en obra, lo que quiere decir que en el costo unitario de tubería ya se incluye mano de obra de los instaladores, equipos a usarse para la instalación de la tubería, materiales (codos, tees, reducciones, universales), este rubro incluye aislante térmico de la tubería. Se debe mencionar que para cada diámetro de tubería es un rubro diferente debido a que los costos de los materiales son diferentes.

En la tabla 5.3 se muestra el costo total para la instalación de toda la tubería utilizada en el rediseño.

Tabla 5.3. Costo total para el montaje de todos los diámetros de tubería utilizados

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 3"	m	66	74,71	4930,86
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 3"	u	20	53,06	1061,2
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 2-1/2"	m	6	68,98	413,88
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 2-1/2"	u	2	53,06	106,12
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 2"	m	90	65,33	5879,7
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 2"	u	20	53,06	1061,2
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 1-1/2"	m	30	59,88	1796,4
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 1-1/2"	u	12	43,06	516,72
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 1"	m	36	44,93	1617,48
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 1"	u	12	33,55	402,6
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 3/4"	m	36	38,98	1403,28
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 3/4"	u	10	25,14	251,4
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 1/2"	m	66	35,45	2339,7
Soportetía para tubería de hierro negro, Ø 1/2"	u	20	25,14	502,8
			TOTAL	22283,34

5.2.1.2. Arreglo para drenaje de condensado

En este rubro se detalla lo necesario para instalar 1 arreglo de drenaje de condensado, tomando en cuenta equipos a usar, mano de obra y materiales para un correcto trampeo (válvula de corte-filtro-trampa de vapor-válvula check-válvula de corte), además incluye universales.

En la tabla 5.4 se muestra el costo total para la instalación de todos los arreglos de drenaje de condensado que tendrá el rediseño.

Tabla 5.4. Costo total para arreglos de drenaje de condensado

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Arreglo para drenaje de condensado para trampa de balde invertido de 1"	u	7	737,2	5160,4
Arreglo para drenaje de condensado para trampa de balde invertido de 3/4"	u	2	485,91	971,82
Arreglo para drenaje de condensado para trampa de balde invertido de 1/2"	u	5	424,16	2120,8
Arreglo para drenaje de condensado para trampa termodinámica de 1/2"	u	6	402,11	2412,66
Arreglo para drenaje de condensado para trampa de flotador y termostato de 2"	u	1	1965,1	1965,1
			TOTAL	12630,78

5.2.1.3. Tanque de revaporizado

Este rubro comprende todo lo necesario para la instalación del tanque de revaporizado. El costo total se muestra en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Costo total para la instalación del tanque de revaporizado

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Instalación de tanque de revaporizado	u.	1	2823,195	2823,195
			TOTAL	2823,195

5.2.1.4. Instalación de válvulas

Este rubro hace referencia a la instalación de válvulas, por ejemplo, de compuerta que no son parte de ningún arreglo de drenaje sino que sirven como válvulas de corte para los equipos de consumo, al igual que los rubros anteriores ya se incluye equipo, mano de obra y materiales a utilizarse.

En la tabla 5.6 se muestra el costo total para la instalación de las válvulas de corte existentes en el rediseño.

Tabla 5.6. Costo total para la instalación de válvulas de corte

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Válvula de compuerta de 2"	u	2	247,78	495,56
Válvula de compuerta de 1-1/2"	u	5	197,62	988,1
Válvula de compuerta de 1"	u	5	118,52	592,6
Válvula de bola de 1/2"	u	8	53,85	430,8
			TOTAL	2507,06

5.2.1.5. Desmontaje de tubería

La tubería instalada actualmente debe ser desmontada en su totalidad para dar paso a la nueva tubería por lo tanto se debe considerar el rubro desmontaje de tubería.

En la tabla 5.7 se muestra el costo total de desmontaje de la tubería actual del sistema de distribución de vapor.

Tabla 5.7. Costo total de desmontaje de la tubería instalada actualmente

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Tubería a desmontar	m	377	17,95	6767,15
			TOTAL	6767,15

Para determinar el costo total del proyecto se debe sumar los totales de los rubros considerados en el proyecto, dicho costo se muestra en la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Costo total del proyecto de rediseño

Descripción	Costo total [USD]
Montaje de tubería	22283,34
Arreglos de drenaje de condensado	12630,78
Instalación de tanque de revaporizado	2823,20
Instalación de válvulas de corte	2507,06
Desmontaje de tubería	6767,15
Instalación de manómetros	250,52
Transporte	200
	47462,05

5.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación se presenta en la tabla 5.9 el flujo efectivo del proyecto para un periodo de cinco años, en este flujo de efectivo se considera como ingresos el ahorro que significaría la implementación de las oportunidades de ahorro energético descritas anteriormente y como egresos se tiene el costo del rediseño propuesto.

Tabla 5.9. Flujo de efectivo del proyecto

Descripción	Año					
	0	1	2	3	4	5
Ahorro económico por aislamiento de tuberías	$6.976,71	$6.976,71	$6.976,71	$6.976,71	$6.976,71	$6.976,71
Ahorro económico por recuperación de revaporizado	$9.388,82	$9.388,82	$9.388,82	$9.388,82	$9.388,82	$9.388,82
Ingresos totales	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53
Costo del proyecto (Egresos Totales)	$47.462,05	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00	$0,00
Flujo de Efectivo	-$31.096,52	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53	$16.365,53

Para determinar el periodo de recuperación de la inversión se utiliza el método del valor actual neto VAN (Blank & Tarquin, 2012), utilizando la tasa activa efectiva máxima para el segmento de inversión pública proporcionada por el Banco Central del Ecuador (9.33 %).

Tabla 5.10. Determinación del VAN

Año	Ingresos totales	Egresos totales	Flujo de efectivo	VP Ingresos	VP Egresos	VAN
0	$16.365,53	$47.462,05	-$31.096,52	$16.365,53	$47.462,05	-$31.096,52
1	$16.365,53	$0,00	$16.365,53	$14.968,93	$0,00	$14.968,93
2	$16.365,53	$0,00	$16.365,53	$28.660,44	$0,00	$28.660,44
3	$16.365,53	$0,00	$16.365,53	$41.183,55	$0,00	$41.183,55
4	$16.365,53	$0,00	$16.365,53	$52.637,95	$0,00	$52.637,95
5	$16.365,53	$0,00	$16.365,53	$63.114,87	$0,00	$63.114,87
				$216.931,26	$47.462,05	

Con los valores presentes de los ingresos y egresos se calcula la relación beneficio-costo, la cual para el presente proyecto tiene un valor de 4.57.

Tabla 5.11. Determinación del VAN acumulado

Año	VAN	VAN acumulado
0	-$31.096,52	-$31.096,52
1	$14.968,93	-$16.127,59
2	$28.660,44	$12.532,85
3	$41.183,55	$53.716,39
4	$52.637,95	$106.354,35
5	$63.114,87	$169.469,21

Como se pueden observar la tabla 5.11, la recuperación de la inversión se logra entre el año 1 y 2 del proyecto. En la figura 5.2 se observa la gráfica del VAN acumulado y su respectiva línea de tendencia.

Figura 5.2. Periodo de recuperación de la inversión

Para la determinación del tiempo de recuperación de la inversión se encuentra la raíz de la ecuación de la línea de tendencia del VAN acumulado, siendo el tiempo de recuperación de 1.59 años.

El ahorro económico en las oportunidades de ahorro energético descritas anteriormente representan un 13.80% del gasto anual por adquisición de combustible (con referencia al año 2015). El costo del proyecto representa 40.02% del gasto anual por adquisición de combustible, además el rediseño

tendrá un impacto ambiental al reducir un 11.30 % las emisiones de CO_2 en la generación de vapor.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- La instalación carece de piernas colectoras, conexiones por la parte superior a los equipos, arreglo de drenaje de condensado y aislamiento térmico, que permitan un correcto uso del vapor y recuperación de condensado.
- Luego del cálculo de la eficiencia para las calderas se determinó que estos valores se encuentra dentro del rango de eficiencia previsto por el fabricante.
- El tanque de condensado 2 no presenta una función relevante dentro del sistema de retorno de condensado, tanto por su ubicación como por uso, por lo que se opta por su eliminación.
- Con la implementación del tanque de revaporizado se abre la posibilidad del uso del revaporizado a baja presión para otros procesos dentro del hospital.
- Al independizar la distribución de vapor del área de lavandería con la de cocina se evita el transporte innecesario de vapor hacia equipos que no se encuentran operativos debido a los diferentes horarios de trabajo.
- Las trampas de balde invertido son las que ofrecen una mejor prestación para el drenaje de condensado en los equipos de lavandería del HCAM, además que son el tipo de trampas de vapor con mayor vida útil.
- La implementación de piernas colectoras asegura que en arranques en frío del sistema de vapor, el condensado acumulado en las líneas no llegue a los equipos ya que es removido por el drenaje propio de las piernas colectoras.
- El rediseño de la instalación de vapor para el área de lavandería representa una mejora en el aspecto económico-energético al ahorrar

13.8% del costo anual de combustible y ambiental al poder reducir un 11.30% las emisiones de CO_2 de las calderas.

- El presente proyecto es económicamente viable ya que posee una relación B/C superior a 1 y un tiempo de recuperación de la inversión de 1.59 años.
- La principal razón por la cual los equipos de consumo de vapor de lavandería se averían es por el mal drenaje de condensado debido al mal dimensionamiento de las tuberías.

6.2. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que una de las principales razones de pérdidas de calor en el sistema se produce en tuberías mal aisladas, se recomienda una inspección continua del aislante en la tubería para prevenir su desprendimiento y así también evitar el peligro que representa una tubería no aislada.
- Realizar un plan de mantenimiento periódico para las trampas de vapor de la instalación que permita determinar su estado de funcionamiento y evitar el daño a equipos debido a un mal drenaje de las mismas.
- Ya que la línea de drenaje de las piernas colectoras se encuentra a una altura por encima del punto más bajo de las mismas, se recomienda realizar un purgado periódico.
- Tener un respaldo electrónico de la bitácora que se maneja en la casa de máquinas a fin de tener un acceso más directo hacia la información, tanto de mantenimiento de los equipos como de consumo de combustible, y así poder planificar de mejor manera las guías de mantenimiento y prever un oportuno abastecimiento de combustible.

REFERENCIAS

Armstrong. (2015a). *How to Trap : Pipe Sizing Steam and Condensate Return Lines*.

Armstrong. (2015b). *Solution Source for Steam, Air and Water Systems*.

Berrones, J., & Ponce, C. (2013). *Auditoría Energética del Sistema de vapor del -hospital ed Niños Baca Ortíz*.

Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Engineering Economy*. *Eshbach's Handbook of Engineering Fundamentals, Fifth Edition*.

Borroto, A. (2005). *Ahorro de Energía en Sistemas de Vapor*. Cienfuegos, Cuba.

Branan, C. (2005). *Rules of Thumb for Chemical Engineers* (fourth). Oxford, Reino Unido.

Çengel, Y., & Boles, M. (2009). *Termodinámica*. México D.F.

Cleaver Brooks. (2002). *The Boiler Book*. Milwaukee, WI, U.S.A.

Gómez, D., & Watterson, J. (2006). COMBUSTIÓN ESTACIONARIA. In *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Volumen 2 Energía*. AIE.

Hospital Carlos Andrade Marín. (2011). *HCAM Hospital Carlos Andrade Marín. Un hospital amigable*. Quito.

Hospital Carlos Andrade Marín. (2014). *Plan Médico Funcional 2014*. Quito.

Paffel, K. (2008). The number one problem in a steam system: Water hammer. *Chemical Engineering*, *115*(4), 40–43.

Palacios, J. L. (2009). *Auditoría Energética de la Caldera y el Sistema de Distribución de Vapor de La Planta de Elaborados y Embutidos de Pronaca*.

Petrecca, G. (2014). *Energy Conversion and Management Principles and Applications*. Pavia, Italia.

Piping Engineering Cell. (2004). *Equipment & Piping Layout*. Powai, India.

Sherwood, D., & Whistance, D. (2008). *The Piping Guide for the design and drafting of industrial piping systems*. Clinton, NC, U.S.A.

Spirax Sarco. (1999). *Technical reference guide steam distribution*. Cheltenham, Reino

Unido.

Spirax Sarco. (2000). *Design of Fluid Systems Hook-ups*.

Spirax Sarco. (2004). *Design of Fluid Systems*. Blythewood, SC, U.S.A.

Spirax Sarco. (2016). Sizing Condensate Return Lines. Retrieved March 24, 2016, from http://www.spiraxsarco.com/Resources/Pages/Steam-Engineering-Tutorials/condensate-recovery/sizing-condensate-return-lines.aspx

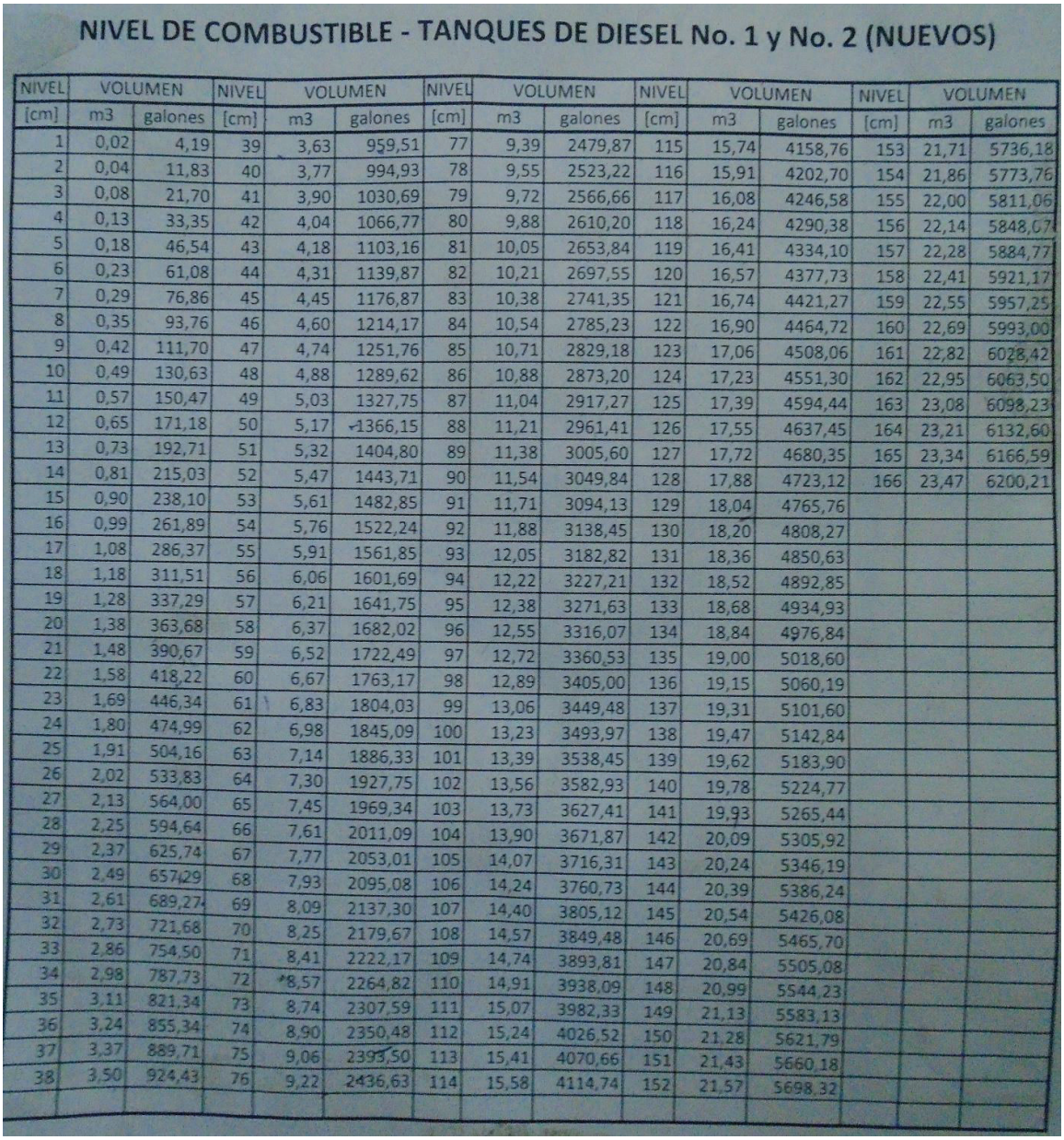
The International Association for the Properties of Water and Steam. (2012). Revised Release on the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam, (August 2007).

Tyco Flow Control, I. (2010). *Industrial Steam Trapping Handbook*. U.S.A.

ANEXOS

ANEXO A

TABLA DE CONVERSIÓN NIVEL-VOLUMEN DE COMBUSTIBLE



NIVEL DE COMBUSTIBLE - TANQUES DE DIESEL No. 1 y No. 2 (NUEVOS)

NIVEL	VOLUMEN		NIVEL	VOLUMEN		NIVEL	VOLUMEN		NIVEL	VOLUMEN		NIVEL	VOLUMEN	
[cm]	m3	galones	[cm]	m3	galones	[cm]	m3	galones	[cm]	m3	galones	[cm]	m3	galones
1	0,02	4,19	39	3,63	959,51	77	9,39	2479,87	115	15,74	4158,76	153	21,71	5736,18
2	0,04	11,83	40	3,77	994,93	78	9,55	2523,22	116	15,91	4202,70	154	21,86	5773,76
3	0,08	21,70	41	3,90	1030,69	79	9,72	2566,66	117	16,08	4246,58	155	22,00	5811,06
4	0,13	33,35	42	4,04	1066,77	80	9,88	2610,20	118	16,24	4290,38	156	22,14	5848,07
5	0,18	46,54	43	4,18	1103,16	81	10,05	2653,84	119	16,41	4334,10	157	22,28	5884,77
6	0,23	61,08	44	4,31	1139,87	82	10,21	2697,55	120	16,57	4377,73	158	22,41	5921,17
7	0,29	76,86	45	4,45	1176,87	83	10,38	2741,35	121	16,74	4421,27	159	22,55	5957,25
8	0,35	93,76	46	4,60	1214,17	84	10,54	2785,23	122	16,90	4464,72	160	22,69	5993,00
9	0,42	111,70	47	4,74	1251,76	85	10,71	2829,18	123	17,06	4508,06	161	22,82	6028,42
10	0,49	130,63	48	4,88	1289,62	86	10,88	2873,20	124	17,23	4551,30	162	22,95	6063,50
11	0,57	150,47	49	5,03	1327,75	87	11,04	2917,27	125	17,39	4594,44	163	23,08	6098,23
12	0,65	171,18	50	5,17	1366,15	88	11,21	2961,41	126	17,55	4637,45	164	23,21	6132,60
13	0,73	192,71	51	5,32	1404,80	89	11,38	3005,60	127	17,72	4680,35	165	23,34	6166,59
14	0,81	215,03	52	5,47	1443,71	90	11,54	3049,84	128	17,88	4723,12	166	23,47	6200,21
15	0,90	238,10	53	5,61	1482,85	91	11,71	3094,13	129	18,04	4765,76			
16	0,99	261,89	54	5,76	1522,24	92	11,88	3138,45	130	18,20	4808,27			
17	1,08	286,37	55	5,91	1561,85	93	12,05	3182,82	131	18,36	4850,63			
18	1,18	311,51	56	6,06	1601,69	94	12,22	3227,21	132	18,52	4892,85			
19	1,28	337,29	57	6,21	1641,75	95	12,38	3271,63	133	18,68	4934,93			
20	1,38	363,68	58	6,37	1682,02	96	12,55	3316,07	134	18,84	4976,84			
21	1,48	390,67	59	6,52	1722,49	97	12,72	3360,53	135	19,00	5018,60			
22	1,58	418,22	60	6,67	1763,17	98	12,89	3405,00	136	19,15	5060,19			
23	1,69	446,34	61	6,83	1804,03	99	13,06	3449,48	137	19,31	5101,60			
24	1,80	474,99	62	6,98	1845,09	100	13,23	3493,97	138	19,47	5142,84			
25	1,91	504,16	63	7,14	1886,33	101	13,39	3538,45	139	19,62	5183,90			
26	2,02	533,83	64	7,30	1927,75	102	13,56	3582,93	140	19,78	5224,77			
27	2,13	564,00	65	7,45	1969,34	103	13,73	3627,41	141	19,93	5265,44			
28	2,25	594,64	66	7,61	2011,09	104	13,90	3671,87	142	20,09	5305,92			
29	2,37	625,74	67	7,77	2053,01	105	14,07	3716,31	143	20,24	5346,19			
30	2,49	657,29	68	7,93	2095,08	106	14,24	3760,73	144	20,39	5386,24			
31	2,61	689,27	69	8,09	2137,30	107	14,40	3805,12	145	20,54	5426,08			
32	2,73	721,68	70	8,25	2179,67	108	14,57	3849,48	146	20,69	5465,70			
33	2,86	754,50	71	8,41	2222,17	109	14,74	3893,81	147	20,84	5505,08			
34	2,98	787,73	72	8,57	2264,82	110	14,91	3938,09	148	20,99	5544,23			
35	3,11	821,34	73	8,74	2307,59	111	15,07	3982,33	149	21,13	5583,13			
36	3,24	855,34	74	8,90	2350,48	112	15,24	4026,52	150	21,28	5621,79			
37	3,37	889,71	75	9,06	2393,50	113	15,41	4070,66	151	21,43	5660,18			
38	3,50	924,43	76	9,22	2436,63	114	15,58	4114,74	152	21,57	5698,32			

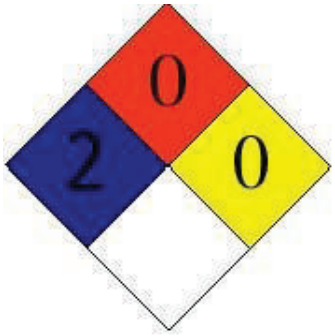
Figura A-1. Tabla de conversión nivel-volumen de combustible

Fuente: Casa de Máquinas HCAM

ANEXO B

INFORMACIÓN TÉCNICA CALDEROL

CALDEROL



HOJA DE MANEJO DE SEGURIDAD (MSDS)

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL:	CALDEROL Químico anti-incrustante anticorrosivo para tratamiento de aguas de calderos
NOMBRE DEL FABRICANTE:	QUIMSERTEK
TELEFONO:	022552-139
DIRECCION:	Av. 10 de Agosto N26-117 y Vicente Aguirre

2. COMPOSICIÓN QUIMICA

N0 -CAS	% PESO	NOMBRE QUIMIC	FORMULA QUI
1310-73-2	2 – 4	HIDRÓXIDO DE SO	**Na OH**
7758-29-4	8 – 10	TRIPOLIFOSFATO I SODIO	**Na5P3O10**
7757-83-7	4 – 6 %	SULFITO DE SODIC CATALIZADO	**Na2SO3**
1401-55-4	0,5 – 1 %	ACIDO TANICO (QUEBRACH0)	**C76H52O46**

3. EFECTOS EN LA SALUD

Contacto con la piel	X
Inhalación	
Contacto con los ojos	X
Ingestión	X

4. DATOS SOBRE PELIGRO PARA LA SALUD

Contacto con la piel: Al tener en su formulación hidróxido de sodio un contacto prolongado del producto con la piel podría ocasionar dermatitis.

Inhalación: Este material al ser de origen inorgánico no es volátil por tanto no es tóxico por inhalación.

Contacto con los ojos: Al poner en contacto directo el producto con los ojos este podría producir una leve irritación sin llegar a quemaduras graves.

Ingestión: Dolor abdominal, sensación de quemazón.

5. INFORMACION SOBRE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la piel: Lavar inmediatamente con abundante agua.

Inhalación: No aplicable.

Contacto con los ojos: Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitarlas lentes de contacto, si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.

Ingestión: Enjuagar la boca, No provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.

6. INFORMACION SOBRE FUEGO Y EXPLOSION

Auto ignición:	No aplicabl
Punto de inflamación:	No aplicabl
Límites de inflamabilidad:	No aplicabl
Medios de extinción:	No aplicabl

7. PROCEDIMIENTO EN CASO DE DERRAME O FUGAS

Pasos a tomar en caso de salpicaduras o derrames: Pequeñas cantidades recoger con un trapeador, aspiradora de líquidos y sólidos o material absorbente y pueden ser arrastradas con agua a través de desagües. El producto es biodegradable.

Métodos de eliminación de desechos: Eliminar hacia un alcantarillado, o envíe a un vertedero sanitario de basura, cumpliendo con las leyes nacionales, provinciales y municipales.

8. MANIPULACION Y ALMACENAJE

Guarde los recipientes debidamente cerrados hasta que sean utilizados.

No almacene en recipientes metálicos.

Abra los tambores cuidadosamente hasta que se haya despresurizado el recipiente haciendo uso de gafas protectoras y guantes.

9. INFORMACION SOBRE PROTECCION ESPECIAL

PROTECCION RESPIRATORIA: No necesaria
OTRO EQUIPO PROTECTOR: Se requiere guantes y gafas para su manipulación

10. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS

Forma física:	Líquido
Color:	Café rojizo
pH (solución al 1%):	12,0 – 12,5
Gravedad específica 24ºC	1.1 – 1.6 g/cc
Punto de ebullición:	95 ºC
Olor:	Característico
Solubilidad en agua	Completa

11. ESTABILIDAD

ESTABILIDAD:

Inestable ( )	Estable (X)

PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION PELIGROSA: Ninguno conocido.

POLIMERIZACION PELIGROSA:

No se producirá (X)	Puede producirse ( )

Condiciones a evitar: Ninguna conocida.

12. REACTIVIDAD

Incompatibilidad (materiales a evitar mezclar, al transportar, manipular, almacenar): No posee ya que no es reactiva.

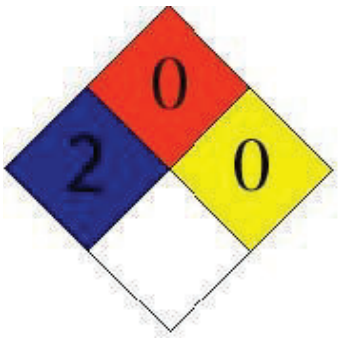
13. CONSIDERACIONES SOBRE DISPOSICIÓN

Eliminación del producto: Disponga de los desechos de acuerdo con las regulaciones locales y estatales.
Empaque: Recipientes plásticos: enjuague simple, luego entregue el recipiente para reutilizar.

14. INFORMACIÓN REGULATORIA

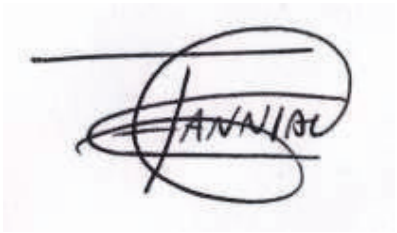
Observaciones para uso: Anti-incrustante para calderos.

15. ROMBO DE SEGURIDAD



Azul: Ligeramente peligroso a la salud
Rojo: No combustible
Amarillo: No reactivo
Blanco: No existe peligro especial

Responsable:



Ing. Quím. Tannia Lombeida
Dto. Seguridad Quimsertek

ANEXO C

INFORME DE EMISIONES DE GASES AÑO 2013 Y 2014

(Fuente: Departamento de Mantenimiento HCAM)

INFORME DE CARACTERIZACIONES GASEOSAS

LABORATORIOS DE ENSAYOS Nº OAE LE 2C 06-001

DATOS GENERALES			
EMPRESA:	*HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN*		
SOLICITADO POR:	Ing. María Soledad Teran	EQUIPO	CALDERO 1
DIRECCIÓN:	18 de Septiembre y Ayacucho	FUENTE FIJA	Quemador
TELÉFONO:	2562536	CAPACIDAD TEORICA	3287,5 HP
CÓDIGO DE INFORME:	HCAM-CALDERO 01-04	CARGA DE OPERACIÓN	8 Voltios
FECHA DE MONITOREO:	23/10/2013	COMBUSTIBLE	DIESEL
FECHA DE INFORME:	30/10/2013	SERIE / MARCA/AÑO	Nº L-80545 CLEAVER BROOKS
MONITOREADO POR:	Luis Soto	MONITOREO Nº	4
ELABORADO POR:	Dr. Luis Soto	COORDENADAS GPS	17M 777727; 9977317

CARACTERIZACIONES

Parámetro	Unidad	% U (K:2)	LC	Método	Monitoreos			
					1ro	2do	3ro	4to
					28/02/2013	19/04/2013	19/08/2013	23/10/2013
Flujo de gas seco*	m^3/h	---	---	USEPA M1, M2B	6005,7	6031,1	4860,0	5029,8
Temperatura*	° C	---	---	PEUE/EIS/05	214,4	213,6	196,9	201,3
Oxigeno	%	10,00	0.14-19	PEUE/EIS/05	9,25	8,45	5,22	7,19
CO2*	%	---	---	PEUE/EIS/05	9,53	9,36	11,79	10,31
CO	ppm	15,00	3-1100	PEUE/EIS/06	<3	<3	<3	<3
SO2	ppm	25,00	5-1550	PEUE/EIS/05	158	162	185	142
NOx*	ppm	---	---	PEUE/EIS/06	93	90	130	96
NO	ppm	27,00	15-1520	PEUE/EIS/05	93	90	130	96
NO2	ppm	10,00	2.5-100	PEUE/EIS/05	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
MP	g/m^3 gas seco	14	0,017-0,8	PEE/EIS/18	0,018	<0,017	0,0640	0,0743
NH*	#	---	---	ASTM D 2156-63T	1	1	1	1

U = Incertidumbre LC = Límites de Cuantificación

CONDICIONES AMBIENTALES	
T (°C)	28
HR (%)	54

CARGAS CONTAMINANTES CALCULADAS A:	
1013	mbar
0	°C
7	% O2

PARAMETROS DE CHIMENEA	
DIST.	cm
A	100
B	360
Diametro	39
Alt.desc	460

CARGAS CONTAMINANTES

Parámetro	Unidad	Norma **	Monitoreos			
			1ro	2do	3ro	4to
CO	mg / m^3 gscn	250	<4	<4	<3	<4
SO2	mg / m^3 gscn	1650	539	517	469	412
NOx	mg / m^3 gscn	500	228	206	237	200
MP	mg / m^3 gscn	150	24	<21	62	82

ND = No Detectable NM = No Medido

EISMASTER CIA. LTDA. CONSULTORES AMBIENTALES

Dr. Luis Soto
Responsable Técnico

MC/EIS/ 22.02
Revisión 3

* Parámetros no acreditados
** Referencia de la norma Ordenanza Municipal 213 Tabla 1
*** Parámetros subcontratados

NOTA :
- Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Ante alguna no conformidad, favor solicitar al laboratorio el formulario de incidencias

Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 • Telefax: 227-4038 • Cel.: 098 4495850
E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com
Quito - Ecuador

EISMASTER CIA. LTDA. CONSULTORES AMBIENTALES

Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 •Telefax: 227-4038 • Cel.: 098 4495850
E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com
Quito - Ecuador

INFORME DE CARACTERIZACIONES GASEOSAS

LABORATORIOS DE ENSAYOS Nº OAE LE 2C 06-001

DATOS GENERALES

EMPRESA:	*HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN*		
SOLICITADO POR:	Ing. Maria Soledad Teran	EQUIPO	CALDERO 3
DIRECCIÓN:	18 de Septiembre y Ayacucho	FUENTE FIJA	Quemador
TELÉFONO:	2562536	CAPACIDAD TEORICA	329 HP
CÓDIGO DE INFORME:	HCAM-CALDERO 03-04	CARGA DE OPERACIÓN	8 Voltios
FECHA DE MONITOREO:	23/10/2013	COMBUSTIBLE	DIESEL
FECHA DE INFORME:	30/10/2013	SERIE / MARCA/AÑO	Nº L-80546 CLEAVER BROOKS
MONITOREADO POR:	Luis Soto	MONITOREO Nº	4
ELABORADO POR:	Dr. Luis Soto	COORDENADAS GPS	17M 777727; 9977317

CARACTERIZACIONES

Parámetro	Unidad	% U (K:2)	LC	Método	Monitoreos			
					1ro	2do	3ro	4to
					28/02/2013	18/04/2013	19/06/2013	23/10/2013
Flujo de gas seco*	m^3/h	---	---	USEPA M1, M2B	2045,3	2165,3	4779,4	4102,5
Temperatura*	° C	---	---	PEUE/EIS/05	215,3	215,1	186,4	206,5
Oxigeno	%	10,00	0,14-19	PEUE/EIS/05	7,12	6,97	5,93	8,29
CO2*	%	---	---	PEUE/EIS/05	10,62	10,47	11,26	9,49
CO	ppm	15,00	3-1100	PEUE/EIS/06	<3	<3	<3	<3
SO2	ppm	25,00	5-1550	PEUE/EIS/05	189	187	179	117
NOx*	ppm	---	---	PEUE/EIS/06	121	119	153	98
NO	ppm	27,00	5-1500	PEUE/EIS/05	121	119	153	98
NO2	ppm	10,00	2,5-100	PEUE/EIS/05	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
MP	g/m^3 gas seco	14	0,017-0,8	PEE/EIS/16	0,065	0,065	0,065	0,081
NH*	#	---	---	ASTM D 2156-63T	1	1	1	1

U = Incertidumbre LC = Límites de Cuantificación

CONDICIONES AMBIENTALES	
T (°C)	32
HR (%)	53

CARGAS CONTAMINANTES CALCULADAS A:	
1013	mbar
0	°C
7	% O2

CARGAS CONTAMINANTES

Parámetro	Unidad	Norma **	Monitoreos			
			1ro	2do	3ro	4to
CO	mg / m^3 gscn	250	<4	<4	<3	<2
SO2	mg / m^3 gscn	1650	545	533	475	161
NOx	mg / m^3 gscn	500	251	244	292	222
MP	mg / m^3 gscn	150	93	92	66	59

ND = No Detectable NM = No Medido

PARAMETROS DE CHIMENEA	
DIST.	cm
A	100
B	360
Diametro	39
Alt.desca.	400

EISMASTER CIA. LTDA. CONSULTORES AMBIENTALES

Dr. Luis Soto
Responsable Técnico

* Parámetros no acreditados
** Referencia de la norma Ordenanza municipal 213-Tabla 1
*** Parámetros subcontratados

NOTA :
- Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Ante alguna no conformidad, favor solicitar al laboratorio el formulario de incidencias

EISMASTER CIA. LTDA. CONSULTORES AMBIENTALES

INFORME DE CARACTERIZACIONES GASEOSAS

LABORATORIOS DE ENSAYOS Nº OAE LE 2C 06-001

DATOS GENERALES			
EMPRESA:	*HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN*		
SOLICITADO POR:	Ing. Maria Soledad Teran	EQUIPO	CALDERO 4
DIRECCIÓN:	18 de Septiembre y Ayacucho	FUENTE FIJA	Quemador
TELÉFONO:	2562536	CAPACIDAD TEORICA	3287,5
CÓDIGO DE INFORME:	HCAM-CALDERO 04-04	CARGA DE OPERACIÓN	7 Voltios
FECHA DE MONITOREO:	23/10/2013	COMBUSTIBLE	Diesel
FECHA DE INFORME:	31/10/2013	SERIE / MARCA/AÑO	Nº L-78513 CLEAVER BROOKS
MONITOREADO POR:	Luis Soto	MONITOREO Nº	4
ELABORADO POR:	Dr. Luis Soto	COORDENADAS GPS	17M 777727; 9977317

CARACTERIZACIONES								
Parámetro	Unidad	% U (K:2)	LC	Método	Monitoreos			
						2do	3ro	4to
					26/02/2013	19/04/2013	19/06/2013	23/10/2013
Flujo de gas seco*	m^3/h	---	---	USEPA M1, M2B	2045,3	2282,6	2045,3	2579,6
Temperatura*	° C	---	---	PEUE/EIS/05	215,9	216,5	295,8	305,7
Oxígeno	%	10,00	0.14-19	PEUE/EIS/05	2,92	2,76	2,44	2,66
CO2*	%	---	---	PEUE/EIS/05	13,92	13,63	13,87	13,70
CO	ppm	15,00	3-1100	PEUE/EIS/06	134	133	207	135
SO2	ppm	25,00	5-1550	PEUE/EIS/05	255	252	201	221
NOx*	ppm	---	---	PEUE/EIS/06	149	148	164	136
NO	ppm	27,00	5-1500	PEUE/EIS/05	149	148	164	136
NO2	ppm	10,00	2,5-100	PEUE/EIS/05	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
MP	g/m^3 gas seco	14	0,017-0,8	PEE/EIS/18	0,082	0,023	0,082	0,068
NH*	#	---	---	ASTM D 2156-63T	1	1	1	1

U = Incertidumbre LC = Límites de Cuantificación

CONDICIONES AMBIENTALES	
T (°C)	26
HR (%)	65

CARGAS CONTAMINANTES CALCULADAS A:	
1013	mbar
0	°C
7	% O2

CARGAS CONTAMINANTES						
Parámetro	Unidad	Norma **	Monitoreos			
			1ro	2do	3ro	4to
CO	mg / m^3 gscn	250	130	127	195	129
SO2	mg / m^3 gscn	1650	564	552	433	481
NOx	mg / m^3 gscn	500	237	233	254	213
MP	mg / m^3 gscn	150	69	19	67	57

ND = No Detectable NM = No Medido

PARAMETROS DE CHIMENEA	
DIST.	cm
A	260
B	200
Diametro	24
Alt.desca	460

EISMASTER CIA. LTDA. CONSULTORES AMBIENTALES

Dr. Luis Soto
Responsable Técnico

* Parámetros no acreditados
** Referencia de la norma Ordenanza municipal 213 Tabla 1
*** Parámetros subcontratados

NOTA :
- Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Ante alguna no conformidad, favor solicitar al laboratorio el formulario de incidencias

MC/EIS/ 22.02
Revisión 3

EISMASTER CIA. LTDA. CONSULTORES AMBIENTALES

Ignacio Asin N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 •Telefax: 227-4038 • Cel.: 098 4495850
E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com
Quito - Ecuador

Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 • Telefax: 227-4038 • Cel.: 098 4495850
E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com
Quito - Ecuador

INFORME DE CARACTERIZACIONES GASEOSAS

LABORATORIOS DE ENSAYOS Nº OAE LE C 14-002

DATOS GENERALES

EMPRESA:	*HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN*		
SOLICITADO POR:	Ing. Maria Soledad Teran	EQUIPO	CALDERO 2
DIRECCIÓN:	18 de Septiembre y Ayacucho	FUENTE FIJA	Quemador
TELÉFONO:	2562536	CAPACIDAD TEORICA	3287,5 HP
CÓDIGO DE INFORME:	HCAM-CALDERO 02-04	CARGA DE OPERACIÓN	10 Voltios
FECHA DE MONITOREO:	11/11/2014	COMBUSTIBLE	Diesel
FECHA DE INFORME:	18/11/2014	SERIE / MARCA/AÑO	Nº L-80547 CLEAVER BROOKS
MONITOREADO POR:	Dario Crespin	MONITOREO Nº	4
ELABORADO POR:	Dr. Luis Soto	COORDENADAS GPS	17M 777727; 9977317

CARACTERIZACIONES

Parámetro	Unidad	U	LC	Método	Monitoreos			
					1ro	2do	3ro	4to
					18/02/2014	06/05/2014	05/08/2014	11/11/2014
Flujo de gas seco*	m^3/h	---	---	USEPA M1, M2B	1656,1	2326,6	2309,3	2406,7
Temperatura*	° C	---	---	PEE04	208,8	225,8	208,7	199,1
Oxígeno	%	10	0.14-19	PEE04	3,89	3,29	2,98	8,45
CO2*	%	---	---	PEE04	10,88	11,58	12,45	7,62
CO	ppm	15	3-1100	PEE04	<3	3	4	41
SO2	ppm	25	5-1550	PEE04	198	185	173	30
NOx*	ppm	---	---	PEE04	123	128	119	83
NO	ppm	27	15-1520	PEE04	122	128	119	83
NO2	ppm	10	2.5-100	PEE04	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
MP	g/m^3 gas seco	14	0,017-0,8	PEE18	<0,017	0,0482	<0,017	<0,017
NH*	#	---	---	ASTM D 2156-63T	1	1	1	1

U = Incertidumbre

LC = Límites de Cuantificación

CONDICIONES AMBIENTALES	
T (°C)	23
HR (%)	40

CARGAS CONTAMINANTES CALCULADAS A:	
1013	mbar
0	°C
7	% O2

PARAMETROS DE CHIMENEA	
DIST.	cm
A	335
B	450
Diametro	52
Alt.desca.	420

CARGAS CONTAMINANTES

Parámetro	Unidad	Norma **	Monitoreos			
			1ro	2do	3ro	4to
CO	mg / m^3 N	200	<3	3	4	57
SO2	mg / m^3 N	1200	463	417	384	96
NOx	mg / m^3 N	500	207	208	190	190
MP	mg / m^3 N	100	<15	41	<14	<21

ND = No Detectable

NM = No Medido

* Parámetros no acreditados
** Referencia de la norma Ordenanza Municipal N°404
*** Parámetros subcontratados

NOTA :

- Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Ante alguna no conformidad, favor solicitar al laboratorio el formulario de incidencias

CHÁVEZSOLUTIONS AMBIENTALES Cía. Ltda.
LABORATORIO Y CONSULTORES AMBIENTALES

Dr. Luis Soto
Responsable Técnico

MC 22.02
Revisión 4

INFORME DE CARACTERIZACIONES GASEOSAS

LABORATORIOS DE ENSAYOS Nº OAE LE C 14-002

DATOS GENERALES

EMPRESA:	*HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN*
SOLICITADO POR:	Ing. Maria Soledad Teran
DIRECCIÓN:	18 de Septiembre y Ayacucho
TELÉFONO:	2562536
CÓDIGO DE INFORME:	HCAM-CALDERO 03-04
FECHA DE MONITOREO:	11/11/2014
FECHA DE INFORME:	18/11/2014
MONITOREADO POR:	Gustavo Avila
ELABORADO POR:	Dr. Luis Soto

EQUIPO	CALDERO 3
FUENTE FIJA	Quemador
CAPACIDAD TEORICA	329 HP
CARGA DE OPERACIÓN	8 Voltios
COMBUSTIBLE	DIESEL
SERIE / MARCA/AÑO	Nº L-80546 CLEAVER BROOKS
MONITOREO Nº	4
COORDENADAS GPS	17M 777727; 9977317

CARACTERIZACIONES

Parámetro	Unidad	U	LC	Método	Monitoreos			
					1ro	2do	3ro	4to
					18/02/2014	06/05/2014	05/08/2014	11/11/2014
Flujo de gas seco*	m^3/h	---	---	USEPA M1, M2B	1804,7	1763,3	2301,2	2306,4
Temperatura*	° C	---	---	PEE04	206,8	245,9	152,4	190,5
Oxígeno	%	10	0.14-19	PEE04	9,03	2,78	6,86	7,92
CO2*	%	---	---	PEE04	8,88	13,61	9,21	9,76
CO	ppm	15	3-1100	PEE04	<3	19	<3	40
SO2	ppm	25	5-1550	PEE04	231	173	206	45
NOx*	ppm	---	---	PEE04	90	163	101	99
NO	ppm	27	15-1520	PEE04	90	163	101	99
NO2	ppm	10	2.5-100	PEE04	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
MP	g/m^3 gas seco	14	0,017-0,8	PEE18	<0,017	0,0870	<0,017	0,0176
NH*	#	---	---	ASTM D 2156-63T	1	1	1	1

U = Incertidumbre

LC = Límites de Cuantificación

CONDICIONES AMBIENTALES	
T (°C)	27
HR (%)	51

CARGAS CONTAMINANTES CALCULADAS A:	
1013	mbar
0	°C
7	% O2

CARGAS CONTAMINANTES

Parámetro	Unidad	Norma **	Monitoreos			
			1ro	2do	3ro	4to
CO	mg / m^3 N	200	<4	18	<4	54
SO2	mg / m^3 N	1200	773	379	583	138
NOx	mg / m^3 N	500	217	257	205	218
MP	mg / m^3 N	100	<22	73	<18	21

ND = No Detectable

NM = No Medido

PARAMETROS DE CHIMENEA	
DIST.	cm
A	335
B	450
Diametro	52
Alt.desca.	420

* Parámetros no acreditados

** Referencia de la norma Ordenanza Municipal N°404

*** Parámetros subcontratados

NOTA :

- Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Ante alguna no conformidad, favor solicitar al laboratorio el formulario de incidencias

CHÁVEZSOLUTIONS AMBIENTALES Cía. Ltda.
LABORATORIO Y CONSULTORES AMBIENTALES

Dr. Luis Soto
Responsable Técnico

MC 22.02
Revisión 4

Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 • Telefax: 227-4038 • Cel.: 098 4495850
E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com
Quito - Ecuador

INFORME DE CARACTERIZACIONES GASEOSAS

LABORATORIOS DE ENSAYOS Nº OAE LE C 14-002

DATOS GENERALES			
EMPRESA:	*HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN*		
SOLICITADO POR:	Ing. Maria Soledad Teran	EQUIPO	CALDERO 4
DIRECCIÓN:	18 de Septiembre y Ayacucho	FUENTE FIJA	Quemador
TELÉFONO:	2562536	CAPACIDAD TEORICA	3287,5
CÓDIGO DE INFORME:	HCAM-CALDERO 04-04	CARGA DE OPERACIÓN	7 Voltios
FECHA DE MONITOREO:	11/11/2014	COMBUSTIBLE	Diesel
FECHA DE INFORME:	18/11/2014	SERIE / MARCA/AÑO	Nº L-76513 CLEAVER BROOKS
MONITOREADO POR:	Gustavo Avila	MONITOREO Nº	4
ELABORADO POR:	Dr. Luis Soto	COORDENADAS GPS	17M 777727; 9977317

CARACTERIZACIONES								
Parámetro	Unidad	U	LC	Método	Monitoreos			
					1ro	2do	3ro	4to
					18/02/2014	06/05/2014	05/08/2014	11/11/2014
Flujo de gas seco*	m^3/h	---	---	USEPA M1, M2B	1685,4	681,5	621,9	622,3
Temperatura*	° C	---	---	PEE04	213,5	245,1	228,9	171,4
Oxígeno	%	10	0.14-19	PEE04	12,80	2,60	2,20	6,13
CO2*	%	---	---	PEE04	6,64	13,75	11,55	11,51
CO	ppm	15	3-1100	PEE04	23	52	42	33
SO2	ppm	25	5-1550	PEE04	166	120	103	24
NOx*	ppm	---	---	PEE04	58	160	129	75
NO	ppm	27	15-1520	PEE04	58	160	129	74
NO2	ppm	10	2.5-100	PEE04	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
MP	g/m^3 gas seco	14	0,017-0,8	PEE18	<0,017	0,0879	<0,017	<0,017
NH*	#	---	---	ASTM D 2156-63T	1	1	1	1

U = Incertidumbre LC = Límites de Cuantificación

CONDICIONES AMBIENTALES	
T (°C)	22
HR (%)	41

CARGAS CONTAMINANTES CALCULADAS A:	
1013	mbar
0	ºC
7	% O2

CARGAS CONTAMINANTES						
Parámetro	Unidad	Norma **	Monitoreos			
			1ro	2do	3ro	4to
CO	$mg / m^3 N$	200	49	49	39	39
SO2	$mg / m^3 N$	1200	814	261	219	65
NOx	$mg / m^3 N$	500	205	250	197	145
MP	$mg / m^3 N$	100	<32	73	<14	<17

ND = No Detectable NM = No Medido

PARAMETROS DE CHIMENEA	
DIST.	cm
A	230
B	180
Diametro	40
Alt.desca.	420

CHÁVEZSOLUTIONS AMBIENTALES Cía. Ltda.
LABORATORIO Y CONSULTORES AMBIENTALES

Dr. Luis Soto
Responsable Técnico

* Parámetros no acreditados
** Referencia de la norma Ordenanza Municipal N°404
*** Parámetros subcontratados

NOTA :

- Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio
- Ante alguna no conformidad, favor solicitar al laboratorio el formulario de incidencias

MC 22.02
Revisión 4

CHÁVEZSOLUTIONS AMBIENTALES Cía. Ltda.
LABORATORIO Y CONSULTORES AMBIENTALES
Ignacio Asín N52-27 y Antonio Román • Urb. San Fernando • Telfs.: (593-2) 246-4304/224-0724 • Telefax: 227-4038 • Cel.: 098 4495850
E-mail: ventas@eismaster.com / Web: www.eismaster.com
Quito - Ecuador

ANEXO D

MEDIDOR DE FLUJO TÉRMICO

Figura D-1. Medidor de flujo térmico

Datos técnicos[1]**:**

Rango de temperatura: -15 [ºC] a 199.9 [ºC]

Exactitud: ±0.5 [ºC]

Flujo de calor: 1999 [W/m^2]

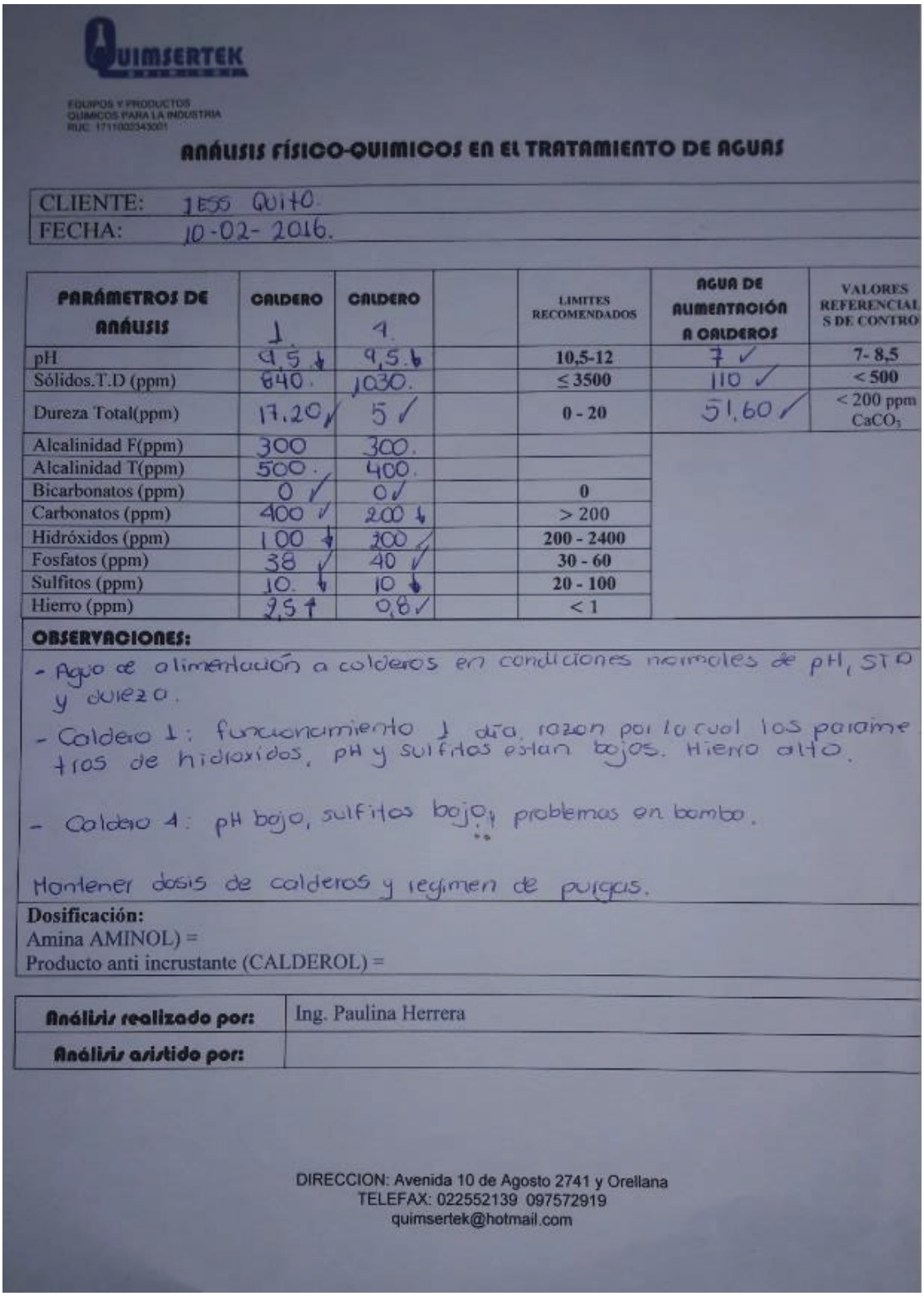
Distancia de medición: 50 a 250 [mm]

Fuente de alimentación: batería de 9 V

[1] **Fuente:** http://www.zwatherm.at/index.html?http://www.zwatherm.at/handmessgeraet/index.html

ANEXO E

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE TRATAMIENTO DE AGUA DE ALIMENTACIÓN



QUIMSERTEK

EQUIPOS Y PRODUCTOS QUIMICOS PARA LA INDUSTRIA
RUC 1711002343001

ANÁLISIS FÍSICO-QUIMICOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS

CLIENTE: IESS QUITO.
FECHA: 10-02-2016.

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	CALDERO 1	CALDERO 4		LIMITES RECOMENDADOS	AGUA DE ALIMENTACIÓN A CALDEROS	VALORES REFERENCIALES DE CONTRO
pH	9,5 ↓	9,5 ↓		10,5-12	7 ✓	7- 8,5
Sólidos.T.D (ppm)	840.	1030.		≤ 3500	110 ✓	< 500
Dureza Total(ppm)	17,20 ✓	5 ✓		0 - 20	51,60 ✓	< 200 ppm $CaCO_3$
Alcalinidad F(ppm)	300	300.				
Alcalinidad T(ppm)	500.	400.				
Bicarbonatos (ppm)	0 ✓	0 ✓		0		
Carbonatos (ppm)	400 ✓	200 ↓		> 200		
Hidróxidos (ppm)	100 ↓	200 ✓		200 - 2400		
Fosfatos (ppm)	38 ✓	40 ✓		30 - 60		
Sulfitos (ppm)	10. ↓	10 ↓		20 - 100		
Hierro (ppm)	2,5 ↑	0,8 ✓		< 1		

OBSERVACIONES:

- Agua de alimentación a calderos en condiciones normales de pH, STD y dureza.
- Caldero 1: funcionamiento 1 día, razon por la cual los parametros de hidroxidos, pH y sulfitos estan bajos. Hierro alto.
- Caldero 4: pH bajo, sulfitos bajo, problemas en bomba.

Mantener dosis de calderos y regimen de purgas.

Dosificación:
Amina AMINOL) =
Producto anti incrustante (CALDEROL) =

Análisis realizado por:	Ing. Paulina Herrera
Análisis asistido por:	

DIRECCION: Avenida 10 de Agosto 2741 y Orellana
TELEFAX: 022552139 097572919
quimsertek@hotmail.com

Figura E-1. Hoja de Análisis Físico- Químicos

Fuente: Casa de Máquinas HCAM

ANEXO F

CÁLCULO DE EFICIENCIA DE LA CALDERA

CALDERA N° 01

CÁLCULO DE PÉRDIDAS TÉRMICAS

Para los siguientes cálculos se utilizaron los valores promedios del informe de emisión de gases del año 2014.

Pérdida de calor sensible con los gases de salida, q_2.

Para la [Ec. 3.1] se utilizaron los siguientes valores:

tg= 210.6 [°C]

ta= 23 [°C]

CO_2= 10.63 [%]

CO= 0.0013 [%]

K= 0.568

$$q_2 = K\frac{t_g - t_a}{CO_2 + CO}$$

$$q_2 = 0.568\frac{210.6 - 23}{10.63 + 0.0013}$$

$$q_2 = 10.02\ [\%]$$

Pérdida de calor por combustión incompleta, q_3.

Para la [Ec. 3.2] se utilizaron los siguientes valores:

CO_2= 10.63 [%]

CO= 0.0013 [%]

$$q_3 = \frac{60 * CO}{CO_2 + CO} * 100$$

$$q_3 = \frac{60 * 0.0013}{10.63 + 0.0013} * 100$$

$$q_3 = 0.72\ [\%]$$

Pérdida de calor por radiación y convección, q_4

De los datos obtenidos con el medidor de flujo térmico se obtiene un valor promedio (Tabla 3.1) y se multiplica por la superficie de la caldera:

$$Q'_4 = 22000.859\ [W] = 79203.092\ \left[\frac{kJ}{h}\right]$$

Para obtener el valor de las pérdidas de calor por radiación y convección se divide por el consumo de combustible B_C, y para su valor porcentual se divide para el calor disponible Q_d y se multiplica por 100.

Bc=120.317 [kg/h]

$$Q_4 = \frac{Q'_4}{B_C}\ \left[\frac{kJ}{kg}\right]$$

$$Q_4 = \frac{79203.092}{120.317}$$

$$Q_4 = 658.29\ \left[\frac{kJ}{kg}\right]$$

$$q_4 = \frac{Q_4}{Q_d} * 100$$

$$q_4 = \frac{658.29}{43200} * 100$$

$$q_4 = 1.52\ [\%]$$

Pérdidas por purgas, q_6

Para la [Ec. 3.3] se utilizaron los siguientes valores:

Flujo de purga:

Dv= 3920.45 [kg/h]

Caa= 840 [ppm]

Cp= 3500 [ppm]

$$D_p = D_v \frac{C_{aa}}{C_p - C_{aa}}\ \left[\frac{kg}{h}\right]$$

$$D_p = 3920.45 \frac{840}{3500 - 840}$$

$$D_p = \ 1238.04 \left[\frac{kg}{h}\right]$$

hls= 712.46 [kJ/kg] @763 kPa, T_{sat}

haa= 314.56 [kJ/kg] @763 kPa, 75 °C

Bc= 120.317 [kg/h]

$$Q_6 = D_p \frac{h_{ls} - h_{aa}}{B_c} \left[\frac{kJ}{kg}\right]$$

$$Q_6 = 1238.04 \frac{712.46 - 314.56}{120.317} \left[\frac{kJ}{kg}\right]$$

$$Q_6 = 997.61 \left[\frac{kJ}{kg}\right]$$

$$q_6 = \frac{Q_6}{Q_d} * 100$$

$$q_6 = \frac{997.61}{43200} * 100$$

$$q_6 = 2.31 \ [\%]$$

El valor porcentual de las pérdidas de calor es:

$$\Sigma q_p = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

$$\Sigma q_p = 10.02 + 0.72 + 1.52 + 0 + 2.31$$

$$q_p = 14.57[\%]$$

Siendo la eficiencia de la caldera por el método indirecto:

$$\eta = 100 - \Sigma q_p \ [\%]$$

$$\eta = 100 - \ 14.57[\%]$$

$$\boldsymbol{\eta = 85.43} \ [\%]$$

ANEXO G

TABLAS, CARTAS Y DIAGRAMAS

ANEXO G-1 Propiedades de vapor saturado

ANEXO G-2 Carta de pérdidas de calor en líneas de vapor

ANEXO G-3 Dimensionamiento de líneas de condensado

Anexo G-1

Propiedades de vapor saturado [2]

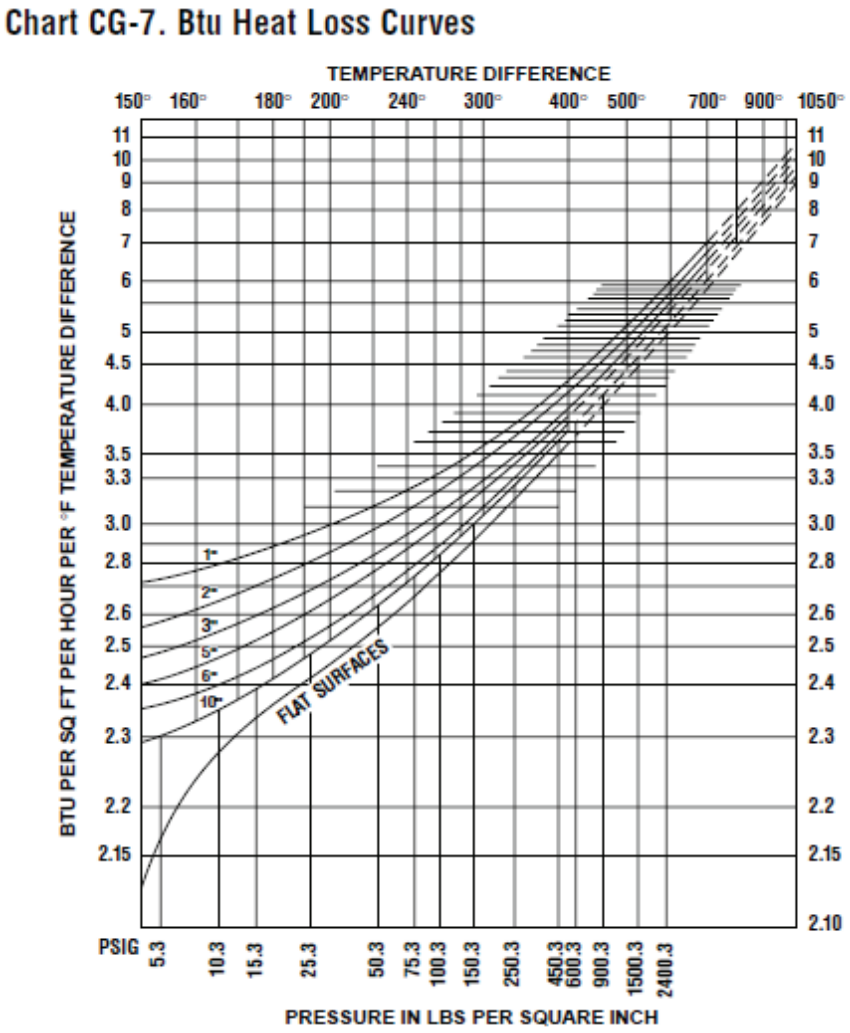
Table CG-1. Properties of Saturated Steam
(Abstracted from Keenan and Keyes, THERMODYNAMIC PROPERTIES OF STEAM, by permission of John Wiley & Sons, Inc.)

	Col. 1 Gauge Pressure	Col. 2 Absolute Pressure (psia)	Col. 3 Steam Temp. (F°)	Col. 4 Heat of Sat. Liquid (Btu/lb)	Col. 5 Latent Heat (Btu/lb)	Col. 6 Total Heat of Steam (Btu/lb)	Col. 7 Specific Volume of Sat. Liquid (cu ft/lb)	Col. 8 Specific Volume of Sat. Steam (cu ft/lb)
Inches of Vacuum	29.743	0.08854	32.00	0.00	1075.8	1075.8	0.096022	3306.00
	29.515	0.2	53.14	21.21	1063.8	1085.0	0.016027	1526.00
	27.886	1.0	101.74	69.70	1036.3	1106.0	0.016136	333.60
	19.742	5.0	162.24	130.13	1001.0	1131.0	0.016407	73.52
	9.562	10.0	193.21	161.17	982.1	1143.3	0.016590	38.42
	7.536	11.0	197.75	165.73	979.3	1145.0	0.016620	35.14
	5.490	12.0	201.96	169.96	976.6	1146.6	0.016647	32.40
	3.454	13.0	205.88	173.91	974.2	1148.1	0.016674	30.06
	1.418	14.0	209.56	177.61	971.9	1149.5	0.016699	28.04
PSIG	0.0	14.696	212.00	180.07	970.3	1150.4	0.016715	26.80
	1.3	16.0	216.32	184.42	967.6	1152.0	0.016746	24.75
	2.3	17.0	219.44	187.56	965.5	1153.1	0.016768	23.39
	5.3	20.0	227.96	196.16	960.1	1156.3	0.016830	20.09
	10.3	25.0	240.07	208.42	952.1	1160.6	0.016922	16.30
	15.3	30.0	250.33	218.82	945.3	1164.1	0.017004	13.75
	20.3	35.0	259.28	227.91	939.2	1167.1	0.017078	11.90
	25.3	40.0	267.25	236.03	933.7	1169.7	0.017146	10.50
	30.3	45.0	274.44	243.36	928.6	1172.0	0.017209	9.40
	40.3	55.0	287.07	256.30	919.6	1175.9	0.017325	7.79
	50.3	65.0	297.97	267.50	911.6	1179.1	0.017429	6.66
	60.3	75.0	307.60	277.43	904.5	1181.9	0.017524	5.82
	70.3	85.0	316.25	286.39	897.8	1184.2	0.017613	5.17
	80.3	95.0	324.12	294.56	891.7	1186.2	0.017696	4.65
	90.3	105.0	331.36	302.10	886.0	1188.1	0.017775	4.23
	100.0	114.7	337.90	308.80	880.0	1188.8	0.017850	3.88
	110.3	125.0	344.33	315.68	875.4	1191.1	0.017922	3.59
	120.3	135.0	350.21	321.85	870.6	1192.4	0.017991	3.33
	125.3	140.0	353.02	324.82	868.2	1193.0	0.018024	3.22
	130.3	145.0	355.76	327.70	865.8	1193.5	0.018057	3.11
	140.3	155.0	360.50	333.24	861.3	1194.6	0.018121	2.92
	150.3	165.0	365.99	338.53	857.1	1195.6	0.018183	2.75
	160.3	175.0	370.75	343.57	852.8	1196.5	0.018244	2.60
	180.3	195.0	379.67	353.10	844.9	1198.0	0.018360	2.34
	200.3	215.0	387.89	361.91	837.4	1199.3	0.018470	2.13
	225.3	240.0	397.37	372.12	828.5	1200.6	0.018602	1.92
	250.3	265.0	406.11	381.60	820.1	1201.7	0.018728	1.74
		300.0	417.33	393.84	809.0	1202.8	0.018896	1.54
		400.0	444.59	424.00	780.5	1204.5	0.019340	1.16
		450.0	456.28	437.20	767.4	1204.6	0.019547	1.03
		500.0	467.01	449.40	755.0	1204.4	0.019748	0.93
		600.0	486.21	471.60	731.6	1203.2	0.02013	0.77
		900.0	531.98	526.60	668.8	1195.4	0.02123	0.50
		1200.0	567.22	571.70	611.7	1183.4	0.02232	0.36
		1500.0	596.23	611.60	556.3	1167.9	0.02346	0.28
		1700.0	613.15	636.30	519.6	1155.9	0.02428	0.24
		2000.0	635.82	671.70	463.4	1135.1	0.02565	0.19
		2500.0	668.13	730.60	360.5	1091.1	0.02860	0.13
		2700.0	679.55	756.20	312.1	1068.3	0.03027	0.11
		3206.2	705.40	902.70	0.0	902.7	0.05053	0.05

[2] (Armstrong, 2015a)

Anexo G-2

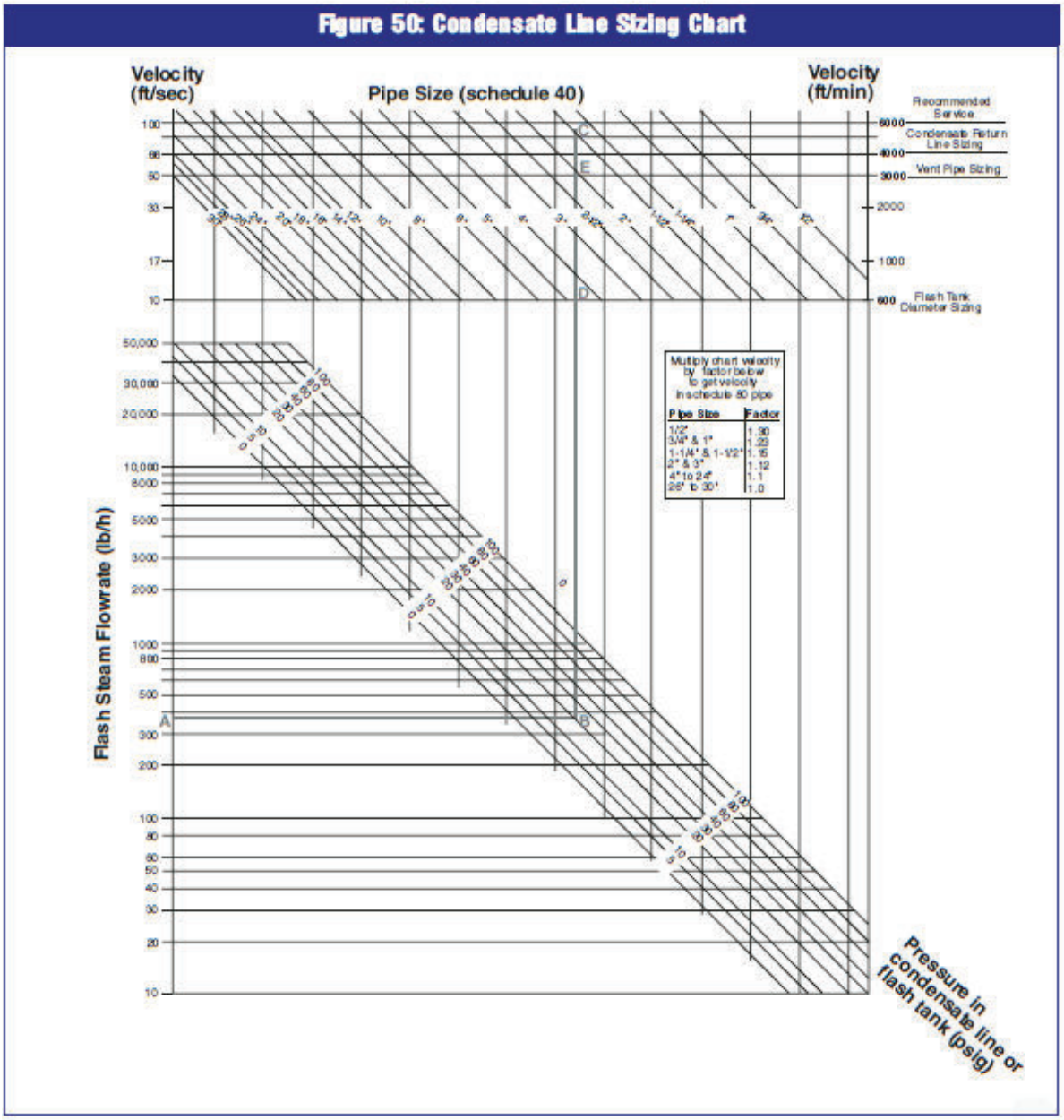
Carta de Pérdidas de calor en líneas de vapor [3]



[3] (Armstrong, 2015b)

Anexo G-3

Dimensionamiento de líneas de condensado [4]



[4] (Spirax Sarco, 2000)

ANEXO H

MANUALES TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS DE CONSUMO

ANEXO H-1 Lavadoras

ANEXO H-2 Secadoras

ANEXO H-3 Rodillos

ANEXO H-4 Planchas

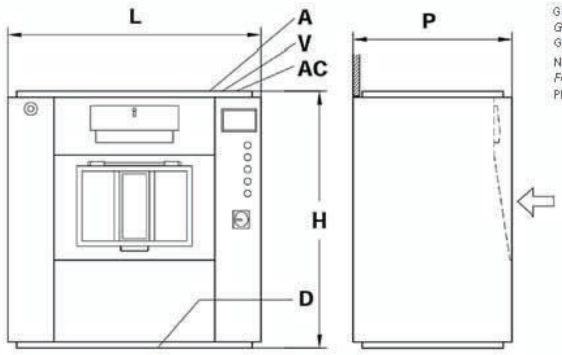
Anexo H-1

Lavadoras

PCH / PCHS

GIRBAU

MODEL	MODELO	MODÈLE		PCHS-16	PCH-25	PCH-35	PCH-45	PCH-63	PCH-84	PCH-120	PCH-140	PCH-170	PCH-200
Capacity	Capacidad	Capacité	kg 1/10	16	25	35	45	63	84	120	140	170	200
Drum Ø	Ø Tambor	Ø Tambour	mm	680	770			1074		1200		1400	
Drum depth	Profondidad tambor	Profondeur tambour	mm	520	540	750	970	860	1140	1070	1250	1220	1440
Drum volume	Volumen tambor	Volume tambour	dm3	160	251	358	452	632	848	1200	1400	1700	2000
Net weight	Peso Neto	Poids net	kg	655	1097	1166	1320	1620	1940	3350	3900	5000	5300
Height H	Altura H	Hauteur H	mm	1493	1700					1990		2250	
Width L	Anchura L	Largeur L	mm	1080	1153	1353	1673	1700	1960	2130	2310	2430	2650
Depth P	Profundidad P	Profondeur P	mm	980	1050			1380		1700		1850	
Compartments	Compartimentos	Compartiments		1		1/2		2	2/3			3	
Washing speed	Velocidad de lavado	Vitesse de lavage	r.p.m.	45				43		33		31	
Max. spin speed	Velocidad max. centrifugado	Vitesse max essorage	r.p.m.	960	900			800		720		650	
G Force	Factor G	Facteur G		351	350			360		345		330	
Drain Ø D	Ø Desagüe D	Ø Vidange D	(mm) in.	(76) 3	(120) 5			(150) 6	(200) 8				
Water Ø A	Ø Agua A	Ø Eau A	(mm) in.	(20) 3/4				(25) 1		(40) 1 1/2			
Compressed air Ø AC	Ø Aire comprimido AC	Ø Air comprimé AC	(mm) in.	-	(10) 3/8								
Compressed air 6 bar	Aire comprimido 6 bar	Air comprimé 6 bar	l/h	-	60			120					
Max. motor power	Potencia max. motor	Puissance max. moteur	kW	2,2	4		5,5	8	11	15	18,5	22	
Electric heating	Calefacción eléctrica	Chauffage électrique	kW	12	24		36	48	-				
Steam Ø V	Ø Vapor V	Ø Vapeur V	(mm) in.	(15) 1/2			(20) 3/4	(25) 1					
Steam heating	Calefacción a vapor	Chauffage à vapeur	kW	30	50	60	90	120	160	240	280	340	400
Voltage	Voltaje	Voltage		400 V 3-Ph 50 Hz									
Microprocessor	Microprocesador	Microprocesseur		ST-6 * ST-6 Light * ST-6 Pro *XV 1057 * E1022 * E1032	E1022 *XV1057 * E1032 Display 2 * E1012			E1032 *XV1057 Display 2 * E1012					



GIRBAU S.A. reserves the right to introduce modifications
GIRBAU S.A. se reserva el derecho de introducir modificaciones
GIRBAU S.A. se réserve le droit d'introduire des modifications.

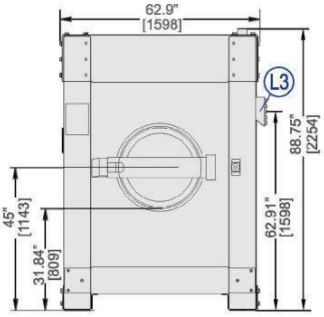
Non contractual photos
Fotografías no contractuales
Photos non-contractuelles

42026 X7J

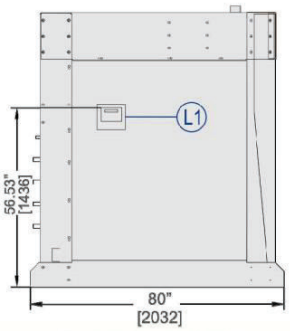
140 LB. (63KG) CAPACITY
SUSPENDED WASHER-EXTRACTOR

SPECIFICATION SHEET

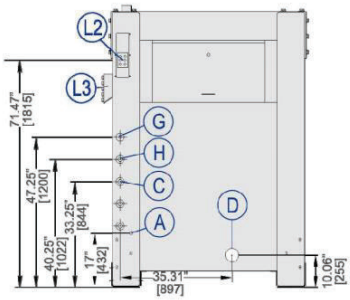
FRONT VIEW



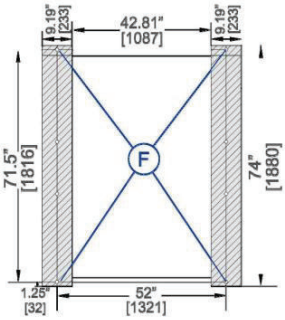
LEFT SIDE VIEW



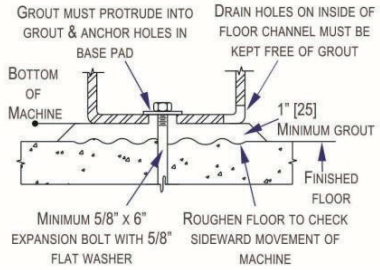
REAR VIEW



FOUNDATION VIEW



ANCHORING DETAIL



LEGEND

A	Main air .25" (6 mm) NPT
C	Cold water inlet 1.25" (32 mm) NPT
D	Air operated drain 3" (76 mm) PSJ
E	Electrical connection
F	Anchor bolt holes 1.06" (27 mm)
G	Chemical flush .75" (19 mm)
H	Hot water inlet 1.25" (32 mm) NPT
L1	Soap chute
L2	Liquid soap inlets
L3	Optional 10 port peristaltic

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Capacity – lbs (kg)	140 (63)
Cylinder Diameter x Depth – ins (mm)	42 x 26 (1067 x 660)
Cylinder Volume – cu. ft. (L)	20.85 (590)
Door Opening – ins (mm)	26 (660)
Machine Dimensions (W x D x H) – ins (mm)	62.9 x 74 x 88.75 (1598x1880x2254)
Shipping Dimensions (W x D x H) – ins (mm)	70 x 85 x 94 (1778x2159x2387)
Motor – HP (kW)	15 (11.2)
Wash Speeds – RPM	36-40
Distribution Speed – RPM	60
Extraction Speeds – RPM	400-710
Extraction G-Force	300
Static Weight – lbs (kg) ✧	5768 (2616)
Max. Dynamic Load RMS – lbs (kg) ✧	743 (337)
Frequency (Hz)	11.83
Water Pressure *(Required)* – psi (bar)	10-75 (0.69-5.17)
Water Valve Cv Rating – gal/min (L/min)	12.9 (48.83)
Minimum Recommended Distance Between Machines – ins (mm)	12 (305)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Voltage	Running Amps	Fuse (Amps)	Circuit Breaker (Amps)
208/3/60	40	FRN50	50
220/3/50-60	38	FRN50	50
240/3/60	35	FRN50	50
380/3/50-60	23	FRS30	30
415/3/50	21	FRS25	25
480/3/60	19	FRS25	25

See Fuse and Wire Size manual MAEFUSE1BE for safety information.

▼ See dimensional drawing for complete details.

✧ It is the sole responsibility of the owner/user to assure that the floor and/or any other supporting structure exceeds not only all applicable building codes, but also that the floor and/or any other supporting structure for each washer-extractor or group of washer-extractors has sufficient strength and rigidity (i.e., a natural or resonant frequency many times greater than the rotational machine speed with a reasonable factory of safety) to support the weight of all the fully loaded machine(s) including the weight of the water and goods, and including the published 360º rotating sinusoidal RMS forces that are transmitted by the machine(s). Contact the factory for additional machine data for use by a structural engineer.

*Specifications and appearance subject to change without notice.

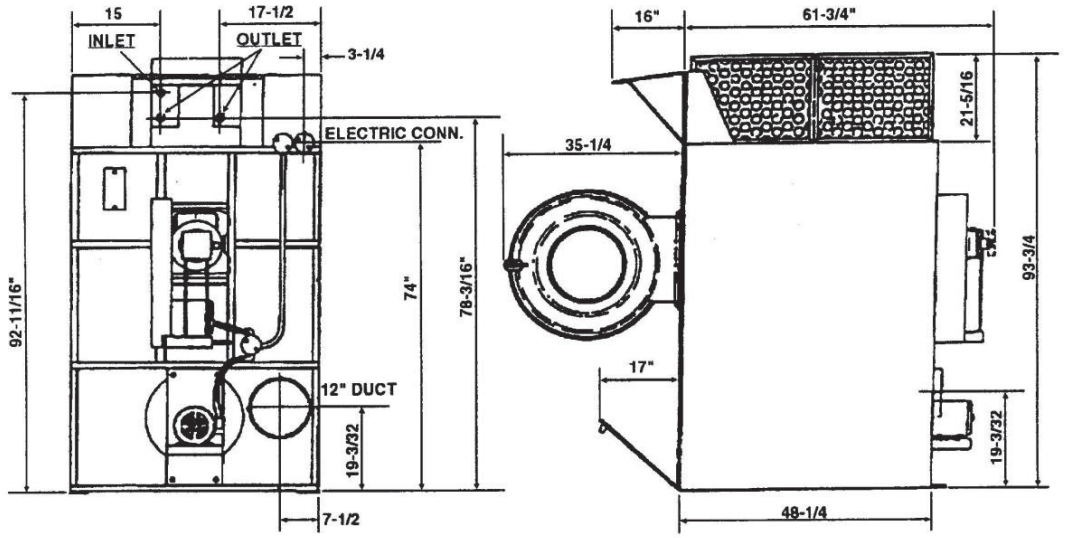
www.milnor.com

Anexo H-2

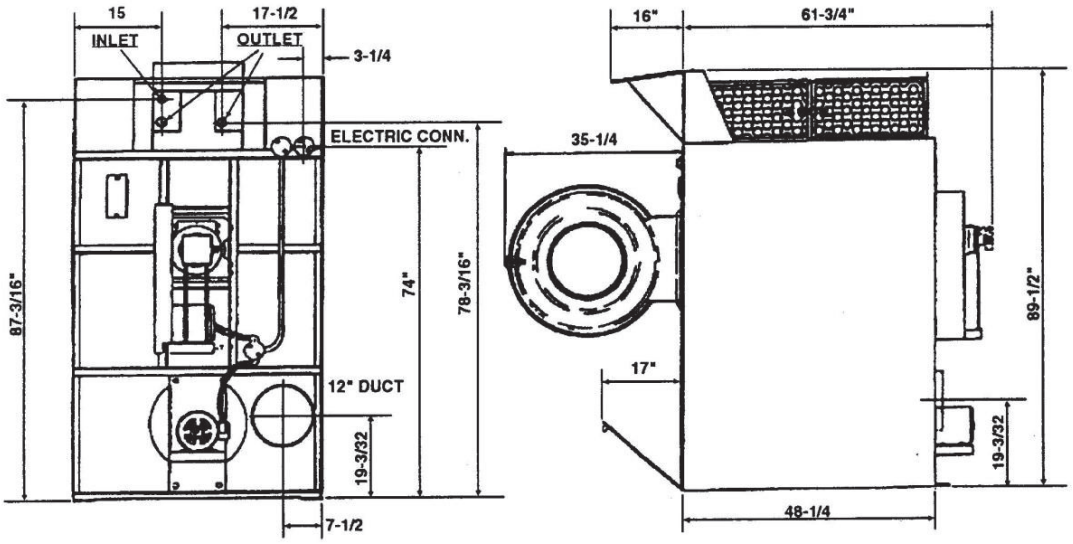
Secadoras

110 lb. Steam Heated Dryer—Models L44CD42S and L44KD42S (Illustration)

6 COIL MODEL



4 COIL MODEL



ALL DIMENSIONS GIVEN IN ± 1/4

Specifications

GENERAL SPECIFICATIONS FOR 110 lb. GAS FIRED, STEAM HEATED AND ELECTRIC LAUNDRY DRYERS

Floor Space	64" Deep x 47" W x 89 1/8" H
(Gas, Electric, 4-Coil Steam,	(162.56 cm x 119.38 cm x
6-Coil Steam)	226.52 cm)
Door	33 3/8" diameter (84.79 cm)
Basket Size	44" diameter x 42" Deep
	(111.76 cm x 106.68 cm)
Basket Load Capacity	110 lbs. (49.9 kg) dryweight
Basket Motor	1 HP
Fan Motor	1 1/2 HP
Basket RPM	
Reversing	28 (3.2 reversals per minute)
Non-Reversing	34
Exhaust Duct	12" diameter (30.48 cm)
Maximum Air Displacement	
Steam-Gas	2160 CFM (61.16 M^3/Min.)
Electric	2250 CFM (63.71 M^3/Min.)
Recommended Operating Range	
Steam-Gas	1900-2100 CFM (53.8-59.47
	M^3/Min.)
Electric	2000-2200 CFM (56.63-62.3
	M^3/Min.)
Net Weight (approximate)	
Steam	1640 lbs. (743.89 kg)
Gas	1590 lbs. (721.21 kg)
Electric	1590 lbs. (721.21 kg)
Domestic Shipping Weight	
Steam - 1 crate (approx.)	2135 lbs. (968.42 kg)
Gas - 1 crate (approx.)	2065 lbs. (936.67 kg)
Electric - 1 crate (approx.)	2034 lbs. (922.61 kg)
Export Shipping Weight	
Steam - 1 box (approx.)	2450 lbs. (111.3 kg)
Gas - 1 box (approx.)	2330 lbs. (1056.87 kg)
Electric - 1 box (approx.)	2300 lbs. (1043.26 kg)
Export Shipping Dimensions	93" L x 53" W x 78" H -232.7 cu. ft. (236.22 cm x 134.62 cm x 198.12 cm) - (6.59 m^3)

GAS FIRED DRYERS *ONLY*

CONSULT GAS SUPPLIER FOR SPECIFIC GAS REQUIREMENTS

BTU Input Rating	250,000 BTU per hour (nat., mixed and mfg. gases) 250,000 per hour (propane and butane gases)
Gas Supply	3/4" (1.91 cm) pipe connection
Electric Ignition	Silicon Carbide Gas Ignition System
Manifold Gas Pressure	3.5" WC Max. (Nat. Gas); 11" WC (LP Gas)
Drying Time	110 lbs. (49.9 kg) (Indian Head) dry weight
(Approximate - testing in laboratory)	70% water retention - 38 min. 50% water retention - 28 min.

cissell Exceptional Choices

OPL Drying Tumblers

120-170 lb

		CT120	CT170
Width - in (mm)		46 3/8" (1178)	53 1/8" (1349)
Depth - in (mm)		68" (1725)	68 7/8" (1749)
Height - in (mm)		85 11/16" (2177)	94" (2388)
Cylinder Depth -in (mm)		41" (1041)	42 1/2" (1080)
Cylinder Diameter -in (mm)		44" (1118)	50 3/4" (1289)
Cylinder Volume - cu. ft. (liters)		36.1 (1021)	49.7 (1408)
Door Opening -in (mm)		26 7/8" (683)	26 7/8" (683)
Dry Capacity Filling Ratios - lb (kg)		120 (54.4) 20:1 - 113 (51.1)	170 (77.1) 20:1 - 155 (70.4)
Airflow -cfm (liters/sec.)		1600 (755)	2450 (1156)
Water Inlet Size - in (C.A.R.E.® System)		(1) 3/4 NH Hose Connection	(1) 3/4 NH Hose Connection
Energy Data		Gas Models: 270,000 Btu/hr (79.1 kW) Steam Models: 11.7 BHP @ 100 psi (6.9 bar) 405,000 Btu/hr (118.5 kW)	Gas Models: 395,000 Btu/hr (115.7 kW) Steam Models: 18.8 BHP @ 100 psi (6.9 bar) 648,000 Btu/hr (189.7 kW)
Electrical Specifications		Gas Models: Amps 200-208/240/60/3 7.7 440/60/3 3.8 460-480/60/3 3.9 Steam Models: 380/400-415/50/3 3.8	Gas Models: Amps 200-208/240/60/3 13.5 440/60/3 6.4 460-480/60/3 6.7 Steam Models: 380/400-415/50/3 6.9
Plumbing Connections		Gas Models: 3/4" - NPT Steam Models: 3/4" - NPT	Gas Models: 1" - NPT Steam Models: 3/4" - NPT
Net Weight - lb (kg)		Gas: 1275 (578) Steam: 1375 (624)	Gas: 1575 (716) Steam: 1675 (760)
Shipping Weight - lb (kg)		Gas: 1338 (607) Steam: 1446 (656)	Gas: 1667 (756) Steam: 1776 (806)
Shipping Dimensions in (mm)	W	48 1/2" (1232)	58" (1473)
	D	72" (1829)	74 1/2" (1892)
	H	90" (2286)	99" (2515)
Agency Approvals		Gas Models: CSA Star, CSA Flame, cCSAus, CE, Australia Gas Steam Models: cCSAus, CE	Gas Models: CSA Star, CSA Flame, cCSAus, CE, Australia Gas Steam Models: cCSAus, CE

Anexo H-3

Rodillos

		Tri-Star Series			CrosStar
		24	28	32	36
Electrical (Gas)	EG	AT 69" HT. [1753]	AT 71" HT. [1803]	AT 75" HT. [1905]	AT 79" HT. [2006]
Gas Connection	G	1-1/2" AT 32" HT. [813]	1-1/2" AT 36" HT. [914]	2" AT 39" HT. [991]	2" AT 39" HT. [991]
Electrical (Steam)	ES	AT 69" HT. [1753]	AT 70" HT. [1778]	AT 73" HT. [1855]	AT 73" HT. [1855]
Steam Inlet	S	1" AT 31" HT. [787]	1-1/2" AT 62" HT. [1575]	2" AT 68" HT. [1727]	2" AT 68" HT. [1727]
Condensate Return	C	3/4" AT 33" HT. [838]	1" AT 40" HT. [1016]	1" AT 42" HT. [1067]	1" AT 42" HT. [1067]
Air Connection (Gas)	A	1/2" AT 10" HT. [254]	1/2" AT 12" HT. [305]	1/2" AT 14" HT. [349]	1/2" AT 14" HT. [349]
Air Connection (Steam)	A	1/2" AT 10" HT. [254]	1/2" AT 12" HT. [305]	1/2" AT 11" HT. [279]	1/2" AT 11" HT. [279]
	1 (Steam)	164" [4166]	171" [4343]	170" [4318]	170" [4318]
	1 (Gas)	164" [4166]	171" [4343]	182" [4623]	182" [4623]
	2 (Gas)	8" VENT	8" VENT	8" VENT	8" VENT
	2	10" VENT	10" VENT	10" VENT	10" VENT
	3	75" [1905]	78" [1975]	82" [2083]	86" [2178]
	4 (Gas)	99" [2515]	102" [2591]	106" [2692]	110" [2784]
	4 (Steam)	98" [2489]	100" [2540]	104" [2642]	108" [2740]
	5	48" [1219]	47" [1194]	47" [1194]	47" [1194]
	6	32" [813]	29" [737]	28" [711]	28" [711]
	7	92" [2324]	92" [2324]	92" [2324]	92" [2324]
	8	40" [1016]	40" [1016]	40" [1016]	40" [1016]
	9	24" [610]	24" [610]	24" [610]	24" [610]
	10	20" [508]	20" [508]	20" [508]	20" [508]
	11	127" [3226]	127" [3226]	130" [3302]	130" [3302]
	12	43" [1081]	43" [1081]	43" [1081]	41" [1029]
	13	24" [610]	24" [610]	24" [610]	27" [673]
	14	15" [381]	15" [381]	15" [381]	15" [381]
	15	30" [762]	30" [762]	30" [762]	38" [953]

CARACTERÍSTICAS GENERALES

FABRICADA EN U.S.A., TIPO 1 RODILLO CON BANDAS DE ALIMENTACIÓN PARA EL PLANCHADO. ALIMENTACIÓN FRONTAL Y DESCARGA LATERAL CALENTAMIENTO DE GAS PROPANO O NATURAL CON QUEMADOR DE TIRO FORZADO O VAPOR CONTROL DE OPERACIÓN CON MICROPROCESADOR EXCLUSIVO DE CHICAGO EQUIPADO CON CAMPANA SUPERIOR Y EXTRACTOR DE GASES, CON SISTEMA DE DOBLADO INTEGRADO PARA HACER HASTA 2 DOBLECES PRIMARIOS, 3 DOBLECES EN CRUZ Y APILADOR DE PRENDAS. OPCIONAL: CON RODILLO DE PLANCHADO 136" (3,454 MM). VOLTAJES DE OPERACIÓN: 220 / 60 / 3 Ó 440 / 60 / 3

MODELO		TS-24	TS-28	TS-32
DIAMETRO DE RODILLO	MM	610	711	812
LARGO DE RODILLO 120"	MM	3048	3048	3048
VELOCIDAD DE OPERACIÓN	MT/MIN	4.6-35	4.6-35	4.6-35
PRODUCCION APROX. EN GAS	LB.	330	374	419
	KG.	150	170	190
PRODUCCION APROX. EN VAPOR	LB.	264	300	335
	KG.	120	136	152
CAPACIDAD DEL QUEMADOR	BTU´S	865,000	865,000	980,000
CONSUMO DE VAPOR	C.C.	12	14	16
CAPACIDAD DEL VENTILADOR GAS	C.F.M.	1960	1960	1960
CAPACIDAD DEL VENTILADOR VAPOR	C.F.M.	1450	1450	1450
MEDIDAS EN MILIMETROS	ANCHO	4674	4826	5156
	FONDO	2184	2184	2337
	ALTURA	2515	2591	2693
PESO ESTIMADO	KG.	3175	3175	4354
PRECIO DE VENTA SIN I.V.A.	USD$			

Anexo H-4

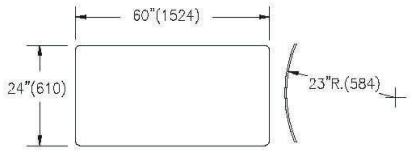
Planchas

Specifications

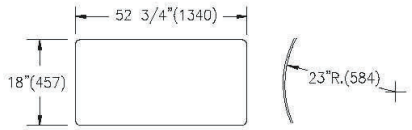
ModelS A54VLDP, A6024VLFP/ VLFV

Steam and Air connection			A54VLDP	A6024VLFV	A6024VLFP
Steam Inlet		NPT	1/2"	1/2"	1/2"
Steam Outlet		NPT	1/2"	1/2"	1/2"
Rec. steam pressure		PSIG kPa	100-125 621-861	100-125 621-861	100-125 621-861
Steam consumption		BHP kg/hr	1 15.6	1.5 23.4	1.5 23.4
Compressed air		NPT	3/8"	3/8"	3/8"
Air consumption	free air/cycle at 68psig free air/cycle at 470kPa		0.31 CU.FT. 8.8 liters	0.31 CU.FT. 8.8 liters	0.31 CU.FT. 8.8 liters
Rec. air pressure		PSIG kPa	68 470	68 470	68 470
Vacuum connection		NPT	1 1/4"	1 1/4"	–
Weight (crated)					
Shipping		lbs kg	1070 485	1090 494	1090 494
Dimensions					
A			30 1/2"(775)	34"(864)	34"(864)
B			60"(1524)	68"(1727)	68"(1727)
C			60"(1524)	64"(1626)	64"(1626)

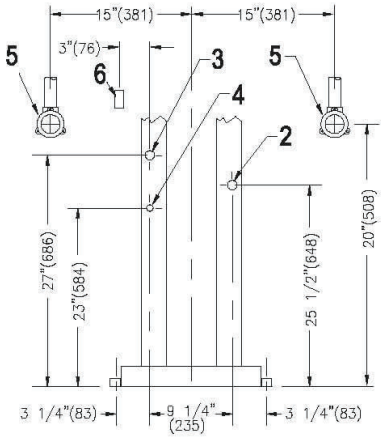
1 Control bar
2 Steam Outlet connection
3 Steam connection
4 Air connection
5 Vacuum connection
6 Water connection (for optional water spray)



A6024VLFP/ VLFV Buck Dimensions



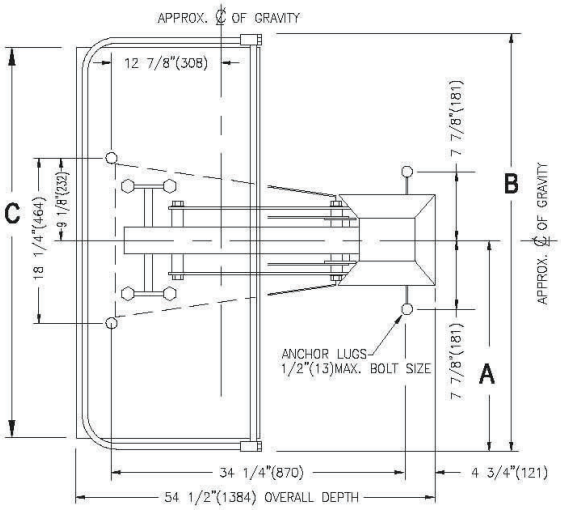
A54VLDP Buck Dimensions

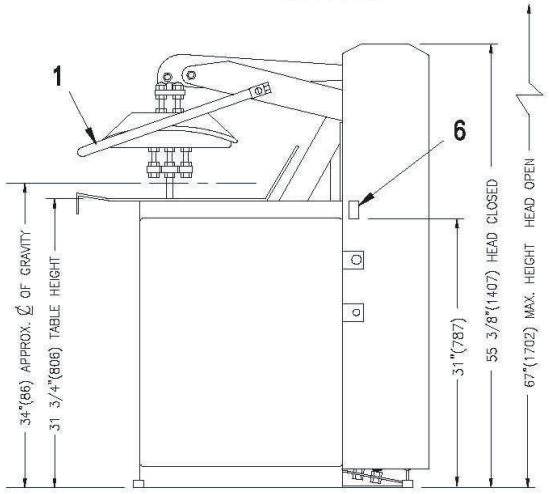


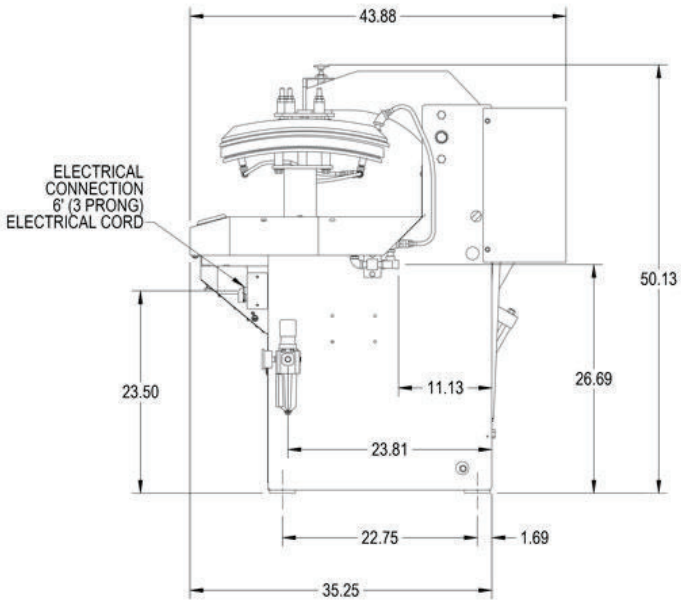
REAR VIEW

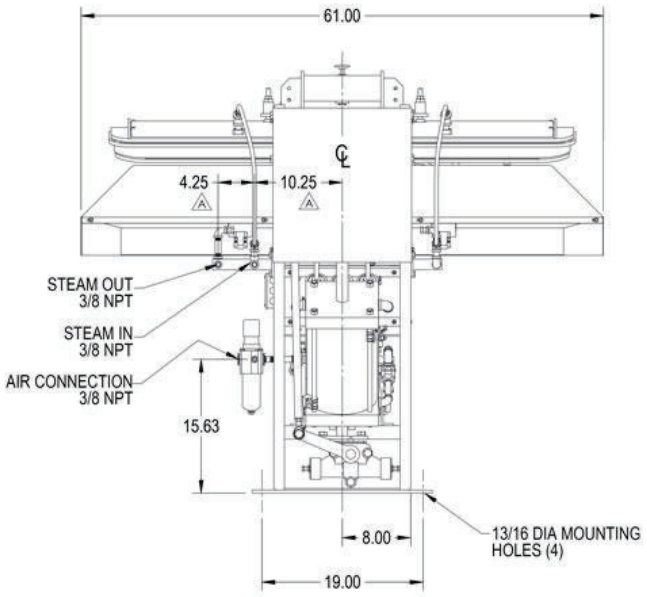
Detail Line Drawing

(millimeters shown in parentheses)

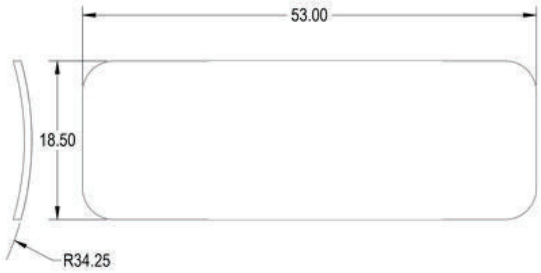








BUCK DIMENSIONS



SUPPLY REQUIREMENTS

WEIGHT OF PRESS: 915 LBS

AIR SUPPLY: 85 PSI

STEAM SUPPLY: 100 - 125 PSI MIN

ELECTRICAL: 120/230V, 1PH,
50-60 Hz, 1/2 AMP

CONSUMPTION

AIR: 1-3/4 CU. FT. FREE AIR/ CYCLE

STEAM: 3/4 BOILER HP

THIS DOCUMENT CONTAINS PROPRIETARY DATA OF UNIPRESS CORP. NO DISCLOSURE, REPRODUCTION OR USE OF ANY PART THEREOF MAY BE MADE EXCEPT BY WRITTEN PERMISSION.

	DATE	TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED	DRAWN
4.5.14			JEH
			10/14/2013
10447	ECO	CASTINGS ± 1/16 FABRICATIONS ± 1/64 MACHINING FRACTIONAL ± 1/32 2 PL DECIMAL ± .03 3 PL DECIMAL ± .005 SURFACES 125 BORES ∅ BREAK CORNERS .030 ANGLES ± 1/2°	CHECKED
			MH
			4-1-14
A	REV		SCALE 1:8

UNIPRESS.

TAMPA, FLORIDA

NAME ROUGHING IN PLAN LPZ

NUMBER 29910-DC

REV A

ANEXO I

CATÁLOGOS DE TRAMPAS DE VAPOR Y TANQUE DE FLASHEO

ANEXO I-1 Catálogos de Trampas de vapor

ANEXO I-2 Hoja de dimensionamiento tanque de flasheo

ANEXO I-3 Catálogo Tanque de flasheo

Anexo I-1

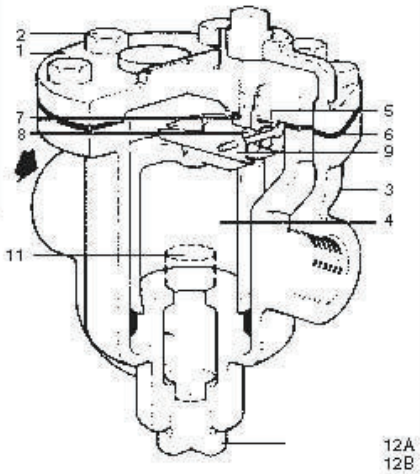
Catálogos de Trampas de vapor

Cast Iron Inverted Bucket Steam Traps
B Series

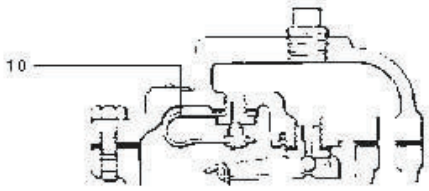
The trap contains an inverted bucket mechanism which responds to the difference in density between steam and condensate. The discharge action is cyclic. Condensate is discharged close to steam temperature.

Model	B1H	B2	B3	B4	B5
PMO	250 psig (see below)				
Sizes	1/2", 3/4"	3/4"	1"	1-1/4"	2"
Connections	NPT				
Construction	Cast Iron Body, Stainless Steel Mechanism				
	Stainless Steel Bucket				
Options	Bimetal air vent (add 'Z' to model No. eg. B12HS, B22S, etc.) Integral strainer (add 'S' to model No. eg. B1HS, B2S, etc.) (when bimetal is required, strainer becomes standard)				

Note: Top plug not provided on B1H-15, 30, 75, 125 B1H, B2, B5



FOR CAPACITIES — SEE TIS 2.408



Construction Materials

No.	Part	Material	
1	Cover	Cast Iron	ASTM A126 CL B
2	Cover Screws	Steel	ASTM A 449
3	Body	Cast Iron	ASTM A126 CL B
4	Bucket Stainless Steel		
5	Valve Guide Plate (Seat Bracket)		
6	Cover Gasket	Graphite	
7	Valve Seat	Stainless Steel (hardened)	
8	Valve Head (Ball)	Stainless Steel (hardened)	
9	Valve Lever (Bucket Arm)	Stainless Steel	
10	Air Vent (optional)	Stainless Steel	
11	Strainer Screen (optional)		
	B1HS	Stainless Steel, 20 mesh	
	B2S to B5S	Stainless Steel, 1/16" perf.	
12 A	Cap on strainer models B1HS etc.	Brass Steel	
12 B	Plug in standard model BIH, B2, B3, B4, B5		

Typical Applications

Steam main drip stations, laundry equipment, industrial dryers and storage tanks.

Optional Bimetal Air Vent

The optional bimetal air vent allows rapid air removal on cold start-up. The vent closes at approximately 200°F, and will remain closed during normal operation of the trap.

Limiting Operating Conditions

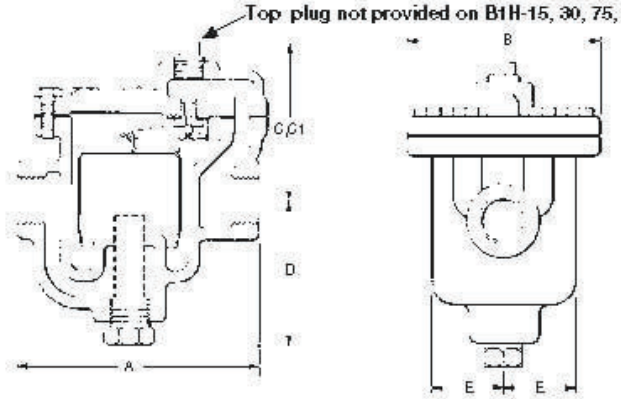
Max. Operating Pressure (PMO)	15 psig *(1 barg)*	125 psig *(9 barg)*
	30 psig *(2 barg)*	180 psig *(12 barg)*
(Determined by Orifice selected. See Capacity and Selection Data on TIS 2.406)	75 psig *(5 barg)*	250 psig *(17 barg)*
Max. Operating Temperature	450°F *(232°C)* at all operating pressures	

Pressure Shell Design Conditions

PMA Max. allowable pressure	250 psig/up to 450°F	*17 barg/up to 232°C*
TMA Max. allowable temperature	450°F/0-250 psig	*232°C/0-17 barg*

Local regulation may restrict the use of this product below the conditions quoted. Limiting conditions refer to standard connections only.
In the interests of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specification.

Cast Iron Inverted Bucket Steam Traps
B Series



Dimensions (nominal) in inches and millimeters

Size	Type	A	B	C	C1*	D	E	Weight
1/2", 3/4"	B1H	5 *127*	4 *102*	3.3 *85*	3.8 *95*	3 *76*	1.4 *36*	6.2 lb *2.8 kg*
3/4"	B2	6.6 *168*	5.3 *135*	3.5 *89*	4.0 *102*	4.1 *104*	1.9 *48*	12.5 lb *5.7 kg*
1"	B3	7.9 *200*	5.9 *149*	4.4 *112*	4.4 *112*	4.8 *122*	2.2 *57*	19.5 lb *8.8 kg*
1-1/4"	B4	9.3 *237*	7 *178*	5.6 *143*	5.4 *137*	7.4 *187*	2.3 *58*	40 lb *18.2 kg*
2"	B5	11.2 *186*	8.8 *222*	6.3 *160*	6.6 *168*	10.7 *272*	3.4 *86*	75 lb *34 kg*

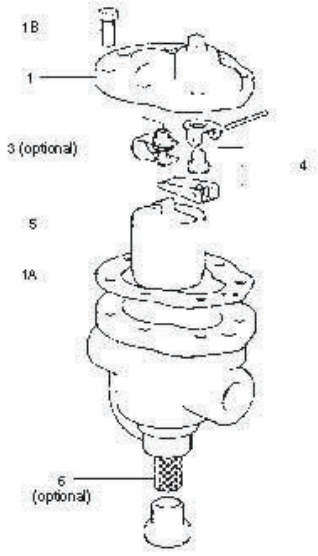
*C1 Dimension for traps supplied with bi-metal air vents (B12HS, B22S, B32S, B42S, B52S)

Sample Specification
Steam traps shall be of the mechanical inverted bucket type with cast iron bodies, screwed NPT horizontal connections and stainless steel valve head, seat and bucket. An internal bi-metal air vent and/or strainer screen shall be available as options.

Installation
A pipeline strainer should be installed ahead of any trap to protect the head and seat from dirt and scale. Suitable full-port isolation valves should be placed around trap to permit servicing. The trap should be installed below the equipment drainage connection in a horizontal position so that the bucket will rise and fall vertically. For superheated steam applications, a check valve should be installed at the trap inlet.

Maintenance
This product can be maintained without disturbing the piping connections. Complete isolation of the trap from both supply and return line is required before any servicing is performed.
The trap should be disassembled periodically for inspection and cleaning of the valve head and seat, and operating mechanism. The bucket vent hole must be clear. The optional strainer screen should be removed and cleaned.
Worn or damaged parts should be replaced using a complete mechanism assembly kit.
Complete installation and maintenance instructions are given in IMI 2.400, which accompanies the product.

Spare Parts



Cover w/ Gasket Specify if standard or w/ bi-metal air vent	1, 1A
Cover Gasket	1A
Cover Cap Screws, Set	1B
Air Vent Assembly	3
Complete Mechanism (specify pressure range)	4
Bucket (Stainless Steel)	5
Strainer (Stainless Steel)	6

© Spirax Sarco, Inc. 2010

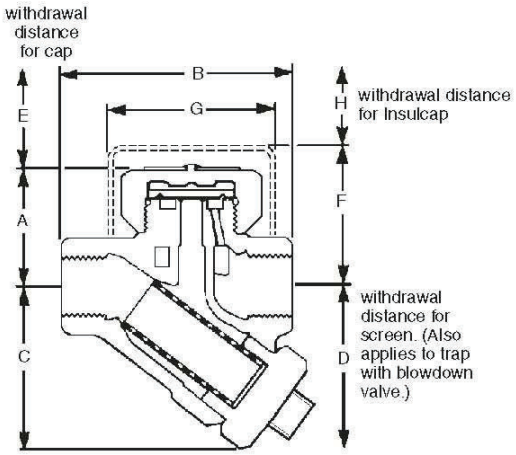
Spirax Sarco, Inc., 1150 Northpoint Blvd, Blythewood, SC 29016 Telephone: (803) 714-2000 FAX (803) 714-2222

TD42L/H

TD42 with Blowdown

The TD42, like the TD52, is a versatile and rugged steam trap suited for steam main drainage and steam tracing applications. The TD42 is built with an integral strainer to provide added protection from dirt and scale found in most steam systems. With a broad operating range of up to 600 psig, this trap can meet the wide array of applications found in HVAC and industrial systems.

TD42

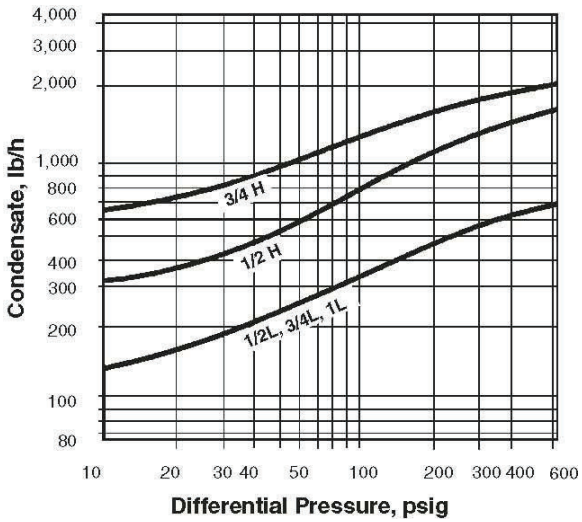


Dimensions (nominal) in inches										
Size	A	B	C	D	E	F	G	H	Weight TD42L	TD42H
1/2"	1.6	3.1	2.2	3.4	1.6	2.3	2.3	1.5	1.6 lb	1.7 lb
3/4"	1.7	3.5	2.4	3.9	0.8	2.4	2.3	1.5	1.9 lb	2.2 lb
1"	1.9	3.7	2.6	3.9	0.8	2.5	2.3	1.5	2.4 lb	—
With Blowdown Valve										
1/2"	1.6	3.1	2.8	4.0	1.6	2.3	2.3	1.5	2.2 lb	2.3 lb
3/4"	1.7	3.5	3.1	4.4	0.8	2.4	2.3	1.5	2.6 lb	2.8 lb

TD42L/H

Sizes	1/2", 3/4", 1" (1" not available in TD42H)
Body Material	Stainless Steel
Connections	NPT
Piping Configuration	In-Line
Options	Blowdown Valve, Insulcap
TIS#	2.502
Maximum Operating Pressure (PMO)	600 psig

TD42L/H Capacities

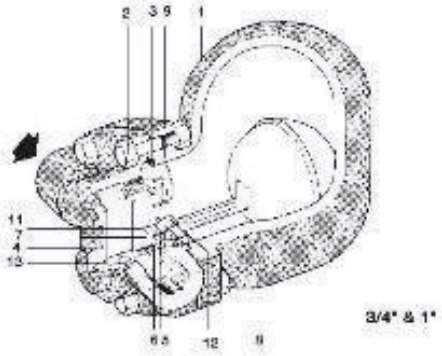


spirax sarco

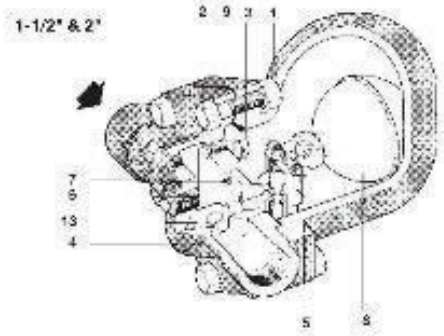
Cast Steel Float & Thermostatic Steam Trap
FT450

The trap contains a float valve mechanism which modulates to discharge condensate continuously at steam temperature, while non-condensible gases are released by a separate internal balanced pressure thermostatic air vent.

Model	FT 450 (Replaces FT 32)
PMO	465 psig (see below)
Sizes	3/4" to 2"
Connections	NPT Carbon Steel Body
Construction	Stainless Steel Internals
Options	ANSI 150, 300 or 600 RF flanged SW Connections to ANSI B16.11 Bimetal Air Vent on 4.5, 10, 14, 21 and 32 Drain plug tapped 1/2" NPT models for superheat operation



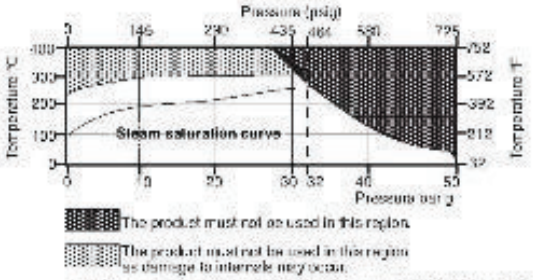
3/4" & 1"



Construction Materials

No.	Part	Material	
1	Body	Cast Steel	ASTM A216 WCB
2	Cover Bolts	Alloy Steel	ASTM A 193 B7
	Cover Nuts 3/4" & 1"	7/16 - 14 UNC-2A	ASTM A 194 2H
	1-1/2" & 2"	5/8-11UNC-2A	
3	Cover Gasket	Exfoliated Graphite	
4	Cover	Cast Steel	ASTM A216 WCB
5	Valve Seat (3/4" & 1")	Stainless Steel	
	Main Valve Assembly w/ erosion deflector (1-1/2" & 2")	Stainless Steel	
6	Valve Seat Gasket (3/4" & 1")	Stainless Steel	
	Main Valve Assy Gasket 1-1/2" & 2"	Stainless Steel Reinforced Exfoliated Graphite	
7	Pivot Frame Assy	Stainless Steel	
	Set Screws (3/4" & 1")	10-24 Fillster Head	
	Main Valve Assembly Cap Screws (1-1/2")	Stainless Steel 1/4-20	
	Studs & Nuts (2")	5/16-18	
8	Ball Float & Lever	Stainless Steel	
9	Air Vent Assembly	Standard Stainless Steel	
9A	Optional Bimetal	Corrosion resistant Bimetal and Stainless Steel	
10	Air Vent Seat Gasket	Stainless Steel	
11	Support Frame	Stainless Steel	
12	Pivot Frame	Stainless Steel	
13	Erosion Deflector	Stainless Steel	

Thermostatic Air Vent Operating Range



Capacities: See TIS 2.308

Limiting Operating Conditions*

Max. Operating Pressure (PMO)
- FT450-4.5: 65 psig (4.5 barg)
- FT450-10: 145 psig (10 barg)
- FT450-14: 200 psig (14 barg)
- FT450-21: 300 psig (21 barg)
- FT450-32: 465 psig (32 barg)

Max. Operating Temperature 650°F (343°C) at 450 psig (31 barg): Bimetal optional air vent 750°F (400°C) at operating pressures below 505 psig

Pressure Shell Design Conditions For NPT, SW, ANSI300, ANSI600*

PMA Max. allowable pressure	595 psig/650°F 505 psig/750°F	37 barg/343°C 35 barg/400°C
TMA Max. allowable temperature	750°F/0-505 psig	400°C/0-34 barg

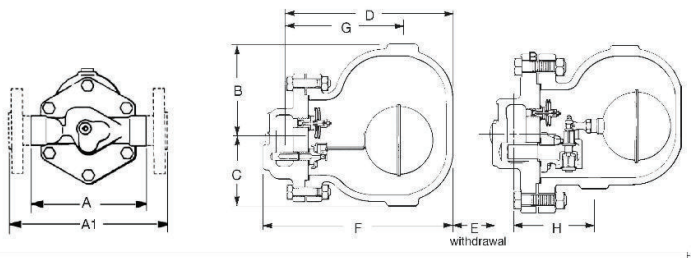
* The limiting operating and design conditions for ANSI 150 flanged units will be limited by the Flange Rating.

Typical Applications

All process equipment, particularly when controlled by modulating temperature control valves; unit heaters, air heating coils, heat exchangers and steam main drip stations.

Local regulations may restrict the use of this product to below the conditions quoted. In view of continuous improvement and development, we reserve the right to change the specification.

Cast Steel Float & Thermostatic Steam Trap
FT450



Dimensions
(nominal) in inches and millimeters

Size-DN	A	A1	B	C	D	E	F	G	H	NPT/SW	Flg
3/4"	6.1	10.1	3.0	3.1	6.4	4.7	7.4	4.0	—	18.0 lb	23.8 lb
20	*155*	*255*	*76*	*79*	*163*	*120*	*189*	*102*		*8.2 kg*	*10.8 kg*
1"	6.5	10.4	5.0	3.8	8.2	6.3	9.2	5.8	—	28.0 lb	33 lb
25	*165*	*264*	*127*	*97*	*208*	*160*	*234*	*147*		*12.7 kg*	*15 kg*
1-1/2"	9.8	14.0	5.6	3.6	9.8	7.7	11.1	6.4	4.7	55.1 lb	64.0 lb
40	*250*	*356*	*142*	*92*	*250*	*195*	*282*	*163*	*119*	*25.0 kg*	*29.0 kg*
2"	11.8	16.0*	6.0	4.0	10.0	7.7	11.6	6.5	6.0	68.0 lb	82.0 lb
50	*300*	*406**	*152*	*102*	*255*	*195*	*295*	*165*	*152*	*31.0 kg*	*37.3 kg*

*ANSI 600 16.5" *419 mm*

Maintenance
This product can be maintained without disturbing the piping connections. Complete isolation from both supply and return line is required before any servicing is performed. The trap should be disassembled periodically for inspection and cleaning of the valve head and seat, operating mechanism and air vent.
Worn or damaged parts should be replaced using a complete valve mechanism assembly and/or air vent assembly.

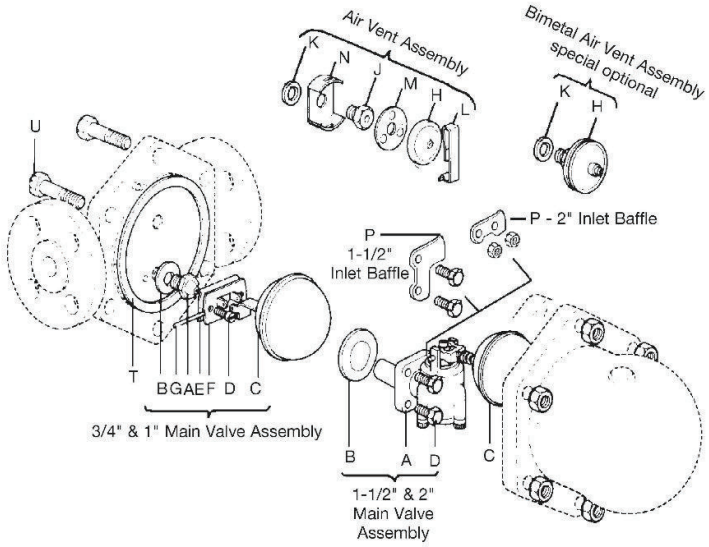
Complete installation and maintenance instructions are given in IMI 2.300, which accompanies the product.

Sample Specification

Steam traps shall be of the mechanical ball float type having steel bodies, horizontal line connections, and stainless steel valve heads, seats and ball floats. Incorporated into the trap body shall be a stainless steel balanced pressure thermostatic air vent capable of withstanding 45°F(25°C) of superheat and resisting waterhammer without sustaining damage. Internals of the trap shall be completely servicable without disturbing the piping.

Installation

A pipeline strainer should be installed ahead of any steam trap. Full port isolating valves should be placed to permit servicing. The trap should be installed below the drainage point of the equipment with a collecting leg before the trap, in a position so that the float arm is in a horizontal plane and the float rises and falls vertically, with the flow direction as indicated on the body. Refer to IMI 2.300 for complete instructions.



Spare Parts

Valve Mechanism Kit w/ Float (3/4" & 1")	A,B,C,D,E,F,G
Valve Mech. Kit (1-1/2" & 2")	A,B,D,P
Air Vent Kit (PMO up to 21 bar)	H,J,L,M,N
Air Vent Kit (PMO 32 bar)	H,K
Gasket Kit (3 of each)	B,K,T
Ball Float (1-1/2" & 2")	C

The erosion deflector is pressed into the body during manufacture and not available as a spare.

© Spirax Sarco, Inc. 2016

Spirax Sarco, Inc., 1150 Northpoint Blvd, Blythewood, SC 29016 Telephone: (803) 714-2000 FAX (803) 714-2222

Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

spirax sarco

TI-P072-01
ST Issue 4

HM34 Series
Carbon Steel
Inverted Bucket Steam Traps

Description

The HM34 is an inverted bucket steam trap manufactured in carbon steel with an internal strainer fitted as standard.
It is designed for use on horizontal installations and will operate on steam pressures up to 32 bar g.

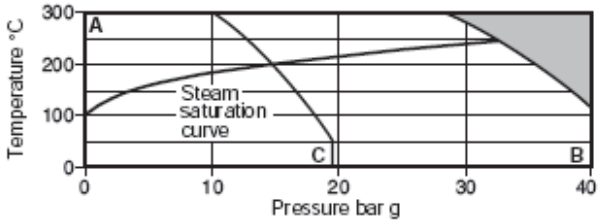
Standards
This product fully complies with the requirements of the European Pressure Equipment Directive 97/23/EC.

Certification
This product is available with certification to EN 10204 2.2.
Note: All certification/inspection requirements must be stated at the time of order placement.

Sizes and pipe connections

½", ¾" and 1" screwed BSP or NPT.
DN25 socket weld ends BS 3799 Class 3000.
DN15, DN20 and DN25 standard flange EN 1092 PN40.
Available on request: Flanged ANSI 150 and ANSI 300 connections.

Pressure/temperature limits (ISO 6552)



The product must not be used in this region.

A - B Screwed, socket weld, flanged EN 1092 PN40 and ANSI 300.
A - C Flanged ANSI 150

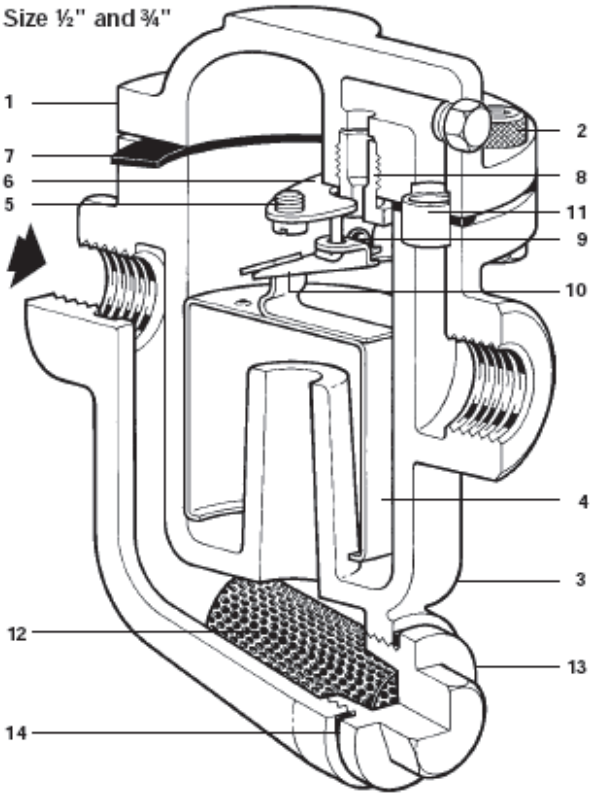
Body design conditions						PN40
PMA	Maximum allowable pressure @ 120°C					40 bar g
TMA	Maximum allowable temperature					300°C
Minimum allowable temperature						-10°C
PMO	Maximum operating pressure for saturated steam service					32 bar g
TMO	Maximum operating temperature					300°C
Minimum operating temperature						0°C
ΔPMX	Maximum differential pressure					
	Size	4 bar	8.5 bar	12 bar	20 bar	32 bar
	DN15 - ½"	HM34/8	HM34/7	HM34/6	HM34/5	HM34/4
	DN20 - ¾"	HM34/10	HM34/8	HM34/7	HM34/6	HM34/5
	DN25 - 1"	HM34/12	HM34/10	HM34/8	HM34/6	HM34/5

Designed for a maximum cold hydraulic test pressure of 60 bar g

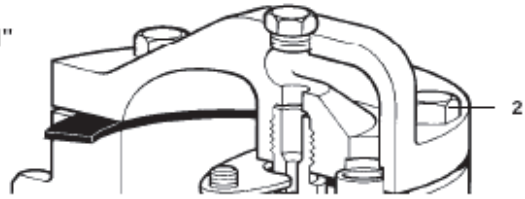
Materials

No.	Part		Material	
1	Cover	½", ¾"	Forged steel	1.0460 (C22.8)
		1"	Cast steel	1.0619 +N
	Cover screws	½", ¾"	Steel	BS 4168 Gr. 8.8
2	Cover bolts	1"	Steel	BS 3692 Gr. 8.8
	Cover nuts	½", ¾", 1"	Steel	BS 3692 Gr. 8.8
3	Body		Cast steel	1.0619 +N
4	Bucket		Stainless steel	BS 1449 304 S31

Size ½" and ¾"



Size 1"



No.	Part		Material	
5	Valve guide plate screw		Stainless steel M 4.5 x 10	BS 4183 18/8
6	Valve guide plate		Stainless steel	BS 1449 304 S11
7	Cover gasket		Reinforced exfoliated graphite	
8	Valve seat		Stainless steel	AISI 440B
9	Valve		Stainless steel	AISI 440B
10	Valve lever		Stainless steel	BS 1449 321 S31
11	Ferrule	½", ¾"	Stainless steel	BS 970 321 S31
		1"	Stainless steel	BS 3605 (CFS) 304 S14
12	Strainer screen		Stainless steel	ASTM A240 316L
13	Strainer cap		Steel	1.0460 (C22.8)
14	Strainer gasket		Reinforced exfoliated graphite	

Local regulations may restrict the use of this product to below the conditions quoted.
In the interests of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specification.

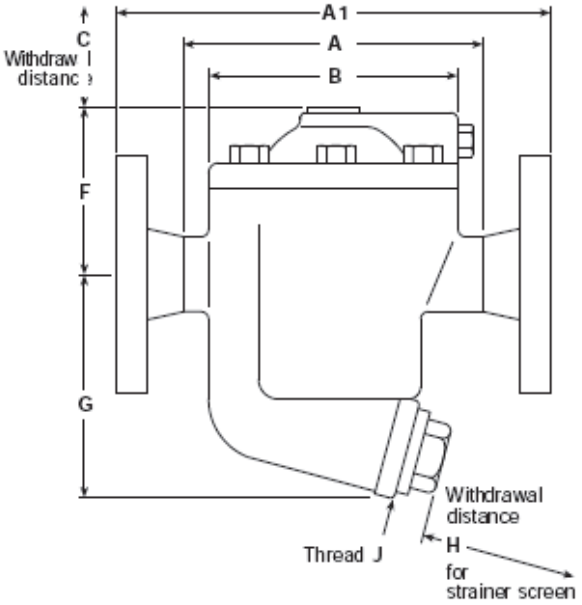
© Copyright 2004

Capacities
See TI-P072-02 for full details of capacities.

Dimensions / weights (approximate) in mm and kg

Screwed and socket weld connections

Size	A	A1	B	C	F	G	H	J	Weight
½"	120	210	105	100	67	89	65	M28	2.6
¾"	120	210	105	100	88	107	65	M28	4.0
1"	180	230	160	160	145	120	85	M32	10.4



Flanged connections

Size	A	A1	B	C	F	G	H	J	Weight
DN15	120	210	105	100	67	89	65	M28	4.5
DN20	120	210	105	100	88	107	65	M28	7.0
DN25	180	230	160	160	145	120	85	M32	12.0

Safety information, installation and maintenance
For full details see the Installation and Maintenance Instructions (IM-S03-11) supplied with the product.

Installation note:
The trap must be installed with the body upright so that the bucket is rising and falling vertically. The inlet and outlet connections should be in a horizontal plane, with the trap installed below the drain point so that a water seal can be maintained around the open end of the bucket.

Disposal:
This product is recycable. No ecological hazard is anticipated with the disposal of this product providing due care is taken.

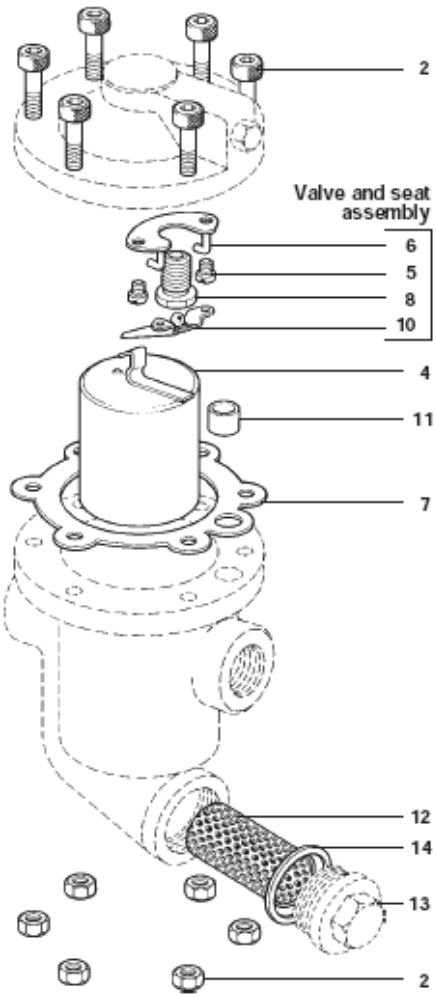
How to order
Example: 1 off Spirax Sarco ½" HM34/8 inverted bucket steam trap with screwed BSP connections.

Spare parts
The spare parts available are shown in solid outline. Parts shown in broken line are not supplied as spares.

Available spares

Valve and seat assembly		5 (2 off), 6, 8, 10
Bucket		4
Cover gasket and ferrule	(packet of 3 each)	7, 11
Strainer screen		12
Strainer screen gasket	(packet of 3 each)	14
Set of cover bolts and nuts	(set of 6)	2

How to order spares
Always order spare parts by using the description given in the column headed 'Available spares' and state the size, type of trap and pressure range.
Example: 1 off Valve and seat assembly for a Spirax Sarco DN15 HM34/7 inverted bucket steam trap.



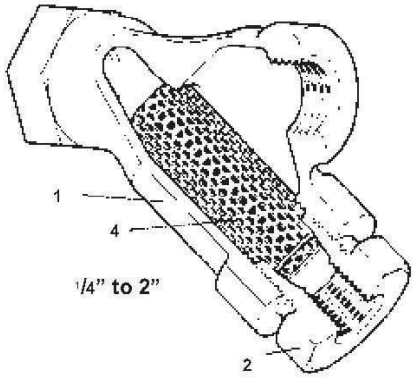
Recommended tightening torques

Item no.	Size	or mm		N m
2	½", ¾"		M8 x 30	25 - 28
	1		M12 x 45	25 - 28
8	½", ¾"	13	-	50 - 55
	1"	13	-	80 - 88
13	½", ¾"	22	M28	90 - 100
	1"	27	M32	125 - 145

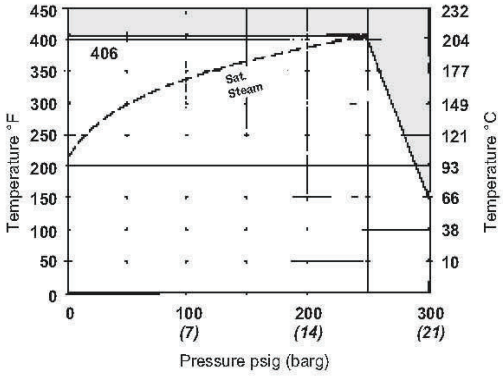
Cast Iron Strainers
IT

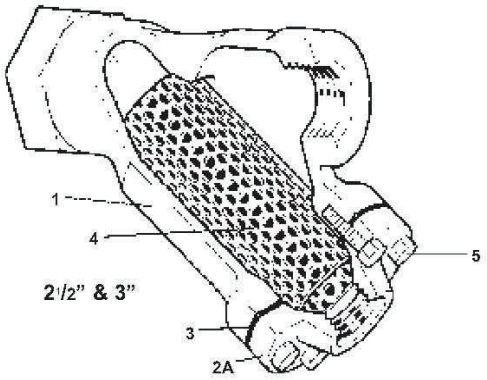
Type	IT
Sizes	1/4" to 3"
Connections	NPT
Construction	Cast Iron
Max Saturated Steam Pressure	250 psig
Standard Screen	20 Mesh
Options	60/100 Mesh Screens

Note: 3/8" - 3" IT conforms to WW-S-2739 when equipped with an optional brass plug in the blow-off connection.



Limiting Operating Conditions (non-shock)





Pressure Shell Design Conditions

Max. allowable pressure	300 psig/-20-150˚F	*21 barg/-29-66˚C*
Max. allowable temperature	406˚F/0-250 psig	*208˚C/0-17 barg*

Construction Materials

No.	Part	Material	
1	Body	Cast Iron	ASTM A 126 CL B
2	Bushing (1/4"-2")	Malleable Iron	
2A	Cap (2-1/2"-3")	Cast Iron	ASTM A 126 CL B
3	Cap Gasket (2-1/2" & 3")	Graphite	
4	Standard Screen	Stainless Steel Type 304	
5	Cap Screws (2-1/2" & 3")	Steel	ASTM A 449

C_v Values & Free Area (standard Screen)

Size	C_v	Free Area (sq. in.)
1/4"	3.5	1.37
3/8"	3.5	1.37
1/2"	6.5	2.20
3/4"	11.5	4.0
1"	20	5.2
1-1/4"	28	6.8
1-1/2"	38	9.45
2"	70	12.56
2-1/2"	100	19.05
3"	160	25.93

Consult factory for free areas of optional screens.

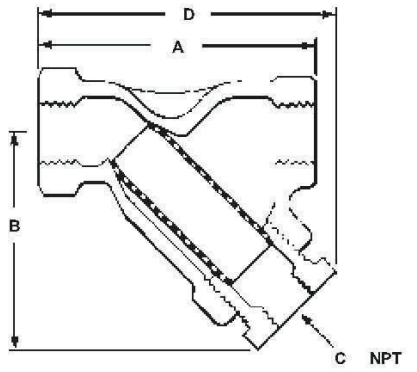
For water:

$$\text{Pressure Drop} = \frac{(GPM)^2}{(Cv)^2}$$

Consult factory for other liquids.
See TI-7-429-US for pressure drops on steam, air and other gases.

Local regulation may restrict the use of this product below the conditions quoted. Limiting conditions refer to standard connections only.
In the interests of development and improvement of the product, we reserve the right to change the specification.

Cast Iron Strainers
IT



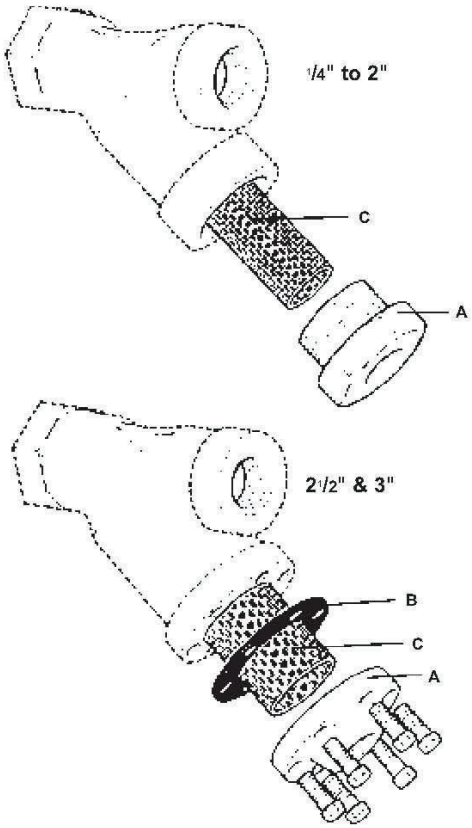
Dimensions
(nominal) in inches and millimeters

Size	A	B	C	D	Weight
1/4" *	3.5 *89*	2.2 *56*	1/4"	3.0 *76*	1.0 lb *0.5 kg*
3/8"	2.9 *73*	2.2 *56*	1/4"	3.0 *76*	1.0 lb *0.5 kg*
1/2"	3.4 *87*	2.7 *68*	3/8"	3.9 *99*	1.2 lb *0.6 kg*
3/4"	4.4 *111*	3.4 *86*	1/2"	4.6 *117*	2.9 lb *1.3 kg*
1"	4.9 *124*	3.5 *86*	3/4"	5.0 *127*	4.3 lb *1.9 kg*
1-1/4"	5.4 *137*	4.1 *105*	1"	5.75 *146*	6.5 lb *2.9 kg*
1-1/2"	6.4 *162*	4.7 *119*	1-1/4"	6.6 *167*	9.6 lb *4.3 kg*
2"	7.5 *191*	5.4 *138*	1-1/2"	7.75 *197*	12.9 lb *5.9 kg*
2-1/2"	9.0 *229*	6.4 *164*	1-1/4"	8.25 *210*	22.0 lb *10.0 kg*
3"	10.0 *254*	7.6 *194*	1-1/4"	10.25 *260*	35.0 lb *15.9 kg*

Installation

The strainer should be installed with the flow direction as indicated on the body, in a vertical down or horizontal pipeline. The strainer must be accessible for periodic removal of accumulated debris, by either blowing down or removal and cleaning of the screen.

Spare Parts



Screen (state material, perforations or mesh & size of strainer)	C
Cap Gasket 2-1/2" & 3"	B
Blowoff Bushing, 3/8" - 2"	A
Cap, 2-1/2" & 3"	A

Strainers

© Spirax Sarco, Inc. 2010

Spirax Sarco, Inc., 1150 Northpoint Blvd, Blythewood, SC 29016 Telephone: (803) 714-2000 FAX (803) 714-2222

Anexo I-2

Hoja de dimensionamiento tanque de flasheo

Dimensionado de tanques de revaporizado con tres presiones en purgadores

Presión en los purgadores bar r	Presión de revaporizado bar r % de revaporizado													
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10
40	29,9	28,1	26,8	25,6	24,6	23,7	22,9	21,5	20,3	19,2	18,2	17,3	16,5	15,6
39	29,6	27,8	26,4	25,3	24,3	23,4	22,6	21,2	20,0	18,9	17,9	17,0	16,1	15,3
38	29,3	27,5	26,1	25,0	23,9	23,1	22,3	20,9	19,6	18,5	17,5	16,6	15,7	14,9
37	29,0	27,2	25,8	24,6	23,6	22,7	21,9	20,5	19,3	18,2	17,2	16,2	15,4	14,6
36	28,7	26,8	25,4	24,3	23,3	22,4	21,6	20,2	18,9	17,8	16,8	15,9	15,0	14,2
35	28,3	26,5	25,1	23,9	22,9	22,0	21,2	19,8	18,5	17,4	16,4	15,5	14,6	13,8
34	27,9	26,1	24,7	23,5	22,5	21,6	20,8	19,4	18,2	17,0	16,0	15,1	14,2	13,4
33	27,6	25,8	24,4	23,2	22,2	21,3	20,5	19,0	17,8	16,7	15,7	14,7	13,8	13,0
32	27,2	25,4	24,0	22,8	21,8	20,9	20,1	18,7	17,4	16,3	15,3	14,3	13,4	12,6
31	26,9	25,0	23,6	22,4	21,4	20,5	19,7	18,3	17,0	15,9	14,9	13,9	13,0	12,2
30	26,5	24,7	23,2	22,0	21,0	20,1	19,3	17,9	16,6	15,5	14,4	13,5	12,6	11,8
29	26,1	24,3	22,9	21,7	20,6	19,7	18,9	17,5	16,2	15,1	14,0	13,1	12,2	11,3
28	25,7	23,9	22,4	21,3	20,2	19,3	18,5	17,0	15,8	14,6	13,6	12,6	11,7	10,9
27	25,3	23,5	22,0	20,8	19,8	18,9	18,1	16,6	15,3	14,2	13,2	12,2	11,3	10,5
26	24,9	23,1	21,6	20,4	19,4	18,5	17,6	16,2	14,9	13,8	12,7	11,7	10,8	10,0
25	24,5	22,6	21,2	20,0	18,9	18,0	17,2	15,7	14,4	13,3	12,2	11,3	10,4	9,5
24	24,1	22,2	20,7	19,5	18,5	17,6	16,7	15,3	14,0	12,8	11,8	10,8	9,9	9,0
23	23,6	21,7	20,3	19,1	18,0	17,1	16,3	14,8	13,5	12,3	11,3	10,3	9,4	8,5
22	23,2	21,3	19,8	18,6	17,6	16,6	15,8	14,3	13,0	11,8	10,8	9,8	8,9	8,0
21	22,7	20,8	19,3	18,1	17,1	16,1	15,3	13,8	12,5	11,3	10,3	9,3	8,4	7,5
20	22,2	20,3	18,8	17,6	16,6	15,6	14,8	13,3	12,0	10,8	9,7	8,7	7,8	6,9
19	21,7	19,8	18,3	17,1	16,0	15,1	14,2	12,7	11,4	10,2	9,2	8,2	7,2	6,4
18	21,2	19,3	17,8	16,6	15,5	14,5	13,7	12,2	10,8	9,7	8,6	7,6	6,7	5,8
17	20,6	18,7	17,2	16,0	14,9	14,0	13,1	11,6	10,3	9,1	8,0	7,0	6,1	5,2
16	20,1	18,2	16,7	15,4	14,3	13,4	12,5	11,0	9,7	8,5	7,4	6,4	5,4	4,5
15	19,5	17,6	16,1	14,8	13,7	12,8	11,9	10,4	9,0	7,8	6,7	5,7	4,8	3,9
14	18,9	16,9	15,4	14,2	13,1	12,1	11,2	9,7	8,4	7,1	6,0	5,0	4,1	3,2
13	18,2	16,3	14,8	13,5	12,4	11,4	10,6	9,0	7,6	6,4	5,3	4,3	3,3	2,4
12	17,5	15,6	14,1	12,8	11,7	10,7	9,8	8,3	6,9	5,7	4,6	3,5	2,6	1,7
11	16,8	14,8	13,3	12,0	10,9	10,0	9,1	7,5	6,1	4,9	3,8	2,7	1,8	0,9
10	16,1	14,1	12,5	11,3	10,1	9,2	8,3	6,7	5,3	4,1	2,9	1,9	0,9	-
9	15,2	13,2	11,7	10,4	9,3	8,3	7,4	5,8	4,4	3,2	2,0	1,0	-	-
8	14,4	12,3	10,8	9,5	8,4	7,4	6,5	4,9	3,5	2,2	1,1	-	-	-
7	13,4	11,4	9,8	8,5	7,4	6,4	5,4	3,8	2,4	1,2	-	-	-	-
6	12,3	10,3	8,7	7,4	6,3	5,2	4,3	2,7	1,3	-	-	-	-	-
5	11,2	9,1	7,5	6,2	5,0	4,0	3,1	1,4	-	-	-	-	-	-
4	9,8	7,7	6,1	4,8	3,6	2,6	1,7	-	-	-	-	-	-	-
3	8,3	6,2	4,5	3,2	2,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2	6,3	4,2	2,6	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	3,8	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Factor LP =	1,673	1,149	0,881	0,714	0,603	0,522	0,405	0,374	0,315	0,272	0,240	0,215	0,194	0,177

Presión en purgadores		Presión revaporizado	% revaporizado		Carga de condensado		Caudal de revaporizado		Total caudal revaporizado
8 bar r	→	2 bar r	8.4 %	X	1277.05 kg/h	=	107.27 kg/h	→	107.27 kg/h
bar r	→	bar r	%	X	kg/h	=	kg/h	→	
bar r	→	bar r	%	X	kg/h	=	kg/h		

Total revaporizado		Factor LP	=	Volumen total	÷	Factor de velocidad	=	* Velocidad	Escoger < 3 m/s	
107.27 kg/h	X	0.603		64.69 m³/h		67		0.97 m/s	FV6	X
						138		0.47 m/s	FV8	
						243		0.27 m/s	FV12	
						385		0.17 m/s	FV15	
						560		0.12 m/s	FV18	

* **Nota:** Dimensionar a velocidad de paso de 3 m/s o inferior.

Anexo I-3

Catálogo Tanque de flasheo

Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

TI-P404-03
AB Issue 8

Tanque de revaporizado Tipo FV

Descripción

El tanque de revaporizado Spirax Sarco Tipo FV está diseñado y construído según ASME VIII DIV 1 2004 + ADD06. De diseño de drenaje libre esencial en purga de calderas.

Aplicaciones

Estos tanques son particularmente adecuados para los sistemas de recuperación de calor de las purgas de caldera donde la eficiente separación del revaporizado de la purga es esencial para prevenir la contaminación del tanque de alimentación de caldera y/o las superficies de transferencia de calor. Igualmente adecuados para recuperar revaporizado de los condensados.

Principales características:

- Diseñado y construido cumpliendo con la Normativa Europea de Equipos a Presión 97/23/EC.
- Velocidad baja de separación para producir vapor seco.
- Drenaje libre.

Tamaños y conexiones

Conexiones disponibles como estándar:

Conexiones roscadas BS 21 cónica.

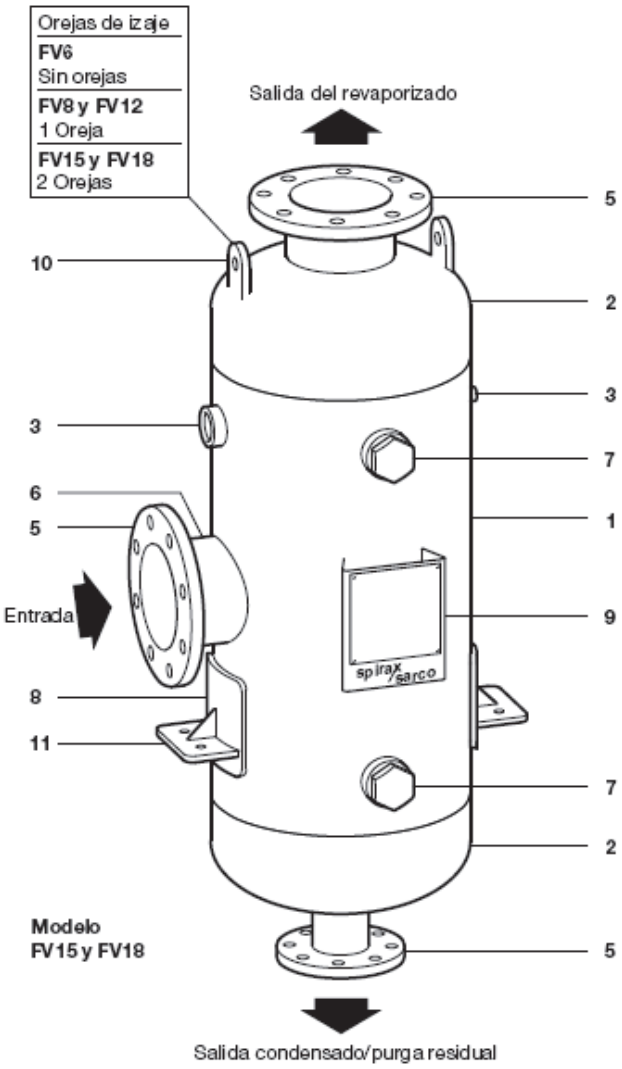
Conexiones con bridas de acuerdo con EN 1092 PN16.

Nota: Los recipientes están disponibles con bridas de acuerdo con BS 1560 Clase 150 o 300, o roscadas NPT.

Condiciones límite

Condiciones máximas de diseño 14 bar r a 198°C (temperatura de saturación del vapor).	
Temperatura mínima de diseño (de trabajo)	-10°C
Prueba hidráulica de acuerdo con la Normativa Europea de Equipos a Presión 97/23/EC.	

Nota: Estos recipientes pueden soportar condiciones de vacío.



Materiales

No.	Parte	Material	
1	Carcasa central	ASTM A106B	Máx. C. 0,25%
2	Extremos	ASTM A234 WPB	Máx. C. 0,25%
3	Conexión - manómetro	ASTM A105N	Máx. C. 0,25%
4	Conexión - válvula de seguridad	ASTM A105N	Máx. C. 0,25%
5	Conexión - con bridas	ASTM A516-70	Máx. C. 0,25%
6	Conexión - tubo	ASTM A106B	Máx. C. 0,25%
7	Tapón	ASTM A105N	Máx. C. 0,25%
8	Placa soporte	ASTM A516-60	Máx. C. 0,25%
9	Soporte placa características	BS EN 10028-2 P265GH	Máx. C. 0,25%
10	Orejas de izaje	ASTM A516-60	Máx. C. 0,21%
11	Pies soporte	BS EN 10025 S275	

En beneficio del desarrollo y mejora del producto, nos reservamos el derecho de cambiar la especificación.

© Copyright 2008

Dimensionado

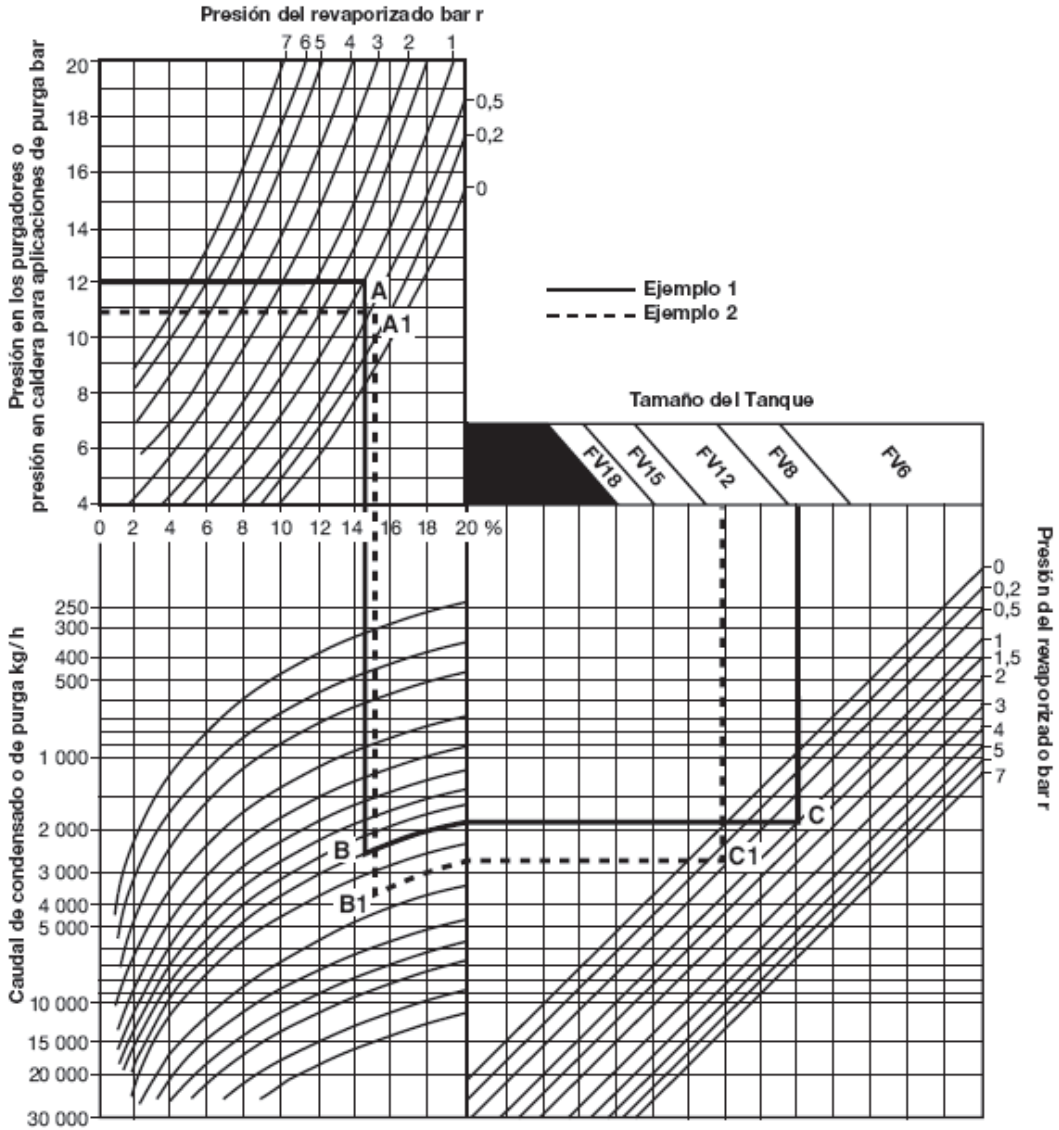
Usar el gráfico para la selección del tamaño de tanque adecuado. Es necesario conocer la presión en los purgadores o de la caldera en el caso de recuperación de calor, la presión del revaporizado (deseada o existente) y el caudal de condensado o purga.

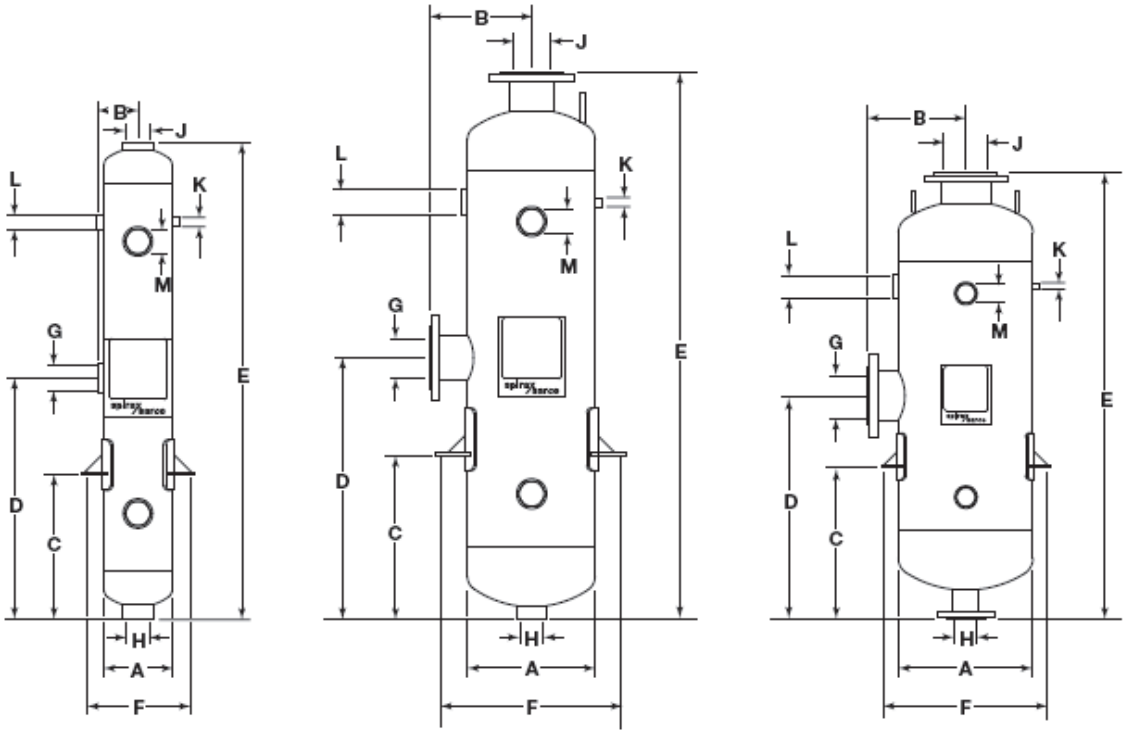
Ejemplo 1: (líneas continuas)
Una sala de calderas trabajando a 12 bar r tiene un caudal de purga de TDS de 2500 kg/h (3 calderas a 833 kg/h cada una). El revaporizado de la purga se añadirá a un sistema de baja presión de 1 bar r.

1. Desde la presión de caldera trazar una horizontal hasta la presión del revaporizado - **A**
2. Bajar verticalmente hasta el caudal de purga en kg/ h - **B**
3. Seguir la curva hacia la derecha hasta cortar la línea de presión del revaporizado - **C**
4. Subir hasta el tamaño del tanque. Seleccionar el tanque de revaporizado - en este caso se requiere un **FV8**.

Ejemplo 1: (líneas discontinuas)
Una planta trabaja con vapor a 11 bar y condensa 4000 kg/h de vapor. Revaporizado para recuperar a 0,5 bar r.

1. Desde la presión en los purgadores trazar una horizontal hasta la presión del revaporizado - **A1**
2. Bajar verticalmente hasta el caudal de condensado en kg/ h - **B1**
3. Seguir la curva hacia la derecha hasta cortar la línea de presión del revaporizado - **C1**
4. Subir hasta el tamaño del tanque. Seleccionar el tanque de revaporizado - en este caso se requiere un **FV12**.





FV6 FV8 y FV12 FV15 y FV18

Dimensiones/ peso (aproximados) en pulgadas, mm y kg

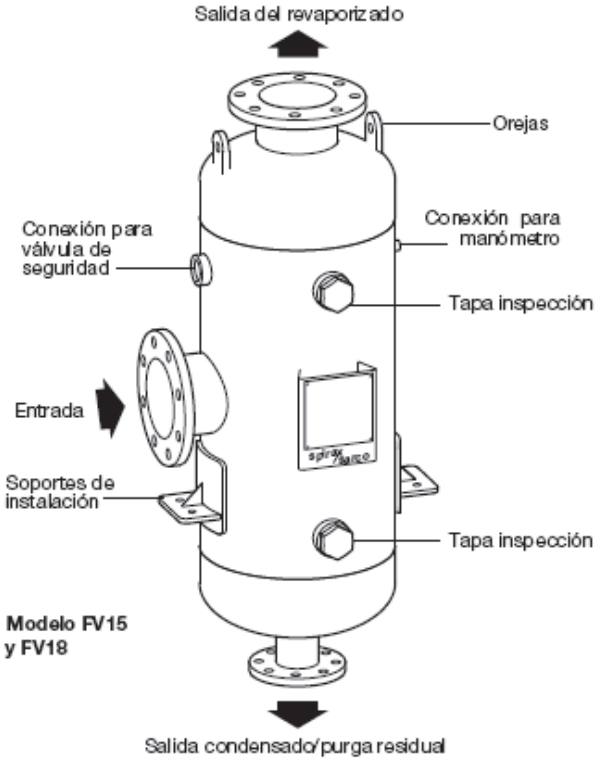
	FV6	FV8	FV12	FV15	FV18
A	168	219	324	406	457
B	104	210	262	303	329
C	370	413	418	390	514
D	620	663	668	640	764
E	1225	1391	1400	1275	1521
F	230	281	411	492	544
G	2"	DN80	DN100	DN150	DN150
H	2"	2"	2"	DN80	DN80
J	2"	DN80	DN100	DN150	DN150
K	½"	½"	½"	½"	½"
L	¾"	1"	1½"	1½"	2"
M	2"	2"	2"	2"	2"
Peso	45	76	130	150	193

Como pasar pedido

Ejemplo: 1 - Tanque revaporizado Spirax Sarco FV6 roscado BSP. Tanque construido según ASME VIII DIV 1 2004 + ADD06.

Instalación

El tanque debe montarse con la salida del revaporizado en la parte superior y conectado como se ha dicho anteriormente. Cada tanque incorpora un orificio roscado a ½" para colocar manómetro. Es recomendable instalar un purgador de flotador para drenaje. Se entrega con orificio para válvula de seguridad aunque no tiene que ser del mismo tamaño que el orificio. El cálculo debe hacerse de acuerdo con el Reglamentos locales y nacionales.



Modelo FV15 y FV18

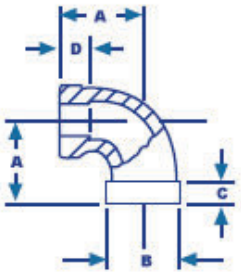
ANEXO J

CATÁLOGOS DE ACCESORIOS Y AISLANTE TÉRMICO

Codo de 90° REF

90° elbows, banded

150 lbs.
Hierro maleable

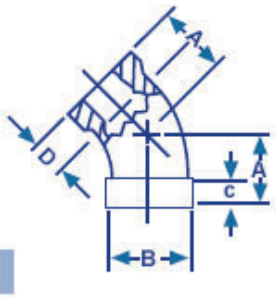


MEDIDA	A	B	C	D
1/8"	0.690	0.690	0.208	0.250
1/4"	0.810	0.840	0.210	0.320
3/8"	0.950	1.010	0.230	0.360
1/2"	1.120	1.200	0.250	0.430
3/4"	1.310	1.460	0.270	0.500
1"	1.500	1.770	0.300	0.580
1 1/4"	1.750	2.150	0.340	0.670
1 1/2"	1.950	2.430	0.370	0.700
2"	2.250	2.960	0.420	0.750
2 1/2"	2.700	3.590	0.480	0.920
3"	3.080	4.280	0.550	0.980
4"	3.790	5.400	0.660	1.080
6"	5.130	7.770	0.900	1.280

Codo de 45° REF

45° elbows, banded

150 lbs.
Hierro maleable

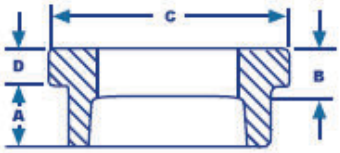


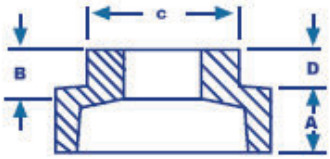
MEDIDA	A	B	C	D
1/4"	0.730	0.840	0.210	0.320
3/8"	0.800	1.010	0.230	0.360
1/2"	0.880	1.200	0.250	0.430
3/4"	0.980	1.460	0.270	0.500
1"	1.120	1.770	0.300	0.580
1 1/4"	1.290	2.150	0.340	0.670
1 1/2"	1.430	2.430	0.370	0.700
2"	1.680	2.960	0.420	0.750
2 1/2"	1.950	3.590	0.480	0.920
3"	2.170	4.280	0.550	0.980
4"	2.610	5.400	0.660	1.080

Reducción bushing

Bushings

150 lbs.
Hierro maleable





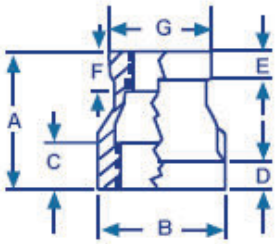
MEDIDA	A	B	C	D
3/8 x 1/8"	0.480	0.250	0.680	0.160
3/8 x 1/4"	0.480	0.400	0.680	0.160
1/2 x 1/4"	0.560	0.320	0.870	0.190
1/2 x 3/8"	0.560	0.410	0.870	0.190
3/4 x 1/4"	0.630	0.320	1.150	0.220
3/4 x 3/8"	0.630	0.360	1.150	0.220
3/4 x 1/2"	0.630	0.530	1.150	0.220
1 x 1/4"	0.750	0.320	1.120	0.300
1 x 3/8"	0.750	0.360	1.120	0.300
1 x 1/2"	0.750	0.430	1.420	0.250
1 x 3/4"	0.750	0.500	1.420	0.250
1 1/4 x 1/2"	0.800	0.430	1.340	0.340
1 1/4 x 3/4"	0.800	0.500	1.760	0.280
1 1/4 x 1"	0.800	0.580	1.760	0.280
1 1/2 x 1/2"	0.830	0.430	1.340	0.370
1 1/2 x 3/4"	0.830	0.500	1.630	0.370
1 1/2 x 1"	0.830	0.580	2.000	0.310
1 1/2 x 1 1/4"	0.830	0.710	2.000	0.310
2 x 1/2"	0.880	0.430	1.340	0.410
2 x 3/4"	0.880	0.500	1.630	0.410
2 x 1"	0.880	0.580	1.950	0.410
2 x 1 1/4"	0.880	0.670	2.480	0.340
2 x 1 1/2"	0.880	0.700	2.480	0.340
2 1/2 x 1"	1.070	0.580	1.950	0.440
2 1/2 x 1 1/4"	1.070	0.670	2.390	0.440
2 1/2 x 1 1/2"	1.070	0.700	2.680	0.440
2 1/2 x 2"	1.070	0.750	2.980	0.370
3 x 1"	1.130	0.580	1.950	0.480
3 x 1 1/4"	1.130	0.670	2.390	0.480
3 x 1 1/2"	1.130	0.700	2.680	0.480
3 x 2"	1.130	0.750	3.280	0.480
3 x 2 1/2"	1.130	0.920	3.860	0.400
4 x 1"	1.220	0.580	1.950	0.600
4 x 1 1/4"	1.220	00.67	2.390	0.600
4 x 1 1/2"	1.220	0.700	2.680	0.600
4 x 2"	1.220	0.750	3.280	0.600
4 x 2 1/2"	1.220	0.920	3.860	0.600
4 x 3"	1.220	0.980	4.620	0.500
6 x 2"	1.400	0.750	3.280	0.750
6 x 2 1/2"	1.400	0.920	3.860	0.750
6 x 3"	1.400	0.980	4.620	0.750
6 x 4"	1.400	1.080	5.790	0.750

Reducción Campana

Reducing Couplings

150 lbs.

Hierro maleable

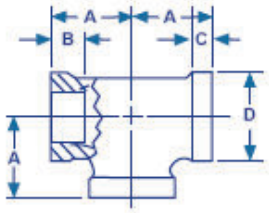


TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G
3/8 x 1/4"	1.130	1.010	0.360	0.230	0.210	0.320	0.840
1/2 x 1/4"	1.250	1.200	0.430	0.250	0.210	0.320	0.840
1/2 x 3/8"	1.250	1.200	0.430	0.250	0.230	0.360	1.010
3/4 x 1/4"	1.440	1.460	0.500	0.270	0.210	0.320	0.840
3/4 x 3/8"	1.440	1.460	0.500	0.270	0.230	0.360	1.010
3/4 x 1/2"	1.440	1.460	0.500	0.270	0.250	0.430	1.200
1 x 1/4"	1.690	1.770	0.580	0.300	0.210	0.320	0.840
1 x 3/8"	1.690	1.770	0.580	0.300	0.230	0.360	1.010
1 x 1/2"	1.690	1.770	0.580	0.300	0.250	0.430	1.200
1 x 3/4"	1.690	1.770	0.580	0.300	0.270	0.500	1.460
1 1/4 x 1/2"	2.060	2.150	0.670	0.340	0.250	0.430	1.200
1 1/4 x 3/4"	2.060	2.150	0.670	0.340	0.270	0.500	1.460
1 1/4 x 1"	2.060	2.150	0.670	0.340	0.300	0.580	1.770
1 1/2 x 1/2"	2.310	2.430	0.700	0.370	0.250	0.430	1.200
1 1/2 x 3/4"	2.310	2.430	0.700	0.370	0.270	0.500	1.460
1 1/2 x 1"	2.310	2.430	0.700	0.370	0.300	0.580	1.770
1 1/2 x 1 1/4"	2.310	2.430	0.700	0.370	0.340	0.670	2.150
2 x 1/2"	2.810	2.960	0.750	0.420	0.250	0.430	1.200
2 x 3/4"	2.810	2.960	0.750	0.420	0.270	0.500	1.460
2 x 1"	2.810	2.960	0.750	0.420	0.300	0.580	1.770
2 x 1 1/4"	2.810	2.960	0.750	0.420	0.340	0.670	2.150
2 x 1 1/2"	2.810	2.960	0.750	0.420	0.370	0.700	2.430
2 1/2 x 1/2"	3.250	3.590	0.920	0.480	0.250	0.430	1.200
2 1/2 x 2"	3.250	3.590	0.920	0.480	0.420	0.750	2.960
3 x 2	3.690	4.280	0.980	0.550	0.420	0.750	2.960
3 x 2 1/2	3.690	4.280	0.980	0.550	0.480	0.920	3.590
4 x 3	4.380	5.400	1.080	0.660	0.550	0.980	4.280

Tee Reforzada

Tees Banded

150 lbs.
Hierro maleable

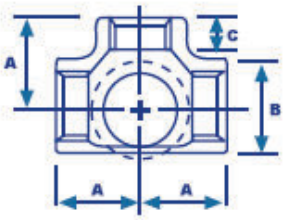


MEDIDA	A	B	C	D
1/4"	0.810	0.320	0.210	0.840
3/8"	0.950	0.360	0.230	1.010
1/2"	1.120	0.430	0.250	1.200
3/4"	1.310	0.500	0.270	1.460
1"	1.500	0.580	0.300	1.770
1 1/4"	1.750	0.670	0.340	2.150
1 1/2"	1.950	0.700	0.370	2.430
2"	2.250	0.750	0.420	2.960
2 1/2"	2.700	0.920	0.480	3.590
3"	3.080	0.980	0.550	4.280
4"	3.790	1.080	0.660	5.400
6"	5.130	1.280	0.900	7.770

Tee Rincón

Side outlet tees, plain

150 lbs.
Hierro maleable



MEDIDA	A	B	C
1/2"	1.10	1.140	0.430
3/4"	1.300	1.390	0.500
1"	1.500	1.705	0.580

Tuerca Unión

Unions, brass to iron seat

150 lbs.

Hierro maleable

MEDIDA	A	B	C
1/4"	1.290	1.440	0.560
3/8"	1.440	1.610	0.630
1/2"	1.760	1.790	0.700
3/4"	1.960	2.020	0.712
1"	2.160	2.120	0.780
1 1/4"	2.750	2.260	0.860
1 1/2"	2.990	2.440	0.880
2"	3.620	2.750	1.000
2 1/2"	4.540	3.260	1.200
3"	5.060	3.530	1.220
4"	6.080	3.950	1.430

Y Griega

Y branches, banded

150 lbs.

Hierro maleable

MEDIDA	A	B	C	D
1/2"	1.710	1.710	0.610	2.320
3/4"	2.050	2.050	0.720	2.770
1"	2.430	2.430	0.850	3.280
1 1/4"	2.920	2.920	1.020	3.940
1 1/2"	3.280	3.280	1.100	4.380
2"	3.930	3.930	1.240	5.170
2 1/2"	4.730	4.730	1.520	6.250
3"	5.550	5.550	1.710	7.260
4"	6.970	6.970	2.010	8.980

KVC Industries Corp.

CLASS 800 FORGED STEEL BOLTED COVER PISTON CHECK VALVE

FIG. FPC-810T

Design: API 602
Testing: API 598
Threaded ends to: ASME B1.20.1
Socket weld ends to: ASME B16.11

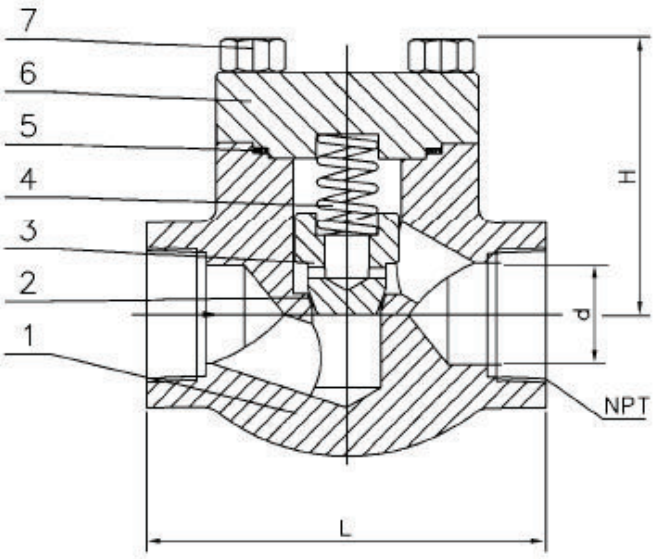
Materials:

No.	Part Name	Specification
1	Body	ASTM A105
2	Seat	Stellite overlay
3	Disc	A276-410
4	Spring	304SS
5	Gasket	Graphite + 304SS
6	Cover	ASTM A105
7	Cover bolt	ASTM A193 B7

Rating:
Carbon Steel class 800 – 1975 psig @ 100°F

Note:

- The above figure number (FPC-810T) designates threaded valve. If a socket weld end is required, change the "T" to an "S" (FPC-810S).
- Other trims and body materials are available upon request.
- Integral HF seat.
- Regular port.



Dimensions:

Size		d		L		H		Weight	
in	mm	In	mm	In	mm	in	mm	lb	kg
½	15	.39	10	3.11	79	2.40	61	2.64	1.2
¾	20	.51	13	3.62	92	2.40	61	3.08	1.4
1	25	.69	17.5	4.37	111	3.07	78	5.07	2.3
1¼	32	.91	23	4.72	120	3.31	84	8.60	3.9
1½	40	1.18	30	5.98	152	4.06	103	12.35	5.6
2	50	1.38	35	6.77	172	4.65	118	19.62	8.9

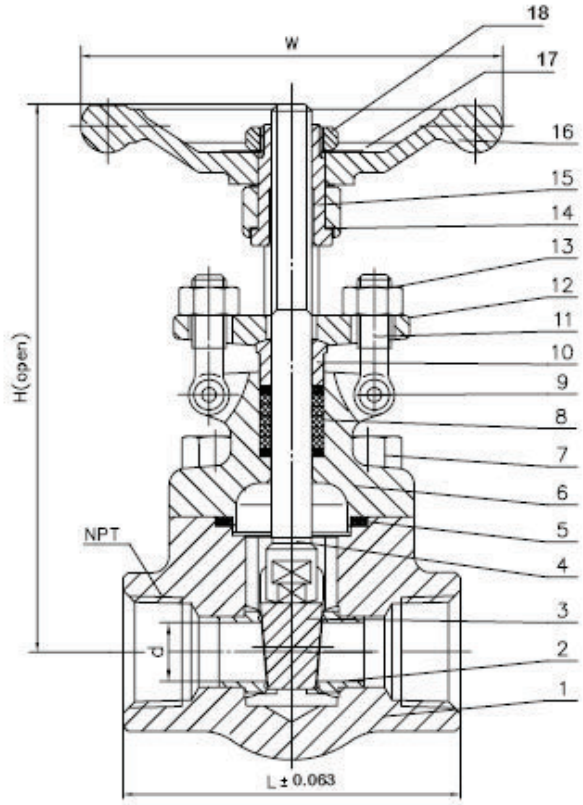
308 – 20701 Langley Bypass, Langley, BC, Canada, V3A 5E8 Tel: (604) 533-2073 Fax: (604) 533-2074

CRANE

Forged Steel Gate Valve
Class 800 Conventional Port (NPT)

Figure Number: B3604XUT

Gate valve, Conventional Port,
Bolted Bonnet, OS&Y, NPT Ends



inch / NPS	L	NPT	W	H	d			
2	5.12	2"	6.30	10.39	1.44			
11/2	4.72	11/2"	6.30	9.21	1.14			
11/4	4.49	11/4"	6.30	8.46	0.94			
1	3.94	1"	4.92	7.20	0.69			
3/4	3.15	3/4"	3.94	6.02	0.51			
1/2	2.87	1/2"	3.94	5.71	0.37			
3/8	2.87	3/8"	3.94	5.71	0.37			
1/4	2.87	1/4"	3.94	5.71	0.37			

No.	Name	Material	No.	Name	Material
9	Pin	ASTM A276 304	18	Handwheel Nut	
8	Packing	Graphite	17	Nameplate	
7	Bolt	ASTM A193 B7	16	Handwheel	ASTM A197
6	Bonnet	ASTM A105N	15	Yoke nut	ASTM A276 410
5	Gasket	304+Graphite	14	Gasket	ASTM A276 410
4	Stem	ASTM A182 F6a	13	Nut	ASTM A194 2H
3	Wedge	ASTM A276 420	12	Gland flange	ASTM A105N
2	Seat	ASTM A276 410+STL	11	Eye bolt	ASTM A193 B7
1	Body	ASTM A105N	10	Gland	ASTM A276 420

Technical Requirements

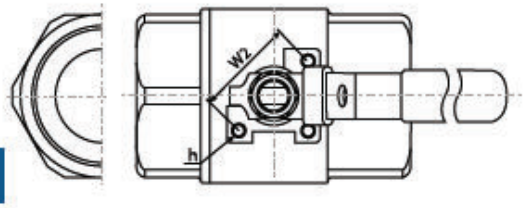
1. Design & manufacture conform to API 602
2. Test & inspect conform to API 598
3. Face to Face dimension conform to manufacturer's standard
4. NPT ends conform to ASME B1.20.

SUN®

2 PC FULL PORT 1000 PSI BALL VALVE, THREADED NPT

DESIGN FEATURES:

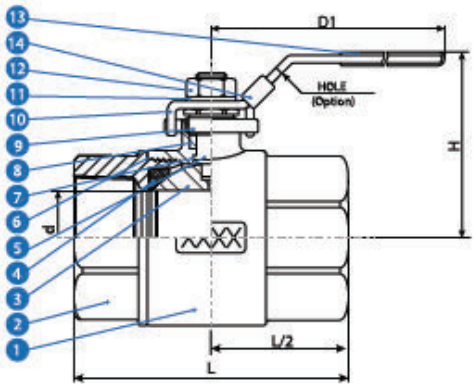
- PRESSURE RATING: 1000 PSI WOG (NON-SHOCK)
- STEAM RATING: 150 PSI WSP
- INVESTMENT CAST BODY & CAP
- BOTTOM-LOADED, BLOW-OUT-PROOF STEM EASY ACTUATOR MOUNTING
- STAINLESS STEEL HANDLE WITH VINYL GRIP
- OPTION: LOCKING DEVICE



MATERIAL LIST

	PART NAME	MATERIAL		QTY.
		STAINLESS STEEL	CARBON STEEL	
1	BODY	ASTM A351 Gr. CF8M / CF8	ASTM A216 WCB	1
2	CAP	ASTM A351 Gr. CF8M /CF8	ASTM A216 WCB	1
3	BALL	ASTM A351 Gr. CF8M / CF8	ASTM A351 Gr. CF8	1
4	STEM	ASTM A276 Gr. 316	ASTM A276 Gr. 304	1
5	SEAT	RPTFE / POLYFILL	RPTFE / POLYFILL	2
6	GASKET	PTFE	PTFE	1
7	THRUST WASHER	PTFE	PTFE	1
8	PACKING	PTFE	PTFE	1
9	GLAND	SS304	SS304	1
10	HANDLE	SS304	SS304	1
11	HANDLE WASHER	SS304	SS304	1
12	HANDLE NUT	SS304	SS304	1
13	HANDLE SLEEVE	VINYL GRIP	VINYL GRIP	1
14	LOCKING PLATE	SS304	SS304	1

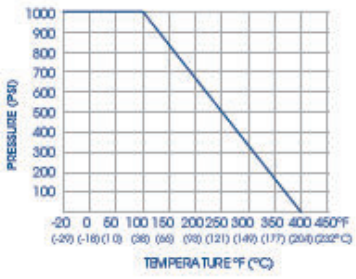
OPTIONS BODY: CF8 (304) AND CF8M (316)



DIMENSIONS

SIZE		d		L		D1		H		W2		h	Cv Factor
inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm		
1/4"	8	0.43	11.0	2.34	59.5	3.94	100	2.11	53.5	1.42	36	M5XP0.8	6
3/8"	10	0.49	12.5	2.34	59.5	3.94	100	2.22	56.4	1.42	36	M5XP0.8	12
1/2"	15	0.59	15.0	2.52	64.0	4.02	102	2.17	55.0	1.42	36	M5XP0.8	19
3/4"	20	0.79	20.0	3.03	77.0	4.96	126	2.60	66.0	1.42	36	M5XP0.8	37
1"	25	0.98	25.0	3.57	90.8	4.96	126	2.80	71.0	1.42	36	M5XP0.8	64
1 1/4"	32	1.26	32.0	3.87	98.3	5.98	152	3.50	89.0	1.97	50	M6XP1.0	103
1 1/2"	40	1.50	38.0	4.63	117.5	5.98	152	3.62	92.0	1.97	50	M6XP1.0	143
2"	50	2.00	50.8	5.35	136.0	7.48	190	4.21	107.0	1.97	50	M6XP1.0	360
2 1/2"	65	2.56	65.0	6.50	165.0	7.48	190	4.69	119.0	2.76	70	M8XP1.25	440
3"	80	3.15	80.0	7.62	193.5	11.81	300	5.16	131.0	4.02	102	M10XP1.5	520
4"	100	3.94	100.0	8.50	216.0	14.96	380	6.73	171.0	4.02	102	M10XP1.5	650

PRESSURE TEMPERATURE RATINGS



*Note: Dimensions, design and materials are subjet to change without notice.

GENEBRE S.A. · Avda. Joan Carles I, 46-48 · EDIFICIO GENEBRE
Tel. +34 93 298 80 00/01 · Fax +34 93 298 80 06
08908 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT Barcelona (Spain)
e-mail: genebre@genebre.es
internet: http://www.genebre.es

Art.: 3822N
Manómetro Ø63 con glicerina
Pressure gauge Ø63 with glycerine

Características
1- Tamaño: Ø63.
2- Manómetro con conexión: Radial inferior NPT ¼".
3- Con Glicerina.
4- Caja en acero inoxidable AISI 304.
5- Tubo "Bourdon" y racor en latón UNE-EN 12165.
6- Dial en blanco: Escala en negro (bar) y roja (psi).
7- Visor en policarbonato.
8- ASME B40.1-1991 B GRADE.
9- Clase de precisión 2,5.
10- Temperatura ambiente: -15ºC a +55ºC.
11- Temperatura máxima medio: +60ºC

Features
1- Size: Ø63.
2- Gauge with connection: Bottom mount NPT ¼".
3- With Glycerine.
4- Box in stainless steel AISI 304.
5- Tube " Bourdon " and connection in brass UNE-EN 12165.
6- White dial: black scale (bar) and red scale (psi).
7- Window in polycarbonate.
8- ASME B40.1-1991 B GRADE.
9- Precision class 2,5.
10- Ambient temperature: -15ºC a +55ºC.
11- Fluid maximum temperature: +60ºC.

Ref.	Escala / Scale		Dimensiones / Dimensions (mm.)				Peso / Weight (g.)
	bar	psi	A	L	D	F	
3822N 002	0 – 2,5	0 - 40	55	63	30	14 x 14	180
3822N 004	0 – 4	0 - 60					
3822N 006	0 – 6	0 - 90					
3822N 010	0 – 10	0 - 150					
3822N 016	0 – 16	0 - 240					
3822N 025	0 – 25	0 - 400					
3822N 040	0 – 40	0 -600					
3822N 060	0 – 60	0 - 900					
3822N 100	0 – 100	0 - 1500					

Espesores Recomendados
Aislamiento para Tubería Fiberglas®
Tuberías Calientes Ta= 25 °C (77 °F)[1]

TEMP. OPERACION		HASTA 65°C (150°F)						HASTA 121°C (250°F)						HASTA 177°C (350°F)						HASTA 232°C (450°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	7.44	7.15	28.7	83.6	1	25.4	20.0	19.23	33.8	92.9	1	25.4	36.2	34.80	40	104.0	1 1/2	38.0	45.9	44.13	38.9	102.0
3/4	19.1	1	25.4	8.95	8.60	29.4	84.9	1	25.4	24.2	23.27	35.4	95.8	1	25.4	43.7	42.01	42.2	108.0	1 1/2	38.0	53.3	51.24	41.1	106.0
1	25.4	1	25.4	9.28	8.92	28.8	83.9	1	25.4	25.0	24.03	34.2	93.5	1 1/2	38.0	45.2	43.45	40.6	105.0	2	50.8	49.7	47.78	36.4	97.5
1 1/2	38.0	1	25.4	12.1	11.63	29.3	84.8	1	25.4	32.5	31.24	35.3	95.6	1 1/2	38.0	46.5	44.70	36.8	98.2	2	50.8	57.6	55.37	36.2	97.2
2	51.0	1	25.4	14.1	13.56	29.5	85.1	1	25.4	38.2	36.72	35.8	96.5	1 1/2	38.0	53.0	50.95	37.1	98.7	2	50.8	70.2	67.49	38.3	101.0
3	76.0	1	25.4	19.1	18.36	29.9	85.9	1	25.4	51.6	49.61	36.8	98.2	1 1/2	38.0	70.3	67.58	38.3	101.0	2	50.8	91.6	88.06	40.0	104.0
4	102.0	1	25.4	22.9	22.02	30.3	86.5	1	25.4	62.1	59.70	37.0	98.6	2	50.8	69.7	67.01	35.7	96.2	2	50.8	109.3	105.08	40.5	105.0
6	152.0	1	25.4	33.9	32.59	30.6	87.1	1 1/2	38.0	66.6	64.03	34.3	93.8	2	50.8	94.4	90.75	36.6	97.8	2	50.8	148.0	142.28	42.2	108.0
8	203.0	1	25.4	42.3	40.67	30.7	87.3	1 1/2	38.0	80.4	77.29	34.3	93.8	2	50.8	116.0	111.52	37	98.6	2 1/2	63.5	149.0	143.24	38.9	102.0
10	254.0	1	25.4	54.6	52.49	31.2	88.2	1 1/2	38.0	94.2	90.56	34.2	93.6	2	50.8	137.0	131.71	37.1	98.7	2 1/2	63.5	181.0	174.01	39.4	103.0
12	304.0	1 1/2	38.0	40.6	39.03	28.9	84.0	1 1/2	38.0	109.0	104.79	34.4	93.9	2	50.8	158.0	151.90	37.3	99.1	2 1/2	63.5	208.0	199.96	40.0	104.0
14	356.0	1 1/2	38.0	46.8	44.99	29.2	84.6	2	50.8	99.0	95.18	32.8	91.0	2 1/2	63.5	149.0	143.24	35.6	96.1	2 1/2	63.5	233.0	224.00	40.6	105.0
16	406.0	1 1/2	38.0	52.8	50.76	29.3	84.7	2	50.8	110.0	105.75	32.9	91.2	2 1/2	63.5	167.0	160.55	35.8	96.4	3	76.0	225.0	216.31	38.3	101.0
18	457.0	1 1/2	38.0	58.8	56.53	29.1	84.4	2	50.8	124.0	119.21	33.0	91.4	2 1/2	63.5	185.0	177.85	35.9	96.7	3	76.0	249.0	239.38	38.9	102.0
20	508.0	1 1/2	38.0	64.9	62.39	29.3	84.8	2	50.8	136.0	130.75	33.1	91.5	2 1/2	63.5	203.0	195.16	36.1	96.9	3	76.0	273.0	262.45	38.9	102.0
24	610.0	1 1/2	38.0	76.9	73.93	29.4	84.9	2	50.8	161.0	154.78	33.2	91.7	2 1/2	63.5	239.0	229.77	36.2	97.2	3	76.0	320.0	307.64	38.9	102.0
26	660.0	1 1/2	38.0	81.0	77.87	29.3	84.8	2	50.8	170.4	163.82	33.1	91.5	2 1/2	63.5	254.7	244.86	36.2	97.1	3	76.0	340.0	326.87	38.9	102.0
28	711.0	1 1/2	38.0	86.9	83.54	29.3	84.8	2	50.8	182.5	175.45	33.1	91.6	2 1/2	63.5	271.5	261.01	36.2	97.2	3	76.0	364.0	349.94	38.9	102.0
30	762.0	2	50.8	73.6	70.76	28.4	83.2	2 1/2	63.5	163.0	156.70	31.8	89.2	3	76.0	250.0	240.34	34.7	94.4	3 1/2	89.0	342.0	328.79	37.4	99.4

TEMP. OPERACION		HASTA 287°C (550°F)						HASTA 343°C (650°F)						HASTA 399°C (750°F)						HASTA 454°C (850°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	2	50.8	67.0	64.41	44.4	112.0	2	50.8	82.2	79.02	44.4	112.0	2	50.8	110.00	105.75	50	122.0	2 1/2	63.5	126.0	121.13	47.2	117.0
3/4	19.1	2	50.8	77.7	74.70	47.2	117.0	2	50.8	93.6	89.98	46.7	116.0	2	50.8	126.00	121.13	52.8	127.0	2 1/2	63.5	140.0	134.59	49.4	121.0
1	25.4	2	50.8	72.5	69.70	14.1	106.0	2	50.8	100.7	96.81	46.1	115.0	2 1/2	63.5	122.00	117.29	46.7	116.0	3	76.0	147.0	141.32	47.8	118.0
1 1/2	38.0	2	50.8	83.9	80.66	40.6	105.0	2	50.8	116.6	112.10	45.6	114.0	2 1/2	63.5	142.00	136.51	46.7	116.0	3	76.0	171.0	164.39	48.3	119
2	51.0	2	50.8	102.0	98.06	43.3	110.0	2 1/2	63.5	142.1	136.61	49.4	121.0	2 1/2	63.5	169.00	162.47	50.6	123.0	3	76.0	201.0	193.23	51.7	125.0
3	76.0	2	50.8	134.0	128.82	45.6	114.0	2 1/2	63.5	161.5	155.26	47.2	117.0	3	76.0	194.00	186.51	48.3	119.0	3 1/2	89.0	230.0	221.11	50.0	122.0
4	102.0	2	50.8	159.4	153.24	46.7	116.0	2 1/2	63.5	191.1	183.72	48.3	119.0	3	76.0	225.00	216.31	49.4	121.0	3 1/2	89.0	268.0	257.65	51.1	124.0
6	152.0	2 1/2	63.5	184.0	176.89	43.9	111.0	3	76.0	224.4	215.73	46.1	115.0	3	76.0	302.00	290.33	52.2	126.0	3 1/2	89.0	346.0	332.63	53.3	128.0
8	203.0	2 1/2	63.5	217.0	208.62	43.9	111.0	3	76.0	164.7	158.34	46.1	115.0	3 1/2	89.0	319.00	306.68	66.7	120.0	4	102.0	382.0	367.24	51.1	124.0
10	254.0	2 1/2	63.5	264.0	253.80	45.0	113.0	3	76.0	319.5	307.16	47.8	118.0	3 1/2	89.0	383.00	368.20	50	122.0	4	102.0	454.0	436.46	52.8	127.0
12	304.0	2 1/2	63.5	304.0	292.26	45.6	114.0	3	76.0	366.6	352.44	48.3	119.0	3 1/2	89.0	438.00	421.08	50.6	123.0	4	102.0	518.0	497.99	53.3	128.0
14	356.0	3	76.0	293.0	281.68	43.3	110.0	3	76.0	406.8	391.08	49.4	121.0	3 1/2	89.0	483.00	464.34	51.7	125.0	4	102.0	555.0	533.56	53.9	129.0
16	406.0	3	76.0	328.0	315.33	43.9	111.0	3 1/2	89.0	401.1	385.60	46.1	115.0	4	102.0	472.00	453.77	48.3	119.0	4 1/2	114.3	578.0	555.67	52.2	126.0
18	457.0	3	76.0	362.0	348.02	43.9	111.0	3 1/2	89.0	443.0	425.89	46.7	116.0	4	102.0	520.00	499.91	48.9	120.0	4 1/2	114.3	636.0	611.43	52.8	127.0
20	508.0	3 1/2	89.0	349.0	335.52	41.7	107.0	3 1/2	89.0	484.7	465.98	47.2	117.0	4	102.0	568.00	546.06	48.9	120.0	4 1/2	114.3	694.0	667.19	53.3	128.0
24	610.0	3 1/2	89.0	409.0	393.20	41.7	107.0	4	102.0	494.4	475.30	44.4	112.0	4	102.0	664.00	638.35	50.6	122.0	4 1/2	114.3	810.0	778.71	53.9	129.0
26	660.0	3 1/2	89.0	434.0	417.23	41.7	107.0	4	102.0	538.9	518.08	42.8	109.0	4	102.0	724.00	696.03	50.6	123.0	4 1/2	114.3	858.0	824.85	53.9	129.0
28	711.0	3 1/2	89.0	464.0	446.07	42.2	108.0	4	102.0	575.1	552.88	45.0	113.0	4	102.0	773.00	743.14	50.6	123.0	4 1/2	114.3	915.0	879.65	53.9	129.0
30	762.0	4	102.0	432.0	415.31	40.0	104.0	4 1/2	114.3	559.0	537.40	43.3	110.0	4 1/2	114.3	751.00	721.99	48.3	119.0	5	127.0	897.0	862.35	51.7	125

E.R.: ESPESOR RECOMENDADO
T.S.: TEMPERATURA DE SUPERFICIE APROXIMADA

P.C.: PÉRDIDA DE CALOR
Ta.:TEMPERATURA AMBIENTE

[1] Estos valores son una referencia para cálculos específicos con los valores indicados. Para mayor información, favor de consultar a su representante de ventas, que con gusto responderá a todas sus preguntas.

ANEXO K

DESGLOSE DE RUBROS

Tabla K-1. Desglose de rubro tubería de 3”

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendimiento	Costo unitario [USD]
Equipos	Herramientas menores		1	1,50	0,75	2,00
	Roscadora		1	3,50	0,75	4,67
	Compresor		1	3,13	0,75	4,17
	Andamios		1	2,00	0,75	2,67
Mano de obra	Maestro fierrero		1	3,38	0,75	4,51
	Ayudante Maestro fierrero		2	3,05	0,75	8,13
Materiales	Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 3"	m	1	12,71		12,71
	Aislamiento termico tipo cañuela, Ø 3"x1-1/2" de espesor	u	1,1	6,60		7,26
	Cinta metalica 2"x15m	m	0,25	13,25		3,31
	Accesorios de conexión; codos, tee, reducciones, Ø 3"	u	0,29	16,41		4,76
	Discos de corte y desbaste	u	0,25	7,56		1,89
	Teflón y Permatex	u	0,2	14,56		2,91
	Pintura anticorrosiva	Galón	0,05	15,56		0,78
				COSTO DIRECTO		59,77
				UTILIDAD E INDIRECTOS (25%)		14,94
				TOTAL [USD]		74,71

Tabla K-2. Desglose de rubro soportería para tubería de 3”.

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendimiento	Costo unitario [USD]
Equipos	Herramientas menores		1	1,50	1,00	1,50
	Soldadora eléctrica		1	5,00	1,00	5,00
	Amoladora		1	1,50	1,00	1,50
	Taladro		1	1,50	1,00	1,50
	Andamios		1	2,00	1,00	2,00
Mano de obra	Maestro Soldador		1	3,38	1,00	3,38
	Ayudante fierrero		1	3,05	1,00	3,05
Materiales	Angulo de hierro negro, 1x4mm de espesor	m	0,15	27,39		4,109
	Varilla roscada	m	2	3,97		7,94
	Pernos de expansión	u	2	4,235		8,47
	Tuercas	u	8	0,25		2,00
	Arandelas	u	8	0,25		2,00
				COSTO DIRECTO		42,45
				UTILIDAD E INDIRECTOS (25%)		10,61
				TOTAL [USD]		53,06

Tabla K-3. Costo total para el montaje de tubería de 3”

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
Tuberia de hierro negro ASTM A53 SCH40 sin costura, Ø 3"	m	66	74,71	4930,86
Soportetía para tubería de hierro negro, , Ø 3"	u	20	53,06	1061,2
			TOTAL	5992,06

Tabla K-4. Desglose de rubro drenaje de condensado

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendimiento	Costo unitario [USD]
Equipos	Herramientas menores		1	1,50	0,5	3,00
	Roscadora		1	3,50	0,5	7,00
Mano de obra	Maestro fierrero		1	3,38	0,5	6,76
	Ayudante Maestro fierrero		2	3,05	0,5	12,20
Materiales	Trampa tipo Balde invertido Spirax Sarco HM34/10 de 1"	u	1	348,46		348,46
	Válvula de compuerta clase 800 de 1"	u	2	65,5		131,00
	Válvula check clase 800 de 1"	u	1	60,5		60,50
	Universales de 1"	u	2	2,75		5,50
	Teflón y Permatex	u	1	14,56		14,56
	Pintura anticorrosiva	Galón	0,05	15,56		0,78
				COSTO DIRECTO		589,76
				UTILIDAD E INDIRECTOS (25%)		147,44
				TOTAL [USD]		737,20

Tabla K-5. Desglose del rubro tanque de revaporizado

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendimiento	Costo unitario [USD]
Equipos	Herramientas menores		1	1,50	0,1	15,00
	Roscadora		1	3,50	0,1	35,00
	Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo unitario [USD]**
Mano de obra	Maestro fierrero		1	3,38	0,1	33,80
	Ayudante Maestro fierrero		2	3,05	0,1	61,00
	Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo**	**Rendimiento**	**Costo unitario [USD]**
Materiales	Tanque de revaporizado Spirax Sarco FV6	u	1	1972,08		1972,08
	Pernos de anclaje	u	4	1,25		5,00
	Soporte metálico	u	1	120,56		120,56
	Teflón y Permatex	u	1	14,56		14,56
	Pintura anticorrosiva	Galón	0,1	15,56		1,56
				COSTO DIRECTO		2258,56
				UTILIDAD E INDIRECTOS (25%)		564,64
				TOTAL [USD]		2823,20

Tabla K-6. Desglose del rubro instalación de válvulas

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendimiento	Costo unitario [USD]
Equipos	Herramientas menores		1	1,50	1	1,50
	Roscadora		1	3,50	1	3,50
	Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo unitario [USD]**
Mano de obra	Maestro fierrero		1	3,38	1	3,38
	Ayudante Maestro fierrero		1	3,05	1	3,05
	Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo**	**Rendimiento**	**Costo unitario [USD]**
Materiales	Válvula de compuerta de 2"	u	1	183,15		183,15
	Teflón y Permatex	u	0,25	14,56		3,64
				COSTO DIRECTO		198,22
				UTILIDAD E INDIRECTOS (25%)		49,56
				TOTAL [USD]		247,78

Tabla K-7. Desglose rubro desmontaje de tubería

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Hora	Rendimiento	Costo unitario [USD]
Equipos	Herramientas menores		1	1,50	1,00	1,50
	Amoladora		1	1,50	1,00	1,50
	Taladro		1	1,50	1,00	1,50
	Andamios		1	2,00	1,00	2,00
	Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo unitario [USD]**
Mano de obra	Maestro fierrero		2	3,38	1,00	3,38
	Ayudante Maestro fierrero		5	3,05	1,00	15,25
				COSTO DIRECTO		25,13
				UTILIDAD E INDIRECTOS (25%)		6,28
				TOTAL [USD]		31,41

ANEXO L

PLANOS