

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y

FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA



TESIS:
DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE
ACEITE TÉRMICO

**Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista, que presenta
el bachiller:**

Martín Alexander Chacabana Vilca

Arequipa – Perú
2016

DEDICATORIA

A Dios porque él dijo:

“NUNCA TE DEJARE NI TE DESAMPARARE”

*A mis padres que están ahí en el cielo
guiándome que son las estrellas en el cielo
que me acompañan e iluminan.*

*A mis hermanos y familiares por toda la ayuda
y el apoyo que me brindaron*

RESUMEN

El aceite de pescado sin refinar presenta diferentes contaminantes, para lograr su purificación se necesita que este llegue a su punto de ebullición ($>250^{\circ}\text{C}$), con los sistemas tradicionales de vapor no se puede llegar a dicho punto de ebullición por ende se necesita utilizar otro tipo de tecnología como el del aceite térmico

En este trabajo se desarrolló un sistema de aceite térmico para la refinación del aceite de pescado cuya demanda de este es de 5000 kg/hr según el proceso hecho por TASA.

Se seleccionó una caldera de aceite térmico de 1'200'000 BTU/hr (FT-0120), con una capacidad de aceite térmico de 21 gal y con un caudal recomendado de 75 GPM. También se seleccionó un tanque de expansión FT-200L con capacidad de 46 gal. Además se seleccionó una bomba de recirculación de 10 Hp enfriado por aire y por último la selección de un aceite térmico de grado alimenticio.

La eficiencia de la caldera de aceite térmico está alrededor del 80 %.

En lo que respecta al sistema de tuberías para la distribución de aceite térmico se seleccionó un diámetro DN 40 Sch 40 sin costura para la alimentación y retorno, además seleccionamos válvulas y accesorios de acuerdo a los diámetros, presión y temperatura.

El presupuesto de dicha obra está valorizado en 885,835.99 Nuevos Soles incluyendo los costos de la instalación, compra de materiales y equipos de todo el proyecto.

Palabras Claves: Caldera de aceite térmico, aceite térmico, bomba de aceite térmico, aceite de pescado, destilación molecular y short path evaporator.

ABSTRACT

Unrefined fish oil presents different contaminants, to achieve its purification it needs to reach its boiling point ($>250^{\circ}\text{C}$), with traditional steam systems can not reach that boiling point so it is needed Use other technology such as thermal oil

In this work was developed a thermal oil system for the refining of fish oil whose demand of this is 5000 kg / hr according to the process done by TASA.

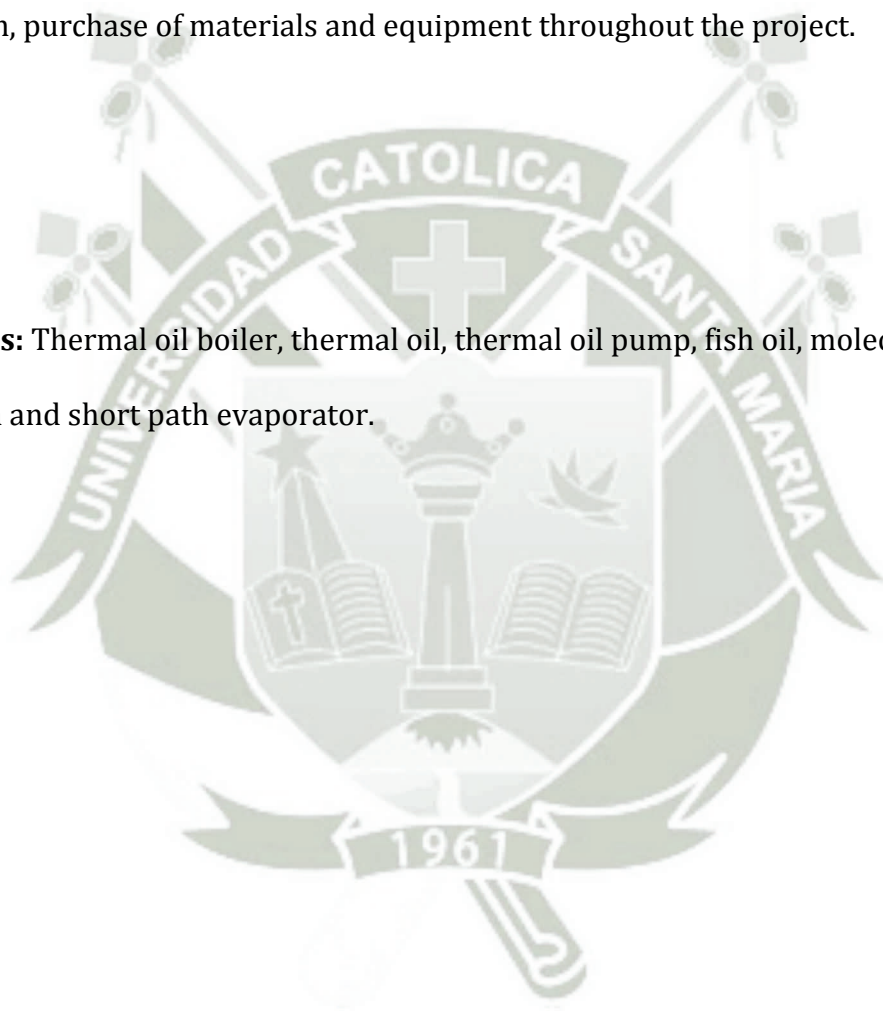
A thermal oil boiler of 1'200'000 BTU / hr (FT-0120) was selected, with a thermal oil capacity of 21 gal and with a recommended flow of 75 GPM. An FT-200L expansion tank with a capacity of 46 gal was also selected. In addition, an air cooled 10 Hp recirculation pump was selected and finally the selection of a food grade thermal oil.

The efficiency of the thermal oil boiler is about 80%.

With regard to the piping system for the distribution of thermal oil, a DN 40 Sch 40 diameter was selected without seam for the feed and return, in addition we selected valves and accessories according to the diameters, pressure and temperature.

The budget of this work is valued at 885,835.99 Nuevos Soles including the costs of installation, purchase of materials and equipment throughout the project.

Key Words: Thermal oil boiler, thermal oil, thermal oil pump, fish oil, molecular distillation and short path evaporator.



ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Descripción del Problema 1

1.2 Objetivo General 2

1.3 Objetivos Específicos 2

1.4 Justificación 2

1.5 Sistema de Aceite Térmico 4

1.5.1 Aspectos a Considerar al Momento de Diseñar 6

una Planta de Aceite Térmico

1.5.2 Clasificación de las Calderas	15
1.6 Empresa	16
1.6.1 Tecnológica de Alimentos (TASA)	16
1.6.2 Visión y Misión de la Empresa	17
1.6.3 Unidades de Negocio	17
1.6.4 Mercados	17
1.6.5 Tasa en números	18
1.6.6 Ubicación Geográfica	19
1.6.7 Omega 3 Aceite Refinado y Concentrado	19
1.6.8 ¿Qué es la Destilación Molecular del Aceite de Pescado?	24
1.6.9 Proceso de Destilación Molecular	25
CAPÍTULO 2	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Sala de Calderas de Aceite Térmico	28
2.2 Fluido térmico (Fluido de Transferencia de Calor)	29
2.2.1 Tipos de Aceite Térmico	30
2.2.2 Propiedades que deben cumplir los Aceites Térmicos	32
2.2.3 Limitaciones del Aceite Térmico	34

2.3 Tanque de Expansión	35
2.3.1 Funciones principal	36
2.3.2 Accesorios del Tanque de Expansión	36
2.3.3 Tanque de Expansión con Deareador y Enfriador	38
2.4 Caldera de Aceite Térmico	39
2.4.1 Transmisión de Calor en Calderas Convencionales	40
2.4.2 Transmisión de Calor en Calderas de Aceite Térmico	41
2.4.3 Características principales de una Caldera de Aceite Térmico	42
2.4.4 Partes de una Caldera de Aceite Térmico	44
2.5 Bombas de Aceite Térmico	45
2.5.1 Bomba de Recirculación	45
2.6 Sistema de Tuberías	47
2.7 Aplicaciones Industriales	48
2.8 Destilación de Recorrido Corto (Short Path Evaporator)	49
2.8.1 Funcionamiento del Short Path Evaporator	51
2.8.2 Descripción de la Operación	52
2.9 Aislamiento Térmico	57
2.10 Soportería	58

CAPÍTULO 3 INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 Demanda del Aceite Térmico	60
3.2 Selección de la Caldera de Aceite Térmico	62
3.2.1 Selección de la Bomba de Recirculación.	66
3.2.2 Demanda de Combustible	68
3.2.3 Cálculo de la Capacidad del Tanque de Combustible	70
3.3 Selección del Aceite Térmico	71
3.4 Selección del Tanque de Expansión	74
3.5 Cálculo de la Tubería	77
3.5.1 Calculo de Tuberías de Alimentación y Retorno	78
3.6 Cálculo del espesor del Aislamiento	80
3.6.1 Determinación del Aislamiento Térmico	81
3.6.2 Calculo del Aislamiento de la línea de Alimentación.	81
3.7 Cálculo de las Juntas de Dilatación	84
3.8 Selección de la Bomba	86
3.9 Selección de las Válvulas	91
3.10 Cálculo y Selección de Soportes para Tuberías.	92

3.10.1 Distancia entre Soportes	92
3.10.2 Patines	94
3.11 Conexiones Eléctricas	95
3.11.1 Voltajes y Frecuencias	96
3.11.2 Cálculo Eléctrico	97
3.11.3 Características Técnicas	100
CAPÍTULO 4 PRESUPUESTO DE LA OBRA	
4.1 Presupuesto Obra Instalación Térmica	103
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	
PLANOS	

INTRODUCCIÓN

Desde la fabricación e instalación de los primeros generadores de fluido térmico hacia la década de los setenta, la aplicación de calderas que utilizan esta tecnología no ha parado de desarrollarse. Hoy en día, el aceite térmico es la alternativa tecnológica más adecuada cualquier tipo de industria que necesite de calentamiento indirecto.

Este trabajo menciona al aceite térmico como una alternativa apropiada para todo tipo de industria donde se precise del calentamiento indirecto, ya que no exige un nivel alto de mantenimiento como sucede con las calderas de vapor. Se trata de equipos que trabajan con bajas presiones y sin agua. Además, la durabilidad de los equipos y las instalaciones es prácticamente ilimitada, pudiéndose aplicar en todo tipo de sectores.

Basándose en lo anterior este trabajo requiere elevadas temperaturas de calentamiento. Dicho de otro modo, aquellos procesos donde la aplicación del vapor no representaba una alternativa cómoda. El motivo es que a pesar de que el vapor

sigue siendo una opción tradicional y válida, las ventajas del fluido térmico son notables en términos sobre todo económicos y de mantenimiento.

El objetivo de esta tesis es dar a conocer mediante un diseño de ingeniería cómo funciona el sistema de aceite térmico y su distribución para una planta de refinación de aceite de pescado.

También se pretende describir de una forma breve y concisa la forma como deben de seleccionarse y dimensionarse los equipos básicos que conforman el sistema, parámetros a seguir para la correcta selección del fluido térmico a utilizar así como la forma en que deben de instalarse y mantenerse los equipos

CAPÍTULO 1

1.- GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El aceite de pescado es hoy día un valioso producto de alto valor nutricional. Posee altas propiedades benéficas de los ácidos grasos omega-3 que los aceites marinos contienen en alta proporción.

Todos los aceites de pescado, más allá de que tipo de proceso de elaboración que hayan utilizado, necesitan ser procesados para poder remover los componentes contaminantes y pasar los niveles mínimos de los estándares requeridos por ley. Este proceso siempre requiere del uso del calor a una temperatura aproximada de 250 °C y esto no se podría lograr con los métodos tradicionales de agua caliente o vapor.

1.2 OBJETIVO GENERAL

El diseño de Ingeniería del Sistema de Distribución de Aceite Térmico, más eficiente para la Planta.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar los equipos y accesorios para la generación y distribución de Aceite térmico.
- Seleccionar el tipo de aceite térmico para el proceso de transferencia de calor indirecta.
- Calcular el sistema de distribución de tuberías de aceite térmico (alimentación y retorno) y la selección de válvulas y accesorios.
- Calcular el asilamiento óptimo y su eficiencia mayor al 80% para la red de aceite térmico.
- Calcular la dilatación térmica del sistema de tuberías y soportes de tubería para la alimentación y retorno.
- Elaboración de planos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El primer y más importante motivo de utilización de una caldera de aceite térmico en lugar de una de vapor es que, en origen, la planta objeto del proyecto necesita de altas temperaturas y esto se va a lograr con aceite térmico como parte de su proceso. En el

caso contrario, es decir, si se utilizase vapor como fluido transmisor de calor, nos encontraríamos con dos problemas principales:

- La necesidad de cambiar toda la instalación existente de aceite térmico.
- La necesidad de utilizar vapor a altas presiones para conseguir las temperaturas que se alcanzan con el aceite térmico. El agente transmisor de calor con propiedades caloríficas más favorables es el agua, ya que permite transmitir grandes cantidades de calor hasta 100 °C sin presión. Por encima de esta temperatura el agua se transforma en vapor, aumentando así la transmisión de calor, pero adquiriendo presión a medida que aumenta la temperatura, de tal forma que a 180 °C, le corresponderían 9 bar de presión y alcanzando 260 °C a 49 bar.

En la mayor parte de las industrias al reemplazar el sistema de vapor por los sistemas de fluidos térmicos, se concluye que éstos últimos proporcionan control exacto y uniforme de la temperatura, lo cual conduce a incrementos en la producción, mejor calidad del producto final, reduce los costos de mantenimiento, brinda seguridad humana y ambiental y muchos años de servicio altamente eficiente. En síntesis los sistemas de fluidos térmicos proporcionan ventajas significativas en casi todas las categorías

1.5 SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO

Los sistemas de calentamiento o transferencia de calor, mediante fluido térmico se utilizan en procesos que requieren temperaturas superiores a los 200 °C y hasta 350 °C., empleando como medio de transferencia, aceites especiales de alta conductividad, ya que estos permiten trabajar en su fase líquida sin generar presión y adicionalmente nunca hierven. Esta característica los hace ideales para lograr altas temperaturas de proceso con un bajo margen de riesgo a las personas y equipos, superando en muchos aspectos al vapor.

Un sistema de fluido térmico se compone de:

El calentador (caldera) con quemador a gas, diesel, bunker o combinación de dos combustibles. Además puede ser eléctrico (resistencias calefactores).

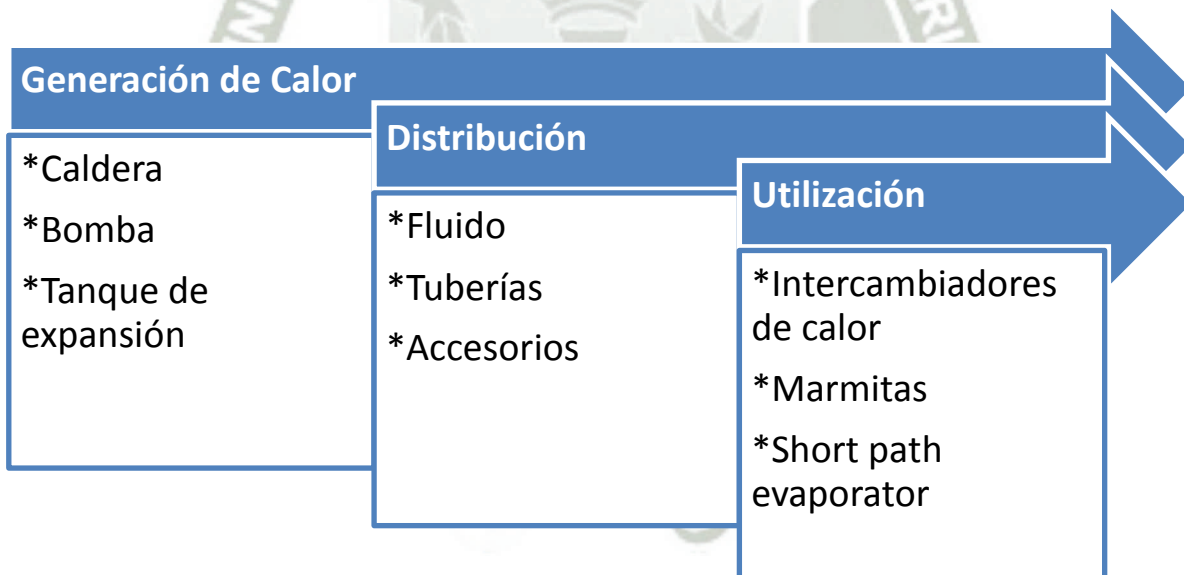
Bombas para la recirculación del aceite en el sistema.

Tanque de expansión, que por lo regular entre sus componentes cuenta también con un intercambiador de calor y un deaerador.

Una característica importante de los sistemas de fluido térmico es que son circuitos cerrados en el que no hay pérdidas del fluido de transferencia de calor como sucede con el vapor, en el que se debe reponer agua nueva al sistema periódicamente.

En los sistemas de fluido térmico, las redes de transportación del aceite, así como los elementos mecánicos de transferencia de calor (intercambiadores) son mucho más sencillos y económicos, ya que no están expuestos a presiones excesivas ni a corrosión, teniendo además todo el sistema una vida útil más larga y generando importantes economías al evitar paros por reparaciones y sustitución de elementos. Si es bien manejado, el aceite térmico trabaja por largo tiempo sin necesidad de reemplazarlo

En toda instalación térmica se puede distinguir tres sistemas en cuanto al proceso que en su conjunto sigue el calor



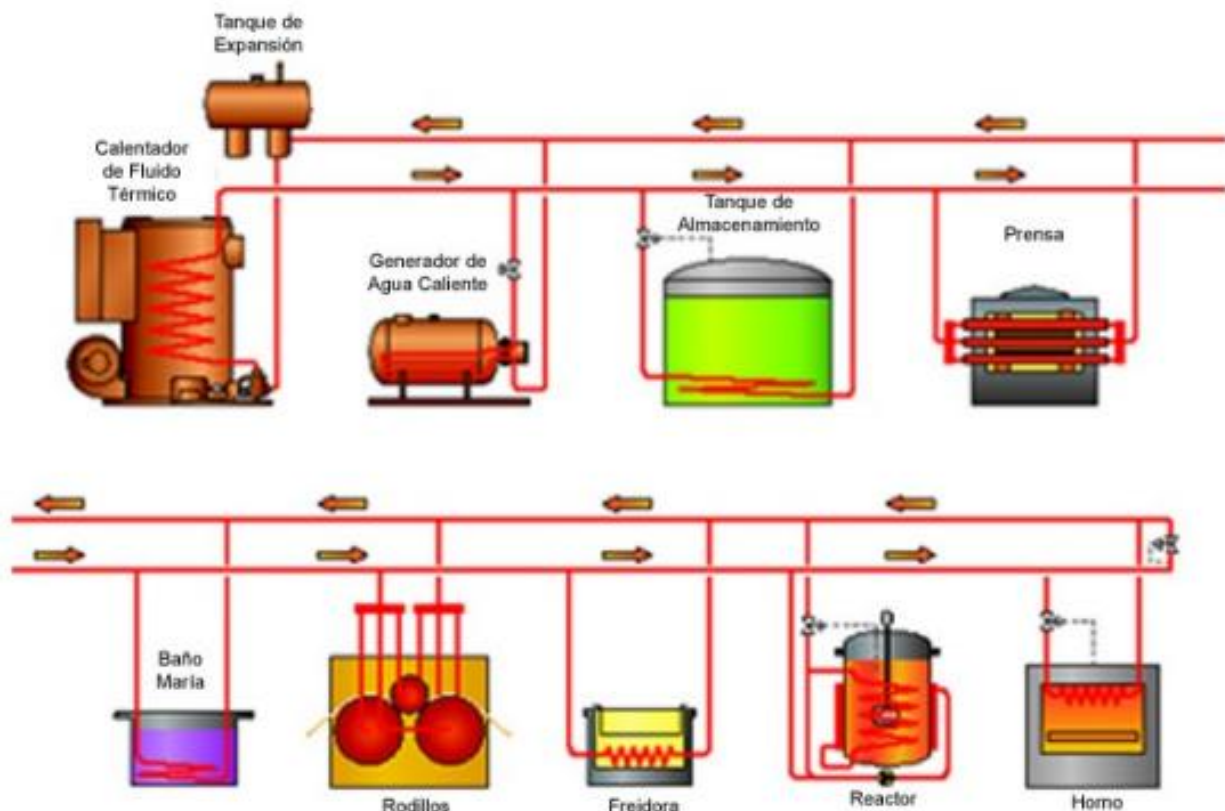


Figura 1. Partes principales de un sistema de aceite térmico.
Fuente: The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

1.5.1 ASPECTOS A CONSIDERAR AL MOMENTO DE DISEÑAR UNA PLANTA DE ACEITE TÉRMICO

Desafortunadamente, el diseño de una planta de aceite térmico no es tan sencillo debido a la variedad de sistemas de transferencia térmica existentes, siendo de suma importancia no diseñar o especificar, un equipo más grande de lo requerido, y por ningún motivo, uno inferior a los requerimientos. Para un adecuado diseño los proveedores establecen valores de presión y temperatura de diseño y dimensiones permitidas. A continuación se dan varias reglas a

tener en cuenta, que facilitarán el diseño y que se complementarán con las normas vigentes:

- **Conocer los requerimientos energéticos.** Escoger el calentador correcto para una aplicación específica depende de los requerimientos de energía para el proceso. La caldera no debe ser más grande que los requerimientos, pero definitivamente tampoco debe ser inferior. Por consiguiente, una vez realizado los cálculos asesorado por el fabricante del equipo, es importante agregar un margen del 15 a 20%.
- **Configuración del serpentín.** Los serpentines más frecuentes de una caldera son del tipo helicoidal. El emplear varios serpentines helicoidales en un calentador es mejor que un serpentín solo, ya que serpentines múltiples tienen una superficie de transferencia de calor mayor. Los gases de la combustión en un sistema de doble serpentín pasan por tres superficies de los tubos antes de ser evacuado a la atmósfera. Esta configuración permite tener un salto térmico menor en la pared del tubo, prolongar la vida útil del aceite y también reducir el consumo de combustible. Por ejemplo, un sistema del doble serpentín llega a ser del 5 a 10% más eficaz que el de calentadores con un solo serpentín.

- **Temperatura de la película de aceite.** La temperatura de la película de aceite se refiere a la temperatura del aceite en la superficie (o pared) de los tubos del serpentín. Esta temperatura se calcula basándose en la temperatura de salida de los gases, la temperatura del aceite y el calor específico del aceite. Si la cámara de combustión es demasiado pequeña (o si el flujo del aceite no es turbulento), la temperatura de la película puede ser entre 38 a 93 [°C] más alta que la temperatura del aceite. Esta situación causa una degradación rápida y acorta la vida útil del aceite.
- **Cálculo del área de calefacción.** Calderas de igual tamaño comercializadas por fabricantes diferentes no tienen necesariamente la misma área de calefacción. Los cálculos del área de la superficie son importantes cuando se trata de un calentador de aceite térmico, ya que tienen un efecto significativo en la temperatura final del aceite, la temperatura de película y la eficiencia térmica (rendimiento térmico).
- **Tomar en cuenta la temperatura de diseño.** Se debe seleccionar la temperatura del aceite térmico basado en la temperatura del proceso y en las demandas de energía, la temperatura de diseño permitido no debe exceder los 400 °C. Operar con el aceite a temperaturas elevadas acortaría significativamente la vida útil del aceite térmico y reemplazar el aceite térmico antes de tiempo en una instalación es un proceso caro y que

involucra tiempo. Dado que existe una gran variedad de aceites térmicos en el mercado, cada uno con sus propias características típicas, se debe estudiar muy bien el campo de aplicación y comparar con las condiciones operativas. La temperatura máxima que puede alcanzar el aceite debe estar por sobre la temperatura máxima de la operación, de forma tal de minimizar la degradación del aceite térmico.

- **Bombas, válvulas, filtros y ajustes deben estar bien especificados.** En una condición de bajo flujo, el serpentín y aceite sufren un recalentamiento, ocasionando un deterioro tanto en la caldera como en el aceite.
- **No olvidar aspectos de seguridad.** Diferentes sistemas de calefacción del aceite térmico no requieren contar con un operador de jornada completa, pero se debe tener el cuidado y ejercer el mantenimiento preventivo, para un funcionamiento seguro.
- **Control de flujo.** Cada calentador de aceite térmico debe emplear un controlador de flujo como instrumento de seguridad para proteger el calentador. En una condición de bajo flujo, el serpentín y aceite sufren un recalentamiento, ocasionando un deterioro tanto en la caldera como en el aceite. Otra forma de controlar el flujo es medir la presión diferencial,

método que involucra un menor costo, pero que también puede ser menos exacto.

- **Control del quemador.** Un encendido controlado del quemador mantiene la temperatura del aceite dentro de los rangos deseados. Sin embargo, una sobre temperatura del aceite térmico puede ser descubierta mediante un sensor de temperatura instalado en la chimenea de escape de los gases de la combustión. Si existe un aumento en la temperatura de los gases, inmediatamente debe ser cerrada la fuente de energía. El quemador también debe equiparse con un explorador de llama, para descubrir fallas en la formación de la llama.
- **Tanque de expansión.** Debe estar localizado en el punto más alto del sistema y absorber cualquier exceso de aceite térmico generado por la expansión de este con la temperatura. Para evitar la oxidación, se debe mantener la temperatura del aceite en el estanque de expansión por debajo de 50 °C y nunca superar los 70 °C. Los circuitos de aceite térmico cerrados están sujetos bajo presión y el estanque debe ser diseñado por lo menos para 8 bar, usando cabezas cóncavas. También debe ser equipado, por lo menos con un interruptor de bajo nivel, para descubrir cualquier pérdida de aceite.

- **La tubería de aireación** es una opción útil para separar el aire o el vapor del agua del aceite circulante.
- **Fabricación bajo normas.** Asegúrese de que la caldera esté diseñada bajo normas establecidas por los proveedores. Cuando se compra una caldera, el fabricante debe incluir los aspectos de seguridad requeridos en el sistema, estando bajo norma se puede asegurar que se obtendrá una vida de servicio más larga para la caldera y el aceite térmico.

La manera de poder apreciar las ventajas del uso de aceite térmico como medio de transferencia de calor es realizando una comparación con el sistema de transmisión de calor por vapor.

Al no utilizar vapor se elimina las impurezas que se acumulan en la caldera por el uso del agua y es imposible que estas abandonen, por si mismas, el sistema en servicio con un ciclo de vapor. El tratamiento del agua de la caldera es inevitable y si no se realiza correctamente producirá daños en el sistema.

La utilización de aceite térmico evita problemas de tratamiento de agua como:

- Descalcificación.
- Corrección de Ph.
- Purgas continuas.
- Extracciones de lodos.
- Oxidación.
- Corrosión.
- Ahorro en combustible (Por ausencia de corrosiones e incrustaciones)
- No existe relación Presión – Temperatura.
- No hay pérdidas energéticas por cambio de fase.

En una caldera se realizan purgas y extracciones, estas obligan a rellenar la caldera para que mantenga su nivel de servicio. El sistema de aceite térmico no requiere de purgas ni extracciones, por lo que el sistema no necesita ser rellenado continuamente.

Se tiene un mayor grado de seguridad por ser un sistema que opera automáticamente, los equipos de control pueden prevenir situaciones de emergencia. Su simple operación de encendido y apagado facilita su puesta en servicio.

Para cuantificar la mayor eficiencia del uso del sistema de aceite térmico, se evaluarán dos calderas de igual capacidad y utilizando el mismo modelo de quemador. (Fig. 2).

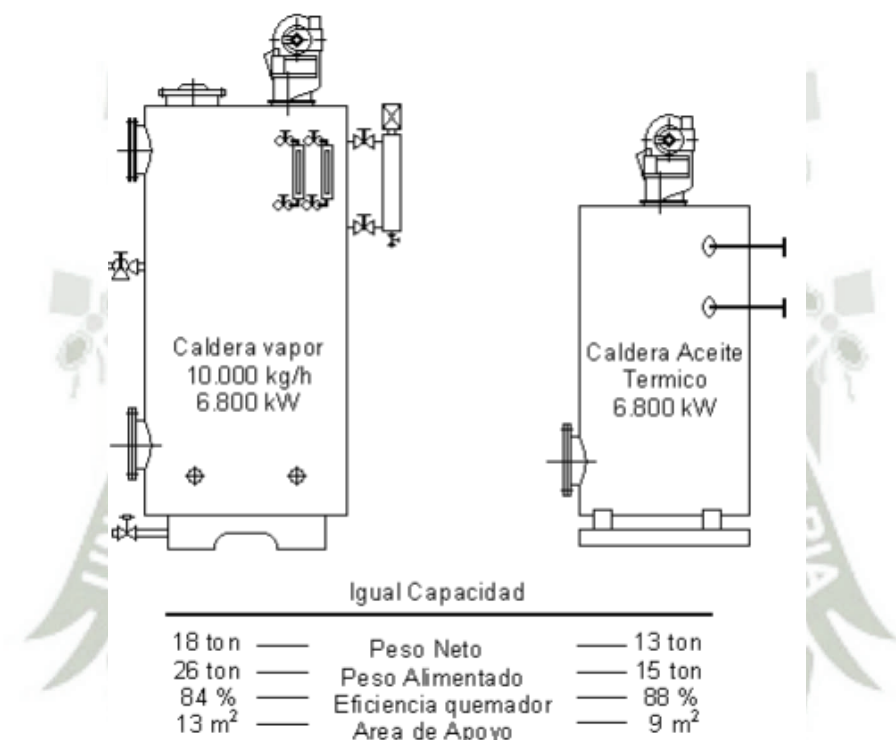


Fig.2 Comparación de dimensiones entre una caldera de vapor y una de aceite térmico.

Fuente Análisis de ingeniería a un sistema de calefacción mediante aceite térmico en un buque porta contenedores.

Una caldera a vapor utiliza mucho más espacio del que ocupa una caldera de aceite, al existir una circulación constante del aceite, no se requiere una gran cantidad de fluido contenido en la caldera y el volumen requerido es proporcional a la superficie de calefacción.

La superficie de calefacción se optimiza al no existir un cambio de fase, no existen pérdidas por evaporización, el vapor incluso requiere ser recalentado en algunos sistemas de mayor demanda energética.

En el siguiente **tabla 1** se aprecia una diferencia de un 10% en la eficiencia térmica de una caldera a vapor y una caldera de aceite.

VAPOR		ACEITE TERMICO	
Eficiencia de la caldera	84%	Eficiencia de la caldera	88%
Pérdidas por purga	5%		
Pérdidas por evaporación	1%		
Eficiencia térmica	78%	Eficiencia térmica	88%

Tabla 1. Diferencias entre la caldera de vapor y aceite térmico

Fuente Análisis de ingeniería a un sistema de calefacción mediante aceite térmico en un buque porta contenedores.

Un menor mantenimiento del sistema, ya que las tuberías, válvulas, filtros, etc. tienen un menor desgaste por efecto de corrosión y oxidación, tampoco se presentarán incrustaciones al interior de los tubos de los serpentines.

Otro factor importante es la reducción de los costos de mantención, los cuales se observarán a lo largo de la vida útil de este sistema. En la **(Fig. 3)** se muestra el aumento de los costos de mantención de un sistema a vapor, principalmente porque al correr de los años, algunos elementos de este sistema deberán ser reemplazados por uno nuevo.

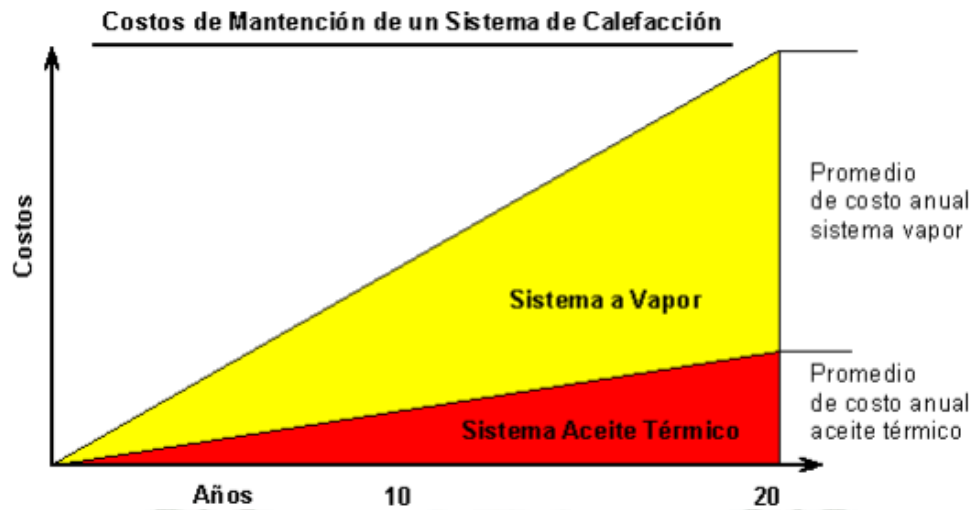


Figura 3. Comparación de costos de mantenimiento de cada sistema .

Fuente Análisis de ingeniería a un sistema de calefacción mediante aceite térmico en un buque porta contenedores.

1.5.2 CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS

Las calderas según norma **ASME** sección II se clasifican en:

- **Caldera de tubos de humos (firetube boiler):** la que dispone de unos tubos sumergidos en el fluido portador de calor, por el interior de los cuales circula los gases calefactores.
- **Caldera de tubos de agua (watertube boiler):** caldera en la que el fluido portador de calor circula en el interior de los tubos.
- **Calderas de resistencia eléctrica (electric boiler)**

1.6 EMPRESA

1.6.1 TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS (TASA)

Somos una empresa peruana líder en el sector pesquero, producimos alimentos e ingredientes marinos de alta calidad, valor agregado y excelencia, lo cual nos ha permitido convertirnos en el primer productor y exportador de harina y aceite de pescado del mundo.

Nuestros más de 2800 colaboradores están alineados con los valores corporativos que están orientados al compromiso por la excelencia, integridad, desarrollo integral y la sostenibilidad.

De esta manera, hemos logrado formar una empresa líder, ética y sostenible que promueve la innovación y operación en armonía con la comunidad y el medio ambiente.



Figura4 Fuente TASA

1.6.2 VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA

- Ser una empresa de clase mundial, líder e innovadora en el aprovechamiento sostenible de recursos marinos con fines nutricionales.
- Brindar al mundo alimentos e ingredientes marinos de alta calidad y valor agregado, en armonía con la comunidad y el medio ambiente.

1.6.3 UNIDADES DE NEGOCIO

- Pesca
- Harina y Aceite
- Omega 3
- Alimentos congelados
- Astilleros

1.6.4 MERCADOS

Nuestros productos son comercializados en los 5 continentes, donde la marca TASA es reconocida por la calidad de sus productos y servicios, siendo reconocidos como una empresa líder, innovadora, y con visión de largo plazo.



Figura 5. Mercados donde se comercializa.
Fuente TASA

1.6.5 TASA EN NÚMEROS

- 12 plantas de producción de Steam Dried a lo largo de todo el litoral
- 48 embarcaciones con una capacidad de bodega de total de 20150 TM
- Harina de pescado **221709 TM** producidas en el 2015
- Aceite de pescado **27057 TM** producidas en el 2015
- Planta de congelados **14960 TM** producidas en el 2015
- Pesca **26%** de la cuota nacional de anchoveta

1.6.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Planta de TASA OMEGA, se encuentra ubicada en el Km 60.5 de Panamericana Sur, Distrito de Pucusana, en la Provincia y Departamento de Lima.(Fig 6)



Figura 6. Ubicación geográfica de la planta.
Fuente: Google maps

1.6.7 OMEGA 3 ACEITE REFINADO Y CONCENTRADO

TASA, a través de su nueva Unidad de Negocio de Omega, se ha convertido en el productor líder de aceite refinado y concentrado de pescado “Omega 3”, poderoso complemento nutricional que es adaptado, según las necesidades de nuestros clientes tanto para la industria alimenticia, como para la nutracéutica y farmacéutica

- Su alto nivel de competitividad es otorgado por contar con el abastecimiento seguro y directo de la materia prima por su novedoso sistema automatizado, que unido a su enfoque de Investigación & Desarrollo, la sitúan al nivel de empresas de clase mundial.
- Omega cuenta con una construcción ambientalmente amigable, equipada con un sistema de tratamiento de efluentes que genera agua apta para el riego de áreas verdes, ya que los subproductos generados son reciclados.
- Asimismo, Omega cuenta con innovadores equipos que evitan ruidos y olores molestos para los vecinos de la zona y cuenta a su vez con un moderno laboratorio totalmente equipado para la prueba y análisis del producto, cuyos estándares de calidad están acordes a las especificaciones de GOED (Organización Mundial de EPA y DHA), FDA (Administración de Alimentos y Fármacos de Norteamérica), SANCO (Salud y Seguridad Alimentaria de la Comisión Europea), CFDA (Administración de Alimentos y Fármacos de China) y DG SANCO (Dirección General para la Salud y Seguridad Alimentaria de la Comunidad Europea).

Nuestro alto nivel de competitividad radica en:

- Abastecimiento seguro y directo de la materia prima.

- Flexibilidad en la elaboración de diferentes perfiles adaptados a los requerimientos de nuestros clientes.
- Alta tecnología para la automatización de los procesos y el desarrollo de procesos ambientalmente amigables.

A través de la Unidad de Negocio de Omega, llevamos al mundo los beneficios que el Omega-3 tiene para la salud y el bienestar de los seres humanos.

- Ofrecemos aceite refinado (18/12) y concentrados de Omega-3 de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes, con diversos niveles de concentración de EE y TG*:
 - 30/20s
 - 40/20s
 - 50/20s
 - 50/10s
 - 10/50s
 - 20/50s
 - y otros ratios a medida.

EE: etil esterres TG: triglicéridos

PROCESOS DE ACEITE REFINADO (Línea 1)

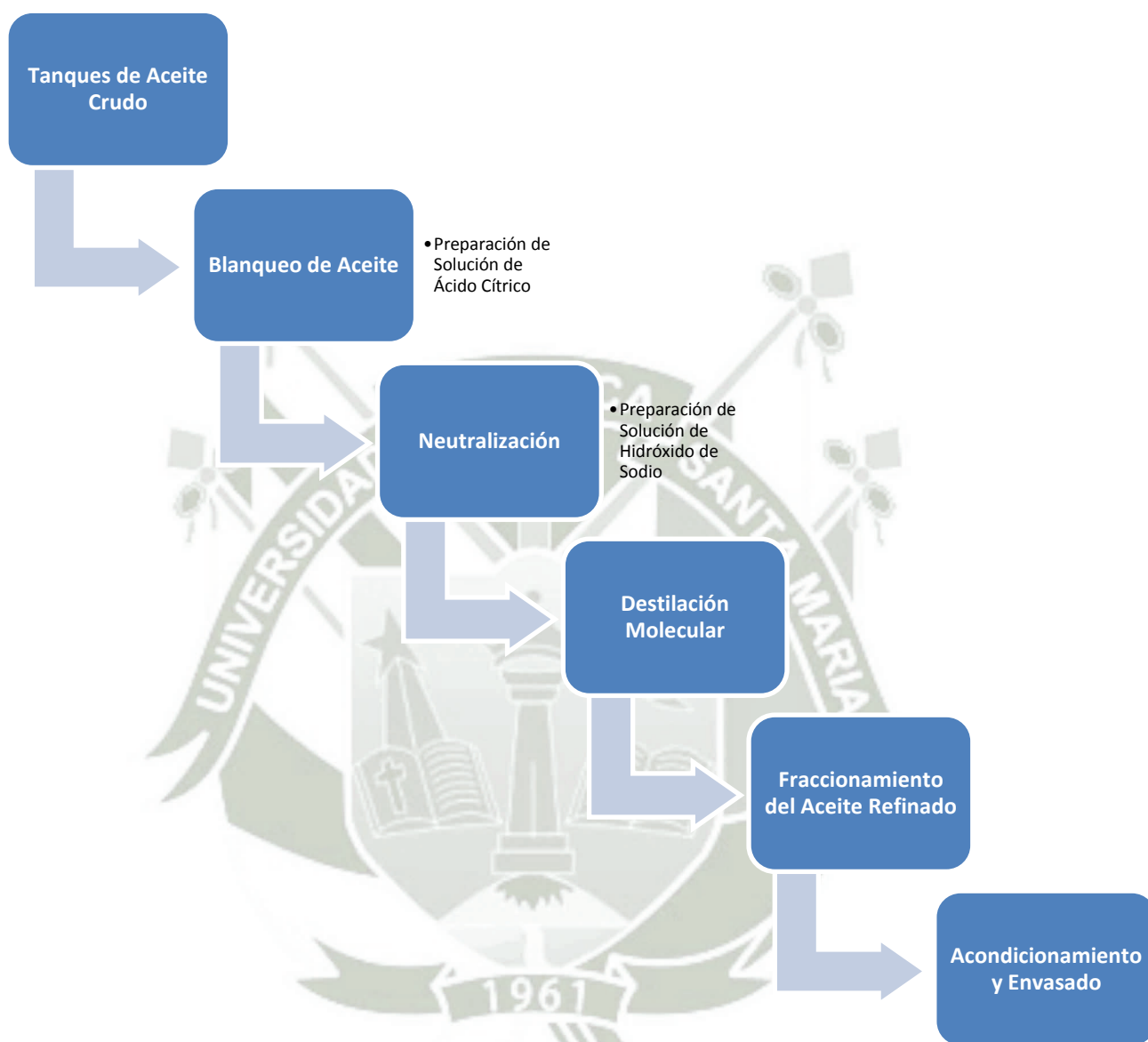


Figura.7 Línea 1 Aceite Refinado.
Fuente Elaboración propia

PROCESO DE ACEITE CONCENTRADO (Línea 2)

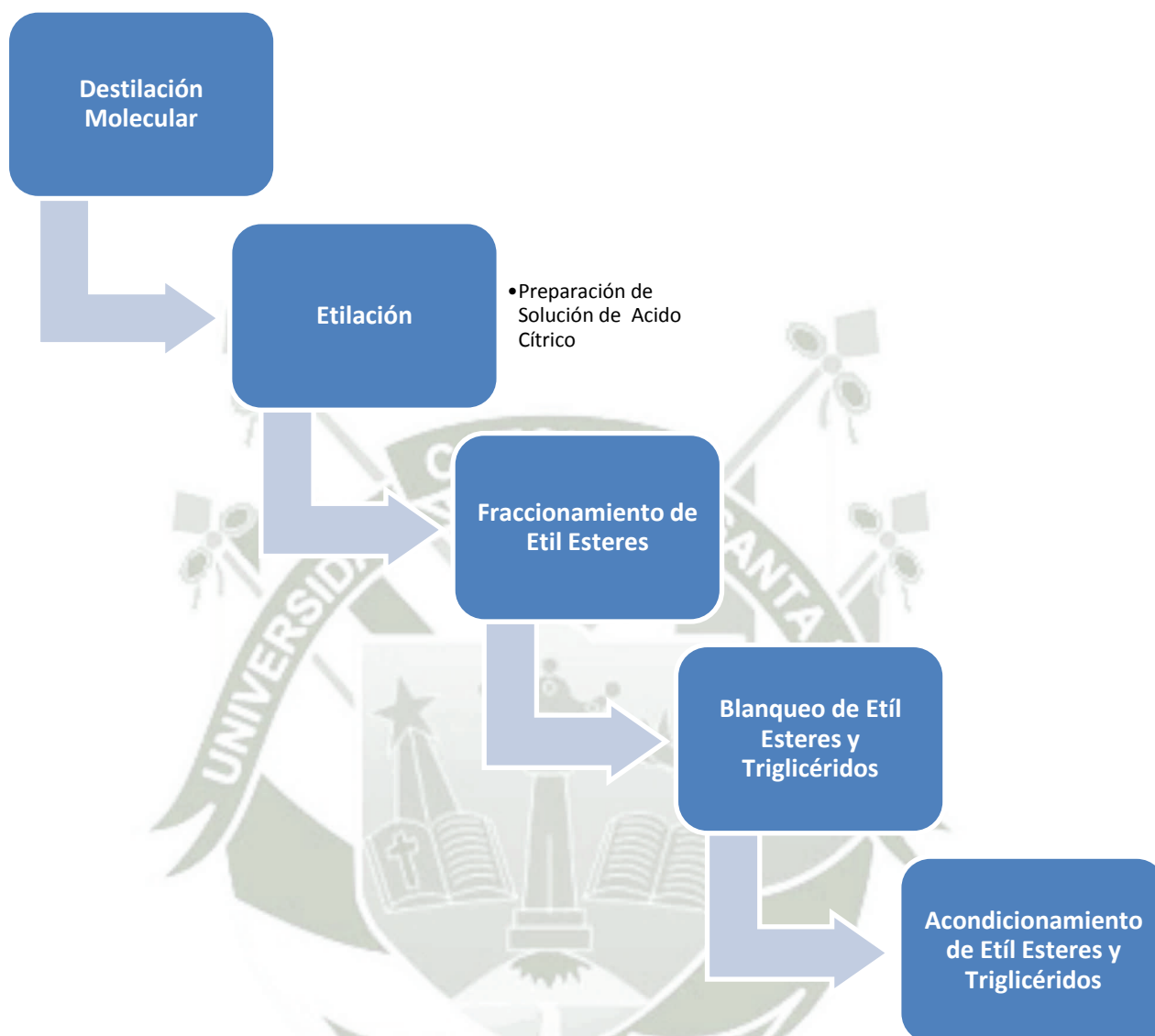


Figura 8. Línea 2 Aceite Concentrado
Fuente Elaboración propia

1.6.8 ¿QUÉ ES LA DESTILACIÓN MOLECULAR DEL ACEITE DE PESCADO?

En la actualidad, muchos suplementos a base de ácidos grasos Omega-3 provenientes del aceite de pescado especifican en su etiqueta que éstos han sido destilados molecularmente. La Destilación Molecular define la tecnología avanzada que elimina las sustancias tóxicas que se encuentran en los aceites de pescado.

Mediante este proceso se obtiene un aceite de pescado puro, limpio y libre de toxinas, lo que permite asegurar un consumo seguro para el ser humano, alcanzado un grado de máxima calidad.

El aceite de pescado sin refinar puede contener todo aquello que el animal ha ingerido, incluyendo todo tipo de toxinas y contaminantes como los PCB, el DDT y compuestos de mercurio orgánico entre otras sustancias dañinas. La destilación molecular ofrece un aceite de pescado tan puro que es difícil medir el nivel de contaminantes con las modernas técnicas analíticas como la cromatografía de gases o HPLC. Hasta el momento, la destilación molecular es el único método (hasta la fecha) que puede eliminar los metales pesados, las dioxinas, los PCB y otras sustancias tóxicas a niveles inferiores detectables para uso humano.

NOTA PCB: policlorobifenilos son una clase de compuestos químicos orgánicos, **DDT:** Dicloro-Difenil-Tricloroetano pertenece al grupo de los insecticidas denominados organoclorados

Esta nueva forma de aceite de pescado ofrece un producto de última generación, que concentra los ácidos grasos esenciales omega 3 y elimina las grasas saturadas y los residuos tóxicos a la vez que mantiene todas las propiedades beneficiosas de los ácidos grasos Omega-3.

El único inconveniente a la hora de adquirir un producto destilado molecularmente es que es un método de purificación muy caro por ello por lo que el coste de estos suplementos puede ser un poco más elevado que los productos a base de aceite de pescado convencionales.

1.6.9 PROCESO DE DESTILACIÓN MOLECULAR (PDM)

Cuando se quieren separar y purificar productos orgánicos de elevado peso molecular, una de las dificultades más frecuentes con que se tropieza, es evaporarlos y concentrarlos sin que se descompongan o se afecte el color y otras cualidades por efecto de las altas temperatura que se requieren para llevar a cabo la operación.

La solución de este tipo de problemas se ha logrado con el advenimiento del destilador de camino corto, o destilador molecular gracias a la combinación de mínimos tiempos de residencia, corto recorrido de los vapores y vacíos elevados.

En este equipo, el líquido a destilar se alimenta por un plato giratorio que lo impulsa sobre la superficie de intercambio calórico, sobre la cual va cayendo por gravedad en película descendente. Una serie de rodillos que giran y se apoyan por fuerza centrífuga barren dicha superficie, manteniéndola limpia.

Las barras eje de los rodillos van fijadas al plato superior y a otro inferior, formando un canasto. El plato superior está sujeto con una brida a un eje que va acoplado a un motorreductor y atraviesa la pared superior del destilador por un sello mecánico. Ahora los vapores llegan de inmediato a los tubos del condensador, que están expuestos directamente y a corta distancia, ubicados sobre la periferia del haz, sin que sea necesario atravesar las filas de un mazo.

El destilado cae por la periferia de los tubos en película descendente. Un simple compartimiento lo recoge en el fondo, sin que se mezcle con el residuo, que se junta en un 3 box separado. Ambos salen por tuberías independientes hacia los recipientes colectores.

El tiempo de residencia del líquido que se procesa, dentro del aparato es menor de 1 minuto, lo cual reduce al mínimo el período de exposición del producto al calor. El otro factor de importancia en cuanto a mantener las propiedades inalteradas, es la temperatura, que, para que sea menor que los niveles

peligrosos, se trabaja con vacío elevados. Un rango de presión absoluta usual es entre 0.001 mbar.

Las bajas presiones utilizadas en la destilación por camino corto permiten separar dos componentes de puntos de ebullición cercana con más facilidad que a presiones mayores, pues la diferencia entre las tensiones de vapor se pronuncia a medida que se reduce la presión de operación. Esta es una ventaja más del destilador molecular.

El fluido calefactor que se utiliza es aceite térmico, que puede provenir de un sistema general que provee aceite caliente para otros usos o, en el caso de pequeños equipos, de un calefactor eléctrico con control de temperatura y el aceite recircula por medio de una bomba de diseño especial para alta temperatura.

El sistema de vacío puede ser algunas de las siguientes variantes: a) Bomba difusora seguida de bomba de sello de aceite. b) 3 bombas Tipo Roots en serie seguidas de 1 bomba de vacío de anillo de agua de 2 etapas. c) Un sistema mixto de 6 etapas formado por 4 eyectores, un condensador de casco y tubos que opera a 0.05 bar y una bomba de vacío de anillo de agua de 2 etapas.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 SALA DE CALDERAS DE ACEITE TÉRMICO

En una instalación de fluido térmico se requieren ciertos equipos que deben estar correctamente seleccionados y/o diseñados según la temperatura y el tipo de aceite térmico a usar **(Fig. 8)**, pero al mismo tiempo instalando acorde con las buenas prácticas de ingeniería cumpliendo con las normas aplicables.

En general un sistema de aceite térmico se compone de: caldera de aceite térmico, bomba de recirculación, tanque de expansión y deposito colector.

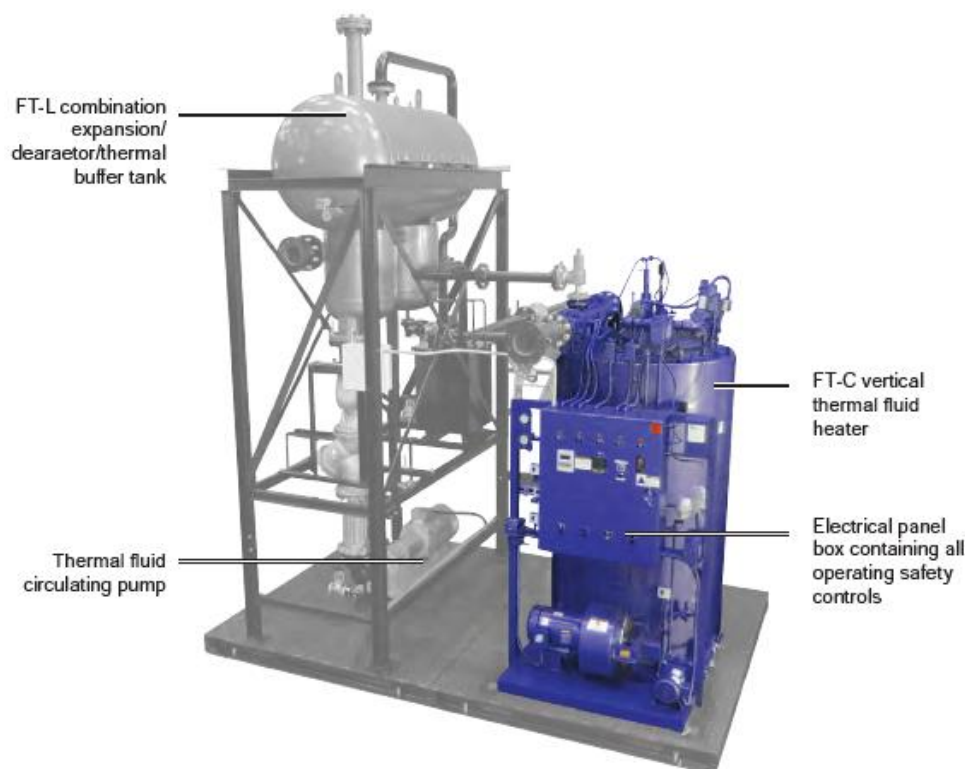


Figura 8. Partes de una sala de aceite térmico.
Fuente The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

2.2 FLUIDO TÉRMICO (FLUIDO DE TRANSFERENCIA DE CALOR)

Un fluido para transferencia térmica es el fluido al que se le adiciona temperatura, normalmente por acción de un quemador o resistencia eléctrica y es al que posteriormente se le extrae esta energía, normalmente mediante un intercambiador de calor, para ser empleada en un proceso. Si este proceso se lleva a cabo en un sistema cerrado, el fluido nunca está en contacto con el proceso y sólo se constituye en la fuente de energía para éste.

El aceite térmico como fluido de transferencia térmica está formado por compuestos de hidrocarburos

Como su nombre lo indica son fluidos basados en aceites minerales parafínicos, altamente refinados y cuidadosamente seleccionados para proporcionar un rendimiento superior en sistemas de transferencia térmica.

Los aceites térmicos son empleados en diversos procesos industriales, especialmente en aquéllos en que las temperaturas requeridas para la operación por ejemplo entre 200 °C a 350°C no pueden ser alcanzadas mediante la instalación sencilla de calderas de vapor, eléctrico, o métodos de calentamiento de fuego directo.

2.2.1 TIPOS DE ACEITE TÉRMICO

Los aceites pueden ser del tipo mineral, base sintética y aceite de silicona.

- **Los fluidos de origen mineral** se extraen del petróleo y están formados, por consiguiente, de cadenas de hidrocarburos. El principal inconveniente que presentan los fluidos térmicos de origen mineral es que se obtienen por destilación fraccionada del petróleo, estando formados por un conjunto de cadenas de diferente longitud. Durante el ciclo de trabajo, las cadenas más cortas (hidrocarburos más volátiles) se vaporizan con mayor facilidad, con lo que tiende a aumentar la viscosidad del fluido restante y con el tiempo, la degradación y posterior coquización del mismo.

- **Los fluidos térmicos sintéticos** son lo que se generan únicamente por síntesis química, ya que no existen originalmente de forma natural. La gran diferencia de los fluidos térmicos sintéticos frente a los minerales es que presentan una estructura molecular conocida, definida, reproducible y en consecuencia, las propiedades son predecibles. En definitiva, los fluidos sintéticos son diseñados para conseguir cadenas homogéneas, consiguiendo mínimo desprendimiento, vaporización inferior y un tiempo de vida notablemente superior.
- **Aceites de Silicona** conocidos también como aceites blancos, son usados en sistemas de cocción y calentamiento de alimentos, no son tóxicos. Puede operar desde -85°C hasta 300°C



Figura 9. Aceite térmico.

Fuente: <http://www.pirobloc.com/productos/aceite-termico/>

2.2.2 PROPIEDADES QUE DEBEN CUMPLIR LOS ACEITES TÉRMICOS

- Presión de vapor Saturada: posee muy bajas presiones de vapor prácticamente a presiones atmosféricas se puede alcanzar las temperaturas elevadas de operación. Por ejemplo para temperaturas de operación de 279°C la presión es de 60 mbar (0.87 PSI) mientras que para el vapor de agua con la misma temperatura la presión de vapor saturado es de 90.5 PSI

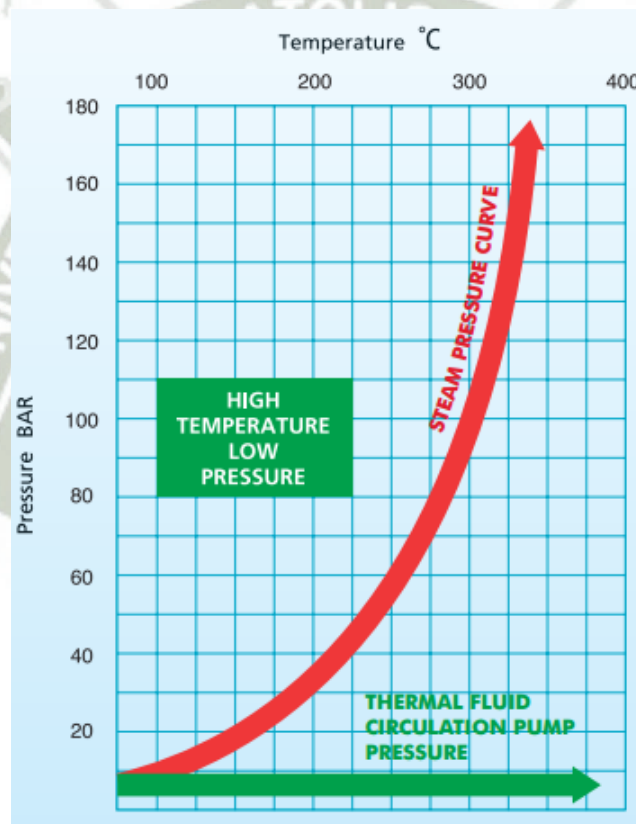


Figura 10. Curva de presión/temperatura. Vapor Vs Aceite térmico
Fuente: Practical Application of Thermal Fluid .Babcock Wanson UK

- Protege los metales contra la corrosión.

- Resistencia al deterioro a altas temperaturas asegurando una larga vida útil.
- Posee buenas características de transferencia de calor.
- Tiene baja viscosidad por lo tanto disminuyen la perdida por fricción en las tuberías.

2.2.3 LIMITACIONES DEL ACEITE TÉRMICO

**** Craqueo térmico**

El craqueo es el quiebre de las moléculas de hidrocarburos como consecuencia del aumento de la temperatura, quiebre que se verifica por el cambio de una molécula larga en moléculas de menor tamaño. En estos casos algunas moléculas se transforman en gases volátiles, otras son inestables y se polimerizan formando depósitos insolubles. El craqueo se produce principalmente cuando la temperatura de la película de aceite en contacto directo con la pared del tubo dentro del hogar de la caldera o con la pared del calefactor eléctrico, es superior a valor máximo aceptado para el aceite empleado.

**** Oxidación**

Un aceite hidrocarburado reacciona con el oxígeno del aire, efecto denominado **oxidación**. Esta reacción de oxidación ocurre en forma lenta a temperatura

ambiental, pero a medida que la temperatura del aceite se incrementa encima de los 54 °C, la reacción de oxidación se acelera rápidamente.

El efecto de la oxidación dentro del aceite es de generar ácidos y estos a su vez se traduce en la formación de borras con lo que aumenta la viscosidad, disminuyendo la capacidad de transferencia de calor.

2.3 TANQUE DE EXPANSIÓN

El tanque de expansión es el equipo que va a contener el aceite térmico (**Fig. 10**), se puede decir que es aquí donde empieza y donde termina el proceso, ya que es en este tanque de donde se empieza a bombear el aceite hacia los serpentines y en este mismo equipo donde regresa el aceite térmico luego de realizar la transferencia de calor.

El aceite térmico, al igual que todos los fluidos, se expande al aumentar su temperatura.

Un tanque de expansión debe permitir la expansión del aceite térmico, sin permitir el contacto de aceite caliente con el aire.

Este depósito de expansión deberá colocarse en el punto más elevado de la instalación y, dentro de lo posible, se colocará fuera de la vertical del generador de calor para evitar calentamientos por corrientes de convección.

En el caso de que el tanque de expansión cuente con un venteo a la atmósfera, es importante que la temperatura del aceite en este recipiente no supere los 54 °C.

2.3.1 FUNCIONES PRINCIPALES

- A) Permite absorber la expansión del aceite en el proceso de calentamiento hasta la temperatura máxima de trabajo. La capacidad del tanque debe ser el doble de la capacidad de expansión del fluido térmico contenido en el sistema. Lo anterior se traducirá que el contenido de aceite en el estanque será de un 25 % cuando el sistema esté frío y 75 % cuando se haya producido el calentamiento.
- B) Es el lugar por donde se elimina el aire y el vapor de agua del sistema en el momento del calentamiento.
- C) Se encarga de darle una succión positiva a la bomba de recirculación de forma tal que el NPSH sea mayor al NPSH requerido.

2.3.2 ACCESORIOS DEL TANQUE DE EXPANSIÓN

Los accesorios del tanque de expansión deben de ser los siguientes:

- Nivel visual
- Termómetro
- Venteo
- Drenaje

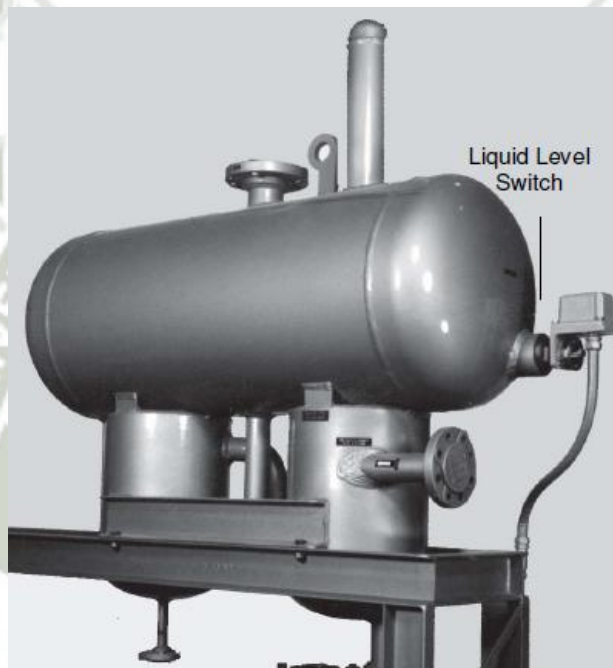


Figura. 10. Tanque de Expansión

Fuente: The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

Al contraerse el aceite en el sistema, el nivel en el estanque disminuye, permitiendo el ingreso de aire húmedo. Al enfriarse el estanque producirá condensación del agua (asociada a la humedad del aire), la que se ubicará en el fondo del estanque, debido a la diferencia de densidades del agua respecto del aceite. En atención a lo anterior, es que es necesario considerar un drenaje en

el punto inferior, para eliminar el agua del estanque y a la vez ubicar la conexión del estanque al sistema por sobre el nivel del agua (saliendo por un costado del estanque).

2.3.3 TANQUE DE EXPANSIÓN CON DEAREADOR Y ENFRIADOR

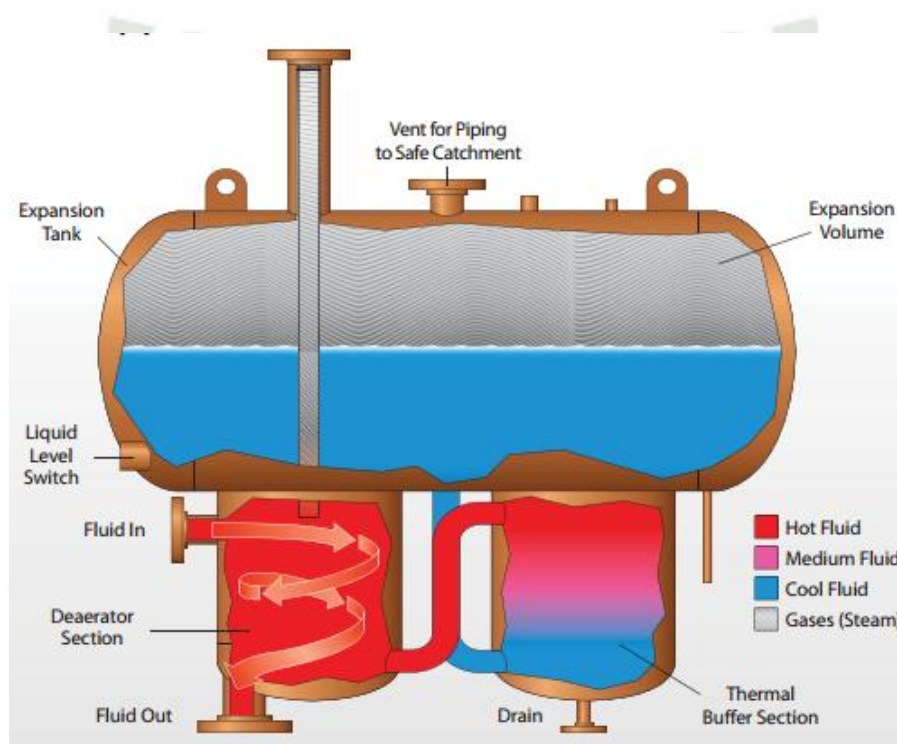


Figura. 11. Tanque de expansión con deaerador y enfriador
Fuente: The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

Para entender el funcionamiento de este equipo se puede utilizar la figura anterior (**Fig. 11**). En ella se observa cómo el aceite térmico ingresa en uno de los tetones inferiores denominado cámara de desaireación. Esta entrada se produce de forma tangencial, creando una circulación del fluido en la que, gracias a la fuerza centrífuga, se libera del aire y los vapores. A partir de aquí,

estos elementos gaseosos se extraen a través de un tubo de venteo al interior del tanque donde, a continuación, se produce el venteo con la atmósfera de la manera convencional. La justificación de esta forma de efectuar el venteo de los gases se encuentra en la necesidad de mantener la estanqueidad del circuito de aceite térmico en la instalación completa. Por otro lado, al aceite térmico, una vez desaireado, se le permite la expansión a través del segundo tetón del tanque, denominado buffer termal, para posteriormente ingresar en la cámara de expansión. Este segundo tetón está justificado por lo siguiente. El aceite, al entrar en el primer tetón, conserva una temperatura muy elevada. Para que no ingrese con esa temperatura en la cámara de expansión y ésta funcione correctamente, se utiliza un segundo tetón donde se producirá un enfriamiento inicial del aceite. Por último, es conveniente indicar que con la instalación en frío, es decir, cuando permanece parada, el tanque de expansión debe contener un nivel mínimo de aceite para conservar la estanqueidad del circuito cerrado. Teniendo esto en cuenta, se debe dejar el espacio suficiente para la expansión de dicho aceite. Este espacio está directamente relacionado con el volumen total de aceite en la instalación completa.

2.4 CALDERA DE ACEITE TÉRMICO

La caldera de aceite térmico es un equipo que consiste en un cilindro de acero sellado en sus extremos (la carcasa) y aislado térmicamente, en su interior está adherida una pared refractaria, también está ubicado el serpentín, que son los tubos concéntricos

por los cuales circula el aceite. La superficie de calefacción, está constituida por la pared refractaria a la carcasa y el serpentín. Dentro de la caldera se habla de un lado de fuego y un lado del aceite. En uno de sus extremos esta acoplado un quemador controlado, que puede utilizar Diesel o Fuel Oil (este punto depende del fabricante), el cual representa la fuente calórica que le transfiere el calor al aceite. Esta caldera es del tipo automática y de vigilancia indirecta, por lo que la llama del quemador no daña los tubos del serpentín al estar en servicio. Los elementos de control aseguran que la temperatura y presión del fluido antes y después de pasar por la caldera. La circulación del aceite térmico se realiza a contracorriente, es decir, esta cruzada la entrada del fluido y la llama procedente del quemador, formando un régimen de turbulencia de los gases al pasar por entre los tubos del serpentín, lo que le permite alcanzar un intercambio térmico altamente eficaz y que la óptima utilización de la llama en la cámara de combustión. Existen dos tipos de disposición de una caldera de aceite térmico, vertical u horizontal, factor que depende principalmente del espacio que se cuenta para instalarla en la sala de máquinas

2.4.1 TRANSMISIÓN DE CALOR EN CALDERAS CONVENCIONALES

Una caldera es un recipiente metálico, cerrado, destinado a producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una temperatura superior a la del ambiente y presión mayor que la atmosférica.

Ya sean del tipo pirotubular o acuatubular la transmisión de calor es del tipo de convección natural de esta forma, existe un movimiento continuo de agua-vapor en la dirección que señalan las flechas (**Fig. 12**), en las que siempre la mezcla de agua caliente y vapor sube al colector, mientras el agua fría del fondo del colector baja y ocupa el lugar de esta mezcla.

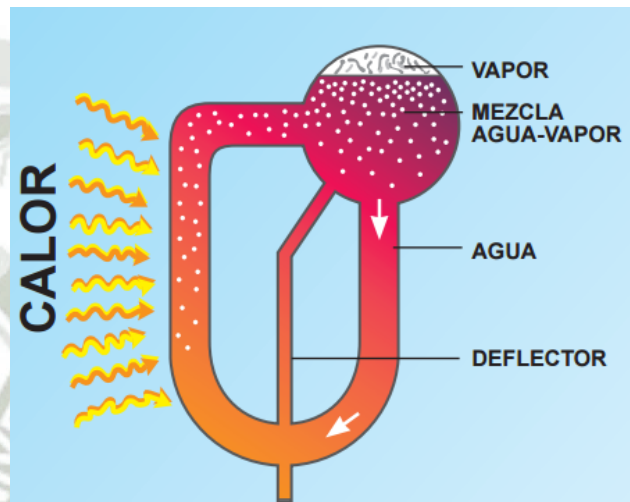


Figura 12. Transmisión de calor en caldera de vapor
Fuente Guía Básica Calderas Industriales Eficientes.

2.4.2 TRANSMISIÓN DE CALOR EN CALDERAS DE ACEITE TÉRMICO

En las calderas de aceite térmico la transmisión de calor es del tipo convectivo forzado, este tiene lugar cuando la circulación del fluido es positiva por algún medio mecánico significativo, como una bomba, el objetivo de esto es minimizar el incremento de la temperatura de película de forma tal que la temperatura de película del aceite este por debajo de la temperatura máxima de película del tipo de aceite seleccionado. A fin de evitar el craqueo térmico del aceite.

El componente más importante y crítico de un sistema de aceite térmico es lógicamente el calentador.

2.4.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA CALDERA DE ACEITE TÉRMICO.

- Hogar de grandes proporciones (con diámetros mucho más grandes que cualquier caldera pirotubular).
- El fluido térmico viaja a grandes velocidades dentro de los serpentines de 2 a 4 m/s.
- El flujo es totalmente turbulento consiguiéndose con ello elevados coeficientes de transmisión de calor.
- El salto térmico es de 25° a 40 °C y la caída de presión depende del diámetro y la configuración de los serpentines.
- El quemador opera solo si existe flujo mínimo de aceite térmico de lo contrario se bloquea.

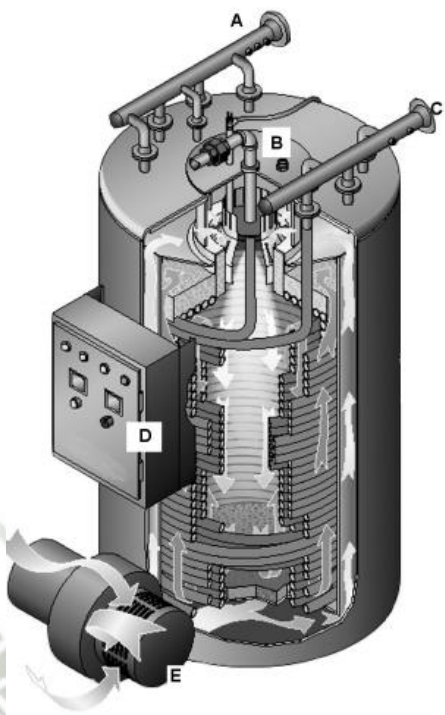


Figura. 13 Caldera de aceite térmico de 4 pasos.

Fuente The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

A	Salida del fluido
B	Quemador
C	Ingreso del fluido
D	Panel de control
E	Ventilador

Nota: En la (Fig 13) nos muestra una caldera de aceite térmico de diseño de 4 pasos.

- **Primer paso (radiante):** el aire de combustión entra en el ventilador del quemador y se desplaza hacia arriba entre la camisa interna y externa antes de entrar en el quemador superior.
- **Segundo paso (convección):** Los gases vuelven a cruzar la fila interna de bobinas.
- **Tercer paso (convección):** Los gases continúan hacia abajo entre la bobina interna y externa.

- **Cuarta pasada:** hacia arriba entre la bobina exterior y la camisa interior hasta la salida de la chimenea.

2.4.4 PARTES DE LA CALDERA DE ACEITE TÉRMICO

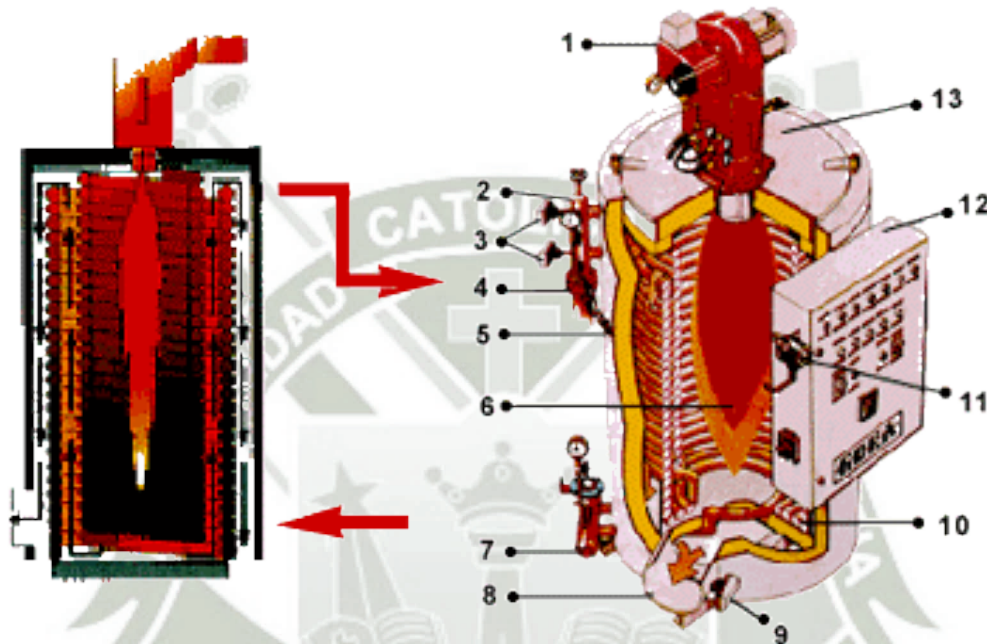


Figura.14. Partes esenciales de una caldera de aceite térmico.

Fuente <http://www.geocities.ws/mecanicoweb/17a.htm>

- 1.-Quemador
- 2.-Control de flujo de salida
- 3.-Switch control de temperatura para cada serpentín.
- 4.-Flujometro
- 5.-Serpentes
- 6.-Cámara de combustión

- 7.-Controles de Flujo de entrada
- 8.-Salida de gases de combustión
- 9.-Switch de alta temperatura
- 10.-Arrollado serpentín del fondo
- 11.-Indicador de flujo
- 12.-Panel de control
- 13.-Tapa de inspección

2.5 BOMBA DE ACEITE TÉRMICO

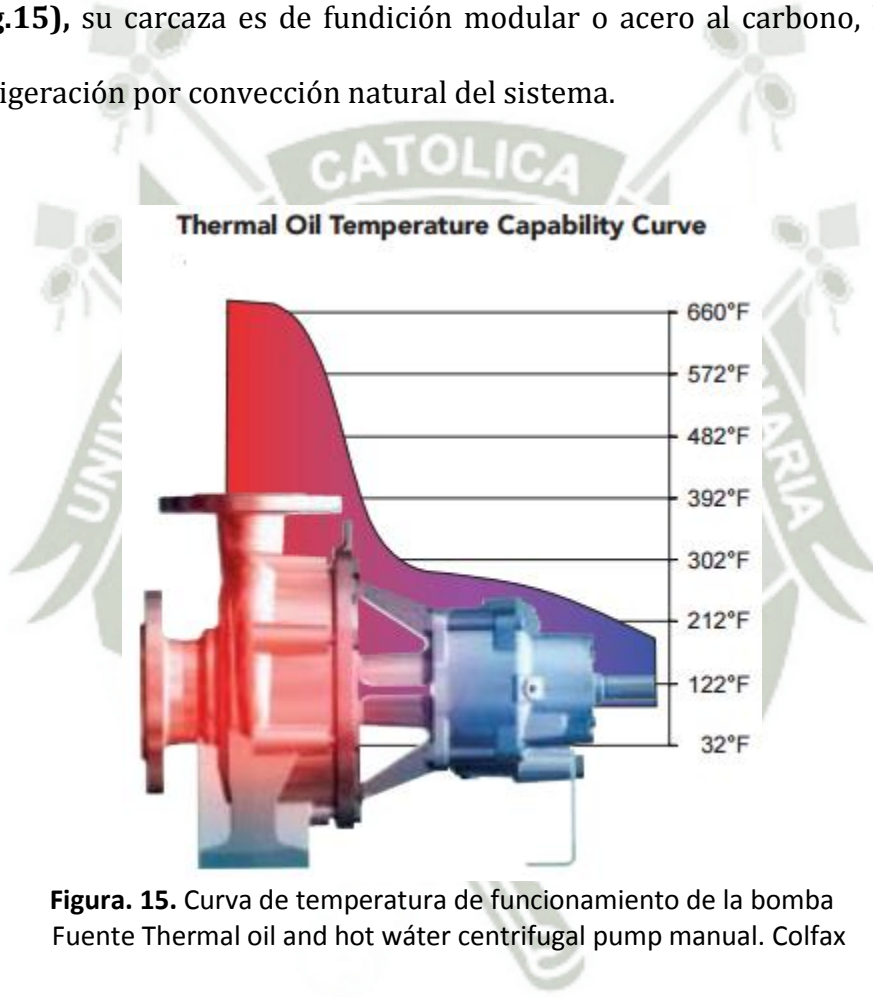
2.5.1 BOMBA DE RECIRCULACIÓN

Es el equipo encargado de hacer circular el aceite térmico por toda la instalación, siempre está en marcha y cualquier parada o avería en el equipo de bombeo provocará el paro del quemador. Al final de cuentas es el responsable de producir el flujo forzado dentro del serpentín.

Este circuito de aceite térmico requiere mantener un flujo forzado constante del fluido térmico al interior del circuito, para obtener una óptima transferencia de calor y evitar cualquier sobrecalentamiento que cambie las propiedades físicas del aceite térmico. Es por esto que este sistema está montado con dos bombas centrífugas, las cuales son el medio mecánico de

hacer circular el aceite, se instalan en paralelo, lo que permite que una bomba este en servicio y la otra en Stand-by.

Normalmente son del tipo centrifugas pudiendo ser también del tipo engranajes. Están diseñados para temperaturas de operación de hasta 350 °C **(Fig.15)**, su carcasa es de fundición modular o acero al carbono, los hay por refrigeración por convección natural del sistema.



Los sellos de las bombas deben ser seleccionados para aplicaciones de alta temperatura, dadas por las condiciones de operación requeridas por el sistema. En algunos casos se consideran rodamientos y sellos refrigerados por agua. Las filtraciones de aceite por sellos no deben ser recuperados.

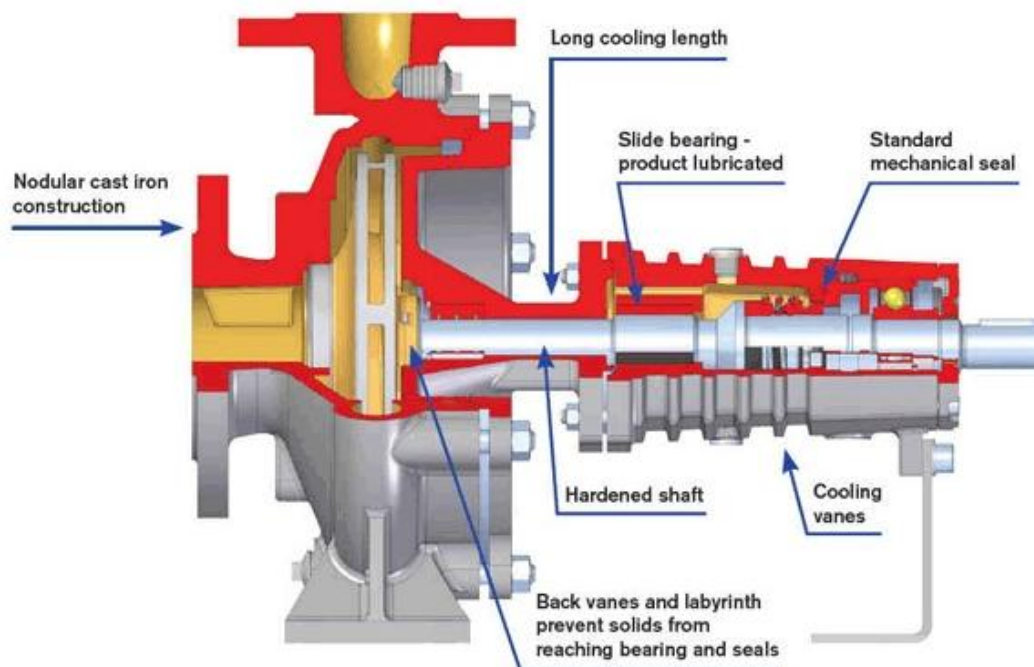


Figura. 16. Partes de una bomba de recirculación de aceite térmico.

Fuente <http://www.spxflow.com/en/johnson-pump/pd-centrifugal-pump-combitherm/>

2.6 SISTEMAS DE TUBERÍAS

Está formado por tuberías de alimentación y retorno del mismo diámetro con pendiente positiva en el sentido del flujo con eliminadores de gases en los extremos en las partes más altas de la instalación.

La velocidad recomendada del fluido debe de ser de 1.5 a 4.0 m/s. Las tuberías, válvulas y accesorios son de acero al carbono, la tubería deberá ser totalmente soldada salvo en las válvulas y bombas que son bridadas. La instalación deberá ser bajo la norma **ASME B31.1**

Se deberán utilizar soportes y anclajes en todos los tramos de la tubería donde sea necesario para prevenir esfuerzos a los equipos por el peso de la misma y se deberá resguardar las bombas, válvulas, y el calentador mismo. También deberán utilizarse los anclajes y soportes adecuados para que no interfieran con la expansión térmica de la tubería.

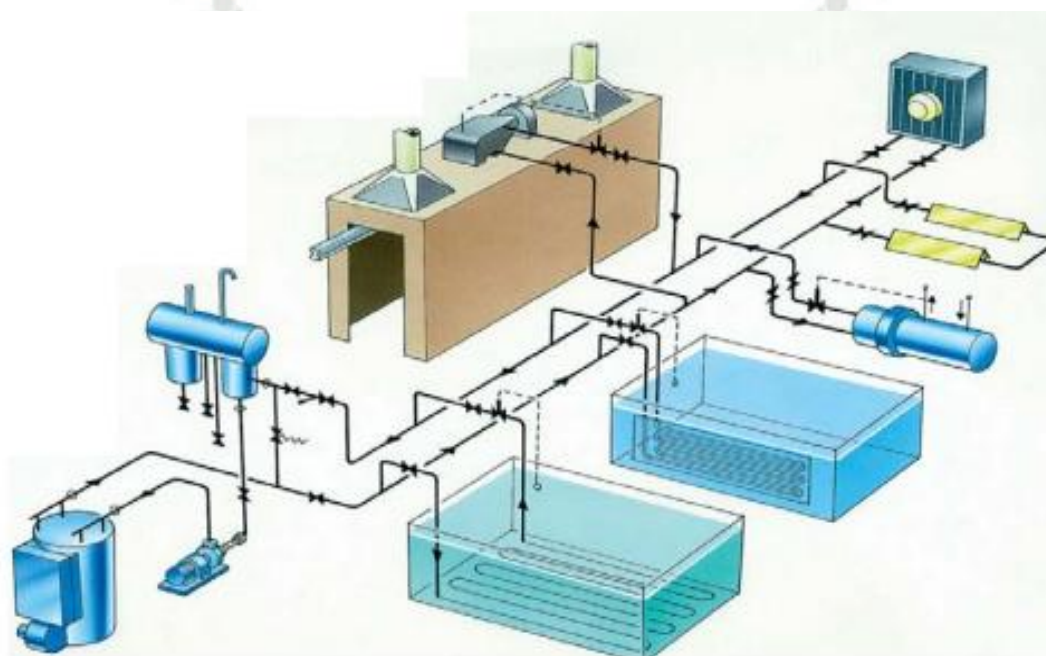


Figura 17. Distribución de aceite térmico en una planta.
Fuente: <http://www.babcock-wanson.co.uk/>

2.7 APLICACIONES INDUSTRIALES

- Fabricación petroquímica - durante el proceso de fabricación de láminas de polietileno. El polietileno líquido viaja a través de rodillos, mediante la transferencia de calor se asegura una distribución uniforme del producto para la elaboración de láminas.

- Fabricación de plásticos - durante el proceso, el sistema uniformemente calienta los moldes que se utilizan para dar forma a los productos plásticos.
- Fabricación de productos farmacéuticos - durante el proceso calienta los tanques encamisados que se utilizan para procesos químicos.
- Papel y pulpa de planta - durante el proceso de recubrimiento de papel calienta los rodillos que se utilizan para el curado del recubrimiento de acabado brillante en el papel.

Los sistemas de aceite térmico están, por tanto, ampliamente utilizados para las operaciones de transferencia de calor y para recuperar calor de procesos en los que está disponible el calor residual.

2.8 DESTILACIÓN DE RECORRIDO CORTO (SHORT PATH EVAPORATOR)

La evaporación de corto recorrido es un proceso de separación térmica que se lleva a cabo en vacío entre 1 y 0,001 mbar. La destilación de recorrido corto permite la separación térmica de productos de altos puntos de ebullición y alto peso molecular a grandes rendimiento y buena calidad del producto.

El evaporador de corto recorrido consta de un cuerpo vertical con camisa calentadora, un rotor y un condensador interno. En la estructura portante del rotor se alojan palas de precisión móviles, que giran por fuerzas centrífugas en el interior de la cámara de calentamiento.

Las palas del rotor que se mueven en la zona del evaporador captan el producto y crean enseguida una película fina de alta turbulencia en la cámara de calentamiento. El producto fluye hacia abajo formando una espiral por acción de la gravedad. Así se evapora la parte volátil del producto.

Los vapores se condensan en el condensador interno. La parte del producto no evaporada llega en pocos segundos a la parte inferior del evaporador y es expulsada por la salida de producto.

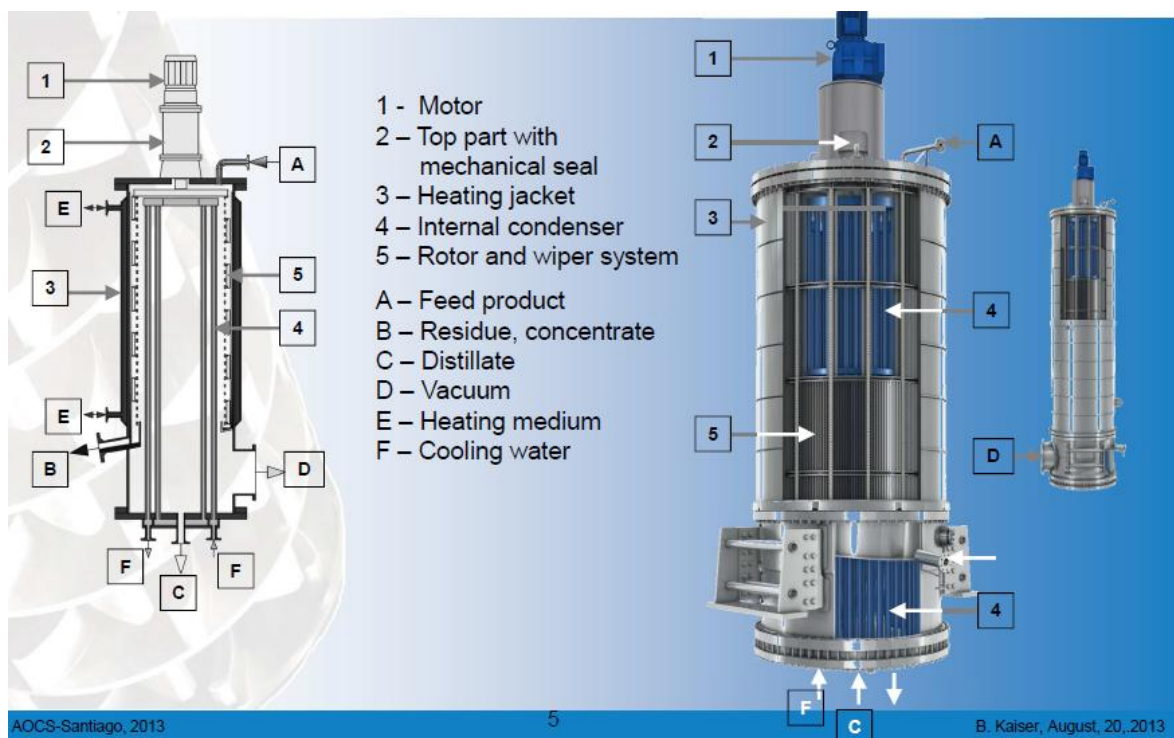


Figura. 18. Parte del Short path evaporator
Fuente SMS Buss SMS Conzler

2.8.1 FUNCIONAMIENTO DEL SHOT PATH EVAPORATOR

El proceso más familiar de destilación consiste en la vaporización de una mezcla líquida, simultáneamente con la condensación del vapor producido. Para que la destilación sea efectiva, la composición del vapor condensado (destilado) debe ser diferente de la del líquido original; obteniéndose una separación mayor o menor, de uno o más de los componentes de la mezcla original. Esta operación de purificación pretende aprovechar los diferentes grados de volatilidad de las sustancias que constituyen la mezcla.

El cuerpo principal del destilador molecular tiene forma cilíndrica, es calentado mediante una manta eléctrica, y es alimentado continuamente con producto crudo. La **(Fig. 18)** muestra una fotografía del equipo y sus principales componentes,

La destilación molecular de trayecto corto (DMTC) es una destilación de trayecto corto al alto vacío, tal que las moléculas de gas residual no obstruyen el paso de las moléculas de vapor. Al mismo tiempo la superficie del condensador está localizada de manera que las moléculas de vapor la alcancen sin chocar con otras superficies.

Las condiciones de diseño (cercanía de la superficie del condensador) y operación (presión, formación pelicular) son tales que la DMTC se acerca a los términos en que se le define.

2.8.2 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN

En este equipo los vapores producidos en la pared de la columna cruzan a través de un deflector contra salpicaduras, para luego viajar hacia un condensador interno a través de una gran área de sección transversal.

Recorrido de las Sustancias.- El destilador molecular de trayecto corto con barrido de película, **(Fig.19)**, consiste de un cuerpo cilíndrico calentado externamente, en nuestro caso por aceite térmico al cual se alimenta la sustancia a destilar por su extremo superior. El fluido alimentado es inmediatamente distribuido en forma de una película delgada a lo ancho y largo de la pared de la columna, mediante un cuerpo de cuatro hojas raspadoras que giran a alta velocidad.

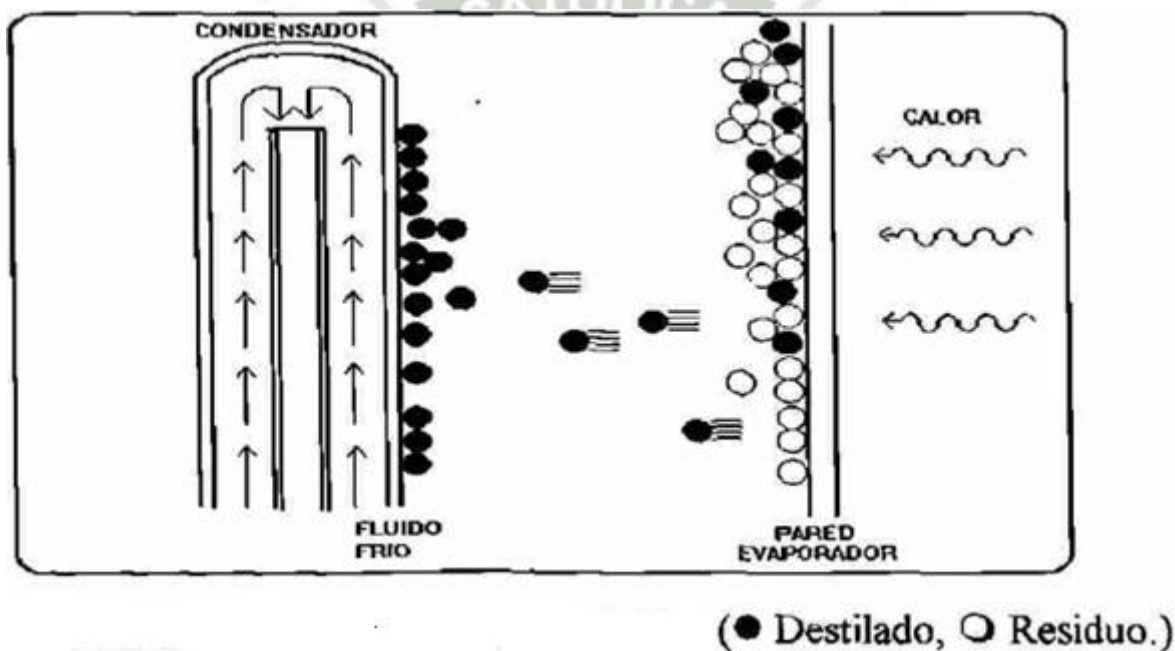


Figura 19 Recorrido de sustancias del destilador molecular.

Fuente. Modelación, control y diagnóstico de fallas para una columna de destilación de trayecto corto. Carlos Martínez Chitoy

La **(Fig. 20)** muestra en detalle la superficie de las aspas del agitador. La película resultante está constituida en parte por el fluido que pasa entre la pared del evaporador y el cuerpo del agitador, y en parte por el microflujo forzado mecánicamente, proveniente de la acción de las ranuras del agitador.

Concretamente, la película descendente se forma por la acción combinada de la gravedad y la del agitador. La evaporación de las sustancias ocurre en la superficie de la película descendente durante el curso del flujo a lo largo de la pared caliente; ver recuadro de la **(Fig. 19)** Por un lado, el fluido no evaporado conforma continuamente el producto del fondo de la columna, y por otro lado el vapor formado se le condensa para conformar el producto destilado. En una destilación molecular usualmente el producto deseado es el destilado.

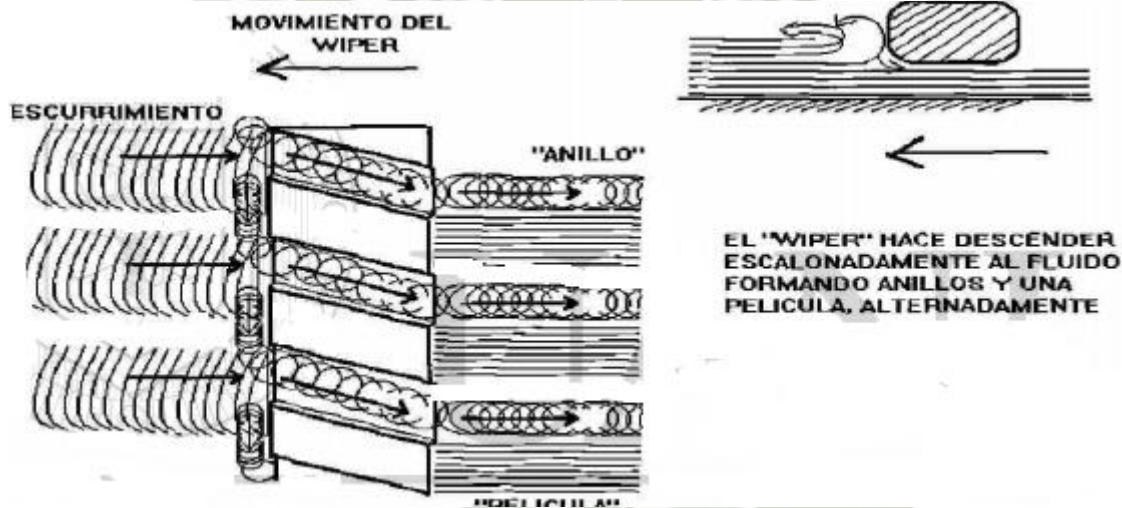


Figura 20 Formación de la película descendente.

Fuente. Modelación, control y diagnóstico de fallas para una columna de destilación de trayecto corto. Carlos Martínez Chitoy

Formación de Película.- Cuando un fluido perimetralmente distribuido desciende libremente por una pared vertical cilíndrica, forma una película de un determinado espesor. La velocidad que adquiere el fluido al descender forma una distribución de velocidades que es función del espesor y de la

posición a lo largo de la columna. Sin embargo, por la acción del agitador, sus hojas ranuradas promueven un flujo "tapón", es decir que la velocidad del flujo deja de ser dependiente del espesor. Esto implica que, a una altura dada en la columna, las propiedades del fluido son uniformes en todo el volumen delimitado por el espesor de la película y la circunferencia de la columna.

El Condensador.- El diseño del destilador es tal que la superficie de condensación está situada dentro del cuerpo del evaporador, suficientemente cerca de la superficie de evaporación, para minimizar las colisiones de las moléculas evaporadas en su trayecto hacia el condensador. Este condensador interno es un intercambiador de calor de doble tubo con suficiente fluido (aire) enfriante. **(Fig. 19)**

Flujo de calor a través de la Pared del Evaporador En este punto se tratará del flujo de energía desde el exterior de la columna de DMTC hasta el líquido que constituye a la película descendente en el interior de la columna. El mecanismo de transferencia de energía es por **conducción** a través de un sólido y una capa de líquido quasi-estacionario.

**** La conducción de calor** en un sólido homogéneo opaco es el transporte de calor desde un punto a otro, bajo la influencia de un gradiente de temperatura, sin el desplazamiento apreciable de partículas.

La conducción va desde la pared en contacto con el fluido térmico hasta el líquido en evaporación (**Fig.21**). De acuerdo con Necati-Özisik [N], el número de Biot, $Bi = h\delta/k$, es menor de 0.1, donde h es el flujo de calor por unidad de área, δ es el espesor, k es la conductividad del material, por lo que la temperatura en el medio de transporte es considerada esencialmente uniforme en cualquier instante de tiempo dado. De modo que la variación espacial de la temperatura, así como la forma geométrica del medio, se pueden despreciar y por tanto la variación de la temperatura en el medio será sólo función del espesor.

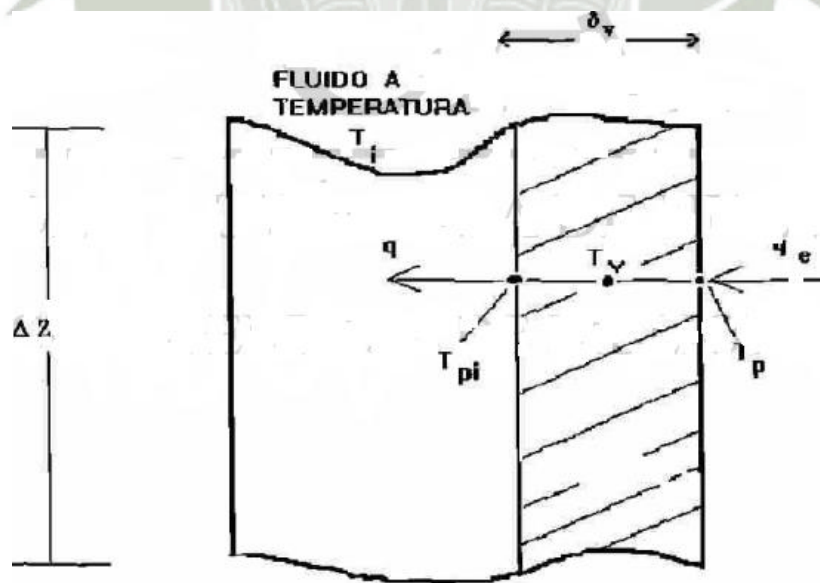


Figura 21 Conducción de calor a través de la pared del evaporador.

Fuente. Modelación, control y diagnóstico de fallas para una columna de destilación de trayecto corto. Carlos Martínez Chitoy

2.9 AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico específico más recomendado para aislar las instalaciones de este aceite térmico, existiendo en el mercado múltiples productos para ello, entre los cuales las lanas minerales (lana de roca), las espumas plásticas, productos a base de celulosa, etc., todos ellos con la característica básica de evitar la pérdida de calor del fluido caloportador, para conservar el rendimiento y buen funcionamiento de la instalación, evitar accidentes y costosas pérdidas de energía, evitando una mayor contaminación ambiental y calentamiento global.

La calidad funcional de un material aislante depende de las propiedades del producto elegido y del montaje.

«Lana de roca», elaborada a partir de rocas diabásicas (rocas basálticas), obteniéndose un producto de propiedades complementarias a la lana de vidrio. Es un producto especialmente indicado para los aislamientos térmicos en la industria (altas temperaturas).

Recuerden que no es necesario aislar los tanques de expansión y recogida en las instalaciones de aceite térmico. Recuerden que las lanas aislantes usan materiales no inflamables y de poder calorífico mínimo, oponiéndose a la propagación de los

incendios. Si en una instalación las temperaturas de trabajo registran altas subidas, deberán escoger lanas de roca de alta densidad.

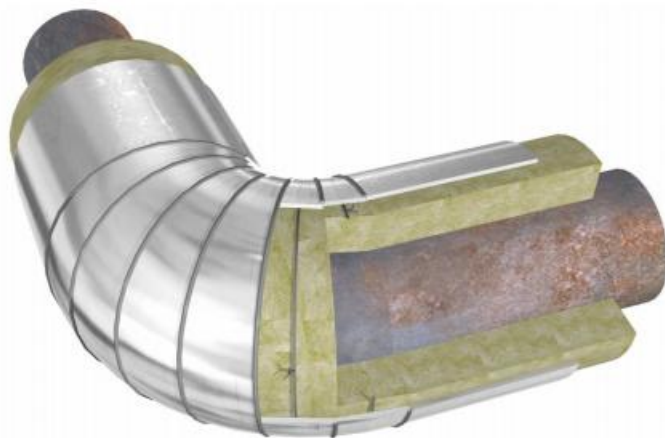


Figura 22 Aislamiento térmico para tuberías.
Fuente: www.isover-aislamiento-tecnico.es

2.10 SOPORTERIA

Servirán para sostener los tubos y a la vez permitirán la instalación de aislamiento alrededor de la tubería, ya que el apoyo de los tubos tiene una altura tal que brinda una separación entre la tubería y el Soporte o el Pipe Rack.

Los patines también tendrán guías, que servirán para que estos puedan deslizarse libremente cuando la tubería se dilate por temperatura.

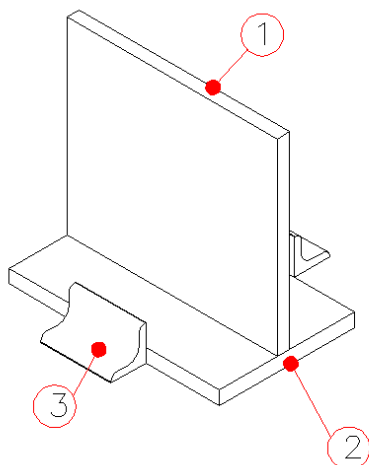


Figura. 23 Patines de soporte para tuberías.
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 DEMANDA DEL ACEITE TÉRMICO Y SHORT PATH EVAPORATOR

El Short Path Evaporator es perfecto para productos sensibles a la temperatura como por ejemplo el aceite de pescado. El evaporador de trayecto corto permite obtener excelentes resultados en la evaporación, concentración, destilación y desgasificación de productos con alto punto de ebullición y que son sensibles a la temperatura.

(Anexo B: Tecnología de la evaporación (Short path Evaporator))

Características del Short Path Evaporator de 20m²

- Cantidad de alimentación 20 – 100.000 Kg/hr
- Cantidad de evaporación hasta 40.000 kg/hr
- Temperatura de calefacción hasta 380 °C
- Tipo de calefacción vapor de agua o medios líquidos
- Presión en la zona de proceso -1 hasta 30 bar
- Viscosidades de hasta 10 Pa-s 50 – 1.000 kg/hr m²
- Viscosidades del producto en temperatura de proceso 70.000 mPa-s

- Tiempo de retención < 1 min

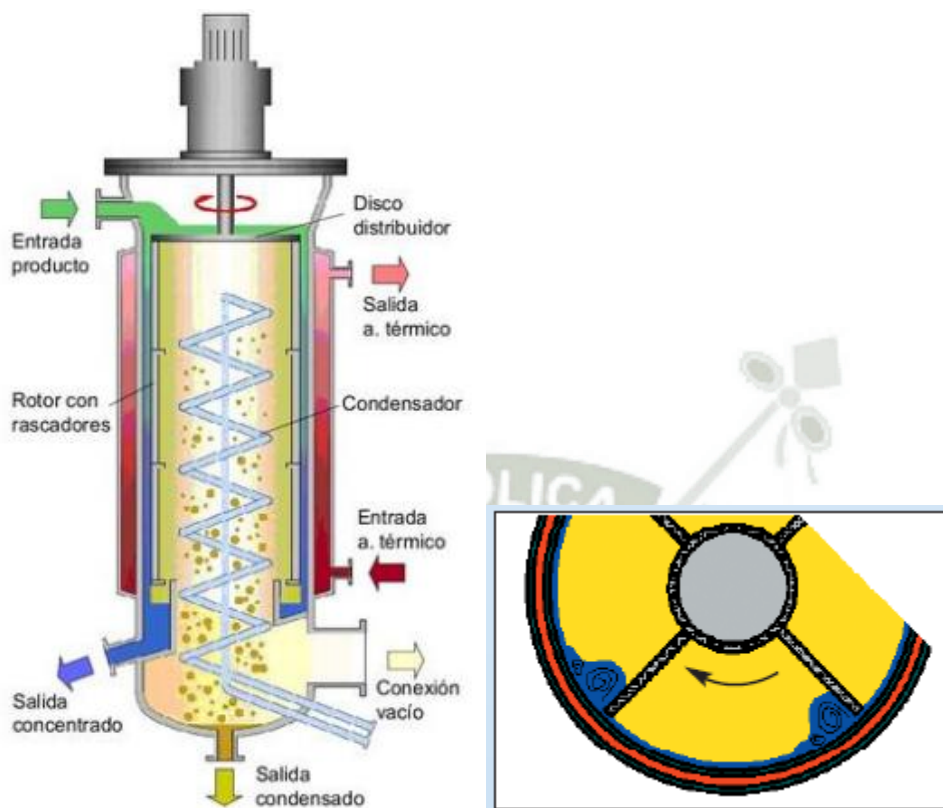


Figura 24. Short path evaporator.
SMS Buss SMS Conzler

La **tabla 2** describe el flujo del proceso de la destilación molecular y la participación del aceite térmico para dicho proceso. La ingeniería de proceso ha sido definida por TASA. (**Plano 06.-** Proceso de Destilación Molecular (PDM))

La siguiente **tabla 3** describe el flujo de proceso del aceite térmico requerido para calentar el short path evaporator. . La ingeniería de proceso ha sido definida por TASA. (**Plano 02.-** P&D del Sistema de Aceite Térmico)

FLUJOS DE PROCESO										
Corriente:		1	2	3	4	5	6	7	8	11
Nombre:		Aceite	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Destilados: Ácidos grasos libres + destilado ligero	Ácidos grasos libres + destilado ligero	Destilados Ligeros	Residuo: aceite producto de short path evaporador
Temperatura:	°C	130	200	200	180.0	50	40	40	Ambiente	230
Presión:	bar		0.00001				0.00001			
Flujo de masa total:	kg/h	5000	4934	4500	4934	4934	280.0	280.0	140.0	4500
Aceite	kg/h	4934	4934	4500	4934	4934	—	—	—	4500
Ácidos grasos libres	kg/h	59.4	—	—	—	—	78.0	78.0	—	—
Vapor de Agua	kg/h	4.0	—	—	—	—	5.2	5.2	4.0	—
Ligeros	kg/h	2.0	—	—	—	—	2.6	2.6	2.0	—
No Condensables	kg/h	0.6	—	—	—	—	1.3	1.3	1.0	—
Destilado ligero	kg/h	—	—	—	—	—	172.9	172.9	133.0	—
Densidad:	kg/m3	920.4	750.0	750.0	850.0	885.0	890.0	890.0	900.0	833.2
Caudal:	m3/h	2.2	2.5	9.3 – 15.3	2.5	2.12	0.29	0.29	0.2	5.4 – 13.8
Viscosidad:	cP	84.1	2.0	2.0	5.0	24.7	21.1	21.1	4.6	2.0

Tabla 2 Flujo de proceso PDM

Fuente: Tasa

FLUJOS DE ACEITE TÉRMICO								
Área	Corriente	Descripción	T (°C)	P (bar abs.)	Flujo de masa (kg/h)	Densidad (kg/m ³)	Caudal (m ³ /h)	Viscosidad (cP)
312	1	312-EQ-02	230	4,0	13326	783,9	17	0,62
	2	312-EQ-02	225	3,0	13326	786,0	16,5	0,64

Tabla 3 Flujo de aceite térmico

Fuente Tasa

3.2 SELECCIÓN DE LA CALDERA DE ACEITE TÉRMICO

Primero. Se debe determinar si es una aplicación de fluido térmico. Para ello, se debe conocer la temperatura necesaria en el proceso. Si esta temperatura es superior a los 350 °F / 177 °C (equivalente en vapor a 120 psi), entonces si es aplicable el uso de fluido térmico. Ahora bien, en la industria en general, se considera la utilización de fluido térmico en temperaturas de sistema superiores a los 380 °F/193 °C (equivalentes en vapor a 180 psi)

Segundo. El equipo usado debe ser compatible con fluido térmico. Con las dos explicaciones anteriores aplicaremos la siguiente formula

$$Q = m * Cp * \Delta T \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

Q: Carga de calor (BTU/hr)

m: flujo másico (Kg/hr)

Cp: Calor específico (BTU/ Lb °F)

ΔT: Variación de temperatura (°F)

Datos

- El flujo másico es de 5000 Kg/hr y es un dato dado por el proceso de TASA OMEGA. **Plano 06.-** Proceso de Destilación Molecular (PDM).
- El calor específico del aceite de pescado es de 0.460 BTU/Lb °F **Anexo A**
- La temperatura del aceite de pescado al ingreso del short path es de 130 °C y la salida de este es de 200 °C.. **Plano 06.-** Proceso de Destilación Molecular (PDM).

$$\Delta T = 200\text{ °C} - 130\text{ °C} = 70\text{ °C} = 158\text{ °F}$$

De la ecuación (1) tenemos

$$Q = 5000 \frac{kg}{hr} * 2.2 \frac{lb}{kg} * 0.460 \frac{BTU}{Lb\ ^\circ F} * 158\ ^\circ F$$

$$Q = 799480 \frac{BTU}{hr}$$

Ahora se deberán asumir pérdidas en el sistema. Es una buena práctica el asumir pérdidas entre el 15 y 25% dependiendo de la situación. Nosotros asumiremos pérdidas del 20%.

$$Q = 959376 \frac{BTU}{hr}$$

De acuerdo a este dato obtenido no vamos a la tabla de FULTON a los modelos FT-C.

(**Anexo C:** Caldera de aceite térmico (Fulton FT-0120 C))

MODELS	FT-C	0080	0120	0160	0240	0320	0400	0600	0800	1000	1200	1400
Specifications												
Heat Output	1,000 BTU/HR	800	1,200	1,600	2,400	3,200	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000
	1,000 KCAL/HR	200	300	400	600	800	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500
Thermal Fluid Content	Gallons	10	21	19	31	68	76	132	201	290	383	460
	Liters	38	80	72	116	258	288	498	648	1,097	1,448	1,741
Recommended Flow Rate	GPM	50	75	100	150	250	250	375	500	615	730	800
	M3/HR	11.4	17	22.7	34	56.8	56.8	85.2	113.6	139	167	182
Approximate Fuel Usage												
Light Oil *	GPH	7.1	10.7	14.3	21.4	28	35.3	53	69.3	87.1	104.5	122
	LPH	27	40.6	54.1	81	108.8	136	201	263.7	329.6	395.5	461.5
Natural Gas *	FT3/HR	998	1,498	1,998	2,999	4,000	4,997	7,498	9,997	12,496	14,998	17,500
	M3/HR	38.3	42.4	56.5	84.9	113.2	141.5	212.3	283	353.8	424.6	495.5
Power												
Typical Circulating Pump	HP	10	10	15	15	20	20	30	40	50	50	60
	KW	7.5	7.5	11.2	11.2	14.9	14.9	22.5	29.5	37.3	37.3	45
Typical Burner Motor	HP	1.5	3	3	3	5	7.5	7.5	15	20	20	20
	KW	1.1	2.2	2.2	2.2	3.7	5.6	5.6	11.2	11.2	15	15

Tabla 4 Especificaciones de caldera fulton modelo FT-C

Fuente: The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

Nota: En la mayoría de los casos el flujo estándar recomendado por un fabricante para el calentador dimensionado (en base a las necesidades de calor) es suficiente para satisfacer el flujo mínimo requerido por los usuarios del sistema.

Las características de la caldera de aceite térmico seleccionada que conforman el sistema de generación se muestran a continuación.

- Cantidad: 01 Unidad.
- Marca: FULTON.
- Modelo: FT-0120-C.
- Código / Tag: 410-EQ-04.
- Tipo / Posición: Acuotubular/ Vertical
- Potencia: 1200000 BTU/hr.
- Rango de Flujo: 75 GPM.
- Presión de Trabajo Máxima: 10.34 bar
- Temperatura: 343 °C.
- Combustible: Diesel 2 B5 / Bio Diesel
- Piloto de Ignición: GLP.
- Suministro eléctrico: 440 VAC / 3Ø / 60Hz.
- Norma de Fabricación: ASME Sección VIII.

Anexo C: Caldera de aceite térmico (Fulton FT-C 0120)

3.2.1 SELECCIÓN DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN

Para dimensionar y seleccionar la bomba de recirculación de aceite térmico deberán de considerarse los siguientes puntos:

- El flujo necesario de aceite térmico en el sistema y flujo máximo recomendado para el calentador. En la mayoría de los casos el máximo recomendado para el tamaño de calentador es más que suficiente para el usuario.
- Presión necesaria en el fluido térmico para vencer pérdidas del sistema. En la mayoría de los casos es más que suficiente con 55 psi, viscosidad de 1 Cs, gravedad específica de 7.
- Temperatura máxima de operación del fluido térmico. Si la temperatura máxima es inferior o igual a 315 °C, la bomba será enfriada por aire. Si la temperatura del fluido será superior a los 315°C, la bomba será enfriada por agua.

Hallando la altura de bombeo

$$P = \gamma * h \quad \text{Ec 2}$$

Donde

P=Presión absoluta (kg/cm²)

γ=peso específico del fluido (Kg/m³)

h=altura (m)

De la ecuación 2 obtenemos

$$55 \text{ PSI} = 783 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * h$$

$$h = \frac{55 \text{ psi} * 3.86 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)}{783 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$h = 49.29 \text{ m} = 164 \text{ pies}$$

Las características de la bomba de recirculación seleccionada que conforman el sistema de generación se muestran a continuación.

- Cantidad: 02 Unidades. (1 Stand by)
- Caudal de Operación: 75 GPM.
- Presión de Operación: 55 psi.
- Potencia: 10 HP.
- Revoluciones: 1750 RPM.
- Suministro eléctrico: 460 VAC / 3Ø / 60 Hz.

Anexo E: Bomba de recirculación (Dean RMA5000)

Four Pole Motor

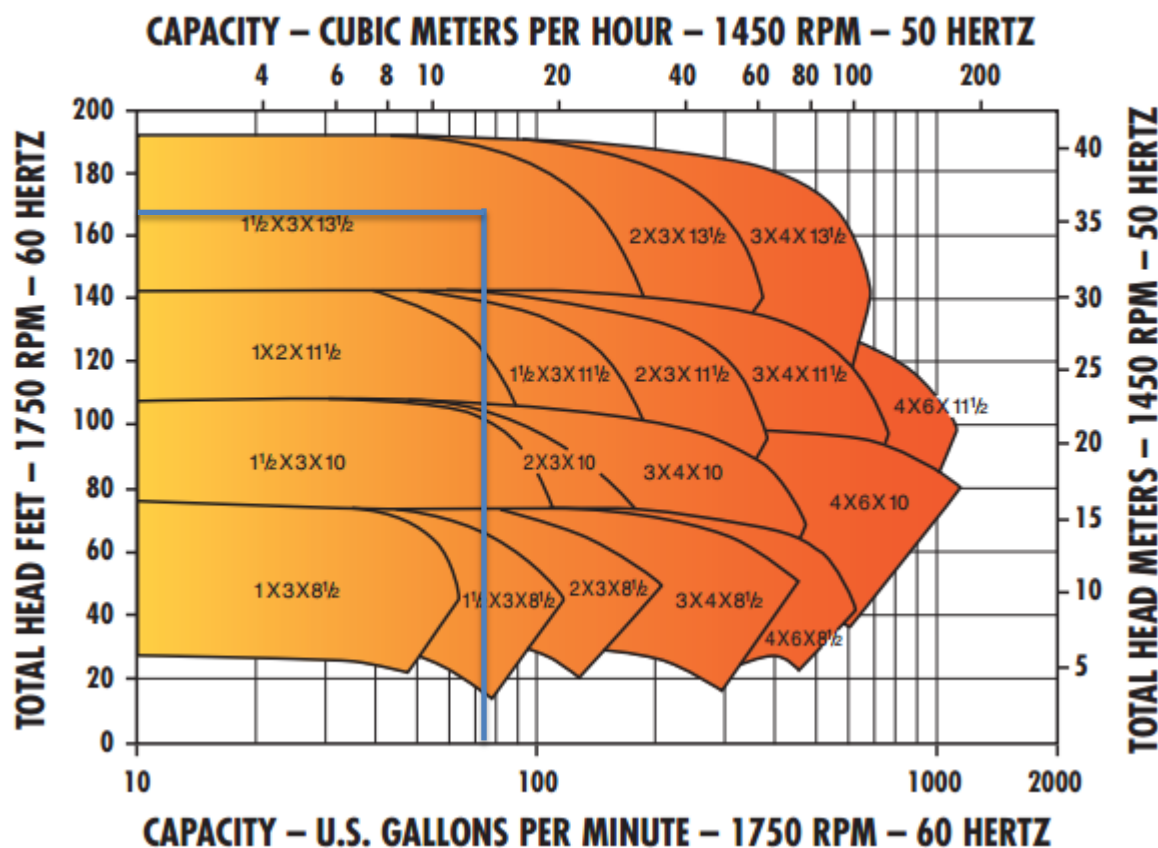


Figura 25 Diagrama de curvas de bombas Dean
Fuente Dean Pump High Temperatura

3.2.2 DEMANDA DE COMBUSTIBLE

La demanda de combustible se debe emplear la siguiente ecuación. Debemos tener en cuenta que el combustible debe de abastecer a la caldera de aceite térmico. De la siguiente tabla de observa:

$$Q_{diesel} = \left(\frac{\text{Capacidad de las calderas}}{\eta * PC} \right) \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Q_{diesel} = cantidad de combustible

η = es la eficiencia de la caldera

PC = poder calorífico del combustible. (kj/kg)

En la **tabla 5** observamos diferentes tipos de combustibles en nuestro caso seleccionaremos el biodisel ya que nuestro equipo utiliza dicho combustible.

Combustível	Densidade	Poder Calorífico Inferior MJ/kg	
Gasolina	0,73 g/ml	42,5	
Diesel	0,85 g/cm3	43,0	10100 kcal/kg
Biodiesel	0,88 g/cm3	37,2	
HFO 380	0,96		9559 kcal/kg
Óleo Cru	0,86 g/cm3	.	9881 kcal/kg
Carvão		6000	
		MJ/m3	
Gás Natural		34,6	

Tabla 5. Poder calorífico de diferentes combustibles

Fuente <http://www.antoniolima.web.br.com/arquivos/podercalorifico.htm>

La eficiencia de la caldera de aceite térmico es de 80 %. **Anexo C:** Caldera de aceite térmico (Fulton FT-C 0120)

De la ecuación 3 tenemos

$$Q_{diesel} = \left(\frac{351.68 \text{ Kw}}{0.80 * 37200 \text{ KJ/kg}} \right)$$

$$Q_{diesel} = 0.011 \text{ Kg combustible/seg}$$

$$Q_{diesel} = 0.039 \frac{\text{Kg combustible}}{\text{seg}} * \frac{1 \text{ Galón}}{3.785 \text{ Lt}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ Hr}}$$

$$Q_{diesel} = 11.21 \text{ GPH}$$

Según el cálculo realizado del caudal volumétrico del combustible Diesel 2 B5 nos da un resultado, para comprobar dicho cálculo tendremos que servirnos de información del fabricante.

Por ende la estimación final del consumo de combustible es:

Caudal volumétrico=10.7 GPH

Anexo C: Caldera de aceite térmico (Fulton FT-C 0120)

3.2.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE

La capacidad del tanque está determinada por el consumo de la caldera de aceite térmico en operación.

$$CAP \text{ tanque} = (\text{Consumo de combustible}) * (\text{Tiempo de servicio})$$

Ec. 4

Dimensionamiento del Tanque de Servicio Diario

Para dimensionar el tanque de servicio se debe de considerar los siguientes aspectos que se almacenara el suficiente combustible para 7 días laborables cada día con 8 horas de operación. Reemplazando en la ecuación 4 :

$$CAP \text{ tanque} = (10.7 \text{ GPH}) * (8 \text{ Hr}) * (7 \text{ dias})$$

$$CAP \text{ tanque} = 599.2 \text{ GLN}$$

3.3 SELECCIÓN DEL ACEITE TÉRMICO

La selección del fluido térmico más adecuado para la aplicación es muy importante. Factores que deben de ser considerados son la eficiencia, estabilidad térmica, adaptabilidad a varios sistemas, propiedades físicas, incluyendo la presión de vapor, punto de fluidez, punto de inflamación y punto de auto encendido.

Los fluidos térmicos son de origen, tanto mineral (aunque estos son utilizados cada vez menos) y sintéticos que han sido desarrollados para proporcionar estabilidad térmica a un rango amplio de temperaturas.

Para nuestro caso nosotros seleccionaremos un **ACEITE TÉRMICO DE GRADO ALIMENTICIO** como calentamiento indirecto.

Todo fluido térmico especialmente diseñado para transferencia de calor debe cumplir con las siguientes características:

- Ser líquido estable y homogéneo a temperaturas de por lo menos 100°F (38°C) arriba de la temperatura a la cual se operara el sistema.
- Tener ausencia total de materia sólida en suspensión.
- Ser no tóxicos por si ocurre un derrame.
- Tener suficiente lubricidad.

Se recomienda tener mucho cuidado al consultar la literatura de los fabricantes de fluidos térmicos, ya que la temperatura máxima a la que ellos se refieren es la temperatura límite a la que puede ser sometido el fluido pero hay que recordar que en los calentadores con quemador existe una TEMPERATURA DE PELÍCULA que es superior a la temperatura del grueso del fluido térmico

Como se mencionó anteriormente seleccionaremos un aceite térmico **MULTITHER PG1 FOOD GRADE** que es un aceite mineral de grado alimenticio de alta calidad para su uso en circuito cerrado, calefacción fase líquida y los sistemas de enfriamiento a 600 ° F. (**Anexo F:** Aceite térmico (Multitherm PG-1))

La fórmula única de **MultiTherm PG-1®** asegura un rendimiento sin los problemas potenciales de muchos fluidos convencionales. En la **Tabla 5** mencionamos algunas de las características de dicho aceite térmico.

Características Físicas	MultiTherm PG-1
Tipo	Aceite mineral blanco
Apariencia	Brillante, transparente, incoloro
Olor	Ninguno
Densidad @ 60 ° F / 16 ° C	7,30 lb / gal
Autoignición ASTM D2155 Temperatura	690 ° F / 366 ° C
Temperatura máxima de película	640 ° F / 338 ° C
Temperatura de funcionamiento máxima recomendada	600 ° F / 316 ° C

Tabla 5 Algunas características físicas del aceite térmico de grado alimenticio
Fuente Food Grade Multitherm PG-1

Nota: El fabricante del fluido térmico debe de garantizar las propiedades del fluido que ofrece y verificar que la temperatura de alcance efectivo del mismo exceda la temperatura de operación del sistema.

3.4 SELECCIÓN DEL TANQUE DE EXPANSIÓN

Todos los fluidos térmicos se expanden cuando se calientan. La cantidad de expansión se basa en la temperatura de funcionamiento, el volumen del sistema y el coeficiente de expansión térmica del fluido. Un depósito de expansión se debe proporcionar para acomodar el volumen del sistema de aumento de la temperatura de funcionamiento.

NOTA: Todos los líquidos se expanden a un ritmo diferente.

En la mayoría de los casos, el usuario de los equipos utiliza el tamaño de tanque de expansión que el fabricante ha dimensionado para cada uno de los tamaños de calentador.

Ahora bien, si el usuario desea dimensionar él mismo, deberá conocer los siguientes datos:

$$\text{VOLUMEN DE EXPANSIÓN NECESARIO} = A \times (B - T_a) \times C$$

Ec. 5

Donde

A = Coeficiente de Expansión térmica del fluido a utilizarse.

B = Temperatura máxima de operación del fluido.

C = Volumen del fluido en el sistema a temperatura ambiente.

Ta= Temperatura ambiente.

El volumen de expansión es el volumen dentro del tanque de expansión que corresponde a la diferencia entre el llenado inicial que es aproximadamente 4" de altura de aceite en el tanque (suficiente para pasar el interruptor de bajo nivel) y el nivel máximo de llenado (por razones de seguridad para evitar rebalses).

El sistema de aceite térmico según datos de la cadera esta contiene 21 gal. (**Anexo C:** Caldera de aceite térmico (Fulton FT-C 0120))

Modelo	Capacidad (galones)	Llenado Inicial (galones)	Disponible para Expandir a (galones)	Volumen Máximo del Sistema
FT-200-L	52	25	46	184
FT-500-L	132	40	121	525
FT-1000-L	264	80	232	1000
FT-1500-L	397	90	380	1400
FT-2000-L	528	145	444	1700
FT-3000-L	793	215	717	2600
FT-5000-L	1310	300	1168	4600

Tabla 6 Especificaciones de un tanque de expansión fulton FT
Fuente: The Fulton Companies. Calentadores de Fluido Térmico.

De acuerdo a la **Tabla 6**, si se elige el tanque de expansión FT-200- L de un fabricante, entonces se deberá agregar 25 galones a los 21 galones del sistema para así llenar las 4" necesarias del tanque (suficiente para pasar el interruptor de bajo nivel).

(**Anexo D:** Tanque de expansión (Fulton))

Luego, se busca el coeficiente de expansión del fluido térmico que se va a utilizar. En este caso se asume un 25% (no es necesario aplicar la fórmula de volumen de expansión ya que para este aceite el porcentaje lo proporciona).

$$46 \text{ gal} * 1.25 = 57.5 \text{ gal}$$

$$57.5 \text{ gal} - 21 \text{ gal} = 36.5 \text{ gal de expansion}$$

Como se puede ver en Tabla en referencia, el tanque FT-200 tiene 46 galones disponibles para expansión, por lo que la selección correcta es el modelo que le sigue en tamaño que es el FT-200-L.

Las características del tanque de expansión seleccionado que conforman el sistema de generación son:

- Cantidad: 01 Unidad.
- Modelo: FT-200L.
- Capacidad: 46 galones.

3.5 CÁLCULO DE LA TUBERIA

Deberá prestarse mucha importancia a la necesidad de contener el fluido dentro del sistema, por lo que es necesario considerar un buen diseño de tubería, soldadura, empaquetadura, y cualquier otro factor que ayude a eliminar las fugas.

Deberá tenerse especial cuidado en que ningún elemento que este en contacto con el fluido térmico este hecho de cobre, aleaciones de cobre, aluminio o hierro forjado. El hierro forjado es poroso a los fluidos térmicos, el cobre y aluminio actúan como catalizadores en la degradación de algunos fluidos térmicos. Se recomienda la utilización de acero al carbón o acero inoxidable.

Para aplicaciones estándar, todos los componentes deberán estar diseñados para soportar 650 grados Fahrenheit (343.33 °C), a menos que se especifique lo contrario.

Toda la tubería, valvulería y demás equipo que integra el circuito deberá estar diseñado para soportar una presión mínima de operación equivalente a la que este estampada en el calentador, por lo general esa presión es de 100 psi.

Durante la construcción de la instalación, es imprescindible que no quede suciedad, agua o residuos de la soldadura dentro del sistema

Toda la tubería a utilizarse en la instalación deberá de ser hierro negro sin costura fabricado, según la norma ASTM A53 grado B / ASTM A-106. La tubería deberá ser cédula 40 o su equivalente.

3.5.1 CÁLCULO DE TUBERÍAS DE ALIMENTACIÓN Y RETORNO

Realizaremos el cálculo de tuberías de esta zona teniendo en cuenta los estándares y consideraciones ya mencionados.

- Tramo desde la Caldera de Aceite Térmico hasta el Short Path Evaporator
(**Plano 03.-** Isométrico Tubería de Alimentación)

Longitud: 82.5 m

Temperatura 230 °C

Presión 45 PSI

- Tramo desde el Short Path Evaporator hasta el Tanque de Expansión
(**Plano 04.-** Isométrico Tubería de Retorno)

Longitud: 79.0 m

Temperatura 230 °C

Presión 45 PSI

De la siguiente ecuación:

$$Q = v * \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{Q * 4}{v * \pi}} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde

D: Diámetro de la tubería (Pulg)

Q: Caudal del fluido (m³/hr)

v: Velocidad del fluido (m/s)

Área	Nombre de las líneas	P (psig)	°m Req (Kg/hr)	ρ (kg/m ³)	Q (m ³ /h)	v recom (m/s)	Ø Calc (pulg)	Ø Selec (pulg)
312	Ingreso	45	13326	783.90	17	3.00	1.759	1 ½
312	Retorno	45	13326	783.90	16.5	3.00	1.703	1 ½

Tabla 7 Cuadro de diámetros para tuberías de distribución
Fuente: Elaboración Propia

Recalculando la velocidad

Ø Selec (pulg)	Ø Interno Selec (mm)	v recal (m/s)	v máx (m/s)
1 ½	40.94	3.4	3.5
1 ½	40.94	3.2	3.5

Entonces se instalara una línea de aceite térmico para ingreso y retorno con tubería DN40 de acero al carbono ASTM A53 Gr.B, sin costura, Sch.40, extremos biselados. Dimensionado de acuerdo a ASME B 36.10. Desde el cual se distribuirá el aceite térmico hacia el short path evaporator.

(Anexo G: Tubos de acero al carbono ASTM A53)

3.6 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AISLAMIENTO

Después de realizadas satisfactoriamente las pruebas correspondientes al sistema, toda la tubería, deberán aislarse adecuadamente con materiales apropiados para la alta temperatura para así prevenir pérdidas de calor y daños personales.

En la selección indicaremos aquellos espesores mínimos aconsejables de la marca Isover en función de las temperaturas de trabajo y al diámetro de la tubería

En unidades operadas con mantos de gases inertes sobre el fluido en el tanque de expansión, puede aislarse todo el tanque combinado, incluyendo las secciones de expansión e intercambio de calor, ya que ha sido eliminada la posibilidad de oxidación del fluido, aunque no es imprescindible.

3.6.1 DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

- Seleccionar el espesor del aislamiento (**Anexo I:** Aislamiento térmico para tuberías)

Necesitamos temperatura de trabajo del aceite térmico ($T^{\circ}=230\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Diámetro de la tubería ($\phi=1\text{ }1/2''$)

- Obtendremos pérdidas unitarias y temperatura exterior del material aislante.

(**Anexo I:** Aislamiento térmico para tuberías)

Necesitamos temperatura de trabajo del aceite térmico ($T^{\circ}=230\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Diámetro de la tubería ($\phi=1\text{ }1/2''$)

3.6.2 CÁLCULO DEL AISLAMIENTO DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN.

El espesor del aislamiento en cada línea es el siguiente:

TEMP. OPERACION		HASTA 287°C (550°F)						HASTA 343°C (650°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		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
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
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
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
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	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

E.R.: ESPESOR RECOMENDADO

T.S.: TEMPERATURA DE SUPERFICIE APROXIMADA

P.C.: PÉRDIDA DE CALOR

Ta.: TEMPERATURA AMBIENTE

Tabla.8 Espesores de aislamiento para tubería
Fuente Owens Corning

Eficiencia del Aislamiento Línea de Suministro.

$$\varphi = \left(\frac{H_{\text{sin aislamiento}} - H_{\text{con aislamiento}}}{H_{\text{sin aislamiento}}} \right) * 100$$

Ec. 7

Temperatura de operación: 230 °C

Temperatura de ambiente: 20 °C

$$\Delta T = T_{op} - T_{amb}$$

$$\Delta T = 230 \text{ °C} - 20 \text{ °C}$$

$$\Delta T = 210^{\circ}C$$

$$\Delta T = 410^{\circ}F$$

Obtenemos $H: 1850 \frac{BTU}{hr \cdot pie^2}$

Anexo I

$$Area = \pi * De * L$$

$$Area = \pi * 1.9 \text{ pulg} * \left(\frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg}}\right) * 82.50 \text{ m} * \left(\frac{1 \text{ pie}}{0.304 \text{ m}}\right)$$

$$Area = 134.99 \text{ pie}^2$$

$$H = 1850 \frac{BTU}{hr} * \text{pie}^2 * 134.99 \text{ pie}^2 = 249731.5 \frac{BTU}{hr}$$

$$H = 249731.5 \frac{BTU}{hr} * 252 \frac{cal}{BTU} * 4.168 \frac{J}{cal} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}}$$

$$H = 72861.66 \text{ W}$$

De tabla 8:

$$q_L = 80.66 \text{ w/m}$$

$$q_L = 80.66 \text{ w/m} * 82.50 \text{ m}$$

$$q_L = 6654.45 \text{ w}$$

De la ecuación 7 para la línea de ingreso

$$\varphi = \left(\frac{72861.66 - 6654.45}{72861.66} \right) * 100$$

$$\varphi = 90.86\%$$

Las líneas de suministro y retorno serán aisladas con cañuelas, fibra de vidrio para temperatura media, según norma ASTM C-547 tipo I y ASTM C-795, factor de conductividad térmica de 0.075 W/m²K a 250°C.

Acabado con chaquetas de aluminio de calibre 0.7mm, boceladas y traslapadas en ambos sentidos.

3.7 CÁLCULO DE LAS JUNTAS DE DILATACIÓN

Las tuberías siempre se instalan a temperatura ambiente. Cuando transportan fluidos calientes funcionan a temperaturas superiores y por lo tanto, se expanden especialmente en longitud, al pasar de temperatura ambiente a temperatura de trabajo. Esto creará tensiones en ciertas zonas del sistema de distribución, como las juntas de las tuberías, que pueden llegar a romperse.

$$Dilatacion = L * \Delta t * \alpha \quad (mm) \quad \text{Ec. 8}$$

Donde

L: longitud de la tubería entre anclajes (m)

Δt : diferencia de temperaturas ($^{\circ}\text{C}$)

α : coeficiente de dilatación $(\text{mm}/\text{m}^{\circ}\text{C}) \cdot 10\text{e-}3$

Sólo se realiza el cálculo de dilatación de los tramos rectos mayores a 10 metros.

Área	P (psig)	A ($1/^{\circ}\text{C}$)	L (m)	Ti ($^{\circ}\text{C}$)	Tf ($^{\circ}\text{C}$)	dT ($^{\circ}\text{C}$)	dL (mm)
Sala de Calderas / Destilación Molecular	45.0	1.2E-05	20.10	20.00	343.33	323.33	78.00
	45.0	1.2E-05	30.29	20.00	343.33	323.33	117.51
	45.0	1.2E-05	12.81	20.00	343.33	323.33	49.70

Tabla 9 Cuadro de dilatación de tramos de 10m

Fuente: Elaboración Propia

Es necesaria una junta de dilatación o un elemento para amortiguar la dilatación de las tuberías, cuando la longitud de dilatación es mayor o igual a 50 mm (2").

Anexo J: Juntas de expansión térmica

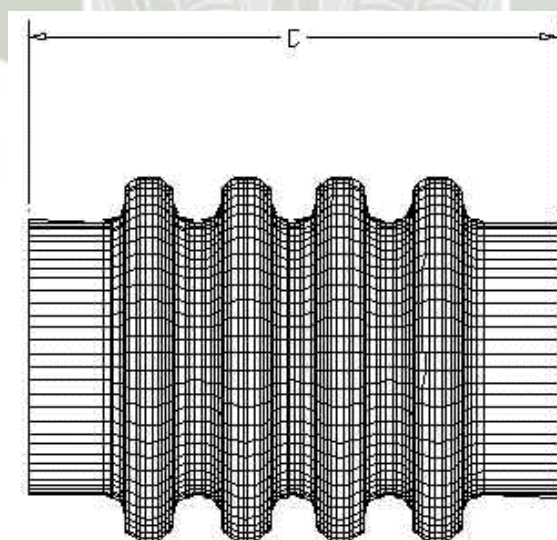


Figura 26. Junta de dilatación simple Multi-Ply
Fuente U.S. Bellows, INC.

3.8 SELECCIÓN DE LA BOMBA

Para dimensionar y seleccionar la bomba de aceite térmico deberán de considerarse los siguientes puntos:

$$H_B = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g} + \left(f \cdot \frac{L}{D} + \sum K + f \cdot \frac{\sum Leq}{D} \right) \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot g}$$

Ec. 9

Donde

HB= altura de la bomba (m)

$\frac{P_2 - P_1}{\gamma}$ = alturas de presión (m)

$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g}$ = alturas de velocidad (m)

Z₂-Z₁= alturas geodésicas (m)

El número de Reynolds Re

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot Dh}{\mu} \quad \text{Ecu. 10}$$

Donde

ρ= densidad del fluido a la temperatura dada (kg/m³)

μ = viscosidad absoluta o dinámica, a temperatura del fluido (kg/m-s o N-s/m²)

V= velocidad media (m/s)

Dh= diámetro hidráulico (m)

Reemplazando en la ecuación 10

$$Re = \frac{783.9 \frac{kg}{m^3} * 3.5 \frac{m}{s} * 0.0409 m}{0.00062 \frac{kg}{m-s}}$$

$$Re = 180992.395$$

Es régimen turbulento

Consideraciones:

** La presión de succión de la bomba es la presión promedio con la que trabaja la caldera de aceite térmico es este caso es de 2.5 bar.

** La presión de descarga es la presión de ingreso del aceite térmico al short path evaporator es de 4 bar.

** La altura geodésica del sistema es de 10 m.

Las velocidades son iguales ya que por la tubería del mismo diámetro y por mantenerse el caudal constante.

Calculando las pérdidas de la tubería

Determinación de las Pérdidas Primarias

$$hf = f * \frac{L}{D} \quad \text{Ec.11}$$

Determinación de f mediante el diagrama de Moody. La rugosidad absoluta de la tubería nueva es de $E=0.052 \text{ mm}$.

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{E}{D}$$

$$\text{Rugosidad relativa} = \frac{0.052 \text{ mm}}{40.9 \text{ mm}}$$

$$\text{Rugosidad relativa} = 0.00127$$

Con $Re= 180992.395$ para usar en el diagrama de Moody, se obtiene.

$$f=0.0438$$

Determinación de la longitud total de la tubería (**Plano 03.-** Isométrico Tubería de Alimentación)

$$L=82.5 \text{ m}$$

De la ecuación 9 de pérdidas primarias

$$hf = 0.0438 * \frac{82.5 \text{ m}}{0.0409}$$

$$hf = 88.88$$

Determinación de Pérdidas Secundarias

$$hs = \sum K$$

ACCESORIOS	CANTIDAD	VALOR k	TOTAL
Codo de 90° con brida	12	0.4	4.8
Valv. Check con brida	1	2	2
Filtro en Y	1	1.3	1.3
Valv. De globo con brida	2	8.5	17
Total			25.1

Anexo L: Rugosidad absoluta y coeficientes de resistencia accesorios

$$\sum K = 25.1$$

Reemplazando en la ecuación 8 :

$$H_B = \frac{4 \text{ bar} - 2.5 \text{ bar}}{783 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + 10 \text{ m} + (88.8 + 25.1) * \frac{8 * (17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}})^2}{\pi^2 * (0.0409 \text{ m})^4 * 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$H_B = 103.75 \text{ m aceite}$$

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_B}{75 \cdot n} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde

γ = peso específico del fluido (Kg/m³)

Q= caudal (m³/s)

H= altura de la bomba (m)

n= eficiencia

$$P = \frac{783 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 17 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \cdot 103.75 \text{m} \cdot \frac{1 \text{hr}}{3600 \text{seg}}}{75 \cdot 0.6}$$

$$P = 8.52 \text{ HP}$$

Por ende optamos por una comercial de 10 HP

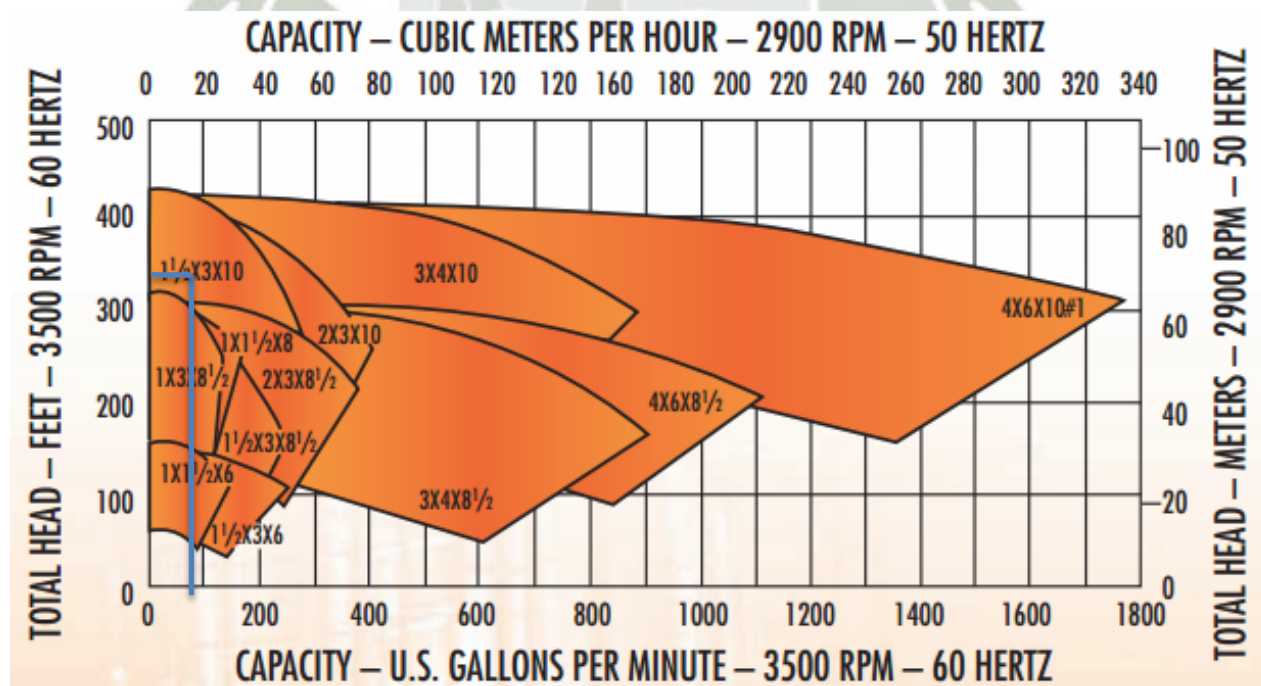


Figura 27 Diagrama de curvas de bomba Dean
Fuente Dean Pump High Temperatura

- Cantidad: 01 Unidades.
- Caudal de Operación: 75 GPM.
- Presión de Operación: 55 psi.
- Potencia: 10 HP.
- Revoluciones: 3500 RPM.
- Suministro eléctrico: 460 VAC / 3Ø / 60 Hz.

(Anexo H: Bomba (Dean))

3.9 SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Consideraremos algunos criterios de selección e válvulas recomendados por los fabricantes de equipos.

- Diámetro requerido igual a la tubería seleccionada.
- Tipo de servicio requerido.
- Sistema de operación de la válvula.
- Tipo de fluido a controlar.
- Materiales de construcción interna y externa.
- Temperatura y presión promedio.

3.10 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE SOPORTES PARA TUBERÍAS

La ubicación de los soportes presenta una serie de consideraciones de la propia ruta de la tubería:

- Nunca se debe colocar un soporte sobre válvulas, accesorios o juntas de expansión.
- Sobre tramos rectos no sobre codos o juntas angulares.
- Lo más cerca posible de grandes concentraciones de carga.
- Los soportes deben ser localizados cerca de estructuras existentes de acero para maximizar la facilidad de diseño y construcción.

3.10.1 DISTANCIA ENTRE SOPORTES

Para poder determinar la distancia entre soportes tendremos en cuenta los siguientes datos:

Temperatura de Trabajo:	220 °C
Longitud:	82.5 m (Ida) 7.9 m (Retorno)
Diámetro DN:	40

Con el diámetro de la tubería ingresamos al Anexo la distancia entre soportes y nos da el valor de 3.30 m distancia que se deberá de utilizar.

(Anexo K: Distancia entre soporte de tuberías (SIKLA))

Diámetro nominal	Diámetro nominal	Diámetro exterior	Recomendaciones SIKLA			DIN 1988-2		
			Tubos llenos de agua con aislamiento ¹⁾			Tubos llenos de agua		
			Tubo de acero	Tubo de acero	Tubo de cobre	Tubo de acero	Tubo de cobre	Tubo de PVC
[DN]	[pulgadas]	[mm]	EN 10220 DIN 2448 DIN 2458	EN 10255 DIN 2440	EN 1057 DIN 1786	EN 10255 DIN 2440	EN 1057 DIN 1786	a 20°C a 40°C
40		44,5	2,40					
40	1 1/2"	48,3		3,30		4,25		

Tabla 10 Distancia entre soportes para tuberías

Fuente: Sikla

Por consiguiente el número de soportes en la tubería de ida:

$$\# = \frac{82.5 \text{ m}}{3.30 \text{ m}}$$

$$\# = 25 \text{ soportes}$$

Y el número de soportes para la tubería de retorno de aceite térmico será:

$$\# = \frac{79 \text{ m}}{3.30 \text{ m}}$$

$$\# = 23 \text{ soportes}$$

3.10.2 PATINES

Los patines servirán para sostener los tubos y a la vez permitirán la instalación de aislamiento alrededor de la tubería, ya que el apoyo de los tubos tiene una altura tal que brinda una separación entre la tubería y el Soporte o el Pipe Rack.

Los patines también tendrán guías, que servirán para que estos puedan deslizarse libremente cuando la tubería se dilate por temperatura.

El Pipe Rack es una estructura, que será especialmente instalada para albergar todas las tuberías de la planta, ya que la cruza de Norte a sur y de Este a Oeste.

El alcance del Sistema de Distribución quedará enmarcado de la siguiente manera: Desde las salidas de las bombas de aceite térmico, ubicadas en la Sala de Calderas, hasta el ingreso a cada uno de los equipos consumidores. No se consideran válvulas de corte ni de control en el ingreso a cada uno de los consumidores.

3.11 CONEXIONES ELÉCTRICAS

Aunque la parte eléctrica de la instalación no sea objeto de este proyecto, conviene indicar que se incluyen en dicha instalación los siguientes cuadros eléctricos:

Se debe proveer de interruptores termo-magnéticos por separado para cada uno de los siguientes equipos:

- Bomba de recirculación de aceite térmico.

- Circuito de control.

Los termo-magnéticos y demás accesorios que comprende la parte eléctrica deberán de ser dimensionados de acuerdo a la placa de los motores, capacidad de las resistencias y los códigos locales.

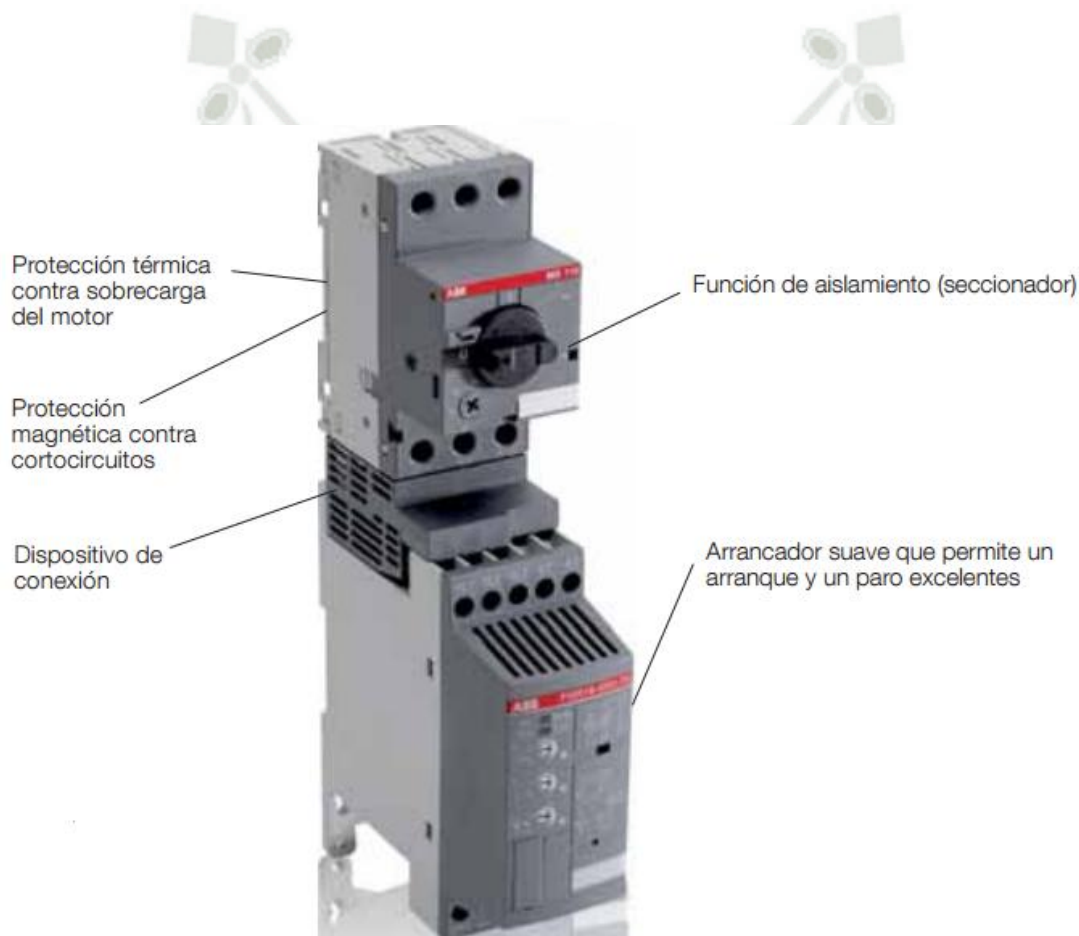


Figura 28. Termomagnético ABB
Fuente ABB.

Los calentadores vienen de fábrica completamente alambrados a excepción del interruptor para control de nivel en el tanque de expansión.

3.11.1 VOLTAJES Y FRECUENCIAS

Los voltajes estándares empleados en los calentadores son de 240/480 voltios, 3 fases, 60 HZ en corriente alterna, siempre y cuando no se especifique diferente.

Se deberá contar con una línea adicional 120/60 de corriente alterna para el circuito de los controles en el calentador, a menos que el calentador se hubiese solicitado con un transformador para los controles.

En todas las unidades, la bomba de recirculación de aceite térmico, el motor del ventilador y la bomba de combustible en las unidades de serpentín deberán contar con su respectiva fuente de corriente trifásica.

Se deberá chequear el voltaje disponible en las instalaciones y cerciorarse que éste no difiere del voltaje nominal especificado en el equipo en un rango mayor de más o menos un 10%.

3.11.2 CÁLCULO ELÉCTRICO

Cálculo del Motor Eléctrico de 10 HP

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\phi \quad \text{Ec. 13}$$

Donde

In: Corriente nominal A

P: Potencia Kw

V: Voltaje V

Cosφ 0.85

Consideraciones

** La potencia será la potencia de operación del motor. En nuestro caso será de la bomba centrífuga de recirculación de 10 HP.

** El voltaje de operación de dicho motor de 440V.

** El cosφ 0.85

Dato 1HP=746 W

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$In = \frac{7460}{\sqrt{3} * 440 * 0.85}$$

$$In = 11.51 A$$

Considerar sobrecargas

$$Id = In * 1.2$$

$$Id = 11.51 * 1.2$$

$$Id = 13.81 A$$

Cálculo de la Caldera de Aceite Térmico 3HP

Consideraciones

** La potencia será la potencia de operación de la caldera. En nuestro caso es de 3 HP.

** El voltaje de operación de dicho motor de 440V.

** El $\cos\phi$ 0.85

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$In = \frac{2238}{\sqrt{3} * 440 * 0.85}$$

$$In = 3.45 A$$

Considerar sobrecargas

$$Id = In * 1.2$$

$$Id = 3.45 * 1.2$$

$$Id = 4.14 A$$

Cálculo del Tablero General

$$In = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi}$$

$$In = \frac{23 * 746}{\sqrt{3} * 440 * 0.85}$$

$$In = 26.48 A$$

Considerar sobrecargas

$$Id = In * 1.2$$

$$Id = 26.48 * 1.2$$

$$Id = 31.78A$$

3.11.3 Características Técnicas

Cable Eléctrico N2XY

Conductor de cobre electrolítico de 99.9% de pureza y recocido sólido. Con aislamiento de polietileno reticulado color negro con numeración correlativa para identificación. Cubierta exterior de PVC .

Norma ITINTEC 370.050 IEC 502.

Anexo N: Cable eléctrico

Interruptores Termo-magnéticos

Los interruptores termo-magnéticos de caja moldeada del tipo para empotrar, intercambiable de fácil montaje y tripolares.

Son del tipo de protección térmica contra sobre carga y magnética contra corto circuito.

Los interruptores están seleccionados para una capacidad de corto circuito adecuada, según el punto de instalación dentro del sistema.

Anexo O: Interruptores termo-magnéticos

Arrancador Electrónico (Soft-Starter)

Son contactores de by pass equipo de arranque electrónico para motores eléctricos asíncronos trifásicos. Alimenta al motor mediante el aumento progresivo de la tensión en el arranque se obtiene por medio de un regulador cuyo circuito está compuesto por 6 tiristores montados en posición 2 en cada fase.

En función del instante y del ángulo de encendido de los tiristores, permite suministrar una tensión que aumenta progresivamente a frecuencia fija.

El incremento progresivo de la tensión de salida puede controlarse mediante la de aceleración.



CAPÍTULO 4

4.1 PRESUPUESTO OBRA INSTALACIÓN TÉRMICA

El presupuesto de obra de las instalaciones térmicas lo definen como la tasación o estimación económica, previsión total de los costes involucrados en la obra de construcción para la refinación del aceite de pescado.

La finalidad de este presupuesto de la instalación térmica son las mediciones y el presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto.

Se realiza un estimado global del costo de dicha obra

RESUMEN DE LA INSTALCIÓN TÉRMICA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Costo unt.	Costo Total
1	Sala de Maquinas				188455
2	Líneas de Aceite Térmico				31046.08
3	Aislamiento Térmico				28246.35
4	Equipos externos				7692
5	Obras Civiles				7190
			TOTAL	\$	262,629.43
				S/.	895,828.99

SALA DE MÁQUINAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Costo unt.	Costo Total
1	Caldera de Aceite Térmico Fulton FT-0120-C	Und.	1	60123	60123
2	Bomba de recirculación 10HP, 3600 RPM TEFC motor	Und.	2	7692	15384
3	Tanque de Expansión Fulton FT-200-L	Und.	1	85900	85900
4	Aceite térmico Multitherm PG-1	gal	46	588	27048
				Total	188,455.00

LÍNEAS DE ACEITE TÉRMICO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Costo unt.	Costo Total
1	Suministro y montaje de tubería DN40 Sch40 (ida)	m	82.5	125.1	10320.75
2	Suministro y montaje de tubería DN40 Sch40 (retorno)	m	79	125.1	9882.9
3	Codo 90° ASTM A-234	Und.	26	5.18	134.68
4	Empaquetadura DN 40x 1/8" ASTM A-193	Und.	26	75	1950
5	Brida SLIP-ON DN40 ASTM A-105	Und.	36	13.85	498.6
6	Válvulas y accesorios DN 40 bridado	Und.	10	260	2600
7	Válvula de 3 vías DN 40 bridado (ida)	Und.	1	159.15	159.15
8	Soportes	Und.	50	110	5500
				Total	31,046.08

AISLAMIENTO TÉRMICO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Costo unt.	Costo Total
1	Aislamiento fibra de mineral media caña DN 40	m	161.5	140	22610
2	Recubrimiento metálico de aluminio calibre 7 mm.	m	161.5	34.9	5636.35
				Total	28,246.35

EQUIPOS EXTERNOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Costo unt.	Costo Total
1	Bomba de 10HP, 1750 RPM TEFC motor	Und.	1	7692	7692
				Total	7,692.00

OBRAS CIVILES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	Costo unt.	Costo Total
	Acondicionamiento en sala de calderas				
1	Cimiento base de la caldera de aceite térmico	m3	20	50	1000
2	Canal alrededor de la caldera	m	4	40	160
3	Picado y Resanado de muros para colocación de tuberías en sala	m	20	20	400
4	Movimiento de tierra	m3	20	40	800
5	Pruebas Hidrostáticas	m	161	30	4830
				Total	7,190.00

Fuente Elaboración Propia

CONCLUSIONES

1.- Se logró diseñar el sistema de distribución de aceite térmico para la planta de refinación de aceite de pescado de acuerdo a las normas con una sala de generación de aceite térmico que transfiere calor para llevar a cabo dicha refinación.

2.- Se seleccionó una caldera de aceite térmico de 120000 BTU/hr (**FT-C 0120**) con una capacidad de 21 Gal y una velocidad recomendada por el fabricante de 75GPM. Además se seleccionó un tanque de expansión (**FT-200-L**) con una capacidad de 52 Gal. Por último se seleccionó una bomba de recirculación de 10 HP enfriada por aire.

3.- Se seleccionó el aceite térmico de grado alimenticio, **MULTITHER PG1 FOOD GRADE**, como calentamiento indirecto. Que es un aceite mineral de grado alimenticio de alta calidad para su uso en circuito cerrado con un T° de película de 338 °C.

4.- Se calculó el sistema de distribución de la red de tuberías de alimentación y retorno de aceite térmico seleccionando las tuberías comerciales **DN40** de acero al carbono **ASTM A53 Gr.B**, sin costura, **Sch.40** , válvulas y accesorios seleccionados todo esto bajo norma.

5.- Se calculó el espesor del aislamiento térmico óptimo (**50 mm**) para el sistema de aceite térmico para una máxima eficiencia del **90.86%**.

6.- Se calculó la dilatación de las tuberías debido a las altas temperaturas de trabajo y se seleccionan adecuadamente las juntas de expansión y soporte de tuberías.

7.- Se realiza los planos del servicio y sistema de aceite térmico para la planta.



BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Instruction manual: Fulton thermal fluid heaters. The Fulton Companies. January 2000.
- 2.- PEDRON José María. El Destilador Molecular y sus Aplicaciones en la Industria de Aceites y Grasas. Argentina
- 3.- Technical Investigation into Thermal Oil Technology. Northerm Innovation Ltd. 2010
- 4.- OELKER BEHN Arnulfo. Calentadores y Sistemas de Fluido Térmico. Thermal Engineering. 2011
- 5.- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (Fenercom). Guía Básica de Calderas Industriales Eficientes. 2013
- 6.- GORDILLO Andia Carlos. Suministros Energéticos. UCSM 2014

7.- MENDOZA SANDOVAL Ricardo Antonio. Guía de Utilización del Aceite Térmico en un Sistema de Transferencia de Calor. Universidad San Carlos de Guatemala. 2009

8.- BRISO MEDINA David Fernando. Análisis de Ingeniería a un Sistema de Calefacción mediante Aceite Térmico en un Buque porta Contenedores. Universidad Austral de Chile. 2006

9.- BARROSO DE TENA Julio. Sustitución de Central Térmica en una Fábrica de Refinado de Aceite y Envasado. Universidad de Sevilla.

10.-CARLOS MARTÍNEZ Chitoy. Modelación, Control y Diagnostico de Fallas para una Columna de Destilación Molecular de Trayecto Corto. Universidad de Nuevo León.

Páginas de Internet

10.- Thermopac calderas de aceite térmico
http://www.thermodynamic.co.in/pdf/Thermopac_TP.pdf

11.- Transferencia térmica con fluidos orgánicos
http://mexiko.ahk.de/fileadmin/ahk_mexiko/Eficiencia_Energetica/10._heat_11.pdf

12. Aplicaciones prácticas de una caldera de aceite térmico.
http://www.babcockwanson.co.uk/resources/876_ged/Practical_Application_Thermal_Fluid_Heating.pdf

13.- Tips sobre sistemas de aceite térmico.

<http://www.process-heating.com/articles/84799-tips-hot-oil-systems>

14. Aislamiento térmico para tuberías isover.

<http://www.isoveraislamientotecnico.es/var/technicalinsulationes/storage/original/application/5b7372bbf49929138e817b1c1673058f.pdf>

15.- Bombas centrífugas de aceite térmico y agua caliente. Colfax.

<http://www.imo-pump.com/brochures/BR000CEN.PDF>

16.- Arrancadores suaves PSR. ABB.

<http://new.abb.com/low-voltage/es/productos/arrancadores-suaves/psr>

17.- Tabla de juntas de expansión simple. U.S. Bellows Inc.

<http://www.usbellows.com/expansion-joint-catalog/single-ej-data-tables.html>

18.- <http://www.tasa.com.pe/>

ÍNDICE ANEXO

Anexo A: Propiedades del aceite de pescado

Anexo B: Tecnología de la evaporación (Short path Evaporator)

Anexo C: Caldera de aceite térmico (Fulton FT-C 0120)

Anexo D: Tanque de expansión (Fulton)

Anexo E: Bomba de recirculación (Dean)

Anexo F: Aceite térmico (Multitherm PG-1)

Anexo G: Tubos de acero al carbono ASTM A53

Anexo H: Bomba (Dean)

Anexo I: Aislamiento térmico para tuberías

Anexo J: Juntas de expansión térmica

Anexo K: Distancia entre soporte de tuberías (SIKLA)

Anexo L: Rugosidad absoluta y coeficientes de resistencia accesorios

Anexo M: Sistema de unidades

Anexo N: Cable eléctrico

Anexo O: Interruptores termo-magnéticos

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 01.- Plano General

Plano 02.- P&D del Sistema de Aceite Térmico

Plano 03.- Isométrico Tubería de Alimentación

Plano 04.- Isométrico Tubería de Retorno

Plano 05.- Soportes

Plano 06.- Proceso de Destilación Molecular (PDM)

Plano 07.- Diagrama unifilar

Fish Oil *basic* Crude Fish Oil

Omega Protein's Basic Fish Oil is a polyunsaturated long-chain omega-3 fish oil. Our menhaden fish oil contains approximately 35% total omega-3 fatty acids with a balanced concentration of EPA (Eicosapentaenoic Acid) and DHA (Docosahexaenoic Acid).

ANEXO A

Proximate Composition

	Typical	Range
Free fatty Acids (as Oleic), %	2.40	1 - 4
Iodine Value (Wijs)	170.00	150 - 185
Color (Gardner Scale)	11.50	10.5 - 12.5
Moisture and Impurities, %	0.28	0.2 - 1.0
Total Omega-3 Fatty Acids, %	32.18	25 - 35
Total Omega-6 Fatty Acids, %	5.02	4 - 6
Omega-6:Omega-3 Ratio	0.16	----

Nutritional Data

Caloric Value, Kcal/g	0009.50
Metabolizable Energy, Kcal/lb	4199.00
Metabolizable Energy, Kcal/kg	9257.00

Supplemental Information

Refractive Index, at 60°C	1.4645
Saponification Value	195
Unsaponifiable Matter, %	1
Titer	32
Specific Gravity	
at 15°C	0.92
at 30°C	0.91
at 45°C	0.90
Specific Heat, Kcal/lb	0.53
Heat of Fusion, Kcal/g	54
Slip Melting Point, °C	13
Boiling Point, °C	>250
Flash Point, °C	360
Viscosity, cps	
at 20°C	75
at 50°C	25
at 90°C	10

Typical Fatty Acid Profile*

Fatty Acids	Area % of Total Fatty Acids
Myristic, C14:0	09.99%
Palmitic, C16:0	19.58%
Palmitoleic, C16:1	11.89%
Stearic, C18:0	03.28%
Oleic, C18:1	09.43%
Linoleic, C18:2	01.79%
Alpha Linolenic, C18:3 (omega-3)	01.95%
Stearidonic, C18:4 (omega-3)	02.73%
Arachidonic, C20:4 (omega-3)	02.38%
Eicosapentaenoic, C20:5 (omega-3)	13.52%
Docosapentaenoic, C22:5 (omega-3)	02.86%
Docosahexaenoic, C22:6 (omega-3)	09.11%
Other	11.49%

* Based on an average of 3 years and 32 peaks

Conveyance

Domestic: Bulk, rail
Export: Bulk, iso's, flexi's

Storage and Handling

To reduce oxidation of oil, minimize exposure to heat and oxygen sources. Extended storage at temperatures under 45° F could cause stearine crystals to appear. Thaw at room temperature.

The OMEGA Advantage

- Vertically integrated producer controlling every step of the production process—ensuring product integrity, consistent quality and complete traceability
- Certified sustainable by Friend of the Sea; Awarded the 2009 Friend of the Sea Award 
- Manufactured under a HACCP and GMP process; regularly inspected by the U.S. FDA and the National Marine Fisheries Service
- Certified by AFIA as a Safe Feed Safe Food Facility 



Omega Protein Corporation is a world leader in speciality marine ingredients that meet the unique nutritional needs every animal has for optimum health. Healthy pets, hearty livestock and abundant aquaculture are raised with Omega Protein's products—fish oil rich in omega-3 and the superior amino acid profile of fish meal. For more information on the proven benefits of these essential nutrients, visit www.OmegaNutrient.com.

ANEXO B

Evaporador de capa fina

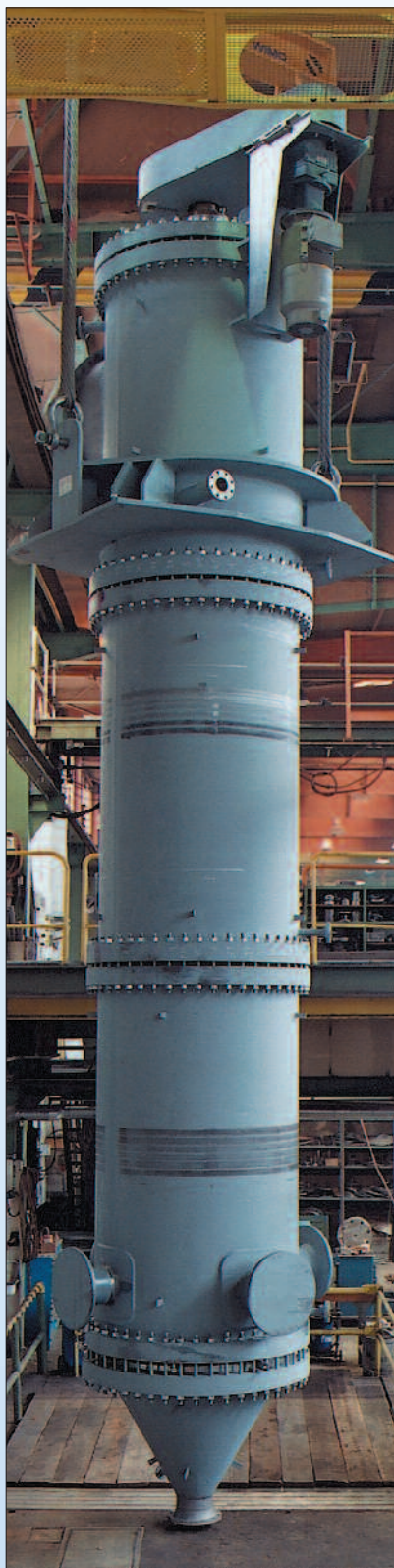
Soluciones económicas para tareas exigentes

Los evaporadores de capa fina resuelven problemas difíciles de destilación, concentración, desgasificación, secado y reacción. Sus rotores mezclan el producto y lo reparten como una capa fina sobre las paredes calientes del evaporador. El excelente intercambio calórico permite que los compuestos más volátiles se evaporen inmediatamente.

Los evaporadores de capa fina ofrecen muchas ventajas en comparación con otros evaporadores. Debido a la alta turbulencia del líquido en la capa fina del evaporador, estos son aptos para procesar fiablemente y en forma continua líquidos viscosos, líquidos con tendencia a formar incrustaciones, así como líquidos con residuos. Los productos sensibles a la temperatura son tratados con cuidado en el evaporador debido al corto tiempo de residencia en el aparato. El alto flujo calórico a través de la superficie permite un alto rendimiento de evaporación y una alta tasa de concentración del producto pesado en solo un paso. Adicionalmente el evaporador de capa fina tiene mucha flexibilidad: se regula fácilmente y se adapta a los cambios de los requisitos operativos.

Se debe considerar los beneficios del evaporador de capa fina siempre que:

- tenga que producir productos de alto valor y calidad en forma económica
- se requiera de una planta de producción que ofrezca una suma seguridad y disponibilidad del proceso
- se desee optimizar los costos de energía y reducir los costos de servicio y mantenimiento.



Mundialmente la más amplia variedad de productos

La elección del evaporador de capa fina adecuado es decisiva: Buss-SMS-Canzler, con la más amplia gama de evaporadores de capa fina a nivel mundial, y líder productor de esta tecnología, ofrece soluciones guardando los criterios de calidad y rentabilidad.

Dentro de un amplio programa de productos con diferentes tipos de rotores y sistemas de aspas, evaporadores de construcción vertical u horizontal, cilíndricos o cónicos, de tipo co-corriente o contra corriente – Buss-SMS-Canzler elige aquel que satisfaga de forma óptima las necesidades requeridas.

Temperaturas de proceso hasta 500 °C

Los evaporadores de capa fina de Buss-SMS-Canzler son aptos para procesar productos con componentes de alta temperatura de ebullición. El sistema INDUTHERM, calentado con inducción, alcanza temperaturas hasta 500 °C.



Rotor con cuchillas metálicas rígidas



Rotor con cuchillas pendulares metálicas



Rotor de cuchillas con elementos radialmente móviles en PTFE o grafito



Rotor con diseño higiénico

Costos bajos de servicio y mantenimiento

Servicio no es una cuestión de planeamiento sino que también es una cuestión de diseño. Por ejemplo, la abrasión mínima de las cuchillas en los rotores de Buss-SMS-Canzler o la gran suavidad de funcionamiento de su maquinaria garantizada por la alta

precisión del trabajo mecánico en los rotores y superficies de los evaporadores, minimizan el desgaste, incluso bajo extremas condiciones de funcionamiento.

Parámetros de funcionamiento

Cantidad de alimentación:

Cantidad de evaporación:

Temperatura de calefacción:

Tipo de calefacción:

Presión en la zona de proceso:

Viscosidades de hasta 10 Pa·s:

Viscosidad del producto en

temperatura de proceso:

Tiempo de retención:

Relación de evaporación

(concentrado/alimentación)

Margen de carga:

Campo de operación

20 - 100.000 kg/h

hasta 40.000 kg/h

hasta 380 °C ¹⁾

vapor de agua saturado
o medios líquidos

-1 hasta 30 bar (g)

50 - 1.000 kg/hm²

hasta 70.000 mPa·s

< 1 min ²⁾

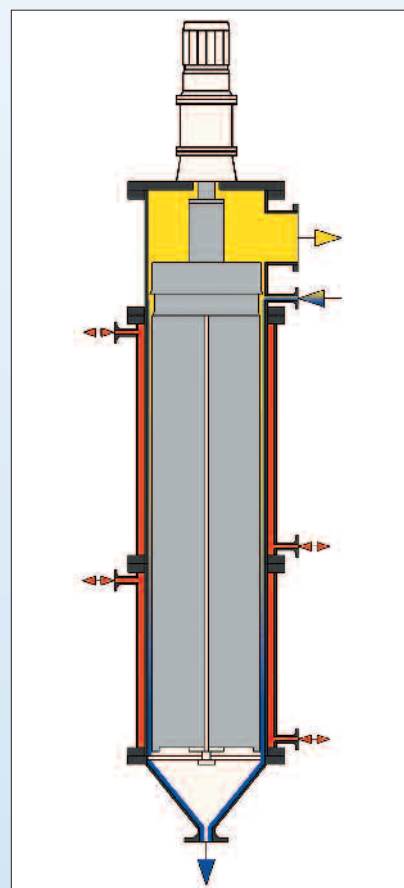
hasta 1:50 ³⁾

20 - 100 %

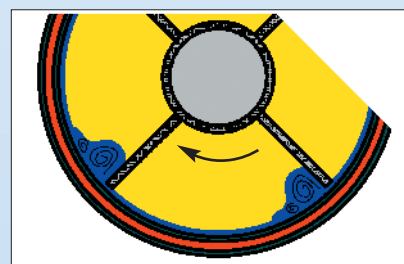
1) para evaporadores calentados por inducción hasta 500°C.

2) en evaporadores horizontales es posible un mayor tiempo de retención.

3) depende del tipo de evaporador.



Sección transversal de un evaporador de capa fina

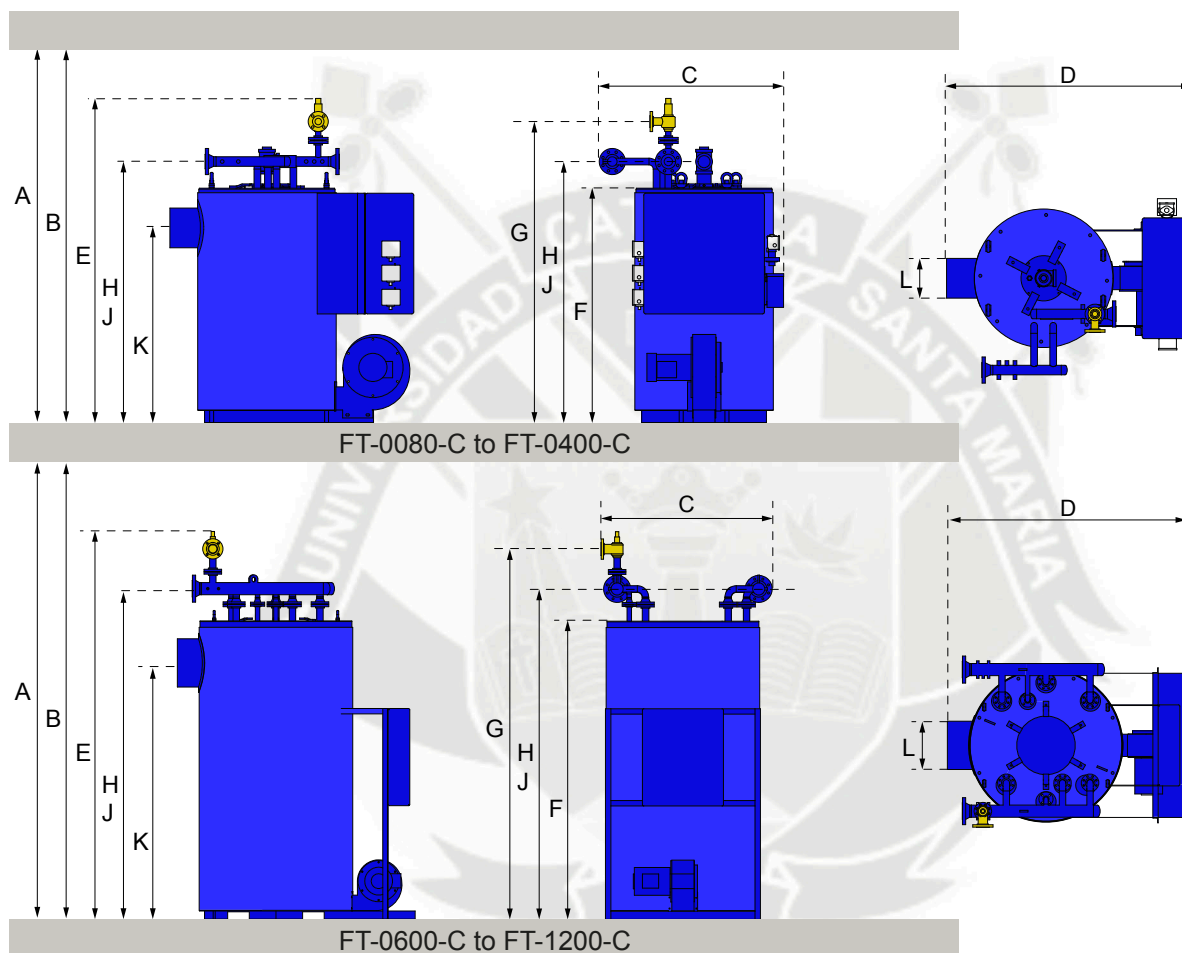


Ola de proa y formación de la película en el evaporador de capa fina

FT-C Thermal Fluid Heater

Dimensions & Specification

Dimensions



MODEL: FT-C		0080	0120	0160	0240	0320	0400	0600	0800	1000	1200	1400
A	Minimum Clearance*	2755	2917	3000	3174	3673	3775	4325	4358	4382	4351	4771
B	Clearance for Coil Removal	2835	3097	3180	3554	4153	4655	6005	6038	6062	6031	6851
C	Overall Width	803	873	1165	1273	1252	1252	1611	1791	2413	2753	2753
D	Overall Depth	1173	1540	1540	1691	2046	2046	2237	2736	3432	3882	3882
E	Overall Height	1872	2050	2046	2278	2556	2856	3648	3632	3721	3718	4144
F	Heater Height	1235	1397	1480	1654	2153	2255	2805	2838	2862	2831	3251
G	Safety Valve Discharge Height	1745	1900	1900	2105	2367	2667	3483	3400 (2)	3465 3551	3467 3553	3978 (2)
H	Thermal Fluid Outlet	Height	1492	1651	1648	1826	2070	2370	3108	3131	3189	3186
J	Thermal Fluid Inlet											
K	Flue Outlet Height	940	1124	1229	1375	1821	1826	2410	2380	2362	2348	2750
L	Flue Diameter	254	254	254	305	356	356	457	508	508	559	559

* Required for service and maintenance. In addition to dimensions above, 1 m should be left clear at the front and 0.5 m at all sides to protect combustible materials.

Note: Dimensions mm

Note: Dimensions are approximate and only intended as a guide to aid installation.

MODEL: FT-C	UNIT	0080	0120	0160	0240	0320	0400	0600	0800	1000	1200	1400
Design manufactured to ASME. Code Section I or ASME Code Section VIII Div 1												
General												
Heat Output	kW	234	351	468	703	937	1171	1757	2342	2928	3514	4100
Max. Operating Pressure	barg	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34	10.34
Pressure Drop Across Heater @ required flow rate	barg	1.7	1.9	1.4	2.1	1.7	1.7	1.8	1.8	1.2	1.9	1.9
Required Flow Rates	m³/hr	11.4	17	22.7	34	56.8	56.8	85.2	113.6	139	167	182
Weight												
Shipping Weight	kg	700	950	1150	1550	2400	2400	3750	5200	8750	9850	10455
Operational Weight	kg	738	1030	1222	1666	2658	2688	4248	5848	9847	11298	12196
Thermal Fluid Content	L	38	80	72	116	258	288	498	648	1097	1448	1741
Efficiencies												
Net	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Gas Pressures												
Min. Natural Gas Modulating	mbar	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9	99.7	99.7	298.9	298.9	298.9
Min. Natural Gas On/Off	mbar	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9	99.7	99.7	298.9	298.9	298.9
Min. LPG	mbar	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9	34.9	99.7	99.7	298.9	298.9	298.9
Max.	mbar	-	-	-	345	345	345	345	345	345	345	345
Firing Rate												
Gas	m³/h	38.3	42.4	56.5	84.9	113.2	141.5	212.3	283	353.8	424.6	495.5
Oil	L/h	27	40.6	54.1	81	108.8	136	201	263.7	329.6	395.5	461.5
LPG/Propane	m³/h	15.3	17	22.6	34	45.3	56.6	84.9	113.2	141.5	169.8	198.2
Ventilation Requirements for Combustion Purposes (Free Area)												
Low Level inlet	cm²	1440	2025	2610	2785	4955	6125	9055	11980	14910	17840	20770
High Level Outlet	cm²	720	1013	1305	1893	2478	3063	4528	5990	7455	8920	10385
Electrical Requirements												
Typical Burner Motor	kW	1.1	2.2	2.2	2.2	5.6	5.6	5.6	11.2	11.2	15	15
High Level Outlet	kW	7.5	7.5	11.2	11.2	14.9	14.9	22.5	29.5	37.3	37.3	45
Connection Sizes All threads BSP												
Thermal Fluid Inlet & Outlet	DN	32	40	50	65	80	80	100	100	150	150	150
Typical Safety Valve Discharge	DN	32	40	40	50	65	65	80	65	65	65	80
Gas Inlet	DN	32	40	40	50	50	50	50	50	80	80	80
Oil Connection	DN	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

MODELS	FT-C	0080	0120	0160	0240	0320	0400	0600	0800	1000	1200	1400
Specifications												
Heat Output	1,000 BTU/HR	800	1,200	1,600	2,400	3,200	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	14,000
	1,000 KCAL/HR	200	300	400	600	800	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500
Thermal Fluid Content	Gallons	10	21	19	31	68	76	132	201	290	383	460
	Liters	38	80	72	116	258	288	498	648	1,097	1,448	1,741
Recommended Flow Rate	GPM	50	75	100	150	250	250	375	500	615	730	800
	M3/HR	11.4	17	22.7	34	56.8	56.8	85.2	113.6	139	167	182
Approximate Fuel Usage												
Light Oil *	GPH	7.1	10.7	14.3	21.4	28	35.3	53	69.3	87.1	104.5	122
	LPH	27	40.6	54.1	81	108.8	136	201	263.7	329.6	395.5	461.5
Natural Gas *	FT3/HR	998	1,498	1,998	2,999	4,000	4,997	7,498	9,997	12,496	14,998	17,500
	M3/HR	38.3	42.4	56.5	84.9	113.2	141.5	212.3	283	353.8	424.6	495.5
Power												
Typical Circulating Pump	HP	10	10	15	15	20	20	30	40	50	50	60
	KW	7.5	7.5	11.2	11.2	14.9	14.9	22.5	29.5	37.3	37.3	45
Typical Burner Motor	HP	1.5	3	3	3	5	7.5	7.5	15	20	20	20
	KW	1.1	2.2	2.2	2.2	3.7	5.6	5.6	11.2	11.2	15	15



Fulton Ltd
5 Fernhurst Road, Fishponds, Bristol.
BS5 7FG, England.

Telephone: +44 (0) 117 972 3322
Fax: +44 (0) 117 972 3358
E-mail: sales@fulton.co.uk
Website: www.fulton.co.uk



Every effort is made to ensure accuracy at time of going to press. However as part of our policy of continual product improvement, we reserve the right to alter specifications without prior notice.

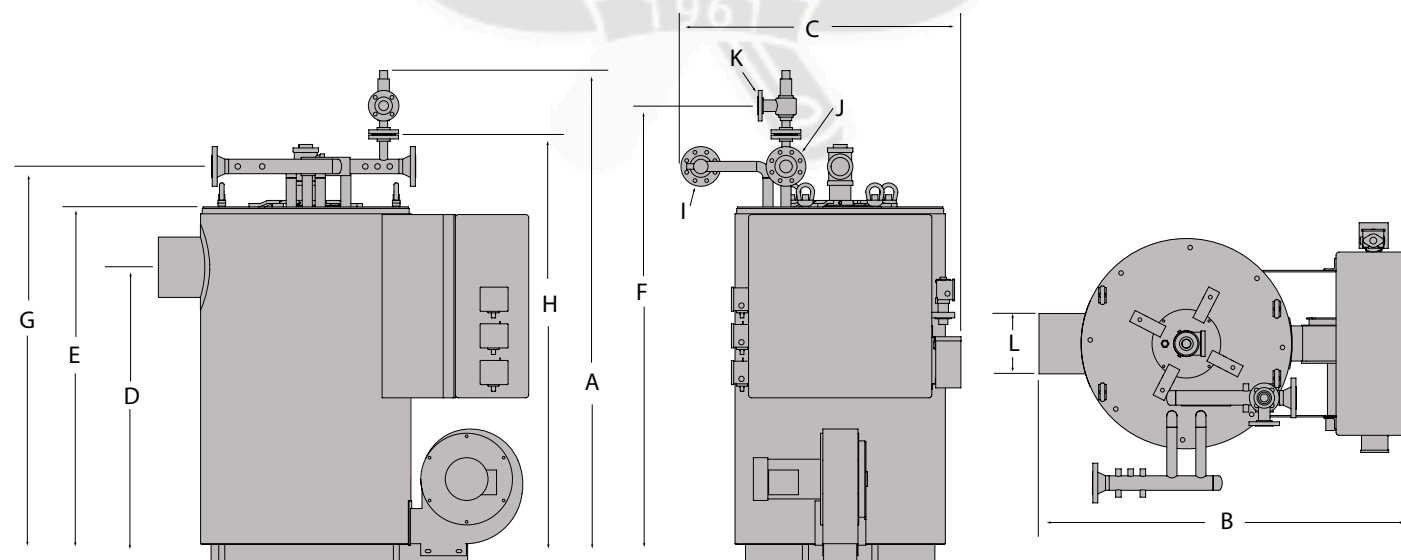
**Product Data Submittal
Model FT-0120-C**

Dimensions and Specifications

A. Heater Height	IN	80.7
	MM	2050
B. Heater Depth	IN	60.6
	MM	1540
C. Heater Width	IN	34.4
	MM	873
D. Height to Center of Flue	IN	44.25
	MM	1124
E. Height to Top of Vessel	IN	55
	MM	1397
F. Height to Safety Valve Outlet	IN	74.8
	MM	1900
G. Height to Heater Inlet/Outlet	IN	65
	MM	1651
H. Height to Safety Relief Valve Inlet	IN	70.2
	MM	1783
I. Heater Inlet	IN	1.5
	MM	38
J. Heater Outlet	IN	1.5
	MM	38
K. Safety Relief Valve Outlet	IN	1.5
	MM	38
L. Flue Diameter	IN	10
	MM	254

Heat Output	BTU/Hr.	1,200,000
	KW.	351
Fuel Input	No. 2 Oil (U.S.)GPH	10.7
	LPH	40.5
	Natural Gas FT ³ /Hr	1498
	Natural Gas M ³ /Hr	42.4
Gas Pressure Required	IN W.C.	14
	kPa	3.48
Recommended Circulation Rate	(U.S.)GPM	75
	Litres/Hr.	17,034
Pressure Drop Across Heater at Recommended Circulation Rate	PSID	27
	kPa	186
Burner Motor	HP	3
	KW	2.2
Circulating Pump Motor	HP	10
	KW	7.5
Heater Fluid Content	(U.S.)Gallons	21
	Litres	80
Heater Dry Weight	LB	2100
	KG	950

Specifications and Dimensions are approximate and for reference only.
We reserve the right to change specifications and/or dimensions.
Operating specifications may change based on field conditions.



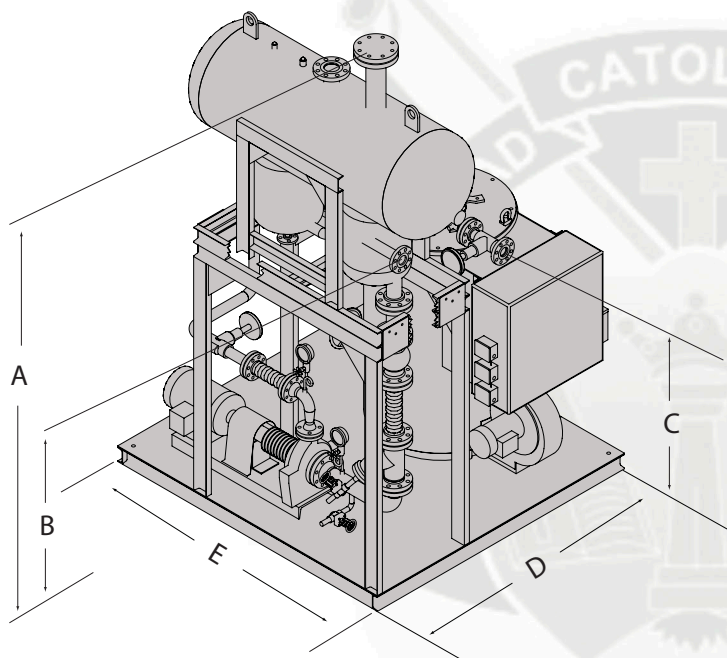
Specifications

Completely Skid Mounted Units (Heater, Pump and Tank)

Completely skid mounted units come equipped with:

- A. Pipework between Deaerator Tank outlet and Pump Suction including:
 - 1. Valve
 - 2. Flexible Connector
 - 3. Y-Type Strainer
- B. Pipework between Pump discharge and Heater inlet including:
 - 1. Flexible Connector
 - 2. Valve

Note: unit will be disassembled for shipping

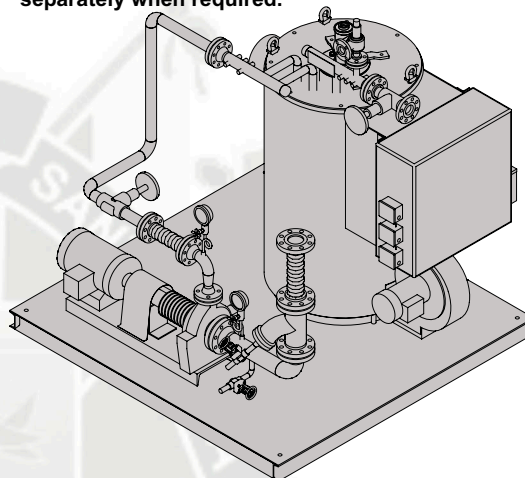


Skid Mounted Units (Heater and Pump)

Skidded units ordered without the Combination Tank come equipped with:

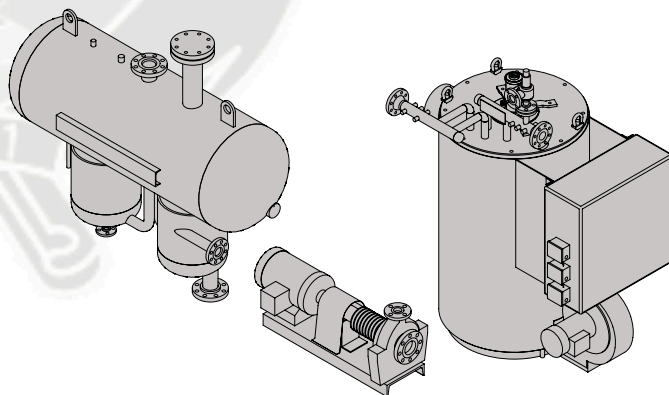
- A. Pipework on the suction side of pump
 - 1. Y-Type Strainer
 - 2. Flexible Connector
 - 3. Valve
- B. Pipework between Pump discharge and Heater inlet including:
 - 1. Flexible Connector
 - 2. Valve

Expansion tank is supplied separately when required.



Non-Skid Mounted Units (Heater, Pump, and Tank Without Skid Mounting)

No piping components are supplied as standard. However, they are available as options - consult factory.



Drawings are for reference only. Details vary with model. Specifications subject to change without notice.

Dimensions Model FT-0120-C

Heater Model	Tank Model	Highest Elevation A	Tank Inlet B	Heater Outlet C	Width D	Depth E
FT-0120-C	FT-200-L	126in. 3200mm	85in. 2159mm	69.25in. 1759mm	62in. 1575mm	88 in. 2235mm
FT-0120-C	FT-500-L	133in. 3378mm	85in. 2159mm	69.25in. 1759mm	72in. 1828mm	88in. 2235mm
FT-0120-C	FT-1000-L	154in. 3911mm	92in. 2337mm	69.25in. 1759mm	78in. 1981mm	88in. 2235mm
FT-0120-C	FT-1500-L	154in. 3911mm	92in. 2337mm	69.25in. 1759mm	78in. 1981mm	88in. 2235mm



Fulton Thermal Corporation.
972 Centerville Road
Pulaski, New York USA 13142
Call 315-298-5121
Fax 315-298-6390

AU-0120C PDS
09/08
Printed in USA

Fulton Australian Office.
PO Box 1023, Baukham Hills 1755
Sydney, Australia
Call (61) 2 9639 8909
Fax (61) 2 9639 9304



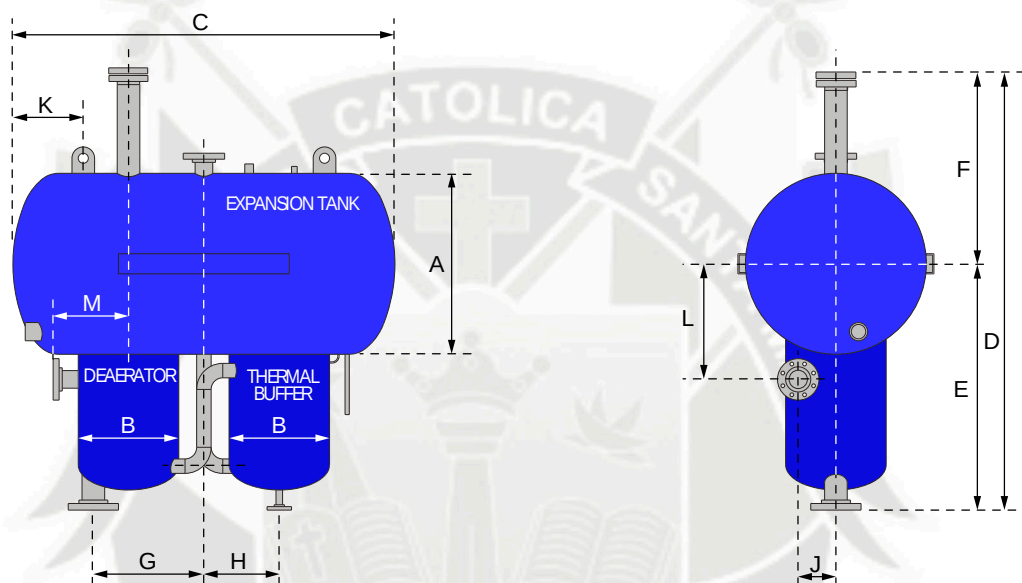
Technical Information

Sheet No. 126 Issue 2

FT-L Expansion/Deaerator/Thermal Buffer Tank

Dimensions & Specification

Dimensions



MODEL: FT-L		200	500	1000	1500	2000	3000	5000
A	Expansion Tank Diameter	510	660	915	915	1070	1070	1524
B	Deaerator/Thermal Buffer Width	325	405	510	510	560	660	660
C	Overall Width	1370	1880	1930	2690	2690	3556	3312
D	Overall Height	1540	1692	2226	2240	2734	2924	3356
E	Centre of Expansion Tank to Outlet	865	940	1245	1245	1590	1778	1969
F	Centre of Expansion Tank to Top	676	752	981	981	1146	1146	1387
G	Centre of Tank to Outlet	424	502	565	629	792	843	818
H	Centre of Tank to Drain	305	355	380	445	610	610	610
J	Centre of Deaerator Section to Inlet	115	150	202	203	216	252	238
K	Lifting Eye to End of Tank	108	290	355	355	394	394	524
L	Centre of Expansion Tank to Inlet	381	460	610	610	710	710	940
M	Centre of Deaerator Section to Inlet	330	381	381	381	381	483	483

Note: Dimensions mm

Note: Dimensions are approximate and only intended as a guide to aid installation.

Specification

TI-126-FTL-DS-2015-2

MODEL: FT-L	UNIT	200	500	1000	1500	2000	3000	5000
Built and tested to ASME Code Setion I or ASME Code Section VIII Div 1.								
General								
Capacity	L	200	500	1000	1500	2000	3000	4960
Initial Fill	L	95	150	300	340	550	815	1135
Available for Expansion	L	175	460	880	1440	1680	2715	4420
Max System Volume	L	695	1985	3785	5300	6435	9840	17410
Weight								
Shipping Weight	kg	289	440	612	776	1134	1451	1637
Max. Operational Weight	kg	596	1111	1987	2667	3733	5265	7895
Connection Sizes All threads BSP								
Thermal Fluid Inlet		TBC	TBC	TBC	TBC	TBC	TBC	TBC
Thermal Fluid Outlet		TBC	TBC	TBC	TBC	TBC	TBC	TBC
Drain	DN	20	20	25	25	25	25	25
Vent		TBC	TBC	TBC	TBC	TBC	TBC	TBC
Safety Relief Valve	DN	20	20	25	32	38	38	38
Liquid Level Switch	DN	100	100	100	100	100	100	100

Modelo	Capacidad (galones)	Llenado Inicial (galones)	Disponible para Expandir a (galones)	Volumen Máximo del Sistema
FT-200-L	52	25	46	184
FT-500-L	132	40	121	525
FT-1000-L	264	80	232	1000
FT-1500-L	397	90	380	1400
FT-2000-L	528	145	444	1700
FT-3000-L	793	215	717	2600
FT-5000-L	1310	300	1168	4600



Fulton Ltd
5 Fernhurst Road, Fishponds, Bristol.
BS5 7FG. England.

Telephone: +44 (0) 117 972 3322
Fax: +44 (0) 117 972 3358
E-mail: sales@fulton.co.uk
Website: www.fulton.co.uk



Every effort is made to ensure accuracy at time of going to press. However as part of our policy of continual product improvement, we reserve the right to alter specifications without prior notice.

R Series

High Temperature (Hot Oil/Hot Water) Centrifugal Process Pumps

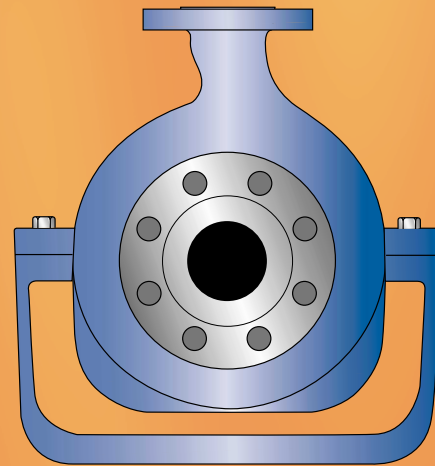
Process Industries

Heat Transfer OEM's, Chemical, Petrochemical, Power Plants, Plastics, Food Processing, Pharmaceutical and Commercial (hospitals, universities, laboratories)

Quality Design Features for High Temperature Pumps

The Dean Pump R Series pumps, unlike foot-mounted pumps, are designed for high pressure and high temperature applications. They include design features that guard against pipe load and thermal distortions. The following features assure long and trouble free service life of bearings, driver coupling, and shaft sealing devices.

- Centerline mounted pump casing support allows thermal expansion of the casing about the pump centerline without disturbing shaft alignment
- Centerline mounted pump casing supported with yoke or pedestal mounts (water-cooled pedestal mounts also available) holds the pump securely in place resisting thermal expansion piping loads
- Centerline suction and discharge connections equalize pipe loads to prevent off center forces and distortion
- Deep precision rabbeted joints on the casing and bearing housing allow accurate assembly and hold the assembled pump rigidly in line
- Totally confined high temperature casing gasket provides safety during operating service conditions
- Back pull-out construction with spacer coupling allows the entire pump rotating assembly to be removed for servicing without removing the casing from the piping or disturbing the driver
- Fully enclosed Francis vane impeller design is keyed to the shaft and secured by an impeller bolt and washer to remain rigidly in place under all load conditions. The design is hydraulically balanced to extend bearing and seal life. Wearing ring clearances are to API refinery requirements for optimum efficiency
- ASME/ANSI B16.5 Class 300 Raised Face or Ring Type Joint flanges are available for high pressures
- Casing wear rings (R400/R4000 and RMA Series only) are standard and allow renewable running clearances within the pump for extended performance life
- Heavy duty angular contact thrust bearings provide long bearing life



Interchangeability

- Maximum pump and parts interchangeability for field repairs without special tools
- Hydraulic performance curves are the same for each R Series pump size

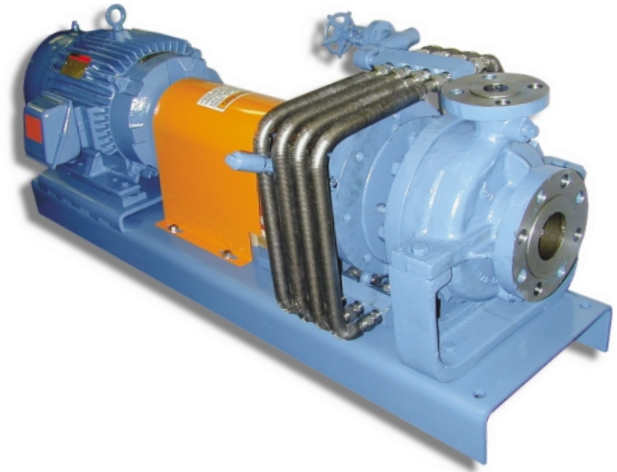
Quality Engineering

- Sealed pump designs can be fitted with a wide range of mechanical seals and flush/cooling arrangements, thereby allowing for maximum sealing and installation flexibility
- Air-cooled pump designs requiring no external water cooling for the bearings and mechanical seal
- Water-cooled designs for maximum mechanical seal life
- Sealless, magnetic drive designs for emissions compliance/concerns
- Wide range of hydraulic coverage
- Back pullout design allows for removal of the entire rotating assembly for easy field repair and maintenance
- Various casing foot designs are available – “yoke” (allows for pump to fit on an ASME/ANSI B73.1 baseplate and Dean’s “Economy” baseplate), “pedestal” (allows for pump to mount on an API-type baseplate), and “water-cooled pedestal” for severe service conditions and applications
- Sturdy fabricated steel baseplates help maintain alignment under all service conditions

Magnetic Drive Air-Cooled High Temperature Process Pumps

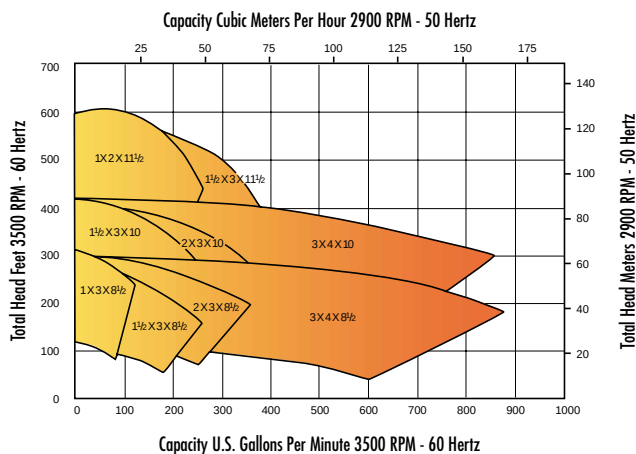
- Capacities to 1,200 GPM (270 m³/hr)
- Heads to 600 feet (180 m)
- Pumping Temperatures to 750°F (400°C)
- Working Pressures to 300 PSIG (2,068 kPa)
- Seventeen Sizes

RMA5000 Series Pumps are sealless, air-cooled (or water-cooled), heavy duty process pumps. Features include centerline supported casing, silicon carbide bearings positively held against rotation, Samarium cobalt rare earth magnets, and a Hastelloy-C containment shell. Air fin cooling reduces heat flow from process fluid to magnets. Seventeen sizes are available in steel.

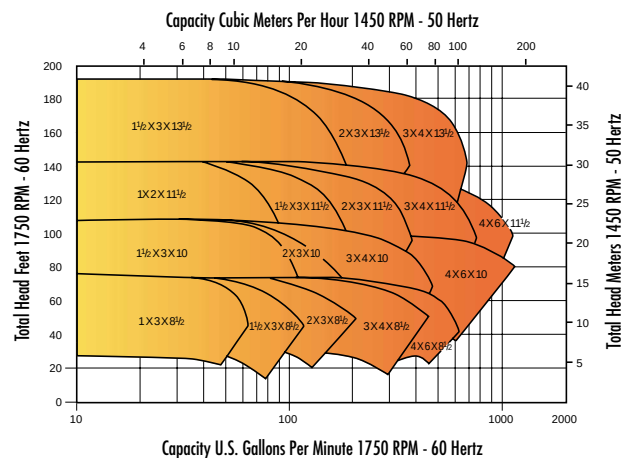


Head-Capacity Range Charts

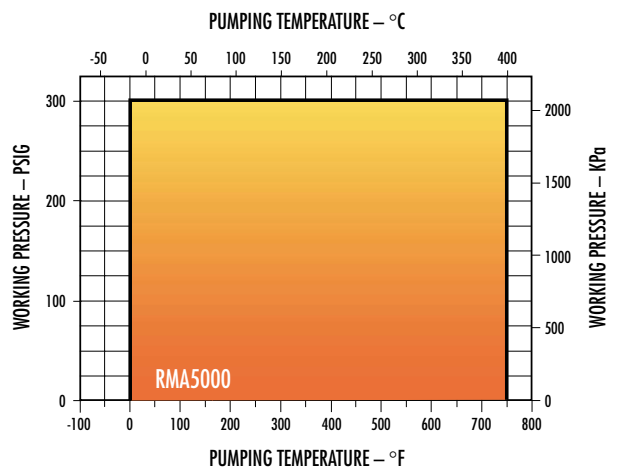
Two Pole Motor



Four Pole Motor



Working Pressure vs Pumping Temperature



Dean Pump Division

6040 Guion Road P.O. Box 68172 Indianapolis, IN 46268-0172
 Phone: (317) 293-2930 TOLL FREE: (800) 801-9265 FAX: (317) 297-7028
 E-Mail: deanpump@met-pro.com Web Site: www.deanpump.com

ANEXO F

MultiTherm PG-1®

The Certified Non-Toxic Fluid for Process Control

HEAT TRANSFER FLUID

MultiTherm PG-1® is a high quality food grade heat transfer fluid for use in closed loop, liquid phase heating and cooling systems to 600°F.

Purpose

MultiTherm PG-1® has been successfully used in over thirty-five different industries. In the **Chemical Process Industry**, it is used for temperature control of batch reactors, in heat recovery from process streams and exhaust gases and in large central systems where multiple heat users are involved. In the **Food Process Industry**, MultiTherm PG-1® is used in indirect heating loops for deep frying and baking. In the **Plastics Industry**, it provides accurate temperature control for platens, molds, extruders and laminating rolls. For **Die Casting**, MultiTherm PG-1® provides low maintenance control for die temperature.

The unique formula of MultiTherm PG-1® assures performance without the potential problems of many conventional fluids.

FDA Certified Non-Toxic

USDA Chemically Acceptable

NSF HT-1 Approved for incidental contact

Specifications

MultiTherm PG-1® meets the specifications of 21CFR 172.878 which covers the use of White Mineral Oils in Food according to the

limits and conditions of the regulation. It is also chemically acceptable for use as a heat transfer fluid in plants operating under the Federal Meat and Poultry Inspection Program.

Efficient

Lower Operating Costs

The energy required to achieve a process heat load can be influenced by the physical properties of the fluid (density, heat capacity, thermal conductivity, specific heat). MultiTherm PG-1® properties result in more efficient use of energy than many other fluids. Low pressure drop reduces pump horsepower requirements. Heater outlet temperatures can be reduced since MultiTherm PG-1® has a high heat transfer film coefficients allowing lower approach temperatures.

Lower Equipment Costs

Fluid properties can also affect equipment costs. Many conventional fluids have high viscosity at ambient temperatures and can require oversized pumps and/or heat tracing equipment to facilitate cold start-ups. MultiTherm PG-1® is pumpable to -13°F with a centrifugal pump, so start-up problems are minimal. Its high heat transfer film coefficient can reduce the heat exchanger area required for a given heat load. MultiTherm PG-1® also has low vapor pressure which can allow specification of lower cost, low pressure expansion tanks, piping and process equipment.

Non-Fouling

Long Term Temperature Control

All organic heat transfer fluids undergo thermal degradation over time. Conventional synthetic fluids or low quality oils will form soft carbon material (sludge) that eventually coats all system surfaces, and can form a hard coating. Because the coating acts as an insulator, heat transfer rates are reduced resulting in longer heat up time, lower production rates, changes in control response and, in extreme cases, burnout of heater tubes or electrical elements.

With non-fouling MultiTherm PG-1®, these problems disappear. As it degrades, it produces small carbon particles that do not stick to system surfaces, but remain suspended and are easily drained or filtered out. Since heat transfer surfaces remain clean, system performance remains constant.

Lower Maintenance Costs

System downtime due to mechanical seal failure, sludge build-up or heater burnout can result in lost production time as well as extra direct maintenance cost. MultiTherm PG-1® can help reduce these costs. It has lubricating properties that reduce wear on mechanical seals and packing glands. The fluid is chemically inert and will not attack seals or gaskets. System cleaning is reduced since any carbon formed can be filtered or drained

Continued on page 2

PHYSICAL CHARACTERISTICS	MULTITHERM PG-1®	PHYSICAL CHARACTERISTICS	MULTITHERM PG-1®
Chemical Type	White Mineral Oil	Average Molecular Weight	350
Appearance	Bright, Clear, Colorless	Maximum Film Temperature	650°F / 343°C
Odor	None	Maximum Recommended Operating Temperature	600°F / 316°C
Pour Point, ASTM D97	-40°F / -40°C	Pumpable, Centrifugal @ 2000 centipoise	-13°F / -25°C
Density @ 60°F / 16°C	7.30 lb/gal	Heat of Vaporization @ 600°F / 316°C	92 BTU/lb/214 kJ/kg
Flash Point, coc, ASTM D92	340°F / 171°C	Heat of Combustion	19,660 BTU/lb/45.7 MJ/kg
Fire Point, coc, ASTM D92	385°F / 196°C	Coefficient of Thermal Expansion	0.00035/°F/0.00063/°C
Autoignition Temperature ASTM D2155	690°F / 366°C		
Atmospheric Boiling Point (10%) ASTM D1160	657°F / 349°C		

*Typical properties, not specifications.

MultiTherm HEAT TRANSFER FLUIDS®
YOUR HEAT TRANSFER NEEDS ARE OUR ONLY CONCERN

3223 Phoenixville Pike, Malvern, PA 19355
PO Box 579, Devault, PA 19432

Toll-Free: 800-225-7440 • Direct: 610-408-8361 • Fax: 610-408-8365
Web: www.multitherm.com • Email: Techinfo@MultiTherm.com

MultiTherm PG-1®

Continued from page 1

from the system. By eliminating maintenance problems, MultiTherm PG-1® helps reduce the costs.

Non-Toxic

Promotes Plant and Personal Safety

MultiTherm PG-1® has distinct advantages over many synthetic heat transfer fluids. It contains no components recognized as Hazardous Chemicals under OSHA Hazard Communication Standard. There are no

Reportable Substances under SARA Title III (302) (304) (311) (312) (313). The fluid does not normally cause skin irritation on contact. Vapors may have a mild odor but do not normally cause respiratory irritation. All these advantages combine to provide a safe, user friendly alternative to synthetic fluids.

PHYSICAL PROPERTIES

Temperature		Density			Viscosity			Specific Heat	Thermal Conductivity	Vapor Pressure	
°F	°C	Sp Gr	lb/gal	lb/ft ³	cSt	cP	lb/ft-h	Btu/(lb-°F)	Btu/(h-ft-°F)	mm Hg	psia
-20	-29	0.894	7.45	55.23	4000	3575	8651	0.406	0.0789		
0	-18	0.889	7.41	55.44	990	880	2130	0.416	0.0784		
50	10	0.877	7.32	54.72	90	79	191	0.440	0.0773		
100	38	0.866	7.22	53.99	20.5	17.7	42.9	0.464	0.0761		
150	66	0.854	7.12	53.26	8.0	6.8	16.5	0.488	0.0749		
200	93	0.842	7.02	52.53	4.05	3.41	8.3	0.512	0.0738		
250	121	0.831	6.93	51.81	2.50	2.08	5.03	0.536	0.0726	0.15	0.003
300	149	0.819	6.83	51.08	1.69	1.38	3.35	0.560	0.0715	0.62	0.012
350	177	0.808	6.73	50.36	1.25	1.01	2.44	0.585	0.0703	2.5	0.048
400	204	0.796	6.64	49.63	0.963	0.766	1.85	0.609	0.0691	6.8	0.13
450	232	0.784	6.54	48.90	0.755	0.608	1.47	0.633	0.0680	20	0.39
500	260	0.773	6.44	48.17	0.640	0.494	1.20	0.659	0.0668	48	0.93
550	288	0.761	6.34	47.45	0.537	0.409	0.989	0.681	0.0657	120	2.32
600	316	0.749	6.25	46.72	0.456	0.342	0.828	0.705	0.0645	240	4.64

Temperature		Density		Viscosity		Specific Heat	Thermal Conductivity	Vapor Pressure	
°C	°F	g/cc	kg/m ³	m ² /s cSt	mPa-s cP	J/(kg-°K)	W/(m-°K)	mm Hg	hPa
-30	-22	0.894	894	4600	4113	1696	0.1366		
-20	-4	0.890	890	1250	1113	1733	0.1359		
0	32	0.882	882	185	163	1805	0.1344		
20	68	0.873	873	49	43	1878	0.1330		
40	104	0.865	865	19	16	1951	0.1315		
60	140	0.856	856	9.4	8.1	2023	0.1301		
80	176	0.848	848	5.4	4.6	2096	0.1287		
100	212	0.840	840	3.55	2.98	2169	0.1272		
120	248	0.831	831	2.52	2.09	2241	0.1258	0.14	0.19
140	284	0.823	823	1.88	1.55	2314	0.1243	0.42	0.56
160	320	0.814	814	1.49	1.21	2387	0.1229	1.1	1.5
180	356	0.806	806	1.21	0.975	2459	0.1214	2.8	3.7
200	392	0.798	798	1.00	0.798	2532	0.1200	6.4	8.5
220	428	0.789	789	0.845	0.667	2605	0.1185	13.5	18.0
240	464	0.781	781	0.733	0.572	2677	0.1171	26.8	35.7
260	500	0.773	773	0.640	0.494	2750	0.1156	48.0	64.0
280	536	0.764	764	0.562	0.429	2823	0.1142	92.0	123
300	572	0.756	756	0.496	0.375	2895	0.1128	160	213
320	608	0.747	747	0.444	0.332	2968	0.1113	276	368

Warranty: MultiTherm® warrants that MultiTherm PG-1® conforms to the data set forth in this brochure. We present this information in good faith, but because we cannot control or anticipate the many different conditions under which our information and product may be used, no other warranty, expressed or implied, is given.

3223 Phoenixville Pike, Malvern, PA 19355
PO Box 579, Devault, PA 19432

Toll-Free: 800-225-7440 • Direct: 610-408-8361 • Fax: 610-408-8365
Web: www.multitherm.com • Email: Techinfo@MultiTherm.com

ANEXO G



TUBOS DE ACERO SIN COSTURA ASTM A-53 GRADO B / ASTM A-106 / API 5L

Descripción: Producto que se obtiene por Laminación en Caliente de un Tocho de Acero Estructural.

Usos:

ASTM A-53 Tubos para conducción de fluidos y gases en la minería, petroquímica, pesca y servicios en general.

ASTM A-106 Tubos para servicio a altas temperaturas.

API 5L Tubos para la industria petrolera.

PROPIEDADES MECANICAS

NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	%	EQUIVALENTE
ASTM A-53 GR-A	21 min	34 min	23 min	JIS G-3454
ASTM A-53 GR-B	25 min	42 min	18 min	JIS G-3454
ASTM A-106 GR-B	25 min	42 min	18 min	JIS G-3456
API 5L B	25 min	42 min	19 min	JIS G-3454

DIMENSIONES Y PESO UNITARIO *

DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR		SCHEDULE	ESPESOR DE PARED	PESO NOMINAL	PRESION DE PRUEBA		Area Lateral x pza	PESO NOMINAL
pulg.	pulg.	m.m.	n°	m.m.	Kg/m	lb/pulg.2	Kg/cm2	m2	Kg/pza
3/8	0.675	17.1	40	2.31	0.84	700	49.2	0.32	5.04
			80	3.20	1.10	850	60.0		6.60
			40	2.77	1.27	700	49.2	0.40	7.62
1/2	0.840	21.3	80	3.73	1.62	850	60.0		9.72
			40	2.87	1.69	700	49.2	0.50	10.14
3/4	1.050	26.7	80	3.91	2.20	850	60.0		13.20
			40	3.38	2.50	700	49.2	0.63	15.00
1	1.315	33.4	80	4.55	3.24	850	60.0		19.44
			40	3.56	3.39	1300	91.0	0.80	20.34
1 1/4	1.660	42.2	80	4.85	4.47	1900	133.0		26.82
			40	3.68	4.05	1300	91.0	0.91	24.30
1 1/2	1.900	48.3	80	5.08	5.41	1900	133.0		32.46
			40	3.91	5.44	2500	175.0	1.14	32.64
2	2.375	60.3	80	5.54	7.48	2500	175.0		44.88
			40	5.16	8.63	2500	175.0	1.38	51.78
2 1/2	2.875	73.0	80	7.01	11.41	2500	175.0		68.46
			40	5.49	11.29	2500	175.0	1.68	67.74
3	3.500	88.9	80	7.62	15.27	2500	175.0		91.62
			40	5.74	13.57	2370	166.0	1.92	81.42
3 1/2	4.000	101.6	80	8.08	18.63	2800	196.0		111.78
			40	6.02	16.07	2210	155.0	2.15	96.42
4	4.500	114.3	80	8.56	22.32	2800	196.0		133.92
			40	6.55	21.77	1950	137.0	2.66	130.62
5	5.563	141.3	80	9.53	30.94	2800	196.0		185.64
			40	7.11	28.26	1780	125.0	3.17	169.56
6	6.625	168.3	80	10.97	42.56	2740	192.0		255.36
			40	8.18	42.55	1570	110.0	4.13	255.30
8	8.625	219.1	80	12.70	64.64	2430	170.0		387.84
			40	9.27	60.29	1430	100.0	5.15	361.74
10	10.750	273.0	80	15.09	95.97	2320	162.0		575.82
			STD.	9.27	60.31	1430	100.0		361.86
			40	10.31	79.70	1340	94.0	6.10	478.20
12	12.750	323.8	80	17.48	132.04	2270	159.0		792.24
			STD.	9.53	73.88	1240	87.0		443.28
			40	11.13	94.55	1310	92.0	6.70	567.30
14	14.000	355.6	80	19.05	158.10	2250	158.0		948.60
			STD.	9.53	81.33	1120	79.0		487.98
			40	12.70	123.30	1310	92.0	7.66	739.80
16	16.00	406.4	80	21.44	203.53	2220	156.0		1221.18
			STD.	9.53	93.27	980	69.0		559.62
			40	14.27	155.80	1210	92.0	8.61	934.80
18	18.00	457.0	80	23.83	254.55	2190	154.0		1527.30
			STD.	9.53	105.16	880	62.0		630.96

* También corresponden a los Tubos ASTM A-53 Grado A y B con costura.

Longitud : Entre 5 a 7 mts.

Extremos planos y/o biselados.

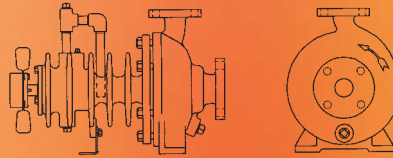
Dean Pump® RA2096

The smaller, foot mounted economy version of the air-cooled RA series pumps.

- Available in three sizes.
- Bearing is double row thrust bearing, sealed design.
- Class 150 flat face flanges.
- Small size casings are subject to less thermal growth at higher pumpage temperatures allowing foot type construction.
- Dimensionally interchangeable with small ANSI B73.1 pumps.



RA2096 pump with base, coupling guard and motor. Economy (pre-1991 ANSI) and ANSI bases are available.



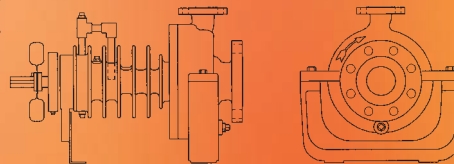
Dean Pump® RA3146

The larger, centerline mounted version of the air-cooled RA series pumps.

- Available in nine sizes.
- Dimensionally interchangeable with R4140 Series pump piping and baseplate dimension envelope.
- Thrust bearings are angular contact (pair).
- Class 300 raised face flanges.
- Centerline mounted casing minimizes thermal growth about the pump centerline without disturbing alignment. Rugged yoke mount casing support holds the pump securely in place resisting thermal expansion piping loads.
- Pumps can be mounted on ANSI B73.1 design baseplates.



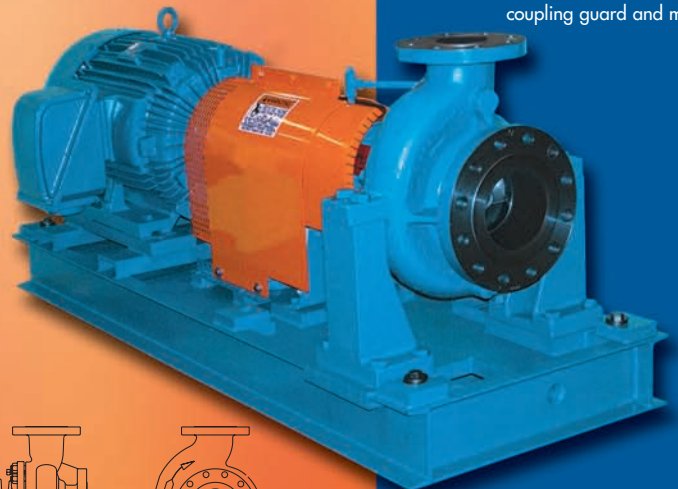
RA3146 pump with base, coupling guard and motor.



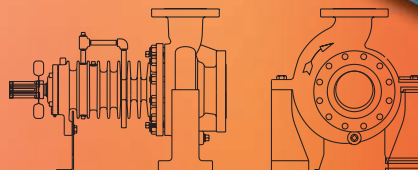
Dean Pump® RA3186

The largest, centerline mounted version of the air-cooled RA series pumps.

- Available in one size.
- Dimensionally interchangeable with R450 Series pump piping and baseplate dimension envelope.
- Thrust bearings are angular contact (pair).
- Class 300 raised face flanges.
- Centerline mounted casing minimizes thermal growth about the pump centerline without disturbing alignment. Pedestal mounted casing support holds the pump securely in place resisting thermal expansion piping loads.



RA3186 pump with base, coupling guard and motor.



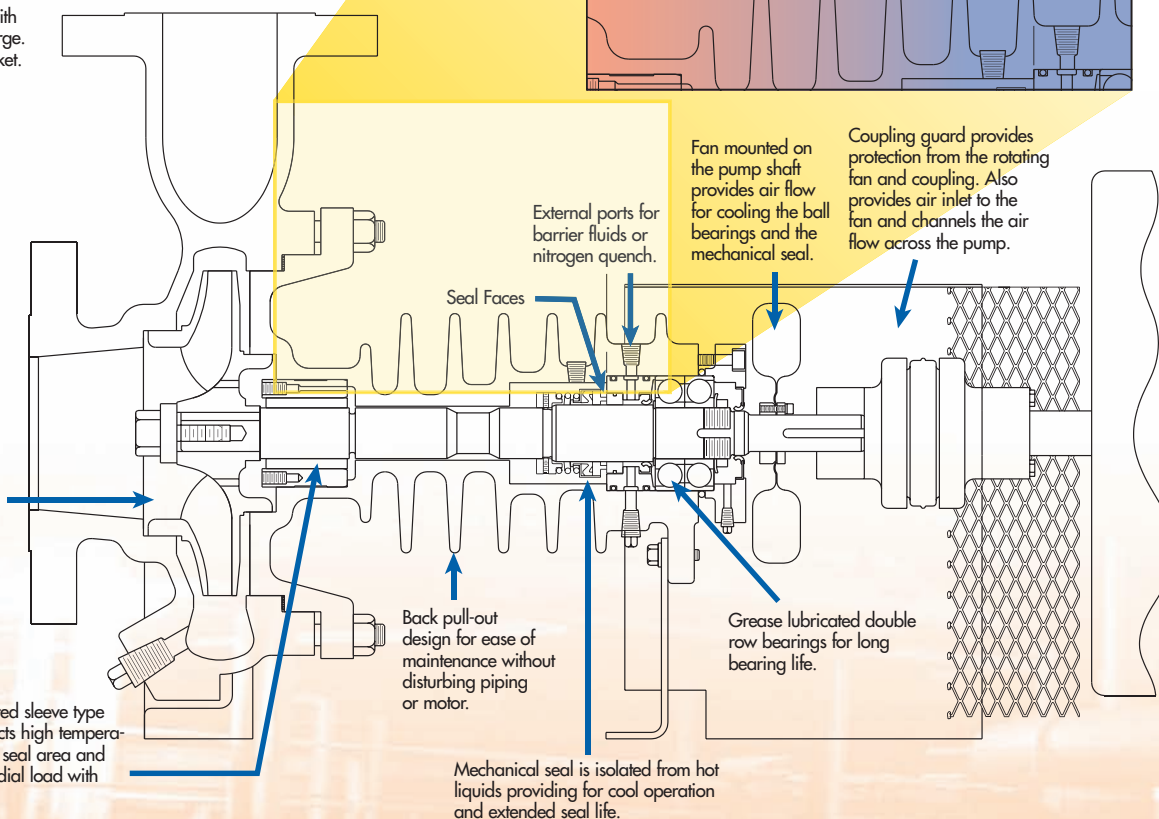
No Liquid Cooling Required

The air fan cooling design of RA Series pumps permits temperature drop in the pump from the casing to seal faces. When pumping at 650°F (343°C), the seal face temperature is less than 230°F (110°C). The efficient gradient breakdown protects the mechanical seal and bearing.

Heavy duty casing with top centerline discharge. Confined casing gasket.

Enclosed Francis vane impeller for efficient pump performance. Balance holes reduce axial thrust and extend bearing life.

Process fluid lubricated sleeve type radial bearing restricts high temperature liquids from the seal area and supports impeller radial load with L^3/D^4 ratio of 4.0.



Experience

Dean Pump produced the first hot oil pump for the then growing process industry in 1931. The company has continued to provide rugged, field tested equipment which has set the industry's performance criterion. The RA Series pumps represent the highest quality and most cost effective heat transfer pumping equipment available today.

Dean Pump® Series RA Fan Cooled Pump Design

Centerline suction and discharge connections equalize pipe loads to prevent off-center forces and distortion. Connections are integrally cast with the pump casing. Totally confined casing gasket provides safety during all service conditions.

Back pull-out design, in conjunction with spacer type coupling, allows the entire rotating assembly to be removed for servicing without removing the casing from the piping or disturbing the driver for ease of maintenance.

Precision rabbeted joints on the casing and bearing housing allow accurate assembly and hold the assembled pump rigidly in-line.

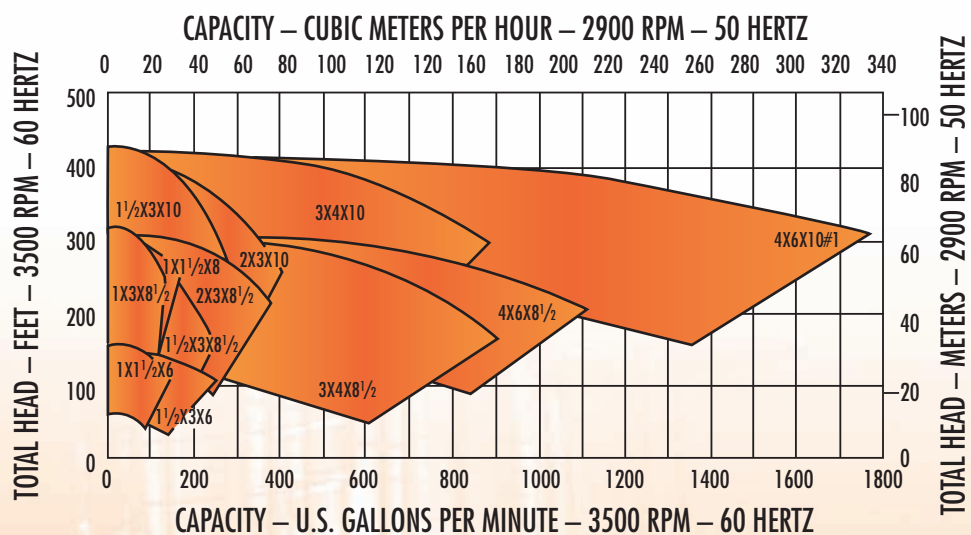
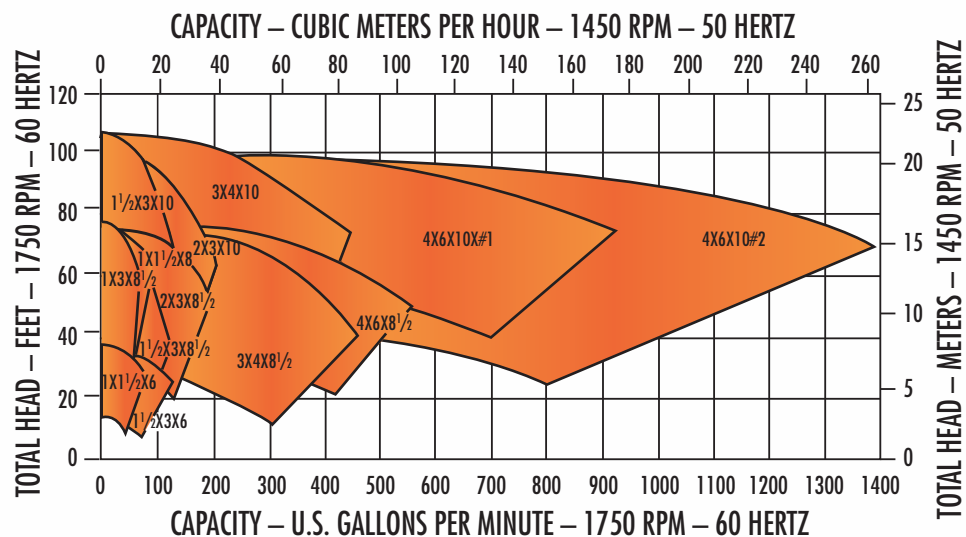
All products are designed for maximum parts interchangeability. RA pumps are restricted to the use of heat transfer oils.

Fan Retro-Fit Kits* are available to convert older "RA" pumps to the new "Pump Shaft Mounted Fan" version.

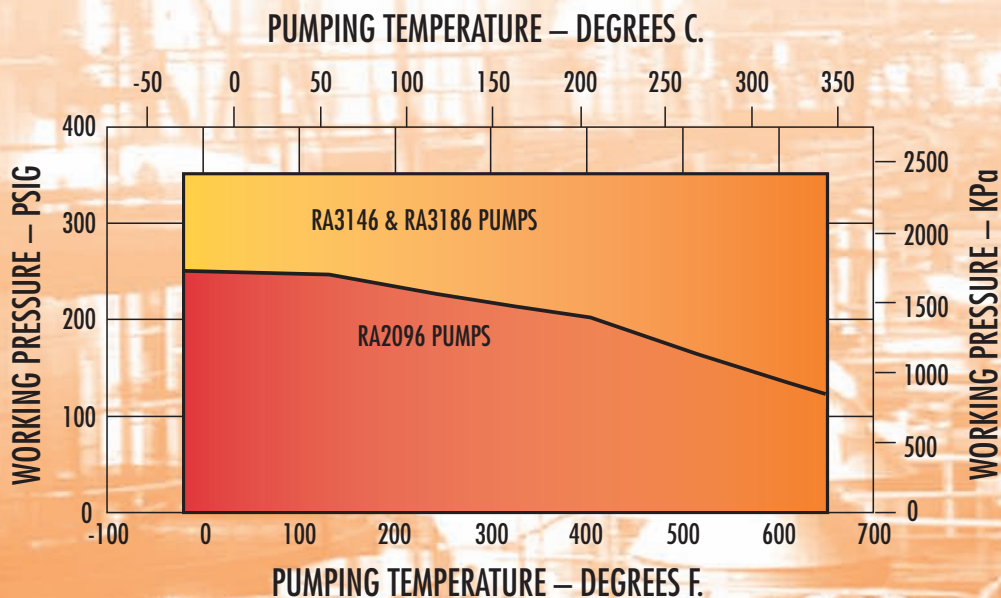
Shaft Assembly and Exchange Kits* are available to obtain speedy repair of pumps with minimal down time.

*Consult factory for additional information.

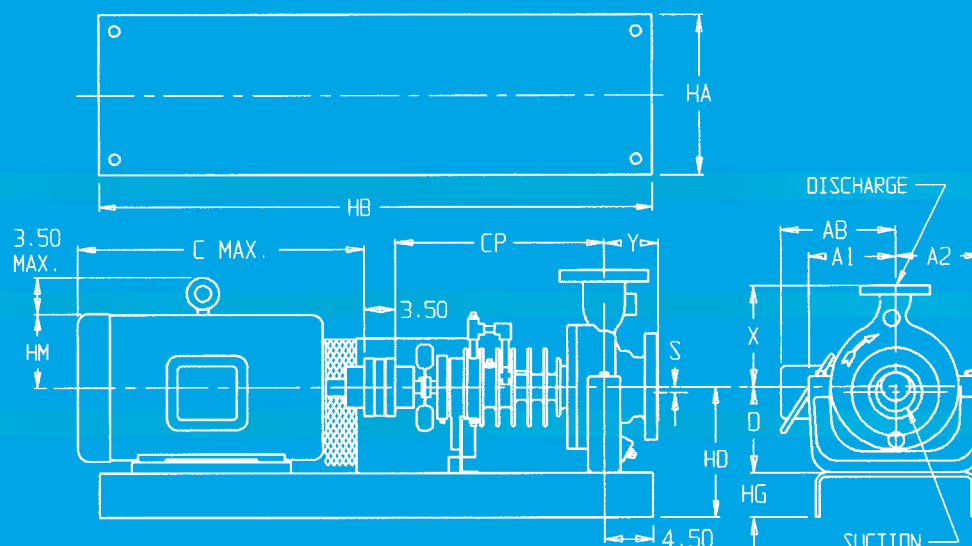
HEAD/CAPACITY RANGE CHARTS



WORKING PRESSURE VS. PUMPING TEMPERATURE



Dimensions



Dimensions Determined by Pump

Series	Pump Size	Suction			Discharge			A1	A2	D	S	X	Y	CP
		Size	Class	Face	Size	Class	Face							
RA2096	1x1 ¹ / ₂ x6	1.5	150	FF	1	150	FF	5.5	5.5	--	0	6.5	4	13.5
	1 ¹ / ₂ x3x6	3			1.5			5.5	5.5	--	0	6.5	4	13.5
	1x1 ¹ / ₂ x8	1.5			1			5.5	5.5	--	0	6.5	4	13.5
RA3146	1x3x8 ¹ / ₂	3	300	RF	1	300	RF	8.13	8.13	8.25	0	7.50	4	19.5
	1 ¹ / ₂ x3x8 ¹ / ₂	3			1.5			8.13	8.13	8.25	0	8.50	4	19.5
	2x3x8 ¹ / ₂	3			2			8.13	8.13	8.25	0	9.50	5	19.5
	3x4x8 ¹ / ₂	4			3			9.0	8.13	10.0	0	11.0	5	19.5
	4x6x8 ¹ / ₂	6			4			10.25	8.13	10.0	.63	11.5	6	19.5
	1 ¹ / ₂ x3x10	3			1.5			9.0	8.75	10.0	0	9.0	4	19.5
	2x3x10	3			2			9.0	8.75	10.0	0	9.5	5	19.5
	3x4x10	4			3			10.38	8.75	10.0	0	11.0	5	19.5
	4X6X10 #2	6			4			11.75	10	11.5	0.13	12.5	6	19.5
RA3186	4X6X10 #1	6	300	RF	4	300	RF	12.25	10.50	12.0	0.25	12.0	6	26.0

Dimensions Determined by Electric Motor Frame Size

Frame Size	C (Max)	AB	HM	RA2096				RA3146			RA3186		
				HA	HB	HD	HG	HA	HB	HG	HA	HB	HG
140T	13.75	6.5	4.0	12	39	8.5	3.25	12	45	3.75	--	--	--
182T	14.63	7.5	5.25	12	39	8.5	3.25	12	45	3.75	--	--	--
184T	15.63	7.5	5.25	12	39	8.5	3.25	12	45	3.75	--	--	--
210T	19.63	9.5	6.0	12	39	8.5	3.25	12	45	3.75	--	--	--
250T	24.88	10.75	7.0	15	52	10.38	4.13	15	52	4.13	26	68	6.13
280T	28.38	12.63	7.75	15	52	11.13	4.13	15	52	4.13	26	68	6.13
320T	31.38	14.75	8.75	--	--	--	--	18	58	4.75	26	72	6.13
360T	34.13	15.63	9.88	--	--	--	--	18	58	4.75	26	72	6.13
400T	38.00	17.5	10.75	--	--	--	--	--	--	--	26	78	6.13
440T	40.50	18.5	12.25	--	--	--	--	--	--	--	26	82	6.13

All dimensions are in inches.



A Met-Pro Fluid Handling Technologies Business
Combining the Resources of Dean Pump, Fybroc & Sethco

6040 Guion Road • Indianapolis, IN 46254
P: 317.293.2930 • TOLL-FREE: 800.801.9265 • F: 317.297.7028
info@deanpump.com • www.deanpump.coms



© 2010 MET-PRO CORPORATION

DEAN PUMP® IS A REGISTERED TRADEMARK OF MET-PRO CORPORATION 09-5932 810



ANEXO I

Espesores del aislamiento recomendado según temperatura y diámetro de la tubería.

Tamaño Nominal del Tubo o Diámetro del Recipiente (Pulgadas)	TEMPERATURA DE OPERACION °C										
	Ambiente a 93	94 a 149	150 a 204	205 a 260	261 a 316	317 a 371	372 a 427	428 a 482	483 a 538	539 a 593	594 a 649
1/2	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0
3/4	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
1	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0
1-1/4	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
1-1/2	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5
2	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	4,0
3	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	4,0	4,5
4	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,5	4,5
6	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5
8	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,0
10	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	4,5	4,5	5,0	5,5
12	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,0	5,5
14	1,5	1,5	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5
16	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,5
18	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
20	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	6,0	6,0
24	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0
PLANO	1,0	2,0	2,0	2,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,5	6,0	6,5

Fiberglas® Aislamiento para Tubería

Mejor Desempeño Térmico con un Producto más Ligero, Manejable y 0% de shot.*



Descripción

Los materiales aislantes para Tuberías, Fiberglas® de Owens Corning están fabricados con fibras de vidrio inorgánicas aglutinadas con resina. Se presentan en preformados abisagrados de 36 pulg. (91.4 cm) de largo para su fácil y rápida instalación, sólo se tienen que abrir, colocar sobre la tubería, cerrar y fijar.

El aislamiento para Tubería, Fiberglas® está disponible en preformados con un corte longitudinal **abisagrado** en presentación **ASJ** (All Service Jacket), **FSK** (Foil Scrim Kraft) y **sin recubrimiento**.

La tubería ASJ y FSK cuentan con una barrera de vapor de foil de aluminio y papel kraft reforzado con fibra de vidrio con un cierre autoadhesivo doble DOUBLESURE+ que viene aplicado de fábrica, proporcionando un sello mecánico y una barrera de vapor para la junta longitudinal. Se recomienda usar cinta adhesiva transversal para lograr un sellado hermético e impedir la entrada de vapores, eliminando así la necesidad de adhesivos o flejes adicionales. A partir de 18" de diámetro, el aislante para tuberías Fiberglas® ASJ y FSK viene con una solapa adhesiva.

Usos y Aplicaciones

El aislamiento para tubería con y sin recubrimiento que funciona con temperaturas de 0°F (-18°C) a 850°F (454°C), son aislamientos térmicos ideales para

tuberías de proceso y servicio, que conducen vapor, agua caliente, agua helada, refrigerantes, gases y toda clase de fluidos en que se requiera ahorrar energía. Por sus características, los preformados de fibra de vidrio son los de mayor uso en las áreas de: petroquímica básica, petroquímica secundaria, refinación, gas, farmacéutica, alimenticia, química y generación de electricidad. Además de aplicaciones en hoteles, hospitales, edificios comerciales, restaurantes y clubes deportivos.

Ventajas

- **Máxima eficiencia térmica**

Garantiza la menor pérdida de calor del sistema, lo que se traduce en un ahorro en el consumo de energéticos y por consiguiente, se reduce la emisión de contaminantes.

- **Resistencia a la vibración**

El diámetro y la longitud de nuestra fibra, además del tipo de fibrado, hacen que **no tenga shot (0% de shot)**. Esto impide que el aislamiento se asiente en los equipos sujetos a vibraciones. Al conservar su forma original se garantiza uniformidad en la conductividad térmica y flujo de calor en cualquier lugar.

- **Baja conductividad térmica**

Al tener la más baja conductividad térmica que cualquier otro aislante de su tipo garantiza menores pérdidas de calor y ahorro en combustible, por ello requiere menor espesor aislante, lo que hace que se tenga ahorro en productos de recubrimiento (aluminio, lámina galvanizada, fieltro) y un menor peso muerto en la tubería.

* Material no convertido a Fibra.

+ Marca Registrada de Morgan Adhesives Company.



INNOVACIONES PARA VIVIR®

- **Incombustible**

Su naturaleza y componentes no combustibles evitan el riesgo de propagación del fuego, lo que reduce el costo de las primas de los seguros contra incendio.

- **Fácil de instalar y manejar**

No crea hongos ni bacterias, con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.

- **Dimensionalmente estable**

La fibra de vidrio no se expande ni se contrae al estar expuesta a bajas o altas temperaturas, con lo cual se evita la formación de aberturas que permitan la fuga o entrada de calor.

- **Inorgánico e inodoro**

No favorece la formación de hongos, ni bacterias con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.

- **Resiliente**

El diámetro y la longitud de la fibra le permiten al material recuperar su forma y espesor siempre y cuando la presión que lo de forma se retire, asegurando su valor R (resistencia térmica).

- **Bajos costos de operación**

Al utilizar un material de alta eficiencia térmica se incrementa la productividad de los equipos, ahorrando mayor energía que se traduce en la baja de costos de operación.

- **Bajo mantenimiento y larga duración**

La fibra de vidrio se caracteriza por su larga duración, por lo que los gastos de mantenimiento son mínimos y la reposición del aislamiento en un sistema bien instalado, es a largo plazo.

- **Ligero**

Es el material más ligero de su tipo en el mercado de los termoaislantes.

- **No favorece la corrosión**

La naturaleza no ferrosa de la fibra de vidrio no favorece la corrosión en acero, cobre y aluminio. Resultado: Mayor vida útil en equipos e instalaciones.

- **Flexible**

El diámetro y la longitud de nuestra fibra, lo vuelve resistente al impacto e irrompible, lo cual le permite conservar sus propiedades inclusive en tuberías sujetas a vibraciones.

Propiedades físicas

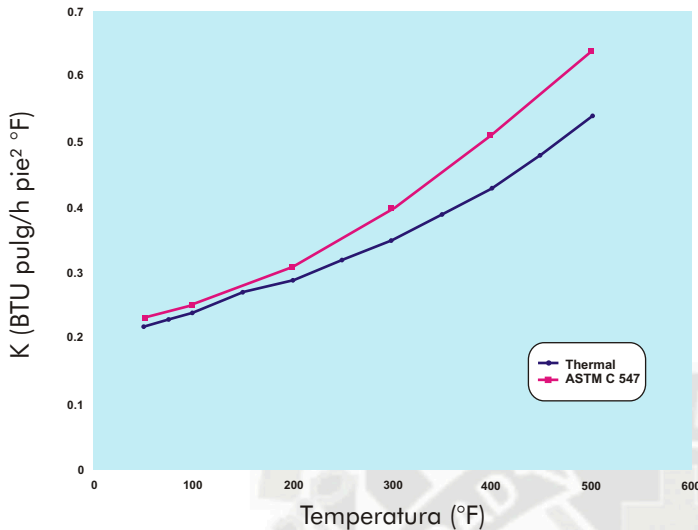
Propiedades Físicas	Método de Prueba	Valor
Límites de temperatura de uso	ASTM C 411	0°F a 850°F (-18°C a 454°C)*
Límites de temperatura de la barrera de vapor	ASTM C 1136	-20°F a 160°F (-29°C a 66°C)
Permeancia del ASJ barrera de vapor	ASTM E 96, Proc. A	0.02 perm.
Resistencia a la perforación	ASTM D 781	50 unidades
Características de combustión superficial	UL 723 o CAN/ULC-S102-M	Propagación de las llamas 25** Desprendimiento de humo 50**

*Limitado a aplicaciones de una sola capa por encima de 650°F (343°C), pero no más de 6 pulg. (15.24 cm) de espesor.

**Se ha determinado que las características de combustión superficial de estos productos están de acuerdo con lo dispuesto en UL 723 o CAN/ULC-S102-M. Se deben usar estas normas para medir y describir las propiedades de los materiales, productos o ensamblados en respuesta al calor y las llamas en condiciones controladas dentro de un laboratorio, pero no deben utilizarse para describir ni evaluar los peligros o riesgos de incendio de los materiales, productos o ensamblados en condiciones reales de incendio. Sin embargo, los resultados de esta prueba pueden usarse como elementos de una evaluación de riesgos de incendio que tenga en cuenta todos los factores que correspondan a una evaluación de peligro de incendio de un determinado uso en particular. Los valores que se indican están redondeados al quintuple que corresponda por proximidad.

Gráfica de Conductividad Térmica

Gráfica de Conductividad Térmica (Aislamiento para Tubería vs. ASTM C 547)



Temp. Media °F		Temp. Media °C	
k BTU pulg/h pie² °F		W/m°C	
50	0.22	10	0.032
75	0.23	25	0.034
100	0.24	50	0.037
150	0.27	100	0.043
200	0.29	125	0.047
250	0.32	150	0.051
300	0.35	175	0.056
350	0.39	200	0.062
400	0.43	225	0.068
450	0.48	250	0.075
500	0.54	275	0.082

▲ Temperatura promedio de la temperatura de operación y la temperatura superficie.

FACTOR DE CONVERSIÓN: BTU pulg/h ft² °F = 0.146 W/m°C

Conductividad térmica aparente obtenida de acuerdo con la Práctica C 1045 de ASTM, obteniéndose por el Método de Prueba C 177 de ASTM.

Los valores son nominales y están sujetos a las tolerancias normales de ensayo y fabricación.

Normatividad

- **NRF-034-PEMEX-2004**, Aislamientos Térmicos para altas temperaturas en equipos, recipientes y tubería superficial.
- **ASTM C 547**, Preformado de Fibra Mineral para aislamiento de tuberías Tipo I a 850°F (454°C).
- **ASTM C 1136**, Aislamiento térmico flexible de baja densidad retardante al vapor Tipo I y II.
- **ASTM C 795**, Aislamiento térmico para el uso sobre acero inoxidable*
- **Mil Spec. MIL-1-22344D**, Aislamiento térmico de fibra de vidrio para tubería .
- **CAN/CGSB-519 - Tipo I**, Clase 2.
- **ASTM C 411**, Método de prueba para el comportamiento de superficie caliente de aislantes térmicos para alta temperatura (Standard Test Method for Hot-Surface Performance of High-Temperature Thermal Insulation).
- **ASTM E 96 Proc A**, Método de prueba de transmisión de vapor de agua de materiales (Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials).
- **ASTM D 781**, Resistencia a la perforación en presentaciones ASJ y FSK.
- **UL 723 (SBC 25/50)**, Prueba de características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción (Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials).
- **ULC/CAN-S-102M (SBC 25/50)**, Características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción y ensambles (Surface Burning Characteristics of Building Materials and Assemblies).
- **ASTM E 84 (SBC 25/50)**, Método de Prueba de características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción (Standard Test Método for Surface Burning Characteristics of Building Materials).
- **NOM-009-ENER**, Eficiencia Energética en aislamientos térmicos industriales.
- **CFE-D-4500-04**, Aislamiento térmico.
- **NFPA 90A**, (National Fire Protection Agency) Materiales suplementarios en sistemas de aire acondicionado y ventilación.

*Para realizar la prueba completa de pre-producción de un archivo es requisito contar con un análisis químico de cada lote de producción para su total conformidad.



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	44.1	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.

Espesores Recomendados Aislamiento para Tubería Fiberglas® Tuberías Frías Ta= 25 °C (77 °F)²

Humedad relativa 80%

TEMP. OPERACION		112.22°C (10°F)						-6.66°C (20°F)						-1.11°C (30°F)						4.44°C (40°F)						10°C (50°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.		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	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	5.9	5.67	21.9	71.5	1	25.4	5.1	4.90	22.3	72.2	1	25.4	4.3	4.13	22.8	73.0	1	25.4	3.3	3.17	23.2	73.8	1	25.4	2.5	2.40	23.7	74.6
3/4	19.1	1 1/2	38.0	5.6	5.38	22.8	73.1	1	25.4	6.1	5.86	21.8	71.3	1	25.4	5.1	4.90	22.3	72.2	1	25.4	4.0	3.85	22.8	76.9	1	25.4	3.0	2.88	23.4	74.1
1	25.4	1 1/2	38.0	6.1	5.86	22.9	73.2	1	25.4	6.3	6.06	22.2	72	1	25.4	5.3	5.10	22.7	72.8	1	25.4	4.2	4.04	23.1	73.6	1	25.4	3.1	2.98	23.6	74.5
1 1/2	38.0	1 1/2	38.0	7.6	7.31	22.6	72.7	1 1/2	38.0	6.5	6.25	22.9	73.3	1	25.4	6.8	6.54	22.4	72.3	1	25.4	5.4	5.19	22.9	73.2	1	25.4	4.0	3.85	23.4	74.1
2	51.0	1 1/2	38.0	8.7	8.36	22.6	72.6	1 1/2	38.0	7.5	7.21	22.9	73.2	1	25.4	8.0	7.69	22.3	72.1	1	25.4	6.4	6.15	22.8	73.0	1	25.4	4.7	4.52	23.3	74.0
3	76.0	1 1/2	38.0	11.5	11.06	22.3	72.1	1 1/2	38.0	9.9	9.52	22.6	72.7	1	25.4	10.8	10.38	22	71.6	1	25.4	4.3	4.13	24.2	75.6	1	25.4	6.3	6.06	23.2	73.7
4	102.0	1 1/2	38.0	13.9	13.36	22.1	71.8	1 1/2	38.0	11.9	11.44	22.5	72.5	1	25.4	13.0	12.50	21.9	71.5	1	25.4	10.3	9.90	22.6	72.6	1	38.0	7.6	7.31	23.2	73.7
6	152.0	1 1/2	38.0	19.7	18.94	21.8	71.2	1 1/2	38.0	16.9	16.25	22.2	72.0	1 1/2	38.0	14.0	13.46	22.7	72.8	1	25.4	15.2	14.61	22.2	72.0	1	25.4	11.1	10.67	22.9	73.2
8	203.0	1 1/2	38.0	23.8	22.88	21.8	71.2	1 1/2	38.0	20.4	19.61	22.2	72.0	1 1/2	38.0	16.9	16.25	22.7	72.8	1	25.4	19.0	18.27	22.2	71.9	1	25.4	13.9	13.36	22.9	73.2
10	254.0	1 1/2	38.0	27.9	26.82	21.8	71.3	1 1/2	38.0	23.4	22.50	22.2	72.0	1 1/2	38.0	19.8	19.04	22.7	72.8	1	25.4	24.5	23.55	21.9	71.4	1	25.4	18.0	17.30	22.7	72.8
12	304.0	1 1/2	38.0	32.4	31.15	21.8	71.2	1 1/2	38.0	27.7	26.63	22.2	71.9	1 1/2	38.0	23.0	22.11	22.6	72.7	1	25.4	25.5	24.51	22.2	72.0	1	25.4	18.7	17.98	22.9	73.3
14	356.0	2	50.8	29.4	28.26	22.3	72.2	1 1/2	38.0	31.9	30.67	21.9	71.5	1 1/2	38.0	26.5	25.48	22.4	72.4	1	25.4	31.0	29.80	21.8	71.3	1	25.4	22.7	21.82	22.7	72.8
16	406.0	2	50.8	33.0	31.73	22.3	72.1	1 1/2	38.0	36.0	34.61	21.9	71.5	1 1/2	38.0	30.0	28.84	22.4	72.3	1	25.4	35.1	33.74	21.8	71.3	1	25.4	25.8	24.80	22.6	72.7
18	457.0	2	50.8	36.7	35.28	22.3	72.1	1 1/2	38.0	40.2	38.65	21.9	71.4	1 1/2	38.0	33.6	32.30	22.4	72.3	1	25.4	39.2	37.69	21.8	71.3	1	25.4	28.8	27.69	22.6	72.7
20	508.0	2	50.8	40.4	38.84	22.2	72.0	1 1/2	38.0	44.3	42.59	21.9	71.4	1 1/2	38.0	36.8	35.38	22.4	72.3	1	25.4	43.3	41.63	21.8	71.2	1	25.4	31.8	30.57	22.6	72.7
24	610.0	2	50.8	47.7	45.86	22.2	71.9	1 1/2	38.0	52.5	50.47	21.8	71.3	1 1/2	38.0	43.6	41.92	22.3	72.2	1	25.4	51.5	49.51	21.8	71.2	1	25.4	37.8	36.34	22.6	72.6
26	660.0	2	50.8	50.5	48.55	22.2	72.0	1 1/2	38.0	55.3	53.16	21.9	71.4	1 1/2	38.0	45.9	44.13	22.4	72.3	1	25.4	51.1	49.13	22.0	71.6	1	25.4	37.5	36.05	22.8	73.0
28	711.0	2	50.8	54.1	52.01	22.2	72.0	1 1/2	38.0	59.3	57.01	21.9	71.4	1 1/2	38.0	49.2	47.30	22.4	72.3	1	25.4	54.8	52.68	22.0	71.6	1	25.4	40.2	38.65	22.8	73.0
30	762.0	2	50.8	58.7	56.43	22.2	71.9	1 1/2	38.0	64.8	62.30	21.8	71.2	1 1/2	38.0	53.8	51.72	22.3	72.1	1	25.4	63.9	61.43	21.7	71.1	1	25.4	46.8	44.99	22.6	72.6

Humedad relativa 90%

TEMP. OPERACION		112.22°C (10°F)						-6.66°C (20°F)						-1.11°C (30°F)						4.44°C (40°F)						10°C (50°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.		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	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	2 1/2	63.5	3.7	3.56	24.1	75.3	2	50.8	3.7	3.56	23.8	74.8	2	50.8	3.0	2.88	24.0	75.2	1 1/2	38.0	2.7	2.60	23.9	75.0	1 1/2	38.0	2.0	1.92	24.2	75.5
3/4	19.1	2 1/2	63.5	4.2	4.04	23.9	75.1	2 1/2	63.5	3.6	3.46	24.1	75.3	2	50.8	3.5	3.36	23.8	74.9	1 1/2	38.0	3.2	3.08	23.7	74.7	1 1/2	38.0	2.3	2.21	24.1	75.3
1	25.4	2 1/2	63.5	4.7	4.52	23.8	74.8	2 1/2	63.5	4.1	3.94	23.9	75.1	2	50.8	3.7	3.56	23.9	75.0	1 1/2	38.0	4.2	4.04	23.1	73.6	1 1/2	38.0	2.5	2.40	24.1	75.3
1 1/2	38.0	3	76.0	5.0	4.81	24.0	75.2	2 1/2	63.5	4.7	4.52	23.9	75.1	2	50.8	4.5	4.33	23.9	75.0	2	50.8	3.4	3.27	24.1	75.4	1 1/2	38.0	3.2	3.08	23.9	75.1
2	51.0	3	76.0	6.0	5.77	23.8	74.9	2 1/2	63.5	5.6	5.38	23.4	74.2	2	50.0	5.3	5.10	23.7	74.6	2	50.8	4.2	4.04	23.9	75.1	1 1/2	38.0	3.6	3.46	23.9	75.0
3	76.0	3	76.0	7.5	7.21	23.7	74.6	3	76.0	6.5	6.25	24.1	75.3	2 1/2	63.5	6.0	5.77	23.8	74.9	2	50.8	5.4	5.19	23.8	74.8	1 1/2	38.0	4.8	4.61	23.8	74.8
4	102.0	3 1/2	89.0	8.0	7.69	23.8	74.9	3	76.0	7.5	7.21	23.8	74.9	2 1/2	63.5	7.1	6.83	23.8	74.8	2	50.8	6.5	6.25	23.7	74.7	1 1/2	38.0	5.8	5.58	23.7	74.7
6	152.0	3 1/2	89.0	10.3	9.90	23.7	74.7	3	76.0	10.0	9.61	23.7	74.6	3	76.0	8.3	7.98	23.9	75.0	2 1/2	63.5	7.5	7.21	23.9	75.0	2	50.8	6.5	6.25	23.9	75.1
8	203.0	3 1/2	89.0	12.4	11.92	23.7	74.6	3 1/2	89.0	10.6	10.19	23.8	74.9	3	76.0	9.8	9.42	23.9	75.0	2 1/2	63.5	8.8	8.46	23.9	75.0	2	50.8	8.0	7.69	24.0	75.2
10	254.0	4	102.0	13.5	12.98	23.8	74.8	3 1/2	89.0	12.7	12.21	23.8	74.8	3	76.0	11.8	11.34	23.8	74.8	2 1/2	63.5	10.7	10.29	23.8	74.9	2	50.8	9.3	8.94	23.9	75.1
12	304.0	4	102.0	15.4	14.81	23.7	74.7	3 1/2	89.0	14.5	13.94	23.7	74.7	3	76.0	13.6	13.07	23.8	74.8	2 1/2	63.5	12.4	11.92	23.8	74.9	2	50.8	10.8	10.38	23.8	75.0
14	356.0	4	102.0	16.5	15.86	23.7	74.7	3 1/2	89.0	16.0	15.38	23.7	74.6	3	76.0	15.0	14.42	23.7	74.7	2 1/2	63.5	13.8	13.27	23.7	74.7	2	50.8	12.2	11.73	23.8	74.9
16	406.0	4	102.0	18.3	17.59	23.7	74.6	4	102.0	15.7	15.09	23.8	74.9	3	76.0	16.8	16.15	23.7	74.6	2 1/2	63.5	15.5	14.90	23.7	74.7	2	50.8	13.7	13.17	23.8	74.8
18	457.0	4 1/2	114.3	18.9	18.17	23.8	74.8	4	102.0	17.3	16.63	23.8	74.9	3 1/2	89.0	16.4	15.77	23.8	74.9	2 1/2	63.5	17.2	16.54	23.7	74.7	2	50.8	15.3	14.71	23.8	74.8
20	508.0	4 1/2	114.3	20.6	19.80	23.8	74.8	4	102.0	18.9	18.17	23.8	74.9	3 1/2	89.0	18.0	17.30	23.8	74.9	2 1/2	63.5	18.9	18.17	23.7	74.6	2	50.8	16.8	16.15	23.8	74.8
24	610.0	4 1/2	114.3	24.0	23.07	23.7	74.7	4	102.0	22.1	21.25	23.8	74.8	3 1/2	89.0	21.0	20.19	23.8	74.9	2 1/2	63.5	22.2	21.34	23.7	74.6	2	50.8	19.8	19.04	23.8	74.8
26	660.0	4 1/2	114.3	25.4	24.42	23.7	74.7	4	102.0	24.0	23.07	23.8	74.8	3 1/2	89.0	22.4	21.53	22.8	74.9	2 1/2	63.5	23.6	22.69	23.7	74.6	2	50.8	21.0	20.19	23.8	74.8
28	711.0	4 1/2	114.3	27.1	26.05	23.7	74.7	4	102.0	25.7	24.71	23.7	74.7	3 1/2	89.0	23.9	22.98	23.8	74.8	2 1/2	63.5	25.2	24.23	23.7	74.6	2	50.8	22.5	21.63	23.8	74.8
30	762.0	4 1/2	114.3	29.1	27.98	23.7	74.6	4	102.0	26.8	25.76	23.8	74.8	3 1/2	89.0	25.6	24.61	23.8	74.8	3	76.0	23.3	22.40	23.8	74.6	2	50.8	24.4	23.66	23.7	74.7

Material	Presentación	Espesor*	Diámetro*	Longitud	
				cm	pies
Aislamiento para Tubería	Corte Longitudinal Abisagrado	De 1" a 3"	De ½" a 30"	91.4	3

* Los materiales aislantes de tuberías FIBERGLAS® están fabricados con dimensiones nominales de acuerdo con la norma ASTM C585 para diámetros interiores y exteriores de Aislamiento Térmico Rígido para dimensiones nominales de ductos y tuberías.

Si requiere espesores de aislamiento mayores a 3" y/o diámetros de más de 30" ó longitudes especiales, consulte a su Representante de Ventas de Owens Corning.

Instalación

1. Antes de iniciar la instalación del aislamiento, limpie y seque perfectamente la superficie de la tubería. Se recomienda aplicar una mano de pintura anticorrosiva a la superficie (Fig. 1).
2. Consulte las tablas de espesores recomendados para seleccionar el espesor adecuado para aislar tuberías frías o calientes.
3. Coloque el aislamiento para tubería Fiberglas® en torno a la tubería y sujételo con cinchos de alambre galvanizado calibre 16 y colóquelos a 30 cm de distancia para retener firmemente el aislamiento (Fig 2).
4. Aplique los acabados finales tomando en cuenta las siguientes consideraciones de acuerdo al tipo de servicio de la tubería que va a aislar (Fig 3).

Servicio Caliente

a) Instalación bajo techo y sin abuso mecánico.

Si desea dar mayor protección al aislamiento, utilice un acabado de lámina galvanizada o de aluminio; se recomienda utilizar Aislamiento para Tubería "No-wrap" de Fiberglas®, ya que no requiere ningún otro acabado. También puede utilizar Aislamiento para Tubería, "No wrap" de Fiberglas® y como acabado final le puede colocar una manta y aplicar dos manos de pintura impermeable.

b) Instalación bajo techo con abuso mecánico.

Se recomienda proteger el aislamiento con un recubrimiento rígido como lámina galvanizada o de aluminio. El calibre de la lámina puede ser de 24 a 28 de acuerdo a su preferencia.

Procure que los traslapes de las láminas sean por lo menos 2" (5.08 cm). Sujete las láminas con flejes de aluminio o de acero inoxidable de ¾" (1.9 cm) y colóquelos a una distancia no menor a 12" (22.9 a 30.5 cm) de centro a centro.



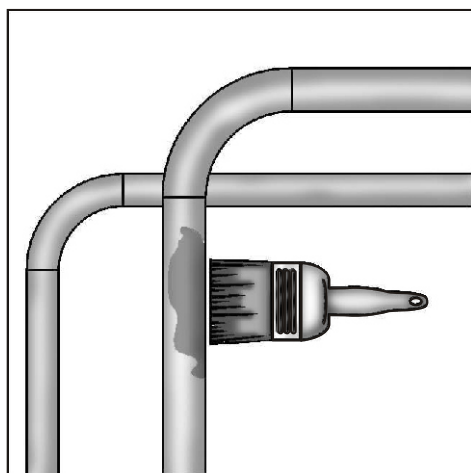


figura 1

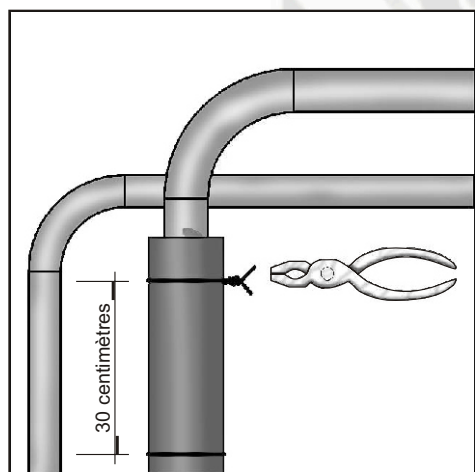


figura 2

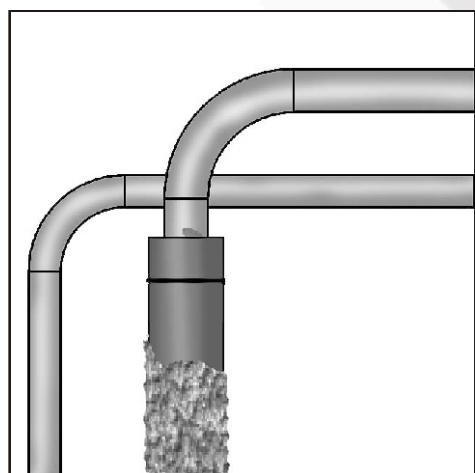


figura 3

c) Instalación a la intemperie.

Siga las instrucciones del punto anterior sólo que deberá sellar las juntas con chaquetas de lámina con un impermeabilizante de calidad.

Servicio Frío

Es importante mencionar que todos los materiales aislantes del mercado requieren de una barrera de vapor para evitar la entrada de condensaciones y formaciones de hielo dentro del aislamiento. Para instalaciones frías se recomienda el uso de Aislamiento para Tubería, Fiberglas SSL II® ya que su recubrimiento integrado funciona como una excelente barrera de vapor.

a) Instalación interior sin abuso mecánico

Instale Aislamiento para tubería, Fiberglas® SSL II® cuidando que las juntas longitudinales y transversales de la cubierta ASJ queden perfectamente selladas. Para mayor protección a la barrera de vapor y al aislamiento coloque una lámina de aluminio o galvanizada del calibre 24 al 28 según el lugar.

b) Instalaciones a la intemperie

Siga las instrucciones del punto anterior y coloque una chaqueta de lámina galvanizada o de aluminio calibre 24 o 28 sellando las juntas con un material que funcione como barrera de vapor, es muy importante que la barrera de vapor no tenga ninguna perforación y si la hay, deberá sellarse perfectamente.

"Owens Corning proporciona estas instrucciones "tal como están" y renuncia a cualquier y a toda responsabilidad por cualquier falta de precisión, omisión, error tipográfico causado por el equipo de terceras personas. Al utilizar estas recomendaciones, usted está aceptando estar sujeto a las disposiciones contenidas en este párrafo. Estas recomendaciones proporcionan un método ilustrativo para instalar Aislamiento para Tubería y/o accesorios de Owens Corning. Las instrucciones de Owens Corning no tienen por objeto resolver toda contingencia posible que pudiera presentarse durante la instalación ni recomendar el uso de una herramienta en particular. Por la presente, Owens Corning renuncia expresamente a toda responsabilidad por cualquier reclamación por lesiones o fallecimiento relacionados o derivados por el uso de estas recomendaciones de instalación y de otras instrucciones de instalación que Owens Corning haya proporcionado de alguna otra forma."



Recomendaciones de Almacenaje

Para evitar la alteración de las propiedades de las colchas termoaislantes RW-4300 y RW-4600 le recomendamos lo siguiente:

- Almacene el material en lugares protegidos de la intemperie.
- Asegúrese que la primera cama del producto esté sobre una tarima de madera.
- Conserve el producto en su empaque hasta su uso.
- Estibe sólo 4 cajas.
- Evite colocar el producto sobre pisos mojados.
- Evite someter el producto a abusos mecánicos.
- Para mejor identificación, deje visibles las etiquetas que identifican el producto.

Por su seguridad

Evite ser sorprendido por comprar productos de dudosa calidad, los productos fabricados y comercializados por Owens Corning se apegan a estrictas normas de calidad, todos llevan etiquetas originales nunca fotocopiadas y empaques con los logotipos y marcas registradas por Owens Corning, en caso de duda llámenos de inmediato.

Asistencia Técnica

Todo un equipo de profesionales está a su servicio sin costo alguno para resolver sus dudas acerca de nuestros productos, permitiéndole conocer todos los beneficios de aislar con fibra de vidrio. Con sólo llamar al (55) 5089 6767 o visitar nuestra página en Internet, Owens Corning responderá sus preguntas.



Soluciones Aislantes

THE PINK PANTHER TM & © 1964-2008 Metro Goldwyn-Mayer Studios Inc.
Todos los derechos reservados. © 2008 Owens Corning.

Pub. No. FT-AISL-TUBERÍA-03

Impresa en México, D.F., Abril 2008.



INNOVACIONES PARA VIVIR[®]

Ventas México Celular (044 55) 2955 5534
(044 55) 2900 8804

Conmutador (55) 5089 6700
01 800 654 7463

Servicio a Clientes México (55) 5089 6767
E-mail latam.oc@owenscorning.com

Av. Acueducto No. 459, Col. Zacatenco,
07360 México, D.F.

ANEXO J

50 PSIG Single and Multi-ply Bellows

[< Back to Index](#)

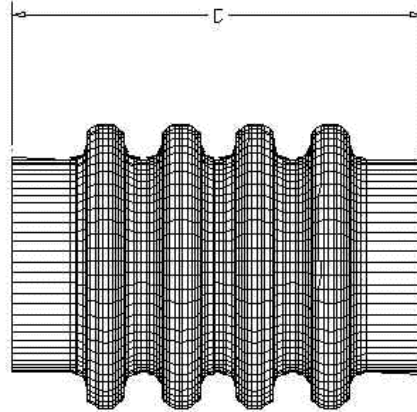
50 PSIG

MULTI-PLY STAINLESS STEEL EXPANSION JOINT BELLOWS

321 S.S. and 316 S.S. Standard (Monel and Inconel available on request)

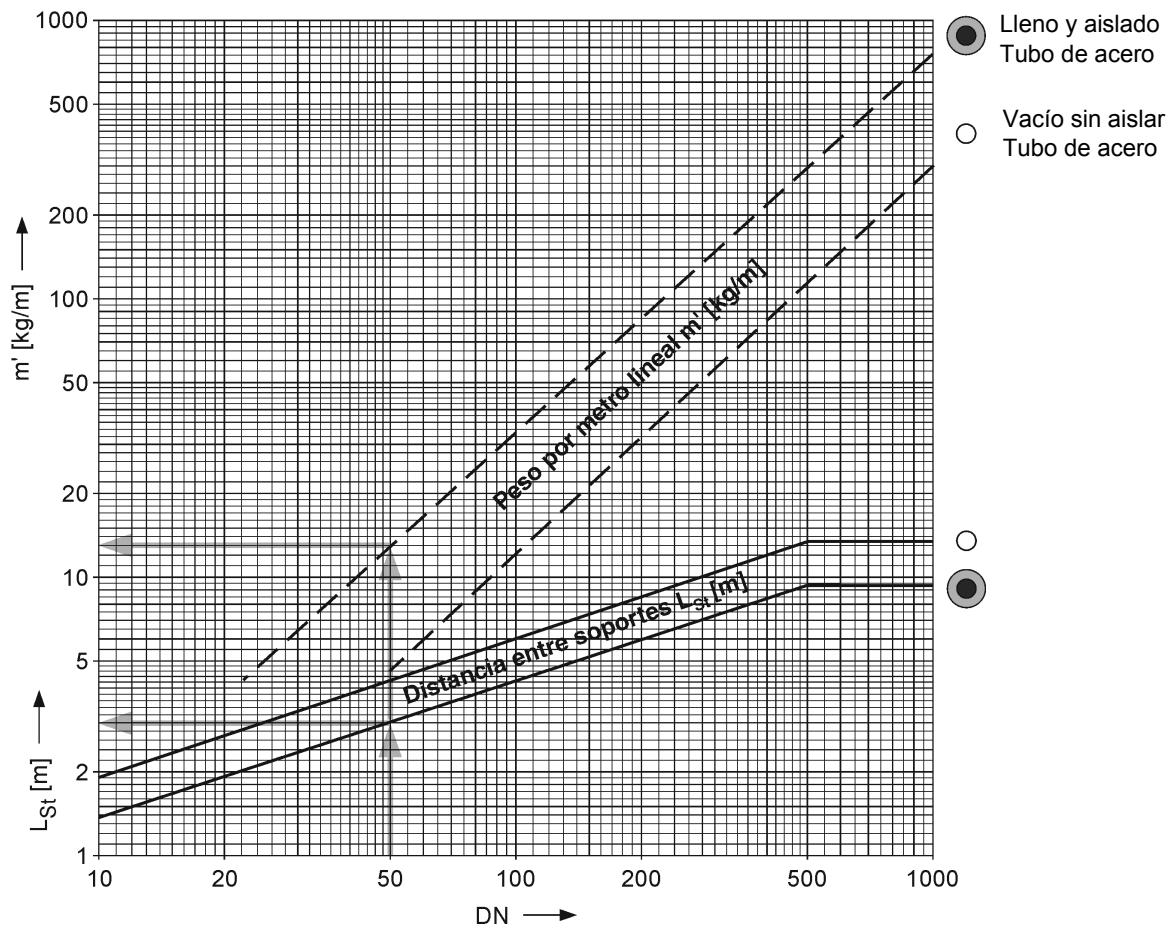
Notes:

1. Maximum rated movements are non-concurrent.
2. Minimum expected life at maximum movement: 1000 cycles.
3. Maximum rated axial movements are for compression.
4. Materials:
 - Bellows: ASTM A 240 TP 321
 - Flanges: A 515 Gr 60, drilling per ANSI B 16.5
 - Terminals: A 106 Gr B schedule 40
5. Spring rates at room temperature.
6. Temperature range: -20 to 800° F.
7. Pressure range: vacuum to 50 psig.



ND in.	Part Number	Max. Axial Movement in.	Max. Lateral Movement in.	Number of Corrugations	C in.	Weight lbs.	Axial Spring Constant lbs./in	Lateral Spring Constant lbs./in.
3/4	S007050C	0.59	0.47	13	3 1/2	0.08	392	95
	L007050C	0.79	0.71	17	4 5/16	0.09	302	39
1	S010050C	0.59	0.27	9	2 15/16	0.10	386	274
	L010050C	0.87	0.59	13	3 3/4	0.12	269	90
1 1/2	S015050C	0.59	0.24	10	3 1/8	0.15	515	622
	L015050C	0.94	0.59	16	4 3/8	0.19	325	151
2	S020050C	0.71	0.28	7	3 1/2	0.24	538	812
	L020050C	1.10	0.67	11	4 13/16	2	342	207
2 1/2	S025050C	1.10	0.31	9	4 3/16	0.30	510	678
	L025050C	1.46	0.71	12	5 3/16	0.37	381	286
3	S030050C	0.78	0.18	9	4 1/4	0.66	627	1243
	L030050C	1.45	0.77	18	7 1/4	1.35	588	291
4	S040050C	0.78	0.16	7	4 1/4	0.99	986	3259
	L040050C	1.49	0.62	14	7 1/4	1.63	493	403
5	S050050C	1.18	0.22	8	4 5/8	1.37	1070	4133
	L050050C	2.16	0.86	16	8 1/8	2.25	532	515
6	S060050C	1.25	0.21	9	5 1/16	1.79	1137	4950
	L066050C	2.36	0.89	17	8 9/16	2.87	599	734
8	S080050C	1.18	0.14	7	5	2.23	1047	8590
	L080050C	2.36	0.61	14	8 3/4	4.63	890	1826
10	S100050C	2.08	0.38	12	7 11/16	4.30	767	3321

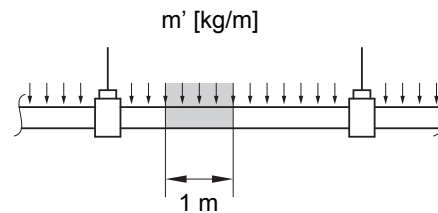
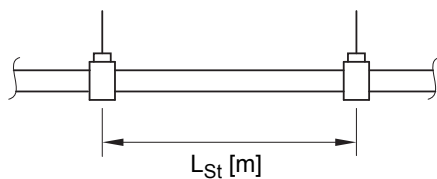
Peso lineal y distancia entre apoyos para tubos de acero en la construcción de instalaciones (valores indicativos)

**Ejemplo**

Tubo de acero de DN 50 con aislamiento (100 %)

Distancia entre apoyos (valor indicativo)
 $L_{St} \approx 3 \text{ m}$

Peso lineal $m' \approx 13 \text{ kg/m}$

**Observaciones**

- (1) Los valores indicativos rigen para tubos de acero con espesor de pared normal y temperatura del medio hasta 400°C. Con grosores de pared mayores aumenta la masa lineal. Con grosores de pared menores (frecuente en el rango de VA) disminuye la distancia admisible entre apoyos.
- (2) La validez de una distancia entre apoyos seleccionada se basa en un análisis de elasticidad. En caso de excederse los valores indicativos especificados y/o en caso de condiciones especiales (p. ej. elevadas temperaturas, influencia de vibraciones, o similares) se requiere la comprobación por un ingeniero técnico especialista que incluya un análisis de elasticidad.

Relación de fuentes

Wagner, Walter: Rohrleitungstechnik, Vogel-Buchverlag, 10ª edición, 2008;
 DIN EN 13480-3: tuberías industriales de metal, 2002

Distancia entre apoyos en instalaciones para tubos de acero, cobre, plástico (valores indicativos)

Diámetro nominal [DN]	Diámetro nominal [pulgadas]	Diámetro exterior [mm]	Recomendaciones SIKLA Tubos llenos de agua con aislamiento ¹⁾			DIN 1988-2 Tubos llenos de agua			
			Tubo de acero	Tubo de acero	Tubo de cobre	Tubo de acero	Tubo de cobre	Tubo de PVC	
			EN 10220 DIN 2448 DIN 2458	EN 10255 DIN 2440	EN 1057 DIN 1786	EN 10255 DIN 2440	EN 1057 DIN 1786	a 20°C	a 40°C
		12,0			1,00		1,25		
10		13,5	1,00						
		15,0			1,10		1,25		
		16,0						0,80	0,50
10	3/8"	17,2		1,20		2,25			
		18,0			1,20		1,50		
15		20,0	1,20					0,90	0,60
15	1/2"	21,3		1,50		2,75			
		22,0			1,30		2,00		
20		25,0	1,40					0,95	0,65
20	3/4"	26,9		2,00		3,00			
		28,0			1,50		2,25		
25		30,0	1,80						
		32,0						1,05	0,70
25	1"	33,7		2,50		3,50			
		35,0			1,60		2,75		
32		38,0	2,20						
		40,0						1,05	0,70
		42,0			1,80		3,00		
32	1 1/4"	42,4		2,90		3,75			
40		44,5	2,40						
40	1 1/2"	48,3		3,30		4,25			
		50,0						1,40	1,10
		54,0			2,00		3,50		
50		57,0	3,10						
50	2"	60,3		4,00		4,75			
		63,0						1,50	1,20
		64,0					4,00		
		75,0						1,65	1,35
65		76,1	3,30				4,25		
65	2 1/2"	76,1		4,75		5,50			
80		88,9	4,20				4,75		
80	3"	88,9		5,25		6,00			
		90,0						1,80	1,50
100		108,0	4,50				5,00		
100	4"	114,3		5,80		6,00			
		110,0						2,00	1,70
125		133,0	5,10				5,00		
125	5"	139,7		6,50		6,00			
		140,0						2,25	1,95
150		159,0	5,80				5,00		
		160,0						2,40	2,10
150	6"	168,3		7,20					
200	8"	219,1	7,80						

¹⁾ 100 % - aislamiento con 100 kg/m³ y envoltorio de chapa de acero de 1mm para tubos con espesores de pared normal

ANEXO L

TABLA 4.4

RUGOSIDAD ABSOLUTA PARA DIFERENTES MATERIALES EN mm

(ϵ)

Tuberías estiradas de vidrio, plomo, cobre y latón.		0	Hasta 0.0015
Tubería de acero estiradas.	- Nuevas (0.05 Hasta 0.1) - Después de largo uso limpiadas. 0.15 hasta 0.20 - Moderadamente oxidadas o con ligera incrustación hasta 0.40 - con fuerte incrustación. hasta 3.0		
Chapa de acero, galvanizada.	lisa (tuberías de ventilación)	0.07	
Tubería de acero	- Nuevas 0.05 Hasta 0.1 - Nuevas, embetunadas, 0.05 - Usadas, limpiadas 0.15 hasta 0.20 - Uniformemente oxidadas hasta 0.40 - Con ligera incrustación 1 hasta 1.5 - Con fuerte incrustación 2 hasta 4.0		
Tuberías de acero, remachadas		0.9	hasta 10
Tuberías fundidas	- Nuevas 0.26 hasta 1 - Nuevas, embetunadas 0.10 hasta 0.15 - Con oxidación 1.0 hasta 1.5 - Con incrustación 1.5 hasta 4.0		
Tubería de hormigón	alisadas 0.3 (hasta 0.8) rugosas 1.2 (hasta 3)		
Tubería de amianto - cemento	(Eternit, Toschi)	0.05	hasta 0.1
Tablas de madera	- Sin cepillar 0.7 - cepilladas 0.2		
Obra de albanilería	ensamblada normal		1.3

Tabla 4.7 Coeficientes de resistencia para codos y accesorios. (K)

Diámetro del tubo, en pulgadas	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	29
Tubo curvado $R = 3D$ $R = 4D$						0,04 0,025								
Codo de 90°	1,5	1,0	0,8	0,7	0,55	0,3	0,27	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,20
Codo largo de 90°	0,75	0,4	0,3	0,25	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,07
Codo de 45°	0,35	0,30	0,20	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,28	0,25	0,25	0,25
Codo largo de 45°	0,25	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12
Curva de 180°	1,5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,23	0,22	0,21	0,2	0,19
Curva de 180° de gran radio	0,8	0,5	0,4	0,35	0,3	0,2	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10
Tes-Flujo principal														
Flujo derivado	1,8	1,4	1,2	1,1	1,0									
Válvula de compuerta, abierta		0,2-0,3	0,15-0,25	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
cerrada 1/4		0,8 a 0,2							0,15					
cerrada 1/2		4,0 a 0,8							0,8					
cerrada 3/4		16,0 a 2,0							1,5					
Válvula esférica (globo)	12,5	8,5	7,5	6,5	6	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Válvula de retención (check)	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Válvula de pie														
Colador		1,5 a 1,0						1,0 a 0,4						

NOTA. Estos valores son necesariamente aproximados porque los valores específicos variarán con el tipo de accesorio (por ejemplo, roscado o de pletina), con las dimensiones geométricas reales y con el sistema de construcción (por ejemplo, forjado o soldado).

Tabla 4.8 Cambios de sección transversal:
Longitudes aproximadas equivalentes de tubería recta. (L_e)

Diámetro del tubo, en pulgadas	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Expansión, d/D														
= 0,25	3	5	8	11	14	16	20	26	31	36	42	48	55	65
0,5	2	4	6	7	9	11	15	18	22	25	29	34	46	52
0,75	0,5	1	2	2	3	3	4	6	7	8	10	12	15	20
Contracción $d/D = 0,5$	1	2	3	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	26

Tablas de conversión

Las siguientes tablas proporcionan una conversión entre sistemas SI, métrico, USA e Imperial. Todas las tablas usan un factor de multiplicación.

Tabla 1 LONGITUDES

De A →	milímetro	centímetro	metro	kilómetro	inch	foot	yard	mile
milímetro	1	0,1	0,001	—	0,03937	—	—	—
centímetro	10	1	0,01	—	0,393701	0,032808	—	—
metro	1000	100	1	0,001	39,3701	3,28084	1,09361	—
kilómetro	—	—	1000	1	—	3280,84	1093,61	0,621371
inch (pulgada)	25,4	2,54	—	—	1	0,083333	0,027778	—
foot (pie)	304,8	30,48	0,3048	—	12	1	0,33333	—
yard (yarda)	914,4	91,44	0,9144	0,000914	36	3	1	0,000568
mile (milla)	—	—	1609,344	1,609344	—	5280	1760	1

Tabla 2 AREA

De A →	cm ²	m ²	km ²	in ²	ft ²	yd ²	acre	mile ²
cm ²	1	0,0001	—	0,155	0,001076	0,0001196	—	—
m ²	10000	1	0,000001	1550	10,7639	1,19599	0,0002471	—
km ²	—	1000000	1	—	—	—	247,105	0,386102
in ²	6,4516	0,000645	—	1	0,006944	0,000772	—	—
ft ²	929,03	0,092903	—	144	1	0,111111	0,000023	—
yd ²	8361,27	0,836127	—	1296	9	1	0,0002066	—
acre	—	4046,86	0,004047	—	43560	4840	1	0,001562
mile ²	—	—	2,589987	—	—	—	640	1

Tabla 3 MASA

De A →	kg	tonelada	lb	UK cwt	UK ton	US cwt	US ton
kg	1	0,001	2,20462	0,019684	0,000984	0,022046	0,001102
tonelada	1000	1	2204,62	19,6841	0,984207	22,0462	1,10231
lb	0,453592	0,000454	1	0,008929	0,000446	0,01	0,0005
UK cwt	50,8023	0,050802	112	1	0,05	1,12	0,056
UK ton	1016,05	1,01605	2240	20	1	22,4	1,12
US cwt	45,3592	0,045359	100	0,892857	0,044643	1	0,05
US ton	907,185	0,907185	2000	17,8517	0,892857	20	1

Tabla 4 VOLUMEN Y CAPACIDAD

De A →	cm ³	m ³	litro (dm ³)	in ³	ft ³	yd ³	UK pint	UK gall	US pint	US gall
cm ³	1	—	0,001	0,061024	0,0000353	—	0,001760	0,00022	0,002113	0,000264
m ³	—	1	1000	61023,7	35,3147	1,30795	1759,75	219,969	2113,38	264,172
litro (dm ³)	1000	0,001	1	61,0237	0,035315	0,001308	1,75975	0,219969	2,11338	0,264172
in ³	16,3871	—	0,016387	1	0,0005787	0,0000214	0,028837	0,003605	0,034632	0,004329
ft ³	28316,8	0,028317	28,3168	1728	1	0,037037	49,8307	6,22883	59,8442	7,48052
yd ³	764555	0,764555	764,555	46656	27	1	1345,429	168,1784	1615,793	201,974
UK pint	568,261	0,0005683	0,568261	34,6774	0,020068	0,000743	1	0,125	1,20095	0,150119
UK gall	4546,09	0,0045461	4,54609	277,42	0,160544	0,005946	8	1	9,6076	1,20095
US pint	473,176	0,0004732	0,473176	28,875	0,01671	0,000619	0,832674	0,104084	1	0,125
US gall	3785,41	0,0037854	3,785411	231	0,133681	0,004951	6,661392	0,832674	8	1

Tabla 5 PRESION

De A →	atmósfera	mm Hg	m bar	bar	pascal	in H ₂ O	in Hg	psi
atmósfera	1	760	1013,25	1,0132	101325	406,781	29,9213	14,6959
mm Hg	0,0013158	1	1,33322	0,001333	133,322	0,53524	0,03937	0,019337
m bar	0,0009869	0,750062	1	0,001	100	0,401463	0,02953	0,014504
bar	0,9869	750,062	1000	1	100000	401,463	29,53	14,504
pascal	0,0000099	0,007501	0,01	0,00001	1	0,004015	0,0002953	0,000145
in H ₂ O	0,0024583	1,86832	2,49089	0,002491	249,089	1	0,073556	0,036127
in Hg	0,033421	25,4	33,8639	0,0338639	3386,39	13,5951	1	0,491154
psi	0,068046	51,7149	68,9476	0,068948	6894,76	27,6799	2,03602	1

Pascal = 1 N/m²

Tabla 6 VOLUMEN/CAUDAL

De A →	L/seg (dm³/seg)	L/hr	m³/seg	m³/hr	cfm	ft³/hr	UK gall/m	UK gall/hr	US gall/m	US gall/hr
L/seg (dm³/seg)	1	3600	0,001	3,6	2,118882	127,133	13,19814	791,8884	15,85032	951,019
L/hr	0,000278	1	—	0,001	0,000588	0,035315	0,003666	0,219969	0,004403	0,264172
m³/seg	1000	3600000	1	3600	2118,88	127133	13198,1	791889	15850,3	951019
m³/hr	0,277778	1000	0,000278	1	0,588578	35,3147	3,66615	219,969	4,402863	264,1718
cfm	0,471947	1699,017	0,000472	1,699017	1	60	6,228833	373,73	7,480517	448,831
ft³/hr	0,007866	28,3168	—	0,028317	0,016667	1	0,103814	6,228833	0,124675	7,480517
UK gall/m	0,075768	272,766	0,0000758	0,272766	0,160544	9,63262	1	60	1,20095	72,057
UK gall/hr	0,001263	4,54609	—	0,004546	0,002676	0,160544	0,016667	1	0,020016	1,20095
US gall/m	0,06309	227,125	0,0000631	0,227125	0,133681	8,020832	0,832674	49,96045	1	60
US gall/hr	0,001052	3,785411	—	0,003785	0,002228	0,133681	0,013878	0,832674	0,016667	1

Tabla 7 POTENCIA

De A →	Btu/h	W	Kcal/h	KW
Btu/h	1	0,293071	0,251996	0,000293
W	3,41214	1	0,859845	0,001
Kcal/h	3,96832	1,163	1	0,001163
KW	3412,14	1000	859,845	1

Tabla 8 ENERGIA

De A →	Btu	Therm	J	kJ	Cal
Btu	1	0,00001	1055,06	1,055	251,996
Therm	100000	1	—	105 500	25 199 600
J	0,00094	—	1	0,001	0,2388
kJ	0,9478	0,000009478	1000	1	238,85
Cal	0,0039683	0,0039683 x 10 ⁻⁵	4,1868	—	1

Tabla 9 CALOR ESPECIFICO

De A →	Btu/lb °F	J/kg °C
Btu/lb °F	1	4186,8
J/kg °C	0,00023	1

Tabla 10 CAUDAL DE CALOR

De A →	Btu/ft²h	W/m²	Kcal/m²h
Btu/ft²h	1	3,154	2,712
W/m²	0,3169	1	0,859
Kcal/m²h	0,368	1,163	1

Tabla 11 CONDUCTIVIDAD TERMICA

De A →	Btu/ft² h °F	W/m² °C	Kcal/m² h °C
Btu/ft² h °F	1	5,67826	4,88243
W/m² °C	0,176110	1	0,859845
Kcal/m² h °C	0,204816	1,163	1

Tabla 12 CALOR POR UNIDAD DE MASA

De A →	Btu/lb	kJ/kg
Btu/lb	1	2,326
kJ/kg	0,4299	1

Tabla 13 VELOCIDAD

De A →	ft/min	ft/s	m/s
ft/min	1	0,016666	0,00508
ft/s	60	1	0,3048
m/s	196,850	3,28084	1

Conversión de Temperatura

Puede efectuarse usando la siguiente fórmula:

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32)$$

Información adicional Atmósfera - (Referencia estándar)

A.N.R. (Atmosphere Normale de Reference) ISO R558.

Es el valor de atmósfera acordado para especificaciones de control y resultados de pruebas según ISO R554.

Los fluidos neumáticos usan 1013 mbar, 20°C, 65% RH (iso R554). Las industrias de compresores y herramientas neumáticas prefieren 1000 mbar, 20°C, 65% RH (ISO 2787) Las industrias Aeroespaciales, Petróleo y Gas prefieren 1013 mbar, 15°C, Seco (ISO 2533 e ISO 5024).

Los fluidos de potencia usados a menudo se confunden con Nm³. Estos no son Newton-metros³ pero se refieren a metros³ ANR, p.ej. volumen de aire medido para condiciones estándar o atmósfera normal. El término Imperial equiv. es S.C.F. (Standard Cubic Feet).

Litro

El símbolo l está siendo cambiado por L para evitar la confusión con el 1 (uno).
1L = 1dm³.

Bar

1 bar = 100kPa = kN/m².

kg/cm²

Esta unidad es usada en algunos lugares. La conversión es la siguiente:
1kg/cm² = 0,980665 bar = 0,967841 atmósfera = 14,2233 psi

N2XY 0,6/1 kV Multipolar; IEC 60332-3-22

Aplicación general como cable de energía, en instalaciones fijas.

Descripción

Aplicación:

Aplicación general como cable de energía. En redes eléctricas de distribución de baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores y exteriores (en bandejas, canaletas, engrapadas). Se puede instalar en ductos, en lugares secos y húmedos.

Construcción:

1. Conductor: Cobre blando, clase 2.
2. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE antillama.
3. Con o sin conductor de tierra aislado.
4. Cubierta externa: Compuesto de PVC antillama.

Principales características:

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas, alta resistencia de aislamiento. Resistencia a los combustibles líquidos y al aceite de acuerdo a la norma UIC 895 OR y resistente al aceite OIL RESISTANT I de acuerdo a la norma UL 1072. No propaga el incendio.

Sección:

Desde 2.5 mm² hasta 240 mm².

Marcación:

INDECO S.A. N2XY 0.6/1 kV - Nro. fases x sección - Año - Metrado Secuencial.

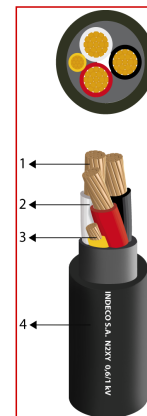
Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

Color:

Aislamiento: Ver identificación de fases.

Cubierta externa: Negro.



Norma

Internacional IEC 60228;
IEC 60332-1; IEC 60332-3 Cat.A;
IEC 60502-1; IEC 60811-1-1;
IEC 60811-1-2; IEC 60811-1-3;
IEC 60811-1-4; IEC 60811-2-1;
IEC 60811-3-1; IEC 60811-3-2;
UIC 895

Nacional NTP-IEC 60228; NTP-IEC 60502-1; UL 1581

Normas nacionales

NTP-IEC 60228: Conductores para cables aislados.

NTP-IEC 60502-1: Cable de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones



Tensión nominal de servicio U₀/U
0.6/1 kV



Resist. Radiación UV
UL 1581 - Resistencia a los rayos solares



No propagación de la llama
IEC 60332-1



No propagador del incendio
IEC 60332-3 Cat.A



Resistencia a aceites
UIC 895 OR



Temperatura máxima operativa
90 °C

N2XY 0,6/1 kV Multipolar; IEC 60332-3-22

para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

Normas Internacionales aplicables

IEC 60228: Conductores para cables aislados.

IEC 60332-1: Ensayo de propagación de llama vertical para un alambre o cable simple.

IEC 60332-3-22: Ensayo para llama vertical extendida de alambres agrupados o cables montados verticalmente - Categoría A.

IEC 60502-1: Cables de energía con aislamiento extruido y sus aplicaciones para tensiones nominales desde 1 kV y 3 kV.

IEC 60811-1-2: Métodos de envejecimiento térmico.

IEC 60811-1-3: Ensayos de absorción de agua - Ensayo de contracción.

IEC 60811-1-4: Ensayo a baja temperatura.

IEC 60811-2-1: Ensayo de resistencia al ozono, ensayo de alargamiento en caliente y resistencia al aceite mineral.

IEC 60811-3-1: Ensayo de presión a alta temperatura - Ensayo de resistencia al agrietamiento.

IEC 60811-3-2: Ensayo de pérdida de masa - Ensayo de estabilidad térmica.

UIC 895 OR: Especificaciones técnicas para el suministro de cables eléctricos aislados para vehículos ferroviarios - Resistencia a aceites.

UL 1581 Sección 1200 (resistencia a radiaciones ultravioletas): Norma para alambres, cables y cordones flexibles eléctricos - Ensayo de resistencia a los rayos solares en arco xenón/arco carbón.

Características

Características de construcción	
Material del conductor	Cobre
Material de aislamiento	XLPE Antillama
Cubierta exterior	PVC Antillama
Color de cubierta	Negro
Características eléctricas	
Tensión nominal de servicio Uo/U	0.6/1 kV
Características de uso	
Resistencia a Radiación Ultravioleta	UL 1581 - Resistencia a los rayos solares
No propagación de la llama	IEC 60332-1
No propagador del incendio	IEC 60332-3 Cat.A
Resistencia a aceites	UIC 895 OR
Temperatura máxima operativa	90 °C



Tensión nominal de servicio Uo/U
0.6/1 kV



Resist. Radiación UV
UL 1581 - Resistencia a los rayos solares



No propagación de la llama
IEC 60332-1



No propagador del incendio
IEC 60332-3 Cat.A



Resistencia a aceites
UIC 895 OR



Temperatura máxima operativa
90 °C

N2XY 0,6/1 kV Multipolar; IEC 60332-3-22

Datos Dimensionales Multipolar sin cond. tierra

Nro.Fases	Sección [mm²]	Nº total alambres	Mín. espes. Aislam. [mm]	Mín. espes. Cubierta [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
3	2,5	7	0,7	1,2	12,1	222

Datos Eléctricos Multipolar sin cond. tierra

Nro.Fases	Sección [mm²]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Amperaje enterrado 20°C [A]	Amperaje aire 30°C [A]
3	2,5	7,41	40	35

Datos Dimensionales Multipolar con cond. tierra

Nro.Fases	Sección [mm²]	Nº total alambres	Mín. espes. Aislam. [mm]	Sección cond.Tierra [mm²]	Min. Esp. Tierra Cab. [mm]	Mín. espes. Cubierta [mm]	Diám. sobre cubierta [mm]	Peso aprox. [kg/km]
2	4	7	0,7	4	0,7	1,2	13,2	288
3	4	7	0,7	4	0,7	1,2	14,3	339
3	6	7	0,7	6	0,7	1,2	15,6	440
3	10	7	0,7	10	0,7	1,2	17	640
3	16	7	0,7	16	0,7	1,2	19,4	921
3	25	7	0,9	16	0,7	1,2	22,5	1280
3	25	7	0,9	25	0,9	1,2	23,3	1393
3	35	7	0,9	16	0,7	1,2	24,5	1617
3	35	7	0,9	35	0,9	1,2	25,8	1838
3	50	19	1,0	25	0,9	1,3	28,2	2184
3	70	19	1,1	35	0,9	1,4	32,8	3065
3	95	19	1,1	50	1,0	1,6	37,4	4130
3	120	37	1,2	70	1,1	1,6	41,9	5259
3	150	37	1,4	70	1,1	1,8	45,8	6268
3	185	37	1,6	95	1,1	1,9	51,1	7910
3	240	37	1,7	120	1,2	2,1	57,6	10222
4	2,5	7	0,7	2,5	0,7	1,2	14	302
4	4	7	0,7	4	0,7	1,2	15,4	402
4	6	7	0,7	6	0,7	1,2	16,9	526
4	10	7	0,7	10	0,7	1,2	18,7	756
4	16	7	0,7	16	0,7	1,2	21,1	1122



Tensión nominal de servicio U_{0/U}
0,6/1 kV



Resist. Radiación UV
UL 1581 - Resistencia a los rayos solares



No propagación de la llama
IEC 60332-1



No propagador del incendio
IEC 60332-3 Cat.A



Resistencia a aceites
UIC 895 OR



Temperatura máxima operativa
90 °C

N2XY 0,6/1 kV Multipolar; IEC 60332-3-22

Datos Eléctricos Multipolar con cond. tierra

Nro.Fases	Sección [mm²]	Sección cond.Tierra [mm²]	Max. DC Resist. Cond. 20° C [Ohm/km]	Amperaje enterrado 20° C [A]	Amperaje aire 30° C [A]
2	4	4	4,61	65	55
3	4	4	4,61	52	45
3	6	6	3,08	64	55
3	10	10	1,83	85	75
3	16	16	1,15	110	95
3	25	16	0,727	145	130
3	25	25	0,727	145	130
3	35	16	0,524	175	160
3	35	35	0,524	175	160
3	50	25	0,387	205	195
3	70	35	0,268	255	250
3	95	50	0,193	305	305
3	120	70	0,153	345	355
3	150	70	0,124	390	410
3	185	95	0,099	440	470
3	240	120	0,075	510	550
4	2,5	2,5	7,41	40	35
4	4	4	4,61	52	45
4	6	6	3,08	64	55
4	10	10	1,83	85	75
4	16	16	1,15	110	95

Lista de Productos

☎=Realizar pedido, 📦=Reservar stock

Ref. Nexans	Nombre	Nro.Fases	Sección (mm²)	Mín. espes. Aislam. (mm)	Sección cond.Tierra (mm²)	Mín. Esp. Tierra Cab. (mm)	Mín. espes. Cubierta (mm)	Diám. sobre cubierta (mm)
☎	N2XY 0.6/1 kV 2x4+1x4 mm2	2	4	0,7	4	0,7	1,2	13,2
☎ P00009342-0	N2XY 0,6/1 kV 3x2.5 mm2	3	2,5	0,7			1,2	12,1
☎	N2XY 0,6/1 kV 3x4+1x4 mm2	3	4	0,7	4	0,7	1,2	14,3
☎ P00009326-0	N2XY 0,6/1 kV 3x6+1x6 mm2	3	6	0,7	6	0,7	1,2	15,6

☎ = Realizar pedido, 📦 = Reservar stock



Tensión nominal de servicio Uo/U 0.6/1 kV



Resist. Radiación UV UL 1581 - Resistencia a los rayos solares



No propagación de la llama IEC 60332-1



No propagador del incendio IEC 60332-3 Cat.A



Resistencia a aceites UIC 895 OR



Temperatura máxima operativa 90 °C

N2XY 0,6/1 kV Multipolar; IEC 60332-3-22

Ref. Nexans	Nombre	Nro.Fases	Sección (mm²)	Mín. espes. Aislam. (mm)	Sección cond.Tierra (mm²)	Min. Esp. Tierra Cab. (mm)	Mín. espes. Cubierta (mm)	Diám. sobre cubierta (mm)
☎ P00009327-1	N2XY 0,6/1 kV 3x10+1x10 mm²	3	10	0,7	10	0,7	1,2	17
☎ P00009328-0	N2XY 0,6/1 kV 3x16+1x16 mm²	3	16	0,7	16	0,7	1,2	19,4
☎ P00009329	N2XY 0,6/1 kV 3x25+1x16 mm²	3	25	0,9	16	0,7	1,2	22,5
☎ P00019498-0	N2XY 0,6/1 kV 3x25+1x25mm²	3	25	0,9	25	0,9	1,2	23,3
☎ P00009330-0	N2XY 0,6/1 kV 3x35+1x16 mm²	3	35	0,9	16	0,7	1,2	24,5
☎ P00019499-0	N2XY 0,6/1 kV 3x35+1x35mm²	3	35	0,9	35	0,9	1,2	25,8
☎ P00009335	N2XY 0,6/1 kV 3x50+1x25 mm²	3	50	1,0	25	0,9	1,3	28,2
☎ P00009336	N2XY 0,6/1 kV 3x70+1x35 mm²	3	70	1,1	35	0,9	1,4	32,8
☎ P00009337	N2XY 0,6/1 kV 3x95+1x50 mm²	3	95	1,1	50	1,0	1,6	37,4
☎ P00009338	N2XY 0,6/1 kV 3x120+1x70 mm²	3	120	1,2	70	1,1	1,6	41,9
☎ P00009339	N2XY 0,6/1 kV 3x150+1x70 mm²	3	150	1,4	70	1,1	1,8	45,8
☎ P00009340	N2XY 0,6/1 kV 3x185+1x95 mm²	3	185	1,6	95	1,1	1,9	51,1
☎ P00009341	N2XY 0,6/1 kV 3x240+1x120 mm²	3	240	1,7	120	1,2	2,1	57,6
☎	N2XY 0,6/1 kV 4x2.5+1x2.5 mm²	4	2,5	0,7	2,5	0,7	1,2	14
☎	N2XY 0,6/1 kV 4x4+1x4 mm²	4	4	0,7	4	0,7	1,2	15,4
☎	N2XY 0,6/1 kV 4x6+1x6 mm²	4	6	0,7	6	0,7	1,2	16,9
☎	N2XY 0,6/1 kV 4x10+1x10 mm²	4	10	0,7	10	0,7	1,2	18,7
☎	N2XY 0,6/1 kV 4x16+1x16 mm²	4	16	0,7	16	0,7	1,2	21,1

☎ = Realizar pedido, 📦 = Reservar stock



Tensión nominal de servicio U_{0/U}
0,6/1 kV



Resist. Radiación UV
UL 1581 - Resistencia a los rayos solares



No propagación de la llama
IEC 60332-1



No propagador del incendio
IEC 60332-3 Cat.A



Resistencia a aceites
UIC 895 OR



Temperatura máxima operativa
90 °C

N2XY 0,6/1 kV Multipolar; IEC 60332-3-22

Identificación de fases B.T sin cond. tierra

Número de fases	Identificación de fases
2	Blanco + negro, negro + azul, azul + marrón o negro + rojo
3	Blanco + negro + rojo, marrón + negro + gris, azul + marrón + negro o negro + rojo + azul
4	Blanco + negro + rojo + azul o azul + marrón + negro + gris
5	Azul + marrón + negro + gris + negro

Capacidad de corriente asumiendo que el cuarto conductor corresponde al neutro en un sistema trifásico balanceado, para una formación de 4 conductores.

Identificación de fases B.T. con Cond. Tierra

Número de fases	Identificación de fases
1+T	Negro + (amarillo o verde o amarillo/verde o verde/amarillo)
2+T	Blanco + negro, blanco + rojo, blanco + azul, azul + marrón o negro + rojo + (amarillo o verde o amarillo/verde o verde/amarillo)
3+T	Blanco + negro + rojo, negro + rojo + azul, marrón + negro + gris o azul + marrón + negro + (amarillo o verde o amarillo/verde o verde/amarillo)
4+T	Blanco + negro + rojo + azul o azul + marrón + negro + gris + (amarillo o verde o amarillo/verde o verde/amarillo)

Capacidad de corriente asumiendo que el cuarto conductor corresponde al neutro en un sistema trifásico balanceado, para una formación de 4 conductores.

Condiciones de Cálculo de Corriente B.T.; 90°C

CONDICIONES DE CALCULO DE CORRIENTE

Temperatura máxima del conductor : 90°C.
Temperatura ambiente : 30°C.
Temperatura del terreno : 20°C.
Profundidad de tendido : 0.7 m.
Resistividad térmica del terreno : 1.0 K.m/W.



Tensión nominal de servicio Uo/U
0.6/1 kV



Resist. Radiación UV
UL 1581 - Resistencia a los rayos solares



No propagación de la llama
IEC 60332-1



No propagador del incendio
IEC 60332-3 Cat.A



Resistencia a aceites
UIC 895 OR



Temperatura máxima operativa
90 °C

T1B 160 TMD40-500 3p F FC Cu (1 70mm²)

ANEXO O



Para comprar pero obsoleto, se reemplaza por: [1SDA066803R1](#)

Informacion General

Extended Product Type:	T1B 160 TMD40-500 3p F FC Cu (1 70mm ²)
Product ID:	1SDA063518R1
EAN:	8015644661564
Catalog Description:	T1B 160 TMD40-500 3p F FC Cu (1 70mm ²)
Long Description:	C.BREAKER TMAX T1B 160 FIXED THREE-POLE WITH FRONT TERMINALS FOR CABLE Cu 70mm ² AND THERMOMAGNETIC RELEASE TMD R 40-500 A

Categorias

Productos » Productos y sistemas de baja tensión » Interruptores automáticos » Interruptores automáticos en caja moldeada » Tmax T

Ordering

EAN:	8015644661564
Minimum Order Quantity:	1 piece
Customs Tariff Number:	85362090
Replacement Product ID (NEW):	1SDA066803R1

Dimensions

Product Net Width:	76 mm
Product Net Height:	130 mm
Product Net Depth:	70 mm
Product Net Weight:	1 kg

Container Information

Package Level 1 Units:	1 piece
Package Level 1 Width:	128 mm
Package Level 1 Height:	135 mm
Package Level 1 Length:	143 mm
Package Level 1 Gross Weight:	1.1 kg
Package Level 1 EAN:	8015644661564

Additional Information

Electrical Durability:	8000 cycle 120 cycles per hour
Mechanical Durability:	25000 cycle 240 cycles per hour
Number of Poles:	3
Power Loss:	at Rated Operating Conditions per Pole 2,6 W
Product Main Type:	SACE Tmax T
Product Name:	Automatic Circuit Breaker
Product Type:	CB
Rated Current (I _n):	40 A
Rated Impulse Withstand Voltage (U _{imp}):	8 kV
Rated Insulation Voltage (U _i):	800 V
Rated Operational Voltage:	690 V AC 500 V DC
Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I _{cs}):	(220 V AC) 25 kA (230 V AC) 25 kA (380 V AC) 16 kA (415 V AC) 16 kA (440 V AC) 10 kA (500 V AC) 8 kA (690 V AC) 3 kA
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I _{cu}):	(220 V AC) 2.5 kA (230 V AC) 2.5 kA (380 V AC) 16 kA (415 V AC) 16 kA (440 V AC) 10 kA (500 V AC) 8 kA (690 V AC) 3 kA (250 V DC) 2 Poles in Series 16 kA

(250 V DC) 3 Poles in Series 20 kA
(500 V DC) 3 Poles in Series 16 kA

Rated Uninterrupted Current (I_u):	160 A
Release Type:	TM
Standards:	IEC 60947
Sub-type:	T1
Terminal Connection Type:	Fixed Circuit-Breakers Front for Copper Cables
Test Voltage Max (U_{test}):	3000 V
Version:	F

Certificates and Declarations (Document Number)

Declaration of Conformity - CE:	1SDL000165R0001
GL Certificate:	1SDL000163R0058
Data Sheet, Technical Information:	1SDC210033D0202

Classifications

Object Classification Code:	Q
-----------------------------	---



XT1B 160 TMD 20-450 3p F F



Informacion General

Extended Product Type:	XT1B 160 TMD 20-450 3p F F
Product ID:	1SDA066800R1
EAN:	8015644694456
Catalog Description:	XT1B 160 TMD 20-450 3p F F
Long Description:	C.BREAKER TMAX XT1B 160 FIXED THREE-POLE WITH FRONT TERMINALS AND THERMOMAGNETIC RELEASE TMD R 20-450 A

Categorias

Productos » Productos y sistemas de baja tensión » Interruptores automáticos » Interruptores automáticos en caja moldeada » Tmax XT

Ordering

EAN:	8015644694456
Minimum Order Quantity:	1 piece
Customs Tariff Number:	85362090

Dimensions

Product Net Width:	76.2 mm
Product Net Height:	130 mm
Product Net Depth:	70 mm
Product Net Weight:	1.1 kg

Container Information

Package Level 1 Units:	1 piece
Package Level 1 Width:	128 mm
Package Level 1 Height:	135 mm
Package Level 1 Length:	143 mm
Package Level 1 Gross Weight:	1.1 kg
Package Level 1 EAN:	8015644694456

Additional Information

Circuit Breaker Type to be Associated:	Power distribution
Electrical Durability:	120 cycles per hour 8000 cycle
Mechanical Durability:	Nr. Operations 240 cycles per hour Nr. Operations 25000 cycle
Number of Poles:	3
Opening Time:	CB with SOR 15 ms CB with UVR 15 ms
Power Loss:	at Rated Operating Conditions per Pole 1.8 W
Product Main Type:	SACE Tmax XT
Product Name:	Moulded Case Circuit Breaker
Product Type:	CB
Rated Current (I_n):	20 A
Rated Frequency (f):	50 / 60 Hz
Rated Impulse Withstand Voltage (U_{imp}):	8 kV
Rated Insulation Voltage (U_i):	800 V
Rated Operational Voltage:	690 V AC 500 V DC
Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cs}):	(220 V AC) 25 kA (220 V AC) 25 kA (380 V AC) 18 kA (415 V AC) 18 kA (440 V AC) 11,25 kA (500 V AC) 8 kA (690 V AC) 3 kA
Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cu}):	(220 V AC) 25 kA (230 V AC) 25 kA (380 V AC) 18 kA (415 V AC) 18 kA (440 V AC) 15 kA

	(500 V AC) 8 kA (690 V AC) 3 kA (250 V DC) 2 Poles in Series 18 kA (500 V DC) 3 Poles in Series 18 kA
Rated Uninterrupted Current (I_u):	160 A
Rated Voltage (U_r):	690 V
Release Type:	TM
Standards:	IEC 60947
Sub-type:	XT1
Terminal Connection Type:	Fixed Circuit-Breakers Front
Version:	F

Certificates and Declarations (Document Number)

Declaration of Conformity - CE:	1SDL000165R0009
GL Certificate:	1SDL000163R0103
LR Certificate:	1SDL000163R0100
Data Sheet, Technical Information:	1SDC210033D0201

Classifications

ETIM 4:	EC000228 - Power circuit-breaker for trafo/generator/installation prot.
ETIM 5:	EC000228 - Power circuit-breaker for trafo/generator/installation prot.
ETIM 6:	EC000228 - Power circuit-breaker for trafo/generator/installation prot.
Object Classification Code:	Q





PLANOS

LEYENDA

LINEA DE FLUJO

LINEA TRONCAL DE ACEITE TÉRMICO – ALIMENTACIÓN

LINEA TRONCAL DE ACEITE TÉRMICO – RETORNO

AISLAMIENTO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE ING. MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRONICA

PROYECTO:

AC-TER

REALIZADO

M.CHACABANA

COMPROBADO

M.CHACABANA

ESCALA:

S/E

APROBADO

C.FERNANDEZ

V*B* CLIENTE

C.GORDILLO

31/10/16

31/10/16

31/10/16

30/11/16

PROYEC. DEL DIBUJO

PROYECTO:

DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ACEITE TÉRMICO

FORM.

A2

TAG:

P01_MEC

PLANO No.-01

DISTRIBUCIÓN-GENERAL

HOJA

01-DE-01

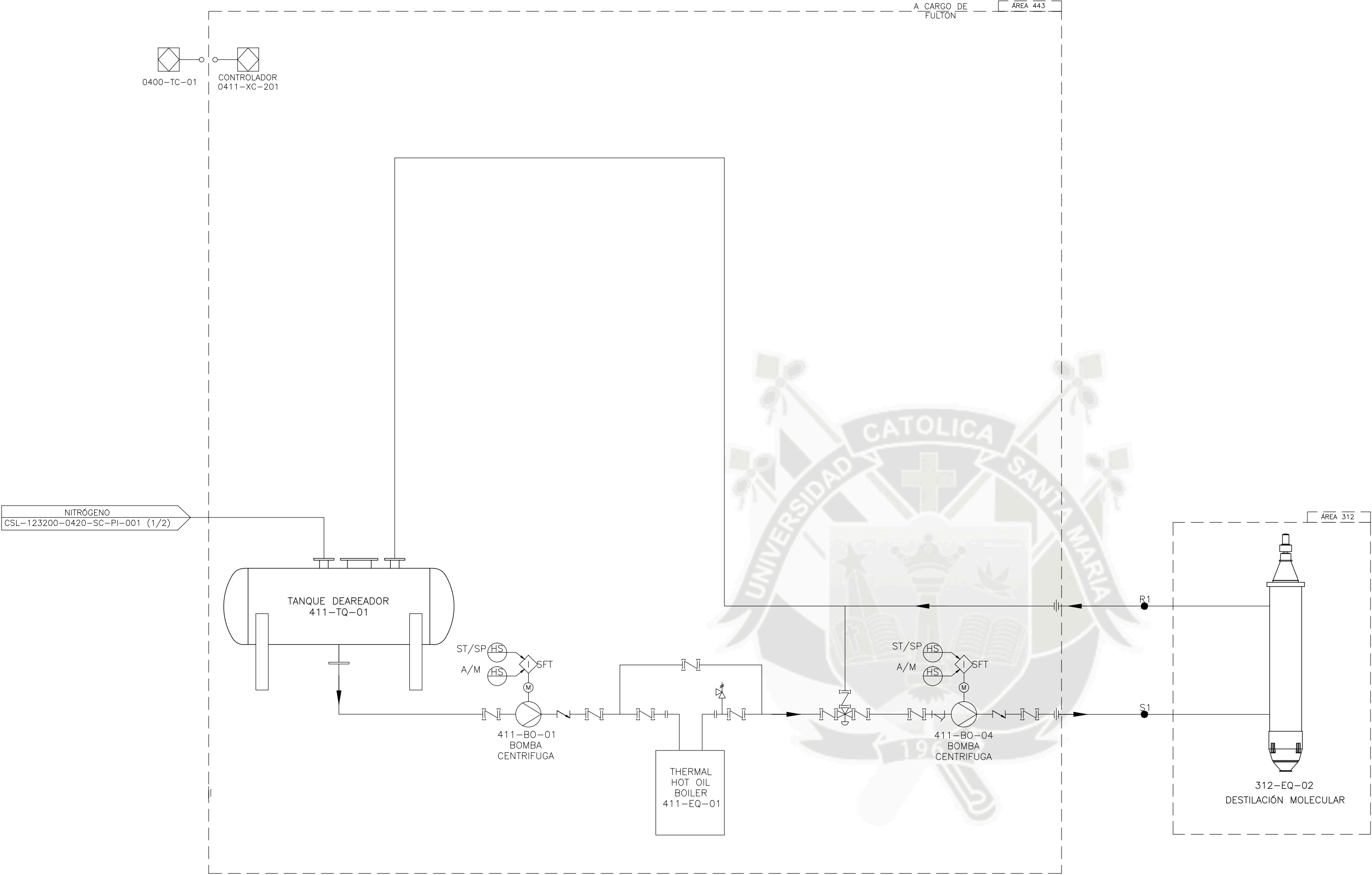
REV.

0

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



FLUJOS DE ACEITE TÉRMICO								
Área	Corriente	Descripción	T (°C)	P (bar abs.)	Flujo de masa (kg/h)	Densidad (kg/m³)	Caudal (m³/h)	Viscosidad (cP)
312	1	312-EQ-02	230	4,0	13326.0	783,9	17	0,62
	2	312-EQ-02	225	3,0	13326.0	786,0	16.5	0,64

LEYENDA

—

LINEA DE ACEITE TÉRMICO

—

LINEA A CARGO DE FULTON

→

SENTIDO DE FLUJO

SÍMBOLOS BÁSICOS

FILTRO EN Y

VÁLVULA DE ANTIRETORNO (CHECK)

BOMBA

VÁLVULA DE SEGURIDAD

NOTAS

1.- LOS FLUJOS MÁSCOS DE ACEITE TÉRMICO PARA EL ÁREA 312 Y EL DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE ESTE ACEITE TIENEN COMO REFERENCIA LA INFORMACIÓN RECIBIDA DE TASA OMEGA.

2.- TASA OMEGA INDICÓ: EL TIPO DE ACEITE TÉRMICO SERIA DOWTHERM RP Ó MULTITHERM PG1 FOOD GRADE.

3.- LAS PROPIEDADES FÍSICOS MOSTRADOS EN LA TABLA DE FLUJOS TIENEN COMO REFERENCIA LA PÁGINA: <http://www.multitherm.com/pg-1-phys-prop.html>.

4.- LA INGENIERÍA DE PROCESOS HA SIDO DEFINIDA POR TASA OMEGA S.A.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE ING. MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRONICA

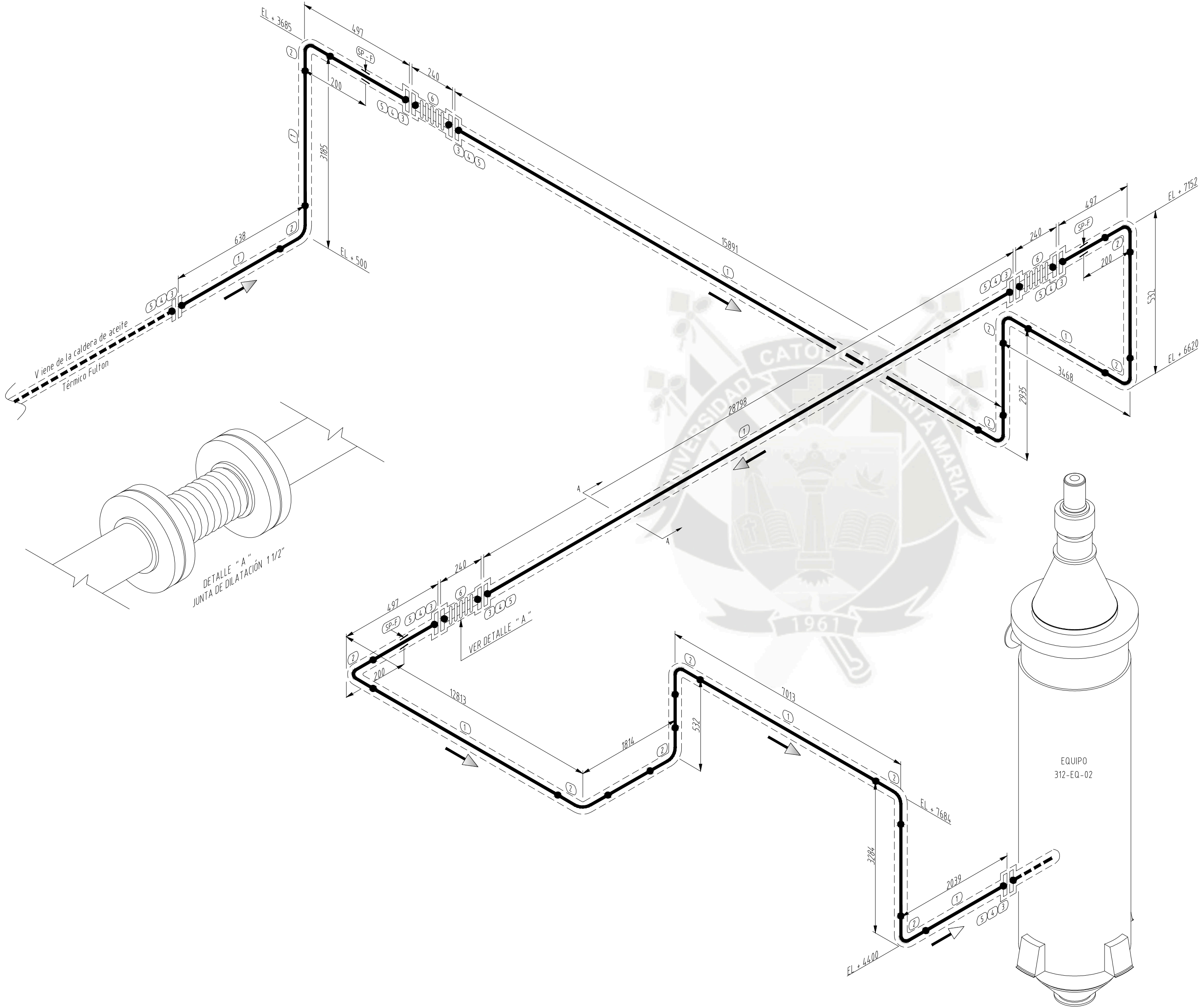
PROYECTO:	REALIZADO	M.CHACABANA	01/10/16
AC-TER	COMPROBADO	M.CHACABANA	01/10/16
ESCALA:	APROBADO	C.FERNANDEZ	01/10/16
S/E	V*B* CLIENTE	C.GORDILLO	30/11/16

PROYEC. DEL DIBUJO

PROYECTO:

DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ACEITE TÉRMICO

FORM.	TAG:	PLANO No.-02	HOJA	REV.
A2	P02_MEC	P&D-SISTEMA-DE-ACEITE-TÉRMICO	01-DE-01	0



ÁREA N° 312

LISTA DE MATERIALES						
ITEM	DIAMETRO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	NORMA FAB.	UNIÓN	CANT.
1	ø1 1/2"	TUBERÍA SCH-40	ASTM-A53	ASME B36.10	SOLDADO	82500 mm
2	ø1 1/2"	CODO DE 90°	ASTM-A234	ASME B16.9	SOLDADO	12 Unid.
3	ø1 1/2"	BRIDA SLIP-ON	ASTM-A105	ASME B16.5	BRIDADO	8 Unid.
4	ø1 1/2" x 1/8"	EMPAQUETADURA	AISI-316 ASTM A-193	-----	-----	8 Unid.
5	ø3/8" x 3 1/2"	PERNO, TUERCA Y ARANDELA PLANA	Gr.B7 ASTM A-194	-----	-----	32 UND 64 UND
6	ø1 1/2"	JUNTA DE DILATACIÓN	Gr.2H ASTM A 240	-----	BRIDADO	3 UND
7	2"	AISLAMIENTO TÉRMICO	Fibra de vidrio aglutinado	ASTM C585	-----	165000 mm

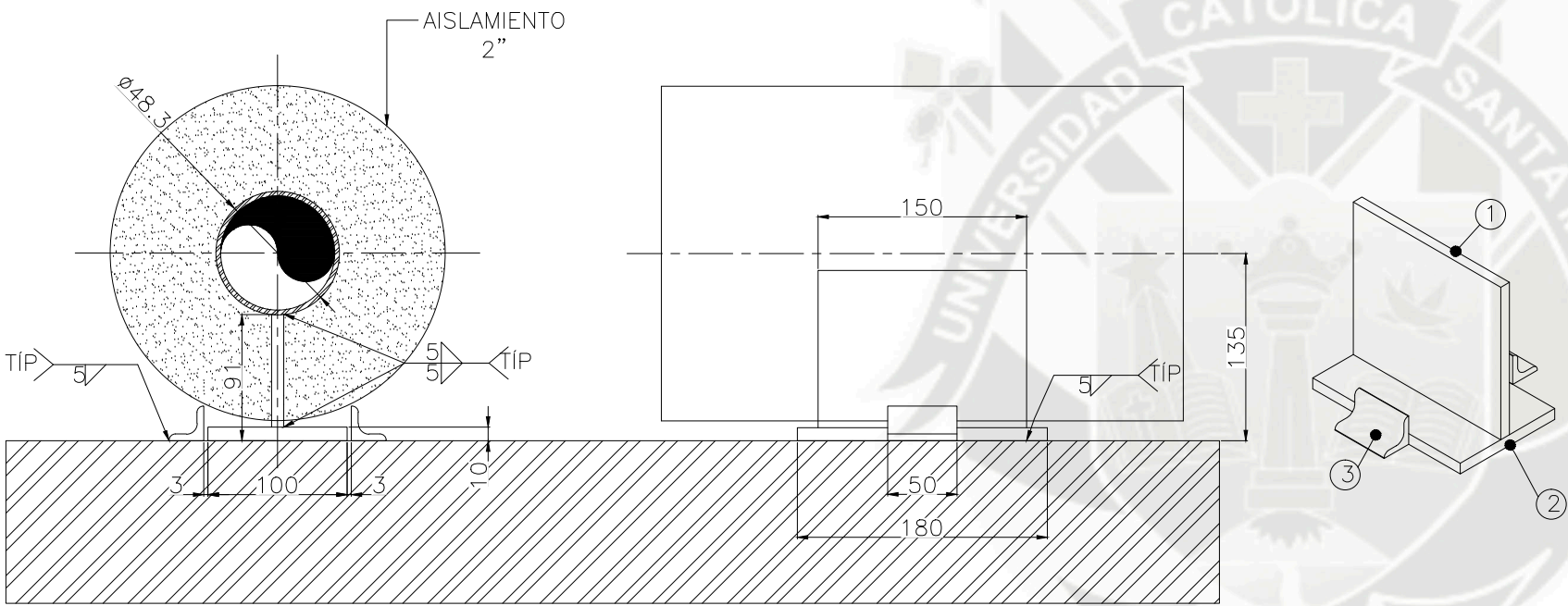
LEYENDA	
LINEA DE FLUJO	→
LINEA DE ACEITE TERMICO	—
AISLAMIENTO	---

NOTA	
1.- Aislamiento térmico corte longitudinal abisagrado. Fiberglas.	
2.- Acabado con chaqueta de aluminio de calibre 0.7mm, biceladas y traslapadas en ambos sentidos.	
3.- Juntas de diltación Simple Multi-Ply 50 PSI. U.S Bellows Inc.	

DETALLE DE AISLAMIENTO	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE ING. MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRONICA				
	PROYECTO:	REALIZADO	M.CHACABANA	31/10/16
	AC-TER	COMPROBADO	M.CHACABANA	31/10/16
	ESCALA:	REVISO	C.FERNANDEZ	31/10/16
	S/E	APROBADO	C.GORDILLO	30/11/16
PROYEC. DEL DIBUJO				

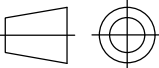
PROYECTO:				
DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ACEITE TÉRMICO				
FORM.	TAG:	PLANO No.-03		
A2	PO3_MEC	ISOMÉTRICO-TUBERÍA-DE-ALIMENTACIÓN		
HOJA				REV.
01-DE-01				0



SOPORTE TÍPICO
PARA TUBERÍAN DE $\phi 1\frac{1}{2}$ "

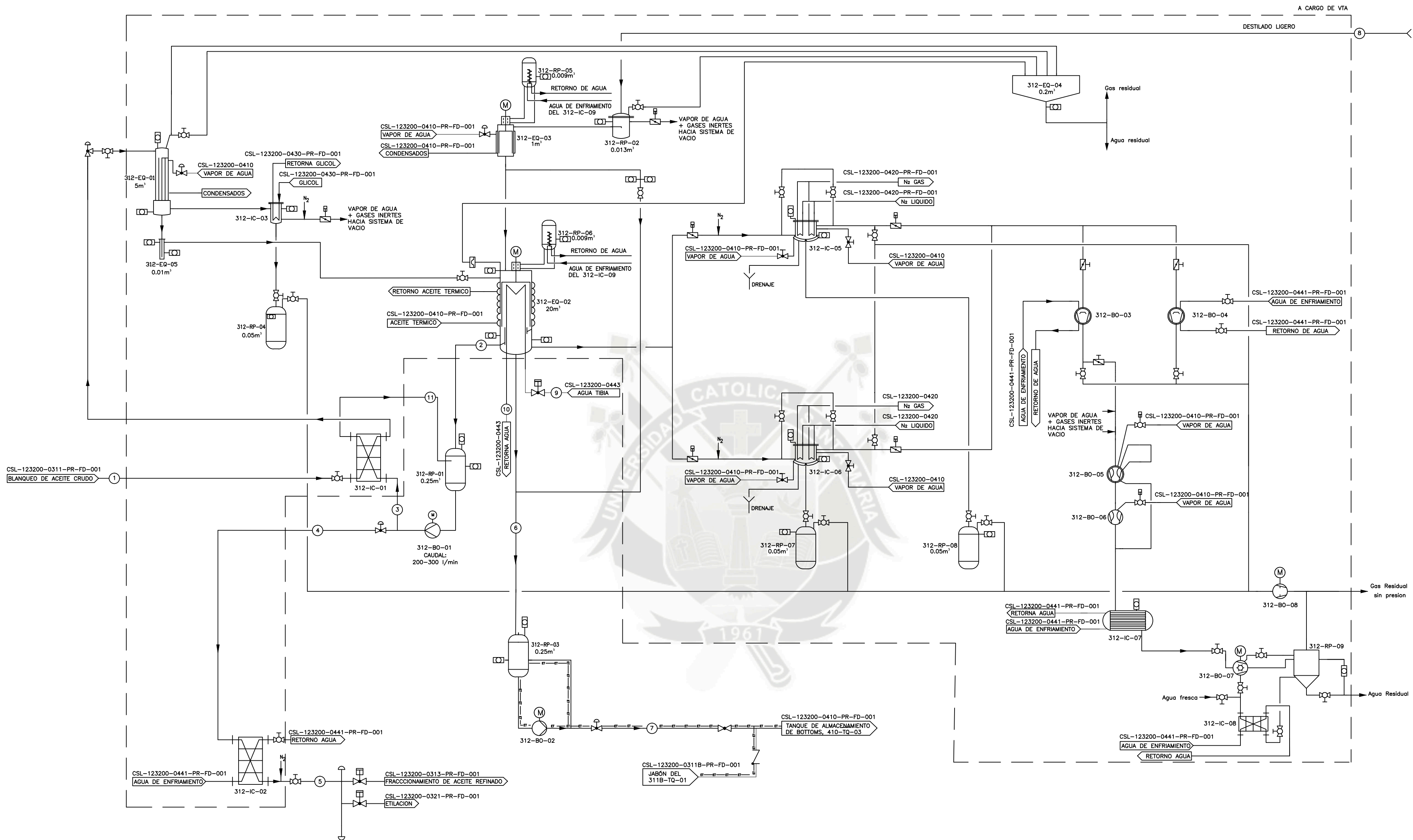
SOPORTE TÍPICO DE $\phi 2$ "				
ITEM	CANT.	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1 UNIDAD	150 x 91	Plancha e= $\frac{3}{8}$ "	ASTM A -36
2	1 UNIDAD	100 x 180	Plancha e= $\frac{3}{8}$ "	ASTM A -36
3	2 UNIDAD	-	Ángulo L 1" X $\frac{3}{16}$ "	ASTM A -36

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. MECÁNICA, MECÁNICA-ELÉCTRICA Y MECATRONICA

	PROYECTO:	REALIZADO	M.CHACABANA	01/10/16	 PROYEC. DEL DIBUJO
	AC-TER	COMPROBADO	M.CHACABANA	01/10/16	
	ESCALA:	APROBADO	C.FERNADEZ	01/10/16	
	S/E	V*B° CLIENTE	C.GORDILLO	30/11/16	

PROYECTO:
DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE
ACEITE TÉRMICO

FORM.	TAG:	PLANO No.-05	HOJA	REV.
A3	P05_MEC	SOPORTE-PARA-TUBERÍA	01-DE-01	0



FLUJOS DE PROCESO									
Corriente:	1	2	3	4	5	6	7	8	11
Nombre:	Aceite	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Residuo: Aceite Producto del short path evaporador	Destilados: Acidos grasos libres + destilado ligero	Acidos grasos libres + destilado ligero	Destilados Ligeros	Residuo: aceite producto de short path evaporador
Temperatura:	130	200	200	160.0	50	40	40	Ambiente	230
Presión:	bar	0.00001				0.00001			
Flujo de masa total:	kg/h	5000.0	4934	4934	4934	260.0	260.0	140.0	
Aceite	kg/h	4934	4934		4934	-	-	-	
Acidos grasos libres	kg/h	59.4	-	-	-	78.0	78.0	-	-
Vapor de Agua	kg/h	4.0	-	-	-	5.2	5.2	4.0	-
Ligeros	kg/h	2.0	-	-	-	2.6	2.6	2.0	-
No Condensables	kg/h	0.6	-	-	-	1.3	1.3	1.0	-
Destilado ligero	kg/h	-	-	-	-	172.9	172.9	133.0	-
Densidad:	kg/m3	920.4	750.0	750.0	850.0	885.0	890.0	900.0	833.2
Caudal:	m3/h	2.2	2.5	9.3 - 15.3	2.5	2.12	0.29	0.2	8.4 - 13.8
Viscosidad:	cP	64.1	2.0	2.0	5.0	24.7	21.1	4.6	2.0

FLUJOS DE FACILIDADES		
Corriente:	9	10
Nombre:	Agua tibia	Retorno de agua
Temperatura:	°C	50
Presión:	bar	
Flujo de masa:	kg/h	14958.0
Densidad:	Kg/m3	988.0
Caudal:	m3/h	15.1
Viscosidad:	cP	0.6



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA

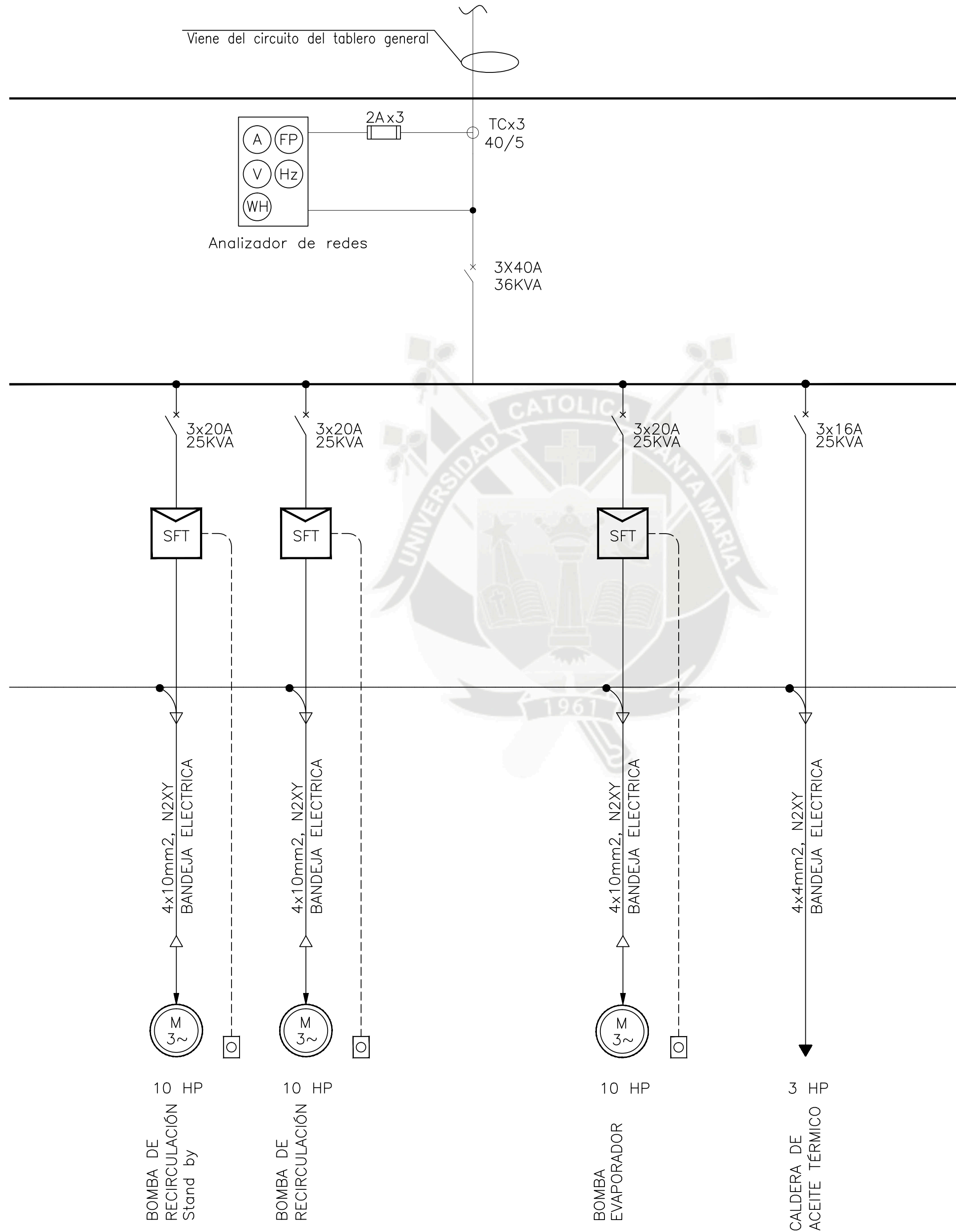
PROYECTO:	REALIZADO	M.CHACABANA	31/10/16
AC-TERM	COMPROBADO	M.CHACABANA	31/10/16
ESCALA:	APROBADO	C.FERNANDEZ	31/10/16
S/E	VºBº CLIENTE	C.GORDILLO	30/11/16

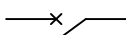
PROYEC. DEL DIBUJO

PROYECTO:
PROCESO-DESTILACIÓN-MOLECULAR

FORM.	TAG:	PLAND No.-06	HOJA	REV.
A2	P06_PID	PROCESO-DE-DESTILACIÓN-MOLECULAR	1-DE-1	0

Barra PE
440V 3~ 60 HZ



LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO TIPO AUTOMÁTICO.
	MOTOR ELÉCTRICO 3F, 440 V, 60 Hz.
	BOTONERA DE EMERGENCIA DE MANDO LOCAL 220 V, 60 Hz.
	ARRANQUE SUAVE (SOFT STARTER) CON CONTACTOR BYPASS.
	CONDUCTOR DE PUESTA TIERRA CCM COLOR VERDE (PE).
NOTA	
1.- LOS CENTROS DE CONTROL DE MOTORES (CCM) SERÁN DISEÑADOS PARA USO INTERIOR CON GRADO IP21 O SUPERIOR, CON VENTILACIÓN FORZADA EN LOS PANELES O COLUMNAS QUE CONTENGAN VARIADORES DE FRECUENCIA Y/O SOFT STARTER. .	