

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**“REPLAZO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y
CUBIERTA METÁLICA DE LAS LÍNEAS Y EQUIPOS DE
PROCESOS EN LA REFINERÍA CONCHÁN – PETROPERÚ S.A”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

ANGEL GOMEZ SANCA

Callao, 2021

PERÚ

ANGEL GOMEZ SANCA

MSC. Ing. Gustavo Ordoñez Cárdenas
Reg. CIP 30887
ASESOR.

**“REPLAZO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y
CUBIERTA METÁLICA DE LAS LÍNEAS Y EQUIPOS DE
PROCESOS EN LA REFINERÍA CONCHÁN – PETROPERÚ S.A”**

DEDICATORIA

A mi madre y padre que con sus consejos me guían en cada paso de mi vida, por su apoyo constante, paciencia y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, asesor, profesores y compañeros por transmitirme sus conocimientos y ser parte de mi formación profesional.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
INTRODUCCIÓN	8
I. ASPECTOS GENERALES	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo General	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
1.2 Organización de la Empresa o Institución	11
1.2.1 Antecedentes históricos	11
1.2.2 Filosofía empresarial.....	21
1.2.3 Estructura organizacional	23
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	26
2.1 Marco Teórico.....	26
2.1.1 Bases teóricas	26
2.1.2 Aspectos normativos.....	57
2.1.3 Simbología técnica.....	59
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	60
2.2.1 Etapas de las actividades	60
2.2.2 Diagrama de flujo.....	61

2.2.3 Cronograma de actividades	62
III. APORTES REALIZADOS	64
3.1 Planificación, ejecución y control de etapas	64
3.2 Evaluación técnica – económica.	86
3.3 Análisis de resultados.....	87
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	92
4.1 Discusión	92
4.2 Conclusiones.....	92
V. RECOMENDACIONES.....	93
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Logotipo de BHOR INGENIEROS S.A.C	12
Figura 1.3 Válvula de compuerta reemplazada.....	13
Figura 1.4 Spring Hangers desmontada	14
Figura 1.5 Instalación de Spring Hangers	14
Figura 1.6 Aislamiento térmico en mal estado	15
Figura 1.7 Aislamiento térmico reemplazado	15
Figura 1.8 Ambiente interior planta agrícola Montana.....	16
Figura 1.9 Proceso constructivo planta agrícola Montana	16
Figura 1.10 Planta agrícola Montana	17
Figura 1.11 Oficinas y laboratorios - planta agrícola Montana	17
Figura 1.12 Instalación de drywall en tienda OECHSLE	18
Figura 1.13 Pintado de fachada e interiores – ADEX.....	18
Figura 1.14 Remodelación oficinas TEVA PERÜ	19
Figura 1.15 Oficina TEVA PERÚ culminada.	19
Figura 1.16 Logotipo – AISLAM PERÚ	20
Figura 1.17 Logotipo - AISLASISTEMAS S.A.C.....	20
Figura 1.18 Logotipo - AAISLACORP 2000 SAC	21
Figura 1.19 Organigrama Empresarial BHOR INGENIEROS S.A.C	24

Figura 2.1 Barrera de aislamiento térmico al flujo de calor	26
Figura 2.2: Lana mineral de roca en manta	29
Figura 2.3 Lana mineral de roca en medias cañas	30
Figura 2.4 Lana mineral de roca en paneles	30
Figura 2.5 Lana mineral de fibra de vidrio en manta	31
Figura 2.6 Lana mineral de fibra de vidrio en media caña	31
Figura 2.7 Lana mineral de fibra de vidrio en paneles	32
Figura 2.8 Silicato de calcio en media caña	32
Figura 2.9 Fibra cerámica en manta	33
Figura 2.10 Espuma de polietileno en coquillas	33
Figura 2.11 Rango de conductividad térmica de diversos materiales	38
Figura 2.12 Resistencias térmicas para una superficie plana	39
Figura 2.13 Red de resistencias térmicas para una tubería	40
Figura 2.14 Red de resistencia térmica para una tubería aislada	42
Figura 2.15 Perdidas de calor por falta de aislamiento	43
Figura 2.16 Aislamiento en techo de edificaciones	44
Figura 2.18 Aislamiento en pisos de edificaciones.....	44
Figura 2.20 Aislamiento térmico en tuberías calientes.....	45
Figura 2.21 Aislamiento de tanques de almacenamiento.....	46

Figura 2.22 Aislamiento térmico en calderas	46
Figura 2.23 Aislamiento en sistemas de enfriamiento.....	46
Figura 2.24 Determinación del espesor óptimo del aislamiento considerado el costo total mínimo.	48
Figura 2.25 Determinación del tipo de aislamiento más económico y su espesor óptimo	49
Figura 2.26 Cubierta metálica de aluminio tipo liso.....	50
Figura 2.27 Cubierta metálica de acero inoxidable	50
Figura 2.29 Transferencia de calor entre dos cuerpos.....	52
Figura 2.30 Conducción de calor a través de un área plana.....	53
Figura 2.31 Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire.....	54
Figura 2.32 Diagrama de flujo del proyecto de aislamiento térmico.....	61
Figura 2.33 - Cronograma de actividades del proyecto.....	62
Figura 3.1 Refinería Conchan	64
Figura 3.2 Planta de procesos – Refinería Conchan.....	65
Figura 3.3 Líneas y accesorios sin aislamiento térmico	65
Figura 3.4 Oficina técnica de obra	66
Figura 3.5 Aislamiento térmico deteriorado.....	70
Figura 3.6 superficies sin aislamiento térmico.....	71
Figura 3.7 Retiro de aislamiento térmico en mal estado	71

Figura 3.8 Limpieza superficial.....	72
Figura 3.9 Instalación de aislamiento en tuberías rectas	73
Figura 10 Aislamiento en tuberías con venas de calentamiento	73
Figura 3.11 Aislamiento térmico en codos con manta de lana mineral	74
Figura 3.12 Aislamiento térmico en válvulas con manta de lana mineral.....	74
Figura 3.13 Aislamiento en intercambiadores de calor 1	75
Figura 3.14 Aislamiento en intercambiadores de calor 2	75
Figura 3.15 Lana mineral en presentación de medias cañas.....	76
Figura 3.16 Fibra cerámica en presentación de manta	76
Figura 3.17 Compas.....	77
Figura 3.18 Tijera para corte de metales	78
Figura 3.19 Rolado de plancha metálica	78
Figura 3.20 Pestañeo en plancha de aluminio	79
Figura 3.21 Enchaquetado de línea recta	79
Figura 3.22 Trazos para un codo de 90°	80
Figura 3.23 Trazos para un codo de 45° C	80
Figura 3.24 Recubrimiento metálico en intercambiadores de calor.....	81
Figura 3.24 Trazos y desarrollo de una reducción concentrica	81
Figura 3.25 Registro diario de liberación de aislamiento térmico	82

Figura 3.26 Acta de conformidad del servicio	84
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de materiales de aislamiento térmico	27
Tabla 2.2 Tabla de aislantes térmicos.....	28
Tabla 2.5 Conductividades térmicas de algunos metales, sólidos no metálicos, líquidos y gases	37
Tabla 2.6 Tabla de coeficiente de transferencia de calor de algunos fluidos ...	55
Tabla 2.7 Tabla de emisividad de calor.....	56
Tabla 2.8 Simbologías de tuberías, accesorios y equipos de procesos.....	59
Tabla 3.1 Recursos para el proyecto	67
Tabla 3.2 Comparativa de Lana mineral y Silicato de calcio	69
Tabla 3.3 Evaluación económica	86
Tabla 3.4 Líneas con aislamiento térmico reemplazado	87
Tabla 3.5 Válvulas aislamiento térmico reemplazado	88
Tabla 3.6 Codos con aislamiento térmico reemplazado.....	89
Tabla 3.7 Bridas con aislamiento térmico reemplazado.....	89
Tabla 3.8 Tees con aislamiento térmico reemplazado	90
Tabla 3.9 Reducciones con aislamiento térmico reemplazado	90
Tabla 3.10 Columna de destilación con aislamiento térmico nuevo.....	91

INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra el desarrollo de un proyecto que tiene como alcance reemplazar el aislamiento térmico, así como la cubierta en mal estado, desprendido o faltante de las líneas, accesorios (bridas, codos, tres, válvulas, reducciones, etc) y recipientes o equipos térmicos de la planta de procesos de la Refinería Conchán – Petroperú S.A.

La planta de procesos de la Refinería Conchán cuenta con una unidad de destilación primaria (UDP) que produce 15500 barriles/día entre gasolinas, solventes, diésel y crudo reducido, y una unidad de destilación de vacío (UDV) que produce 10000 barriles/día entre nafta virgen, gasoles pesados, gasoles livianos y asfaltos de calidad.

Para el proceso de refinación el crudo se transporta en tuberías a través de un sistema de bombeo, desde los tanques de almacenamiento hasta la planta de procesos, donde ingresan a un sistema de intercambiadores de calor y hornos de calentamiento que elevan la temperatura del crudo hasta 360 °C, para después ingresar a las columnas de fraccionamiento primaria y de vacío donde se terminan de procesar los combustibles para después ser almacenados y despachados.

En el primer capítulo mostraremos el contexto de la realidad problemática que existe dentro de las instalaciones de la refinería conchan por no contar con un aislante eficiente en sus líneas y equipos que transportan fluidos a temperaturas elevadas, para esto plantearemos objetivos que busquen dar solución a este problema. Haremos mención la organización de la empresa encargada de ejecutar este proyecto, indicando sus antecedentes históricos, filosofía empresarial y estructura organizacional.

El segundo capítulo desarrolla el marco teórico del informe en donde se definen conceptos relacionados a la transferencia de calor, aislamientos térmicos, tipos de aislamientos térmicos, espesor óptimo de aislamiento, cubierta metálica y

terminologías. También se mencionará los aspectos normativos aplicados en el proyecto y simbologías técnicas.

En el capítulo tres encontramos los aportes realizados por mi persona mediante el remplazo del aislamientos térmicos y cubiertas metálicas. Además, se puede encontrar la planificación, ejecución y control de las etapas del diseño, la evaluación técnico-económico y el análisis de resultados.

En el capítulo cuatro finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

I. ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad problemática

Por medio de estudios internos, la Refinería Conchán determino que contaba con un sistema de aislamiento térmico deficiente para sus operaciones, ante esta problemática surge la necesidad de convocar a licitación el “Servicio de aislamiento térmico, líneas y válvulas en procesos y servicios industriales”, la cual fue ganada de acuerdo a su mejor propuesta técnica y económica por la empresa BHOR INGENIEROS S.A.C, y contratada para realizar el remplazo del aislamiento térmico existente que no cumplen con los estándares de calidad y seguridad.

Al iniciar el proyecto se hizo una identificación del estado físico del aislamiento térmico de las líneas y equipos de calentamiento dentro de la planta de procesos de la Refinería Conchán, donde se observó que muchas líneas no contaban con aislamiento térmico o tenían un aislamiento deteriorado en malas condiciones físicas.

El aislamiento térmico que será reemplazado es el de silicato calcio, es un material preformado en forma de medias cañas, las cuales en gran porcentaje se encontraban dañados debido la falta de mantenimiento y a las vibraciones que existen en las líneas de proceso las cuales provocan rupturas en la estructura del silicato de calcio provocando pérdidas energéticas por medio del flujo de calor y siendo un peligro para el personal operativo a que sufran quemaduras al contacto con estas superficies calientes sin aislar.

Ante esta problemática se busca dar solución con un aislante térmico con mayores ventajas técnicas - económicas y que se adecue mejor a las circunstancias operativas que existen en la planta de procesos de la Refinería Conchan.

¿Con los materiales existentes en el mercado y el personal disponible será posible reemplazar el sistema de aislamiento térmico de los equipos en mal

estado por otro aislamiento que ofrezcan mejores ventajas técnicas y económicas?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Reemplazar el aislamiento térmico existente y cubierta metálica en mal estado en las líneas y equipos de proceso de la Refinería Conchan por otro aislante que garantice mejores ventajas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar las líneas y equipos con aislamiento térmico de silicato de calcio en mal estado.
- Seleccionar un nuevo material aislante que ofrezca mayores ventajas técnicas y económicas.
- Retirar el aislamiento térmico en mal estado e instalar el aislamiento térmico nuevo con conformidad del servicio.

1.2 Organización de la Empresa o Institución

1.2.1 Antecedentes históricos

La empresa BHOR INGENIEROS S.A.C es una empresa creada el 03 de setiembre del 2015 especializada a la consultoría, ingeniería, mantenimiento y construcción de proyectos civiles, energéticos y metalmecánicos para el sector de hidrocarburos.

Cuenta con profesionales con experiencia en el área de diseño, construcción y montaje, ha desarrollado sus más importantes proyectos de ingeniería y ejecución de obras civiles y mecánicas.

Esta experiencia ha otorgado a la empresa el suficiente respaldo y confianza para estar presentes en la edificación de viviendas, obras mecánicas, obras institucionales, comerciales e industriales.

Datos Generales:

- Razón social: BHOR INGENIEROS S.A.C
- RUC: 20600662776
- Oficina principal: Av. Huandoy Mz B Lt 30 – Los Olivos
- Gerente general: Eric Huarcaya Panduro
- Email: ehuarcaya@bhoringenierosperu.com

Figura 1.1 Logotipo de BHOR INGENIEROS S.A.C



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

Entre sus principales clientes tenemos:

- PETROPERÚ S.A
- MONTANA S.A
- FRUTAROM Perú S.A
- OECHSLE
- TEVA PERÚ S.A
- ADEX
- ENFOQUE CLIENTE

Proyectos más representativos de la empresa BHOR ÍNGENIEROS S.A.C, tenemos los siguientes:

Proyectos de Obras Metalmeccánicas

- Servicio de Reparación, Retiro y Reemplazo de Válvulas manuales de planta de Procesos de la refinería Conchan – Petroperú S.A
 - Fecha de Inicio: 07-11-2019
 - Fecha de Término Real: 30-11-2019
 - Monto Contratado: S/. 168,704.07

Figura 1.2 Válvula compuerta inoperativa



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.3 Válvula de compuerta reemplazada



Fuente: Elaboración propia

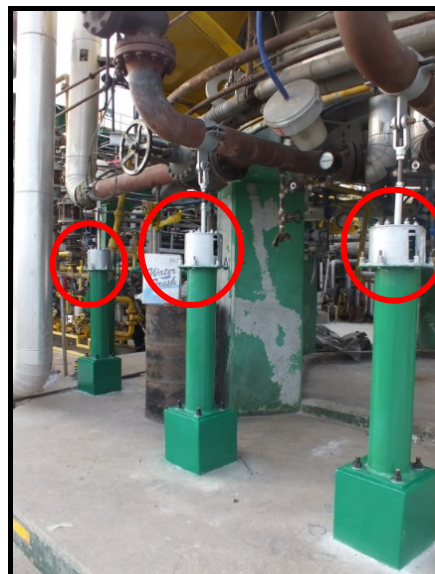
- Servicio de Reparación y Mantenimiento de Spring Hangers de la Unidad de Procesos de la Refinería Conchan – Petroperú S.A
 - Fecha de Inicio Programada: 05-08-2019
 - Fecha de Término Programada: 19-08-2019
 - Monto Contratado: S/. 128,915.00

Figura 1.4 Spring Hangers desmontada



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.5 Instalación de Spring Hangers



Fuente: Elaboración propia

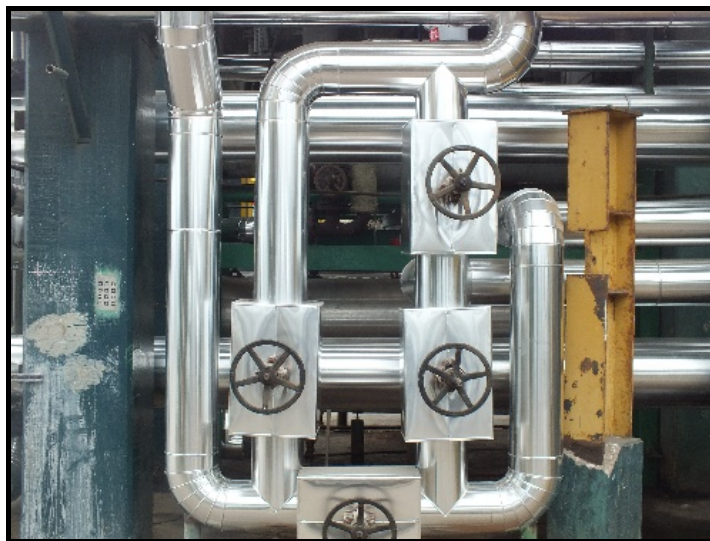
- Servicio de Aislamiento Térmico, Líneas y Válvulas en Procesos Industriales. Refinería Conchan – Petroperú S.A.
 - Fecha de Inicio Programada: 10-01-2018
 - Fecha de Término Programada: 09-01-2019
 - Monto Contratado: S/. 1'802,790.47

Figura 1.6 Aislamiento térmico en mal estado



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.7 Aislamiento térmico reemplazado

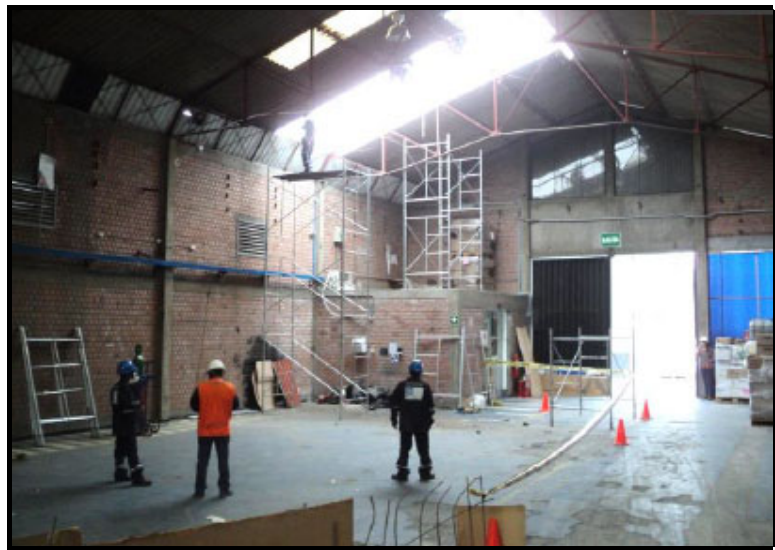


Fuente: Elaboración propia

Proyectos de Obras Civiles.

- Construcción de la Planta Agrícola Montana.
 - Fecha de Inicio: mayo 2015
 - Fecha de Término: octubre 2015
 - Monto Contratado: S/. 2'045,667.20

Figura 1.8 Ambiente interior planta agrícola Montana



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

Figura 1.9 Proceso constructivo planta agrícola Montana



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

- Edificio corporativo, laboratorio y ambientes Generales – Planta agrícola Montana.
 - Fecha de Inicio: noviembre 2015
 - Fecha de Término: julio 2016
 - Monto Contratado: S/. 8'394,590.13

Figura 1.10 Planta agrícola Montana



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

Figura 1.11 Oficinas y laboratorios - planta agrícola Montana



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

- Implementación de sistema de Drywall – OECHSLE – V.M.T
 - Fecha de Inicio: noviembre 2016
 - Fecha de Término: diciembre 2016
 - Monto Contratado: S/. 313,839.97

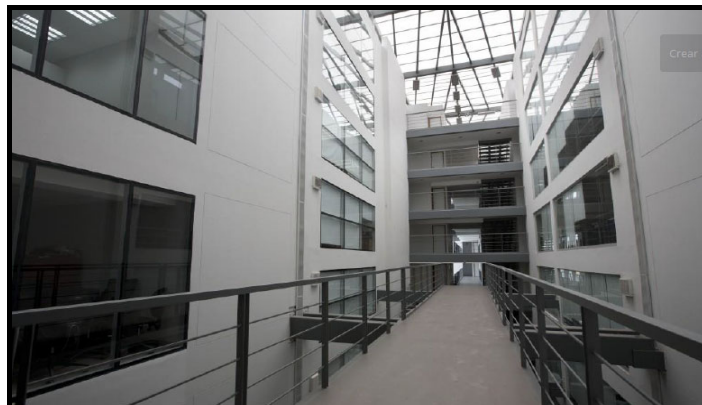
Figura 1.12 Instalación de drywall en tienda OECHSLE



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

- Mantenimiento de pintura en ADEX – Sede San Borja.
 - Fecha de Inicio: setiembre 2016
 - Fecha de Término: noviembre 2016
 - Monto Contratado: S/. 58,384.06

Figura 1.13 Pintado de fachada e interiores – ADEX



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

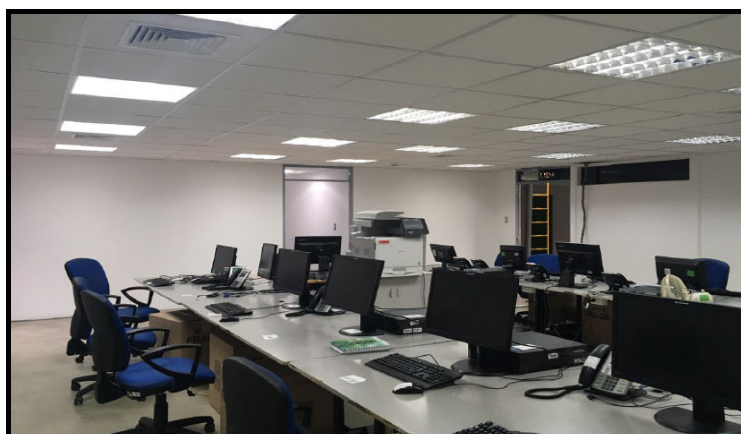
- Remodelación de oficinas TEVA PERÚ – Sede San Borja
 - Fecha de Inicio: setiembre 2016
 - Fecha de Término: noviembre 2016
 - Monto Contratado: S/. 58,384.06

Figura 1.14 Remodelación oficinas TEVA PERÜ



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

Figura 1.15 Oficina TEVA PERÜ culminada.



Fuente: BHOR INGENIEROS S.A.C

Existen gran cantidad de empresas dedicadas al rubro del aislamiento térmico entre las cuales podemos mencionar a las siguientes:

- ✓ AISLAM: creada en 1996, tiene como misión satisfacer en forma integral las necesidades de servicios en el campo del Aislamiento Térmico en la Industria y edificaciones.

Figura 1.16 Logotipo – AISLAM PERÚ



Fuente: AISLAM PERÚ

- ✓ AISLA SISTEMAS S.A.C: es una empresa líder en asesoría, suministros, instalación de Aislamiento térmico (vapor y frío), Profesionales en el servicio de Aislamientos Térmicos a sistemas de (calor y frío)

Figura 1.17 Logotipo - AISLASISTEMAS S.A.C



Fuente: AISLASISTEMAS S.A.C

- ✓ AAISLACORP 2000 S.A.C: es una compañía de más de 10 años en el rubro de aislamientos térmicos industriales, suministrando a la industria nacional e internacional los más variados productos en la conservación de energía térmica (frío y calor) y acústico; habiendo realizado múltiples proyectos en la industria en general. Nuestros principales servicios: Aislamiento térmico industriales (pesquera, construcción, agroindustria, textiles, refinerías, minería, etc.)

Figura 1.18 Logotipo - AAISLACORP 2000 SAC



Fuente: AAISLACORP 2000 SAC

1.2.2 Filosofía empresarial

La empresa BHOR INGENIEROS S.A.C cuenta con experiencia en el área de ingeniería, procura y construcción en proyectos civiles y mecánicos, cuenta con la siguiente filosofía empresarial.

- ✓ Misión

Desarrollar en el sector de la construcción, proyectos con principios de calidad, tiempo, alcances y costos. Adaptarnos a las especificaciones técnicas y los planes a los diversos requerimientos de nuestros clientes.

- ✓ Visión

Ser reconocidos como la mejor empresa en el rubro de ingeniería, construcción, supervisión y gerenciamiento de proyectos en las obras y contratos con los que nos comprometamos a nivel local, regional y nacional, siendo reconocidos por la calidad de trabajos, la seguridad y buen

desempeño del equipo de trabajo, así como por el respeto al medio ambiente, cumpliendo con los plazos establecidos.

✓ Política de Calidad

Para ser los mejores en nuestro rubro debemos entregar servicios de la más alta calidad que satisfagan completamente las expectativas de los clientes, garantizando que todas nuestras operaciones se desarrollen en adecuadas condiciones, demostrando una gestión responsable cumpliendo con los requisitos legales aplicables y vigentes.

✓ Política anticorrupción

En BHOR INGENIEROS S.A.C condenamos toda actividad ilícita como lavado de activos, corrupción y soborno, entre otros. Comprometiéndonos a minimizar todo riesgos relacionados en la organización.

✓ Política Medioambiental

Realizamos evaluaciones ambientales y elaboramos planes y estrategias de gestión ambiental para la protección del medio ambiente, prevención de la contaminación, uso sostenible de recursos.

✓ Política de Seguridad.

BHOR INGENIEROS S.A.C, es una empresa que realiza trabajos integrados de construcción y mantenimiento en las áreas: Civil, Mecánica, Eléctrica y de instrumentación de la industria en general, la cual busca permanentemente alcanzar el nivel internacional de excelencia en sus resultados, bajo la base del compromiso de cumplimiento de los estándares y leyes vigentes en Salud Ocupacional y Seguridad, con el fin de mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable al

personal en general de nuestra empresa y las comunidades, en todas las áreas de influencia de nuestras operaciones.

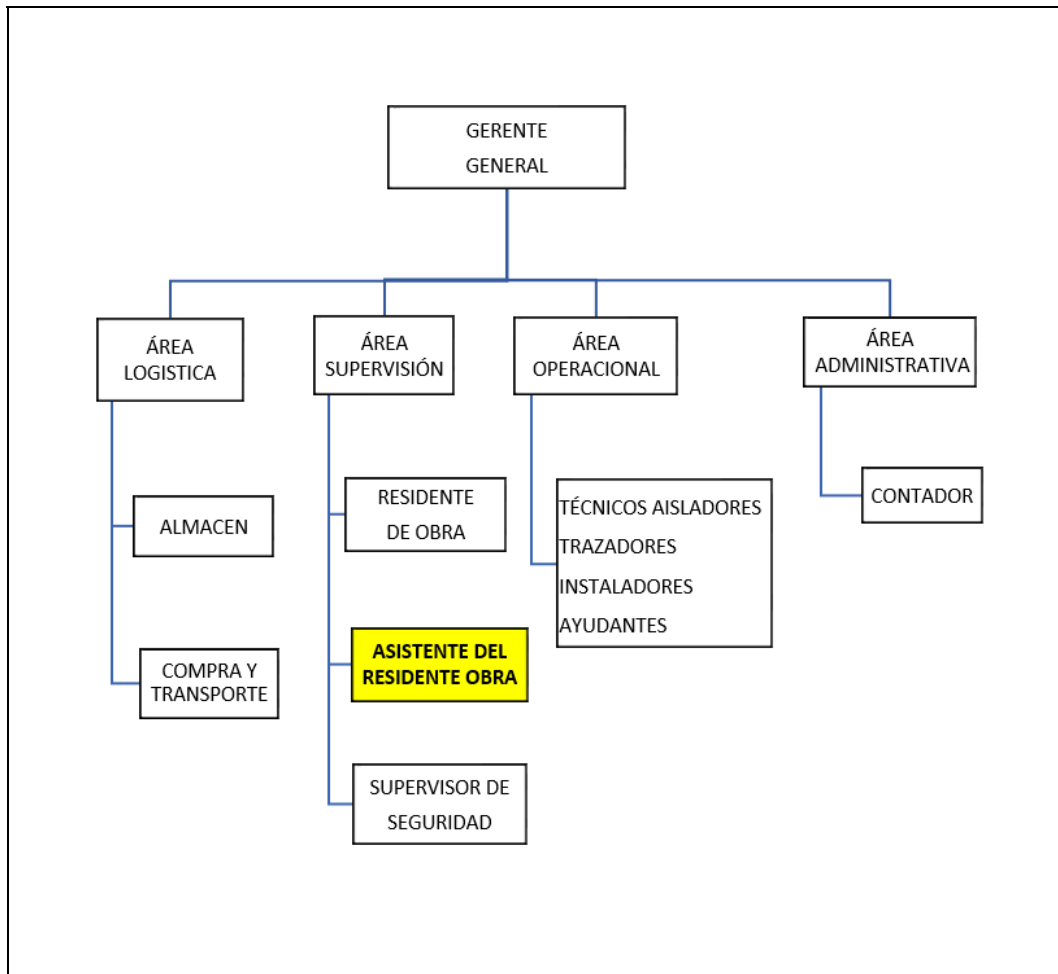
1.2.3 Estructura organizacional

Organigrama de la empresa BHOR ÍNGENIEROS S.A.C, está compuesta de aproximadamente de 25 trabajadores dividiéndose en áreas que desempeñan funciones específicas dentro del proyecto.

- Gerente General: La gerencia general se encarga de establecer objetivos, asignar responsabilidades para cada área del proyecto, gestiona y controla los recursos económicos de acuerdo al presupuesto, implementa cambios y brinda soluciones efectivas.
- Área administrativa: Está conformado por un personal encargado de hacer seguimiento y analizar el balance económico de acuerdo a lo planificado.
- Área Logística: Encargada de las funciones relacionadas con las compras, almacenamientos y transporte de materiales.
- Área de supervisión: Esta área se encarga de planificar, ejecutar y controlar el proyecto.
- Área de Operacional: esta área está conformada por técnicos con experiencia en el campo del aislamiento térmico, es el personal asignado a la, entre los cuales tenemos, ayudantes, oficiales, operarios, trazadores y un capataz.

A continuación, podemos apreciar la configuración institucional de la empresa BHOR INGENIEROS S.A.C, donde podemos apreciar que mi desempeño dentro de la empresa fue de Asistente del Residente de Obra.

Figura 1.19 Organigrama Empresarial BHOR ÍNGENIEROS S.A.C



Fuente: Elaboración propia

Descripción de cargos y funciones:

Dentro de la empresa BHOR ÍNGENIEROS S.A.C. mis funciones principales como Asistente de Residente son los siguientes:

- Asistir al Ingeniero residente del servicio a garantizar que los trabajos durante la ejecución del contrato sean efectuados cumpliendo con las bases técnicas, especificaciones, planos de ejecución y las normas inherentes al servicio.
- Llevar el control de todas las actividades a desarrollarse.
- Antes del inicio de los trabajos, apoyar en la verificación de las condiciones de seguridad junto al supervisor de seguridad y protección ambiental, avalando que todas las condiciones de seguridad requeridas se hayan cumplido.
- Verificar la calidad de los materiales, insumos y consumibles sean los solicitados según las bases técnicas.
- Elaboración de documentos técnicos de obra (Reportes diarios, planos mecánicos, procedimientos de trabajo, valorizaciones, entre otras)
- Gestionar los documentos para el ingreso del personal a la Refinería Conchán. (SCTR, Exámenes médicos).

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Bases teóricas

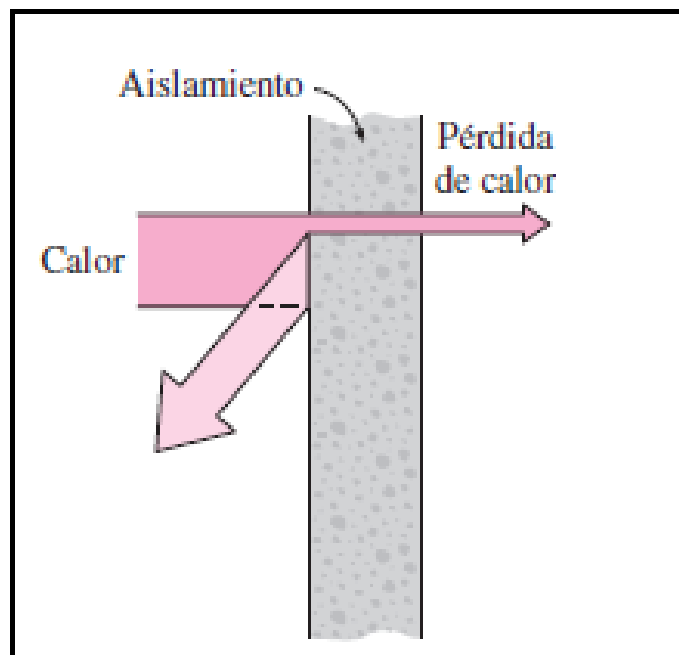
a) Aislamiento térmico.

Los aislamientos térmicos son materiales o combinaciones de materiales con baja conductividad térmica que se usan principalmente para suministrar resistencia al flujo de calor (Cengel, 2007)

El aislamiento térmico no elimina el flujo de calor, sirve como barreras al oponerse al flujo de calor disminuyendo las pérdidas energéticas a través de la resistencia térmica del material aislante (Cengel, 2007)

Las tuberías del sistema de vapor de agua o con fluidos a temperaturas mayores de sesenta grados centígrados ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$), deberán ser debidamente señalizadas y protegidas con cubiertas metálicas (DS-N°043, 2007)

Figura 2.1 Barrera de aislamiento térmico al flujo de calor



Fuente: (Cengel, 2007)

b) Clasificación de aislamientos térmicos:

Tabla 2.1 Clasificación de materiales de aislamiento térmico

Material	Concepto
Fibrosos	<p>Estos materiales fibrosos consisten en partículas de filamentos de baja densidad de pequeño diámetro que se pueden verter en un espacio libre como “relleno suelto” o formados en tableros, bloques o mantas.</p> <p>La lana mineral es un material fibroso común para aplicaciones a temperaturas menores a 700 °C y con frecuencia se utiliza fibra de vidrio para temperaturas menores a 200 °C.</p>
Celular	<p>Los aislantes celulares son materiales de celdas cerradas o abiertas que suelen tener la forma de tableros extendidos flexibles o rígidos. Sin embargo, también se les puede dar forma o rociar en el lugar para lograr las formas geométricas deseadas. El aislamiento celular tiene la ventaja de tener una baja densidad, capacidad térmica baja y resistencia a la compresión relativamente buena. Algunos ejemplos son el poliuretano y la espuma de poliestireno expandido.</p>
Granular	<p>El aislamiento granular consiste en hojuelas o partículas pequeñas de materiales inorgánicos aglomerados en formas prefabricadas o utilizadas como polvos. Algunos ejemplos son polvo de perlita, sílice diatomáceo y vermiculita.</p>

Fuente: (KREITH, 2007)

Tabla 2.2 Tabla de aislantes térmicos

Tipo		Intervalo de temperatura °C	Conductividad térmica W/m.°C	Densidad kg/m ³	Aplicaciones
1	Superaislante lince evacuado	-240 a 1100	0.0014 - 0.72	Variable	Muchas
2	Espuma de poliuretano	-180 a 150	16 - 20	25 - 48	Tubería caliente y fría
3	Espuma de poliuretano	-170 a 110	16 - 20	32	Tanques
4	Bloques de vidrio celular	-200 a 200	29 - 108	110 - 150	Tanques y tuberías
5	Hojas de fibra de vidrio para envolver	-80 a 290	22 - 78	10 - 50	Tuberías y accesorios
6	Hojas de fibra de vidrio	-170 a 230	25 - 86	10 - 50	Tanques y equipos
7	Fibra de vidrio premoldeada	-50 a 230	32 - 55	10 - 50	Tuberías
8	Hojas elastoméricas	-40 a 100	36 - 39	70 - 100	Tanques
9	Paneles de fibra de vidrio	60 a 370	30 - 55	10 - 50	Tuberías y accesorios
10	Elastómero premoldeado	-40 a 100	36 - 39	70 - 100	Tuberías y accesorios
11	Fibra de vidrio con revestimiento de barrera de vapor	-5 a 70	29 - 45	10 - 32	Líneas de refrigeración
12	Fibra de vidrio sin chaqueta de barrera de vapor	0 a 250	29 - 45	24 - 48	Tuberías calientes
13	Tablero de fibra de vidrio	20 a 450	33 - 52	25 - 100	Calderas. Tanques, intercambiadores de calor
14	Bloques y tableros de vidrio celular	200 a 500	29 - 108	110 - 150	Tubería caliente
15	Bloques y tableros de espuma de poliuretano	100 a 150	16 - 20	24 - 65	Tuberías
16	Fibra mineral premoldeada	0 a 650	35 - 91	125 - 160	Tubería caliente
17	Hoja de fibra mineral	0 a 800	37 - 81	125	Tubería caliente
18	Bloques de lana mineral	450 a 1000	52 - 130	175 - 290	Tubería caliente
19	Bloques, tableros de silicato de calcio	230 a 1000	32 - 85	100 - 160	revestimientos de chimenea
20	Bloques de fibra mineral	0 a 1100	52 a 130	210	Calderas y tanques.

Fuente: (J.P.HOLMAN, 1999)

c) Aislantes térmicos más usados en la industria.

Lanas minerales: son aislantes constituidos por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. Resulta muy versátiles y eficaces ya que además de proporcionar un buen nivel de aislamiento térmico también actúan como aislamiento acústico y ofrecen un elevado nivel de protección contra el fuego, cumplen con la normativa técnica ASTM C-547. Actualmente encontramos en el mercado:

- Lana de roca o lana mineral: se fabrica a partir roca volcánica en hornos a más de 1500 °C y se presenta en forma de mantas, cañuelas y paneles, tienen un servicio de temperatura de 0 °C a 800 °C.

Figura 2.2: Lana mineral de roca en manta



Fuente: (Gerdipac, 2017)

Figura 2.3 Lana mineral de roca en medias cañas



Fuente: (Gerdipac, 2017)

Figura 2.4 Lana mineral de roca en paneles



Fuente: (Gerdipac, 2017)

- Lana de vidrio: se fabrica fundiendo arena a altas temperaturas y su estructura está unida por finas fibras de vidrio unidas por un aglomerante o resina.

Figura 2.5 Lana mineral de fibra de vidrio en manta



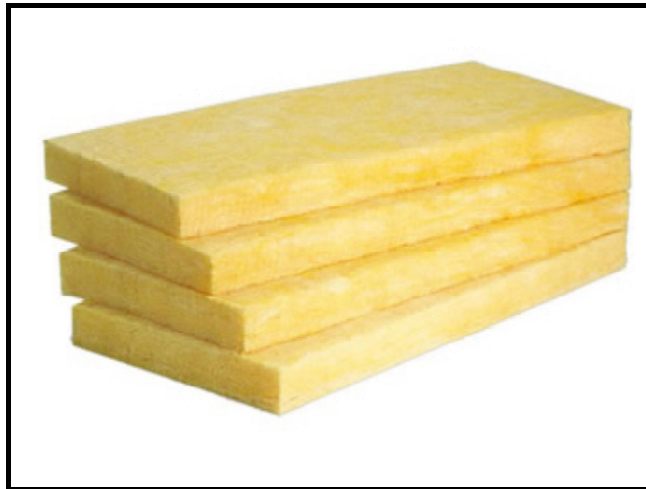
Fuente: (Gerdipac, 2017)

Figura 2.6 Lana mineral de fibra de vidrio en media caña



Fuente: (Gerdipac, 2017)

Figura 2.7 Lana mineral de fibra de vidrio en paneles



Fuente: (Gerdipac, 2017)

- Silicato de calcio: es un aislamiento térmico usado en aplicaciones comerciales e industriales, por sus cualidades es requerido cuando se necesite resistencia a la compresión y al abuso mecánico y/o la incombustibilidad, además por su baja conductividad térmica, el silicato de calcio es ideal para aislar equipos y/o tuberías que generan temperaturas de 80 °C a 650 °C, cumple con la norma ASTM C533 tipo 1. (Gerdipac, 2017)

Figura 2.8 Silicato de calcio en media caña



Fuente: (Gerdipac, 2017)

- Fibra cerámica: la fibra cerámica es un aislante térmico que trabaja a temperaturas elevadas de hasta 1260 °C, se utiliza en hornos industriales, cámara de combustión, paredes de calderos.

Figura 2.9 Fibra cerámica en manta



Fuente: (Gerdipac, 2017)

- Espuma de polietileno: el polietileno es un aislante flexible muy usado en sistemas de enfriamiento, fabricado bajo la normativa DIN 4140, con una densidad de 29.8 kg/m³, tiene un rango de temperatura de empleo de -80 °C a 90 °C. con un coeficiente de conductividad térmica de 0.035 W/m.k

Figura 2.10 Espuma de polietileno en coquillas



Fuente: (Gerdipac, 2017)

d) UOP – Standard Specification 9-11-1

La Refinería Conchan, se acogió a la normativa técnica UOP Standard Specification 9-11-1 como reglamento principal para el desarrollo y control de procesos de refinación (UOP, 1985)

La Norma UOP Standard Specification 9-11-1, es un reglamento formulado por Universal Oil Products, empresa americana consultora de procesos de refinación de petróleo (UOP, 1985)

Esta norma establece el proceso de aplicaciones de recubrimientos térmicos en instalaciones petroleras de distinto tipo, entre los cuales se encuentran.

- Aislamiento de silicato de calcio
- Vidrio celular o expandido
- Aislamiento de fibra mineral
- Aislamiento con perlita expandida
- Masilla impermeabilizante
- Reforzamiento
- Chaqueta de metal impermeabilizante

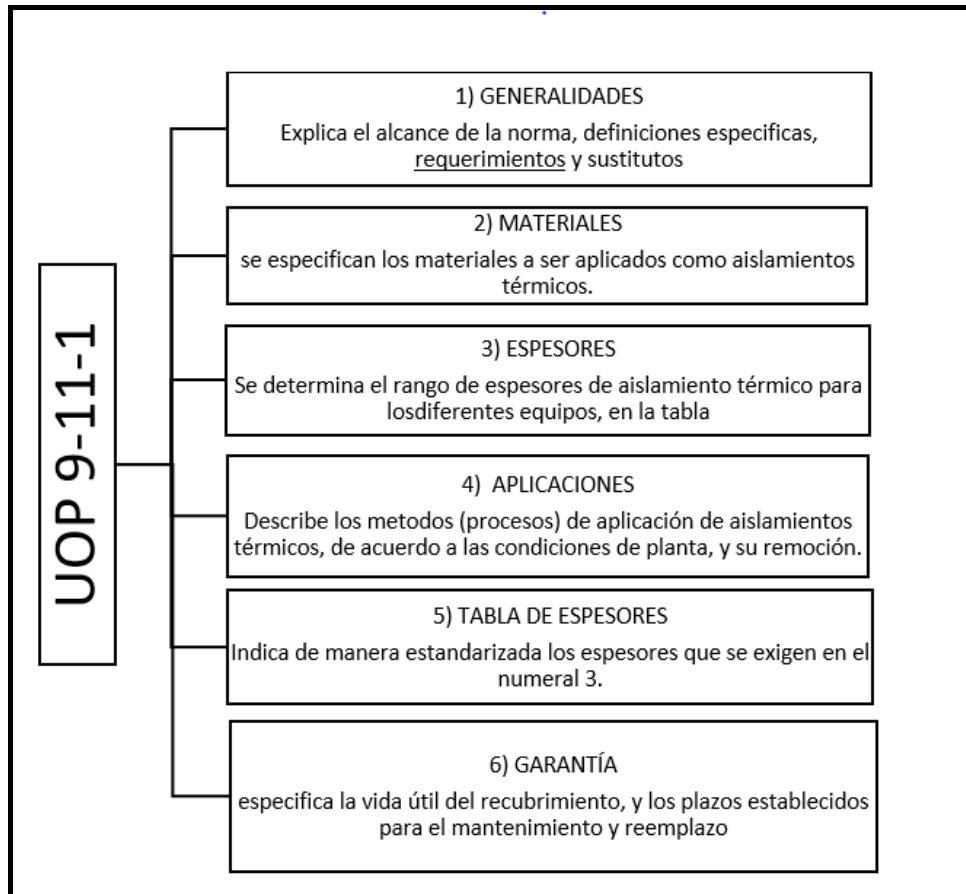
Alcance de esta norma

Esta Especificación Estándar cubre los requisitos generales para aislamiento externo y protección contra la intemperie aplicados a equipos y tuberías que operan desde 70°F (20°C) hasta 1500°F (815°C). La selección del sistema de aislamiento y su método de fijación será responsabilidad del Propietario / Contratista, de acuerdo con los requisitos del Proyecto UOP. (UOP, 1985)

Estructura de UOP - Specification Standard 9-11-1

Esta norma se divide de la siguiente manera:

Tabla 2.3 Estructura norma UOP – Specification Standard 9-11-1



Fuente: (UOP, 1985)

e) Aislamiento térmico en la Refinería Conchan:

de acuerdo a los requerimientos del cliente (Petroperú S.A), y según la base técnica del proyecto. El aislamiento térmico deberá cumplir deberá ser (PETROPERÚ, 2017)

a. Silicato de calcio:

Material en bloques o cubiertas preformadas (medias cañas), deberán cumplir con las especificaciones indicadas en la norma ASTM C-533 Tipo I para superficies con temperaturas hasta 1200° F (649° C) y tipo II para superficies con temperaturas hasta 1800° F (982° C).

b. Mantas de lana mineral (Fibra mineral):

Material en bloques o cubiertas preformadas (medias cañas), deberán cumplir con las especificaciones indicadas en las siguientes normas:

ASTM C-612 para bloques o cubiertas.

- Clase 1 para temperaturas hasta 400° F (204° C).
- Clase 3 para temperaturas hasta 850° F (454° C).
- Clase 4 para temperaturas hasta de 1000° C (538° C).
- Clase 5 para temperaturas hasta de 1800° F (982° C).

ASTM C-547 cubiertas preformadas (medias cañas) para tuberías.

- Clase 1 para temperaturas hasta de 450° F (230° C).
- Clase 2 para temperaturas hasta de 650° F (345° C).
- Clase 3 para temperaturas hasta de 1200° F (650° C).

Tabla 2.4 Materiales y normativas que cumplen

Materiales	Especificación
Manta de lana mineral	ASTM Especificación C-612
Silicato de Calcio	ASTM Especificación C-533
Revestimiento de aluminio	ASTM Especificación B209

Fuente: Elaboración propia

f) Propiedades de los aislantes térmicos

- Conductividad térmica

La conductividad térmica es la propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor, transfiriendo energía cinética a través de sus moléculas a otras sustancias con las que están en contacto, se simboliza con la letra (k), sus unidades de medida son (W/m. °C) / (W/m. °K).

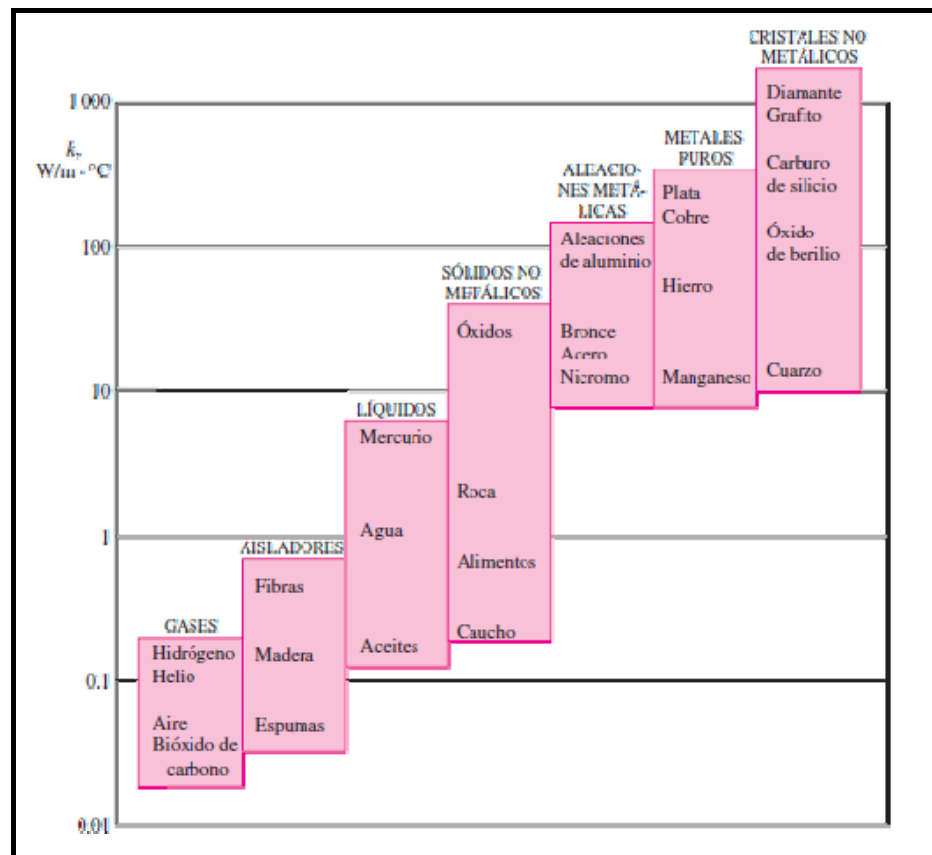
Tabla 2.5 Conductividades térmicas de algunos metales, solidos no metálicos, líquidos y gases

Fluido	Conductividad térmica
	W/m. °C
Diamante	2300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54

Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel humana	0.37
Madera	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

Fuente: (Cengel, 2007)

Figura 2.11 Rango de conductividad térmica de diversos materiales



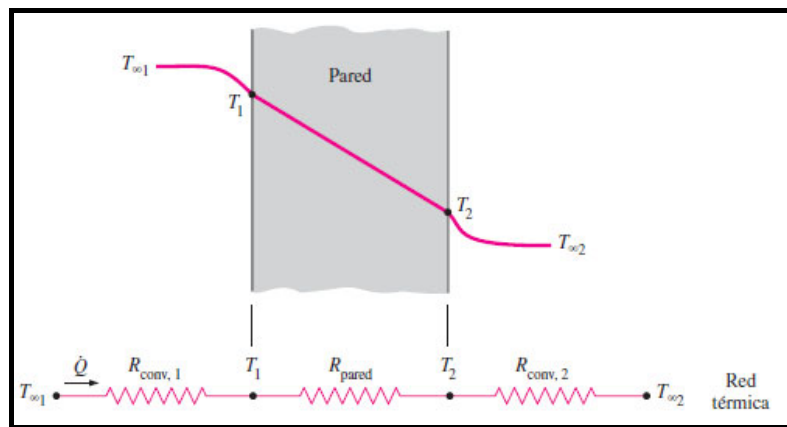
Fuente: (Cengel, 2007)

- Resistencia térmica

La resistencia térmica es aquella propiedad física que tienen los materiales que se opone a la transferencia de calor, cuando mayor sea el valor de la resistencia térmica de un material, entonces su comportamiento como aislante al flujo de calor será mejor.

Resistencia térmica para superficies planas:

Figura 2.12 Resistencias térmicas para una superficie plana



Fuente: (Cengel, 2007)

Tenemos:

$$R_{\text{conv},1} = \frac{1}{A_1 * h_1} = \frac{1}{(2\pi r_1 L) * h_1} \quad (1)$$

$$R_{\text{pared}} = \frac{L}{k} \quad (2)$$

$$R_{\text{conv},2} = \frac{1}{A_2 * h_2} = \frac{1}{(2\pi r_2 L) * h_2} \quad (3)$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{conv},1} + R_{\text{pared}} + R_{\text{conv},2} \quad (4)$$

Donde:

L: Longitud de la pared (m)

A_{1y2} : Áreas transversales (m^2)

k : Coeficiente de onductividad térmica de la pared ($W/m^{\circ}C$)

k : Coeficiente de convección térmica de la pared (W/m^2)

$R_{conv,1}$: Resistencia térmica convectiva en 1 ($^{\circ}C/W$)

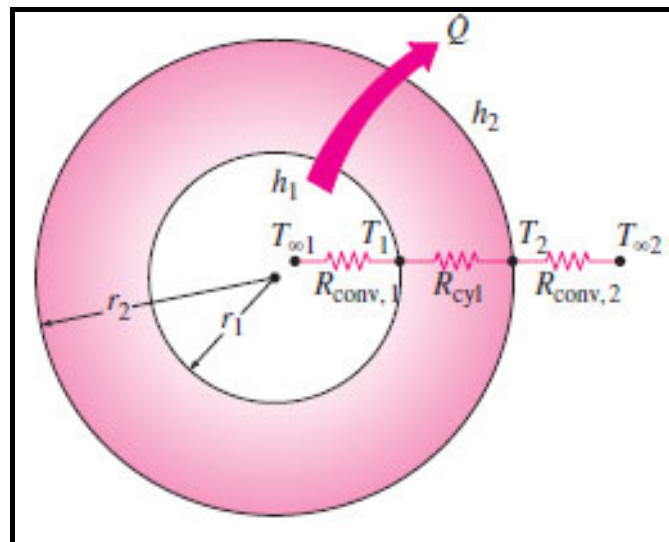
R_{pared} : Resistencia térmica de la pared ($^{\circ}C/W$)

$R_{conv,2}$: Resistencia térmica convectiva en 2 ($^{\circ}C/W$)

R_{total} : Resistencia térmica total ($^{\circ}C/W$)

Resistencia térmica para superficies cilíndricas

Figura 2.13 Red de resistencias térmicas para una tubería



Fuente: (Cengel, 2007)

$$R_{conv,1} = \frac{1}{(2\pi r_1 L)h_1} \quad (1)$$

$$R_{\text{cil}} = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi Lk} \quad (2)$$

$$R_{\text{conv},2} = \frac{1}{(2\pi r_2 L)h_2} \quad (3)$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{conv},1} + R_{\text{cil}} + R_{\text{conv},2} \quad (4)$$

Donde:

L : Longitud del cilindro o tubo (m)

r_1 : Radio interior (m)

r_2 : Radio exterior (m)

k : Coeficiente de conductividad térmica ($W/m \cdot ^\circ C$)

h : Coeficiente de convección térmica (W/m^2)

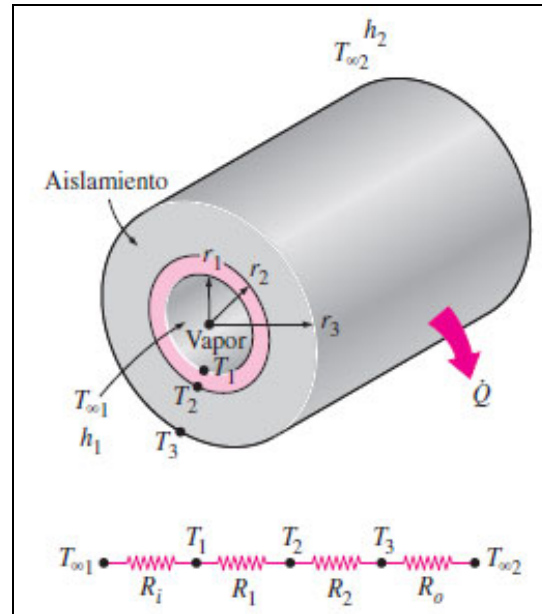
$R_{\text{conv},1}$: Resistencia térmica convectiva en 1 ($^\circ C/W$)

R_{cil} : Resistencia térmica del cilindro o tubo ($^\circ C/W$)

R_{total} : Resistencia térmica total ($^\circ C/W$)

Resistencia térmica de una tubería con aislamiento

Figura 2.14 Red de resistencia térmica para una tubería aislada



Fuente: (Cengel, 2007)

$$R_i = R_{\text{Conv, 1}} = \frac{1}{A_1 * h_1} = \frac{1}{(2\pi r_1 L) * h_1} \quad (1)$$

$$R_1 = R_{\text{tubo}} = \frac{\ln(r_1/r_2)}{2\pi k_1 L} \quad (2)$$

$$R_2 = R_{\text{aislamiento}} = \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_2 L} \quad (3)$$

$$R_0 = R_{\text{Conv, 2}} = \frac{1}{A_3 * h_0} = \frac{1}{(2\pi r_3 L) * h_0} \quad (4)$$

$$R_{\text{total}} = R_i + R_1 + R_2 + R_0 \quad (5)$$

Entonces la razón de transferencia de calor se podrá calcular de la siguiente manera.

$$\dot{Q} = \frac{T_{\infty 1} - T_{\infty 2}}{R_i + R_1 + R_2 + R_0} \quad (6)$$

$$\dot{Q} = \frac{T_{\infty 1} - T_{\infty 2}}{\frac{1}{h_1 A} + \frac{\ln(r_1/r_2)}{2\pi k_1 L} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_2 L} + \frac{1}{h_0 A}} \quad (7)$$

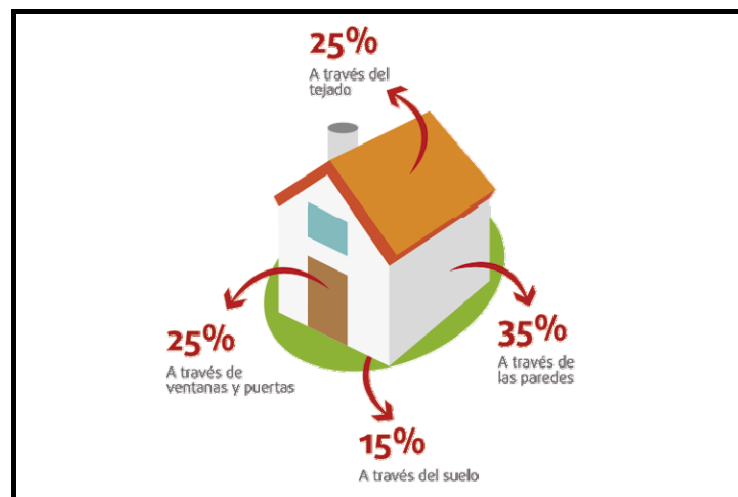
$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{total}} \quad (W) \quad (8)$$

Aplicaciones de la lana mineral de roca

Las lanas minerales tienen aplicaciones en edificaciones y en industrias

- En edificaciones: mantiene una estabilidad en la temperatura interior de la vivienda proporcionando confort dentro del hogar, reduciendo las pérdidas de calor producido por los sistemas de calefacción, de esta manera también ayuda a mantener la temperatura que deseamos.

Figura 2.15 Pérdidas de calor por falta de aislamiento



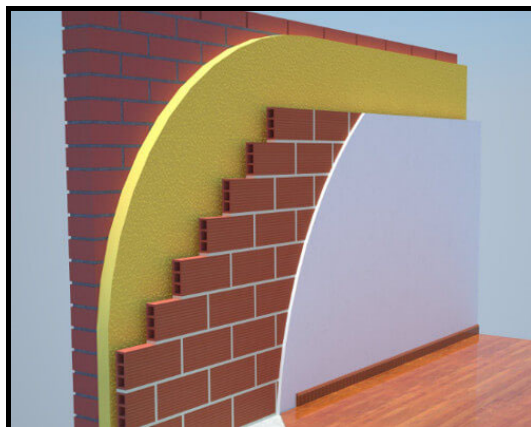
Fuente: Elaboración propia

Figura 2.16 Aislamiento en techo de edificaciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.17 Aislamiento en paredes de edificaciones



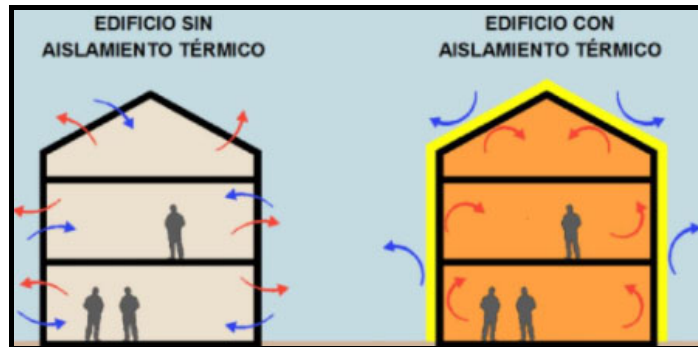
Fuente: Elaboración propia

Figura 2.18 Aislamiento en pisos de edificaciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.19 Edificación con aislamiento y sin aislamiento



Fuente: Elaboración propia

- **En la industria:** el aislamiento térmico en la industria es muy utilizado en procesos que transportan fluidos a elevadas temperaturas para evitar pérdidas energéticas y evitar riesgo al personal operativo al contacto con estas, también es usado en sistemas de enfriamientos donde el mayor objetivo es evitar la condensación de los fluidos que transportan.

La industria consume cerca del 26% de la energía mundial y produce alrededor del 50% de las emisiones de CO₂, el aislamiento térmico en la industria reduce el consumo de energía, las emisiones de CO₂, los costes y la exposición al ruido, además que aumenta la vida útil de las instalaciones industriales (ISOVER, 2017).

Figura 2.20 Aislamiento térmico en tuberías calientes



Fuente: (Cengel, 2007)

Figura 2.21 Aislamiento de tanques de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.22 Aislamiento térmico en calderas



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.23 Aislamiento en sistemas de enfriamiento



Fuente: Elaboración propia

- Razones por las cuales aislar las tuberías y equipos en instalaciones industriales.
 - Conservación de la energía: Conservar la energía mediante la reducción de la velocidad de flujo de calor es la razón principal de las superficies aisladoras. (Cengel, 2007)
 - Protección y comodidad personal: Una superficie que esta demasiada caliente representa un peligro para las personas que trabajan en esa zona, ya que pueden tocar accidentalmente las superficies y sufrir quemaduras. Para prevenir este peligro y cumplir con las normas de la OSHA (Occupational Safety and Health, Administración para la Seguridad y Salud en el Trabajo), las temperaturas de las superficies calientes deben reducirse por debajo de 60°C (140°F). (Cengel, 2007)
 - Prevención de la corrosión: el aislamiento térmico le da mayor de vida útil a las tuberías y equipos al protegerlos de la corrosión producido por el contacto directo con el medio ambiente.
 - Reducción del ruido y de la vibración: Un beneficio adicional del aislamiento térmico en tuberías y equipos es su capacidad de amortiguar el ruido y las vibraciones generadas en el proceso de refinación.
 - Mejorar la calidad de los procesos: Para mantener una temperatura óptima en las tuberías o tanques de almacenamiento de productos líquidos o gaseosos que a su vez eviten la corrosión producida por condensaciones (altos niveles de humedad / punto del rocío). También para evitar la congelación de los equipos que trabajan a muy baja temperatura (ISOVER, 2017)
 - Reducir las pérdidas de calor para economizar: Para reducir la pérdida o ganancia de calor y por lo tanto reducir la cantidad de energía necesaria para mantener el equilibrio del proceso y por lo tanto ahorrar de costes. Optimizando el aislamiento se

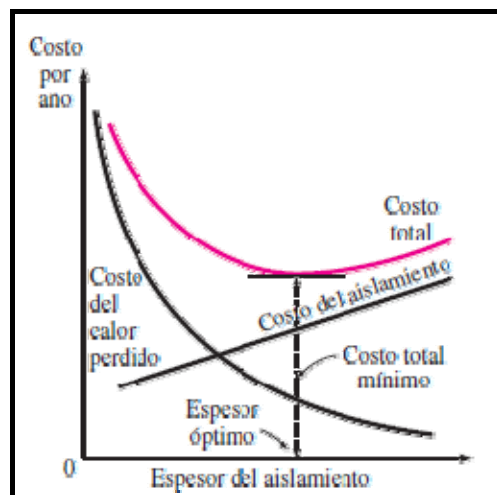
reducen los costes de instalación proporcionando el máximo ahorro de energía durante la vida útil de la instalación (ISOVER, 2017)

- Reducir impactos en el medio ambiente: Optimizando la eficiencia de aislamiento para maximizar el potencial de ahorro de CO₂ (reducción de costos de emisión de CO₂), así como proporcionar una protección contra futuros costes de la energía. (ISOVER, 2017)

Espesor optimo

El aislamiento no elimina la transferencia de calor, simplemente lo reduce. Entre más grueso sea el aislamiento, menor será la transferencia de calor, pero también más elevado será el costo del aislamiento. Por lo tanto, debe haber un espesor óptimo de aislamiento que corresponda a un costo mínimo combinado del propio aislamiento y la pérdida de calor (Cengel, 2007)

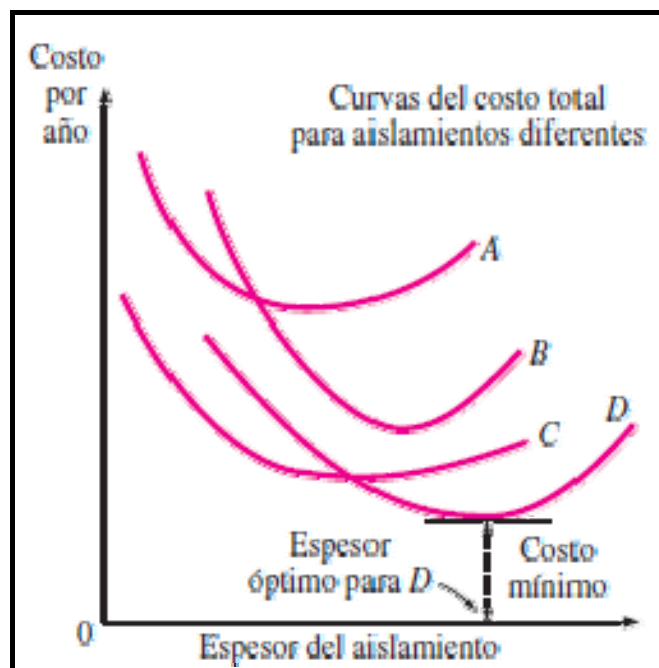
Figura 2.24 Determinación del espesor óptimo del aislamiento considerado el costo total mínimo.



Fuente: (Cengel, 2007)

La discusión antes presentada sobre el espesor óptimo es válida cuando ya están seleccionados el tipo de aislamiento y su fabricante y lo único que se debe determinar es el espesor más económico. Pero con frecuencia se tienen varios aislamientos adecuados para un fin y el proceso de selección puede ser un tanto confuso, ya que cada aislamiento puede tener conductividad térmica, costo de instalación y vida de servicio diferentes. En esos casos, se puede hacer una selección al preparar una gráfica del costo anualizado contra el espesor, para cada aislamiento y determinar el que tenga el costo mínimo más bajo. Es obvio que el aislamiento con el costo anual más bajo es el más económico y el espesor de aquel correspondiente al costo mínimo total es el espesor óptimo. Cuando la medida del espesor óptimo cae entre dos valores de los que se dispone en el comercio, es una buena práctica ser conservador y elegir el más grueso.

Figura 2.25 Determinación del tipo de aislamiento más económico y su espesor óptimo



Fuente: (Cengel, 2007)

g) Recubrimiento metálico

✓ Aluminio liso

El recubrimiento metálico sirve para dar protección al material aislante del contacto directo con el medio ambiente. es de tipo liso, calidad ASTM B209 aleación 3003.

Figura 2.26 Cubierta metálica de aluminio tipo liso.

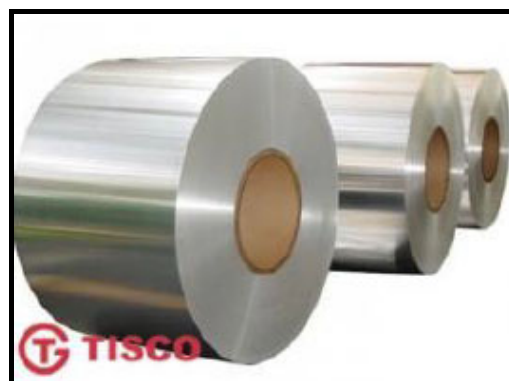


Fuente: Elaboración propia

✓ Acero inoxidable

Las cubiertas metálicas de acero inoxidable pueden ser mate o brillante, calidad AISI 304L, AISI 316L en sus diferentes espesores, Acero inoxidable.

Figura 2.27 Cubierta metálica de acero inoxidable



Fuente: Elaboración propia

✓ Acero galvanizado

Se presenta en variados espesores como 0.30, 0.60, 0.90, 1, mm. etc., uso en fabricación de paneles, coberturas ductos.

Figura 2.28 Cubierta metálica de acero galvanizado



Fuente: Elaboración propia

- h) Cubierta metálica en tubería y accesorios: de acuerdo a los requerimientos del cliente (Petroperú S.A), y según la base técnica del proyecto. “Las cubiertas de aluminio deberán cumplir las especificaciones indicadas en el la norma ASTM B-209 tipo 3003-H14 o 5005-H15, el espesor deberá ser de 0.9 mm (0.035)”.

Figura 2.28 Cubierta metálica de aluminio en líneas y equipos.

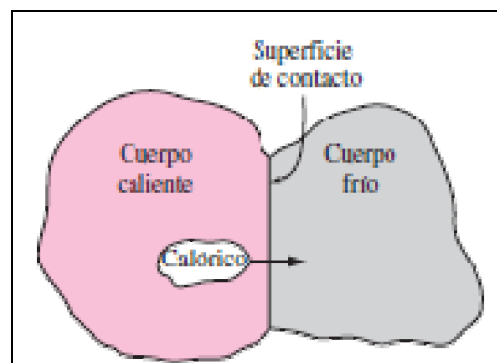


Fuente: Elaboración propia

i) Transferencia de calor

Es la propagación de energía en forma de calor cuando dos sistemas con diferentes temperaturas se ponen en contacto, la dirección del flujo de calor siempre ira desde la fuente con mayor temperatura hacia la fuente con menor temperatura, este proceso persiste hasta alcanzar el equilibrio térmico, es decir hasta igualar sus temperaturas.

Figura 2.29 Transferencia de calor entre dos cuerpos



Fuente: (Cengel, 2007)

✓ Flujo de calor

La razón de la tasa de transferencia de calor por unidad de área normal a la dirección de esa transferencia de calor se denomina flujo de calor. En SI sus unidades son vatios por metro cuadrado (W/m^2). Tiene una dirección y una magnitud, por lo que es una cantidad vectorial. El flujo de calor promedio se expresa como

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{A} \quad (1)$$

Donde:

\dot{q} : Flujo de calor (W/m^2)

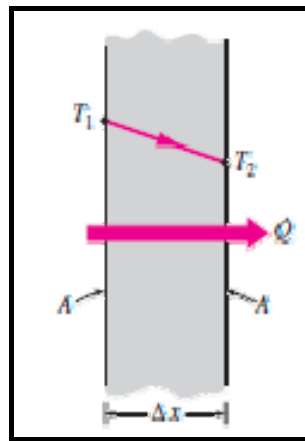
\dot{Q} : Razón de transferencia de calor (W)

A: Área de transferencia de calor (m²)

✓ Modos de transferencia de calor:

Conducción: La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas. La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. (Cengel, 2007)

Figura 2.30 Conducción de calor a través de un área plana



Fuente: (Cengel, 2007)

Razón de transferencia de calor para un área plana:

$$\dot{Q}_{cond} = kA \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

En el caso límite $\Delta x \rightarrow 0$: entonces tenemos la ecuación se reduce a la forma diferencial:

$$\dot{Q}_{cond} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (\text{Ley de Fourier})$$

Donde:

\dot{Q}_{cond} : Razón de transferencia de calor (W)

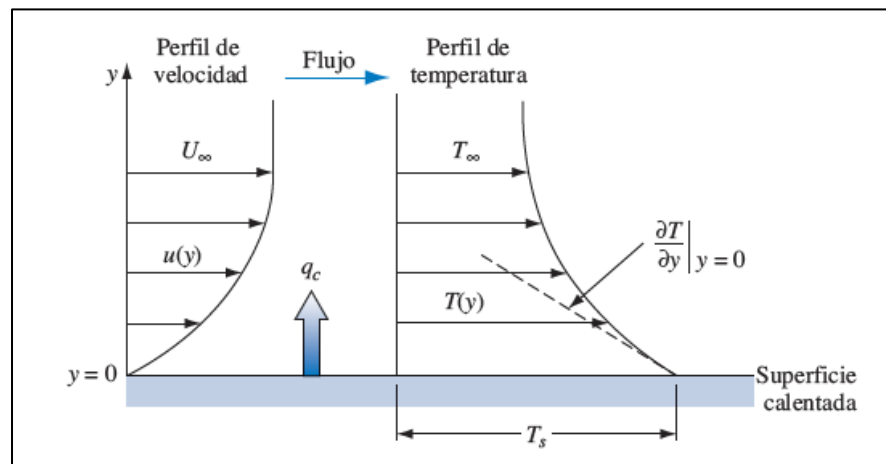
k : Conductividad térmica (W/m°C)

A : Área de transferencia de calor (m²)

$\frac{dT}{dx}$: Gradiente de temperatura (°C)

- Convección: La convección es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacentes que están en movimiento y comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. Entre más rápido es el movimiento de un fluido, mayor es la transferencia de calor por convección. (Yunus Cengel, 2007)

Figura 2.31 Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire



Fuente: (KREITH, 2007)

Razón de transferencia de calor por convección

$$\dot{Q}_{conv} = hA_s(T_s - T_\infty)$$

Donde:

\dot{Q}_{cond} : Rapidez del flujo de calor (W)

h : Coeficiente de transferencia de calor (W/m² . °C)

A_s : Área superficial (m²)

T_s : Temperatura de la superficie (°C)

T_{∞} : Temperatura del fluido alejado (°C)

Tabla 2.6 Tabla de coeficiente de transferencia de calor de algunos fluidos

Fluido	Coeficiente de transferencia de calor por convección
	$h = \text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$
Convección libre de gases	2 – 25
Convección libre de líquidos	10 – 1000
Convección forzada de gases	25 – 250
Convección forzada de líquidos	50 – 20000
Ebullición y condensación	2500 – 100000

Fuente: (Cengel, 2007)

- Radiación: es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o Figuranos) como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas

$$\dot{Q}_{emitida} = \epsilon \sigma A_s T_s^4$$

Donde:

$\dot{Q}_{emitida}$: Razón de radiación emitida (W)

ε : Emisividad de calor de la superficie

σ : Constante de Stefan – Boltzmann

A_s : Área superficial

T_s : Temperatura superficial

Tabla 2.7 Tabla de emisividad de calor

Material	Emisividad
Hoja de aluminio	0.07
Aluminio anodizado	0.82
Cobre pulido	0.03
Oro pulido	0.03
Plata pulida	0.02
Acero inoxidable pulido	0.17
Pintura negra	0.98
Pintura blanca	0.90
Papel blanco	0.92 – 0.97
Pavimento de asfalto	0.85 – 0.93
Ladrillo rojo	0.93 – 0.96
Piel humana	0.95
Madera	0.82 – 0.92
Suelo	0.93 – 0.96
Agua	0.96
Vegetación	0.92 – 0.96

Fuente: (Cengel, 2007)

2.1.2 Aspectos normativos

UOP-STANDARD SPECIFICATION 9-11-1: UNIVERSAL OIL PRODUCTS, ES UNA EMPRESA AMERICANA CONSULTORA DE PROCESOS DE REFINACIÓN DE PETRÓLEO (UOP, 1985)

Esta norma, establece el proceso de aplicaciones de recubrimientos térmicos en instalaciones petroleras, de distinto tipo.

UNE-EN 14303-2017: PRODUCTOS AISLANTE TÉRMICOS PARA EQUIPOS EN EDIFICACIÓN E INSTALACIONES INDUSTRIALES. PRODUCTOS MANUFACTURADOS DE LANA MINERAL (MW). ESPECIFICACIÓN.

Esta norma europea especifica los requisitos de los productos manufacturados de lana mineral que se utilizan para el aislamiento térmico de equipos en edificación e instalaciones industriales, con un rango de temperatura de trabajo aproximadamente de 0 °C a +800 °C

ASTM C-612: ESPECIFICACIÓN ESTÁNDAR PARA AISLAMIENTO TÉRMICO DE PANELES Y BLOQUES DE FIBRA MINERAL.

Esta especificación cubre la clasificación, composición, dimensión y propiedades físicas de los tableros semirrígidos y rígidos de fibra mineral (roca, escoria o vidrio) destinados al uso como aislamiento térmico en superficies que operan a temperaturas entre 0 ° F (-18). ° C) y 1800 ° F (982 ° C).

UNE-EN ISO 12241:2010: AISLAMIENTO TÉRMICO PARA EQUIPOS DE EDIFICACIÓN E INSTALACIONES INDUSTRIALES. MÉTODO DE CÁLCULO.

Esta norma internacional proporciona métodos de cálculo de las propiedades relacionadas con la transferencia de calor de equipos de edificación e instalaciones industriales, sobre todo bajo condiciones de estado estacionario. Esta norma internacional también aborda un tratamiento simplificado de puentes térmicos.

ASTM B209M: ESPECIFICACIÓN ESTÁNDAR PARA ALUMINIO Y HOJAS DE PLACAS DE ALEACIÓN.

Esta especificación cubre la chapa plana y placa de aluminio en las aleaciones metálicas.

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICACIONES (RITE)



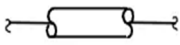

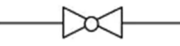

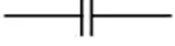

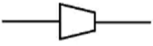

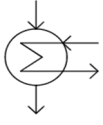

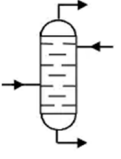
Esta norma es de aplicación de todas las instalaciones térmicas, ya sean fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

D.S 043-2007-EM REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LAS ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS

El artículo 73 de esta norma establece que las tuberías del sistema de vapor de agua o con fluidos a temperaturas mayores de sesenta grados centígrados (60 °C), deberán ser debidamente señalizadas y protegidas con cubierta térmica.

2.1.3 Simbología técnica

Tabla 2.8 Simbologías de tuberías, accesorios y equipos de procesos

Descripción	símbolo	Norma de Referencia
Tubería principal		ANSI /ISA S 5.1
Tubería con vena de calentamiento		ANSI /ISA S 5.1
Tubería con aislamiento		ANSI /ISA S 5.1
Válvula compuerta		ANSI /ISA S 5.1
Válvula globo		ANSI /ISA S 5.1
Válvula de retención		ANSI /ISA S 5.1
Conexión bridada		ANSI /ISA S 5.1
Conexión brida ciega		ANSI /ISA S 5.1
Reducción concéntrica		ANSI /ISA S 5.1
Reducción excéntrica		ANSI /ISA S 5.1
Intercambiador de calor		ANSI /ISA S 5.1
Horno de calentamiento con zona radiante y zona convectiva		ANSI /ISA S 5.1
Torre de destilación		ANSI /ISA S 5.1

Fuente: Elaboración propia

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapas de las actividades

- Etapa 1: Actividades preliminares

Es la etapa previa a la ejecución en donde se evalúan las facilidades para el inicio del proyecto, el proyecto se da inicio con la emisión de la Orden de Trabajo de Terceros (OTT) por parte del cliente (Petroperú S.A), a partir de eso la empresa contratista inicia las coordinaciones con el supervisor del proyecto por parte de Petroperú S.A, para la incorporación de una oficina técnica para dar inicio con los trabajos administrativos, se elaboraran procedimientos para los trabajos y áreas asignadas, como también se evaluara que tipo de aislamiento se usara de acuerdo a las condiciones de operación de la planta de procesos, se seleccionará al personal técnico que deberá contar con la experiencia certificada en trabajos de aislamiento térmico.

- Etapa 2: Cambio de aislamiento térmico y cubierta metálica en mal estado.

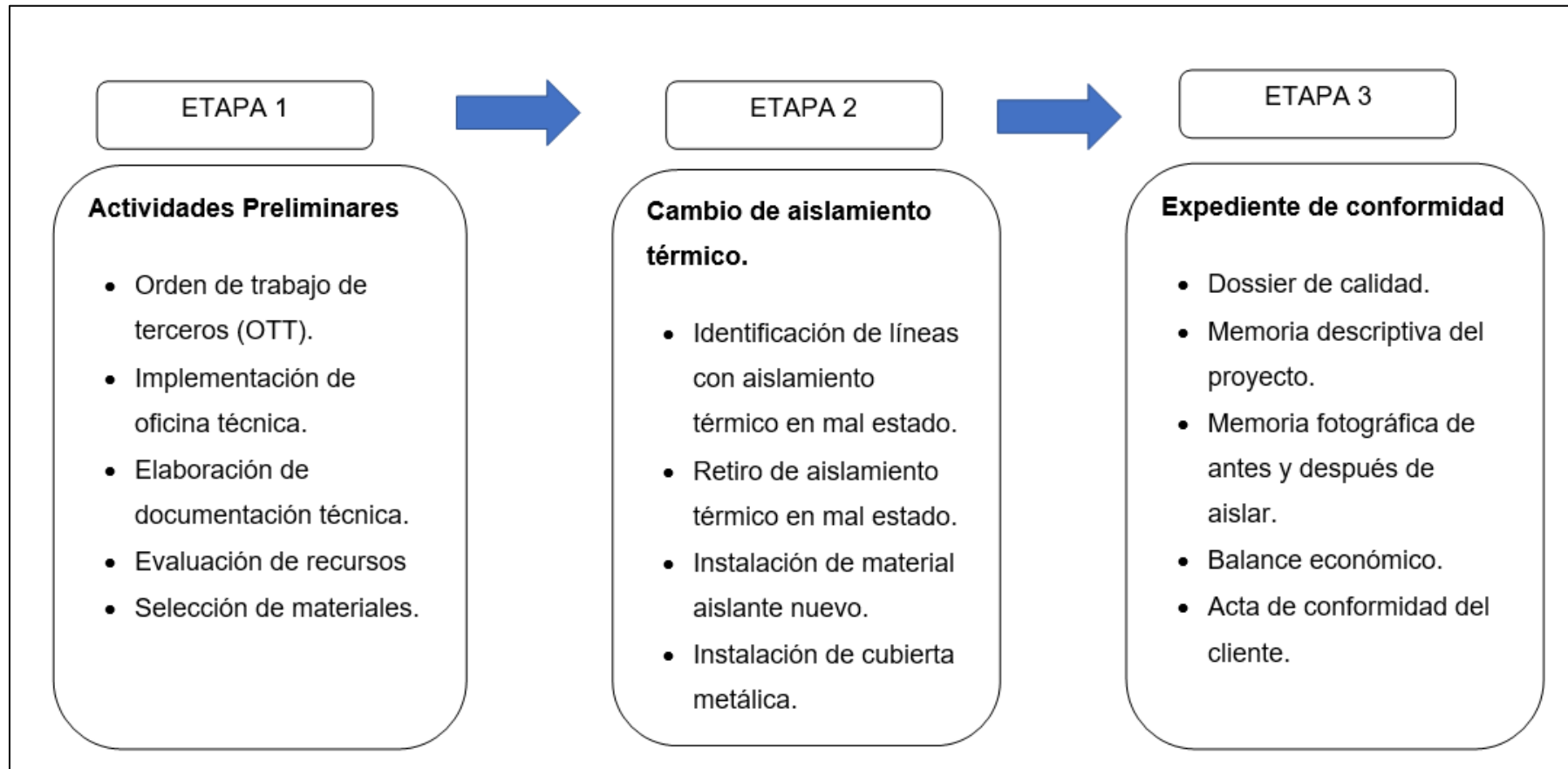
Se identificarán los puntos críticos que necesitan aislamiento térmico, después se procederá a hacer el retiro del aislamiento que no cumplen con los estándares de calidad y seguridad, se pondrá un nuevo aislamiento (Lana mineral) que cumpla con condiciones técnicas requeridas por el cliente.

- Etapa 3: Expediente de conformidad

En esta etapa final se entregarán las documentaciones solicitadas por el cliente para su posterior conformidad y cierre satisfactorio del proyecto de aislamiento térmico.

2.2.2 Diagrama de flujo

Figura 2.32 Diagrama de flujo del proyecto de aislamiento térmico

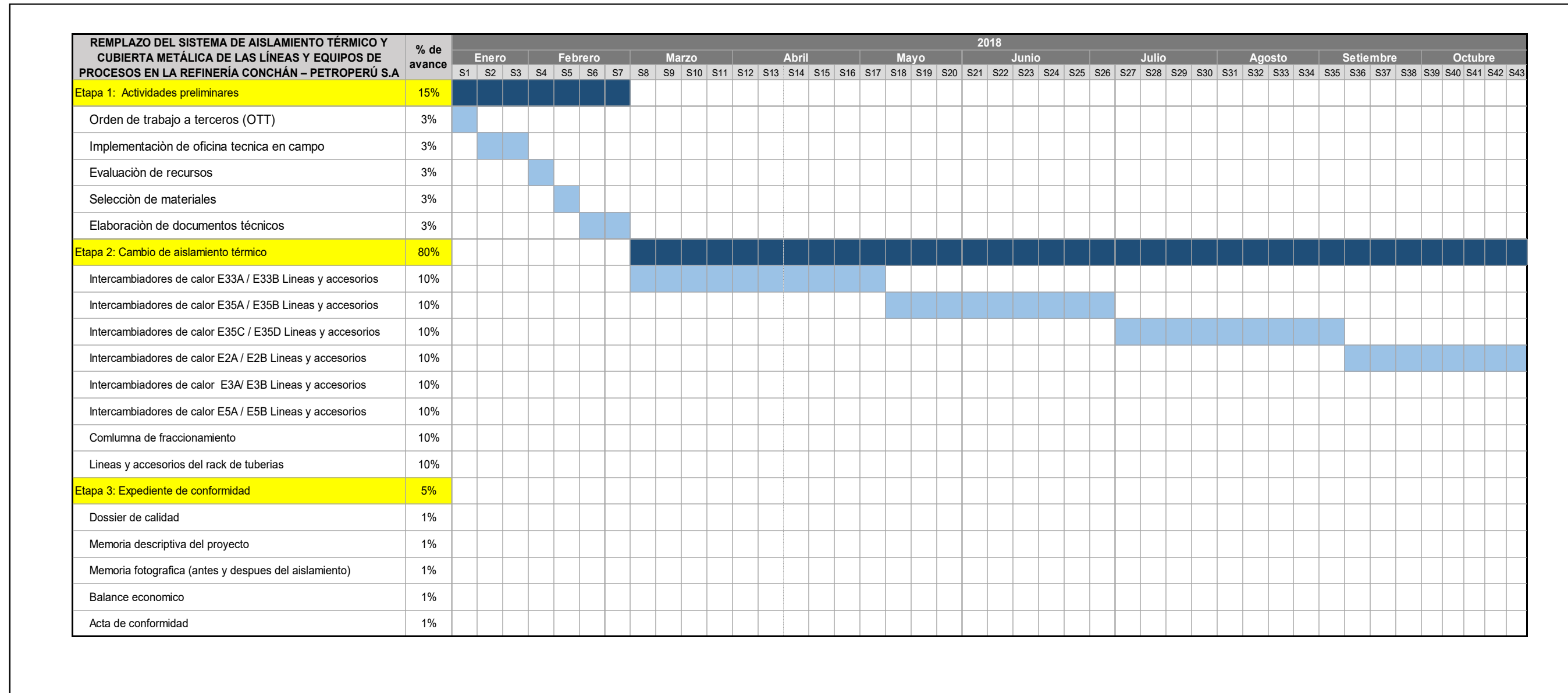


Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Cronograma de actividades

El proyecto se realizó en siguiendo las actividades programadas mostradas en la figura siguiente.

Figura 2.33 - Cronograma de actividades del proyecto



CUBIERTA METÁLICA DE LAS LÍNEAS Y EQUIPOS DE PROCESOS EN LA REFINERÍA CONCHÁN – PETROPERÚ S.A	% de avance	2018												2019																																
		Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto								
		S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86		
Etapa 1: Actividades preliminares	15%																																													
Orden de trabajo a terceros (OTT)	3%																																													
Implementación de oficina técnica en campo	3%																																													
Evaluación de recursos	3%																																													
Selección de materiales	3%																																													
Elaboración de documentos técnicos	3%																																													
Etapa 2: Cambio de aislamiento térmico	80%																																													
Intercambiadores de calor E33A / E33B Líneas y accesorios	10%																																													
Intercambiadores de calor E35A / E35B Líneas y accesorios	10%																																													
Intercambiadores de calor E35C / E35D Líneas y accesorios	10%																																													
Intercambiadores de calor E2A / E2B Líneas y accesorios	10%																																													
Intercambiadores de calor E3A/ E3B Líneas y accesorios	10%																																													
Intercambiadores de calor E5A / E5B Líneas y accesorios	10%																																													
Comlurna de fraccionamiento	10%																																													
Líneas y accesorios del rack de tuberías	10%																																													
Etapa 3: Expediente de conformidad	5%																																													
Dossier de calidad	1%																																													
Memoria descriptiva del proyecto	1%																																													
Memoria fotografica (antes y despues del aislamiento)	1%																																													
Balance economico	1%																																													
Acta de conformidad	1%																																													

Fuente: Elaboración propia

III. APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, ejecución y control de etapas

3.1.1 Etapa de planificación

La planificación va a consistir en desarrollar las siguientes actividades:

a) Definir la ubicación y alcance del proyecto

Este proyecto se llevará a cabo dentro de las instalaciones de la Refinería Conchán, ubicado en el KM 26.5 de la antigua panamericana sur. Tiene como alcance reemplazar el aislamiento térmico, así como también la cubierta metálica en mal estado desprendido o faltante de las líneas, accesorios (bridas, codos, tees, reducciones, etc) y recipientes calientes de la planta de procesos.

Figura 3.1 Refinería Conchan



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2 Planta de procesos – Refinería Conchan



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3 Líneas y accesorios sin aislamiento térmico



Fuente: Elaboración propia

b) Orden de trabajos de terceros (OTT)

Notificada la orden de trabajo a terceros N° 4100007154, el proyecto se iniciará en la fecha coordinada entre la empresa contratista y el supervisor administrador del proyecto de Petroperú S.A (ver anexo 2)

c) Implementación de Oficina técnica:

en coordinación con el supervisor administrador del proyecto se procede a implementar una oficina técnica de campo dentro de las instalaciones de la Refinería Conchán, esta oficina deberá disponer de equipamiento de cómputo y muebles necesarios para el personal asignado al proyecto. A continuación, se indica el listado de equipos y muebles:

- ✓ Computadoras y programas compatibles con Windows (Microsoft Office, Project, AutoCAD, etc)
- ✓ Impresoras
- ✓ Escritorios, sillas y archivadores
- ✓ Grupo electrógeno para dar energía a la oficina
- ✓ Útiles y enseres de oficina
- ✓ Servicio de internet para la comunicación vía correo electrónico

Figura 3.4 Oficina técnica de obra



Fuente: Elaboración propia

d) Evaluación de recursos

Se hace una evaluación de recursos necesarios para el proyecto, entre los cuales mencionamos mano de obra, equipos, materiales y herramientas

Tabla 3.1 Recursos para el proyecto

Descripción	Personal
Mano de obra directa e indirecta	<p>Área administrativa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contador <p>Área de supervisión</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 supervisor residente - 1 supervisor asistente - 1 supervisor de seguridad <p>Área logística</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 almacenero - 1 encargado de compras y transporte de materiales <p>Área operativa</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 técnicos de aislamiento - 2 ayudantes - 2 trazadores
Oficina técnica	<ul style="list-style-type: none"> - 1 contenedor de (12 largo) x (2 ancho) x (2.5 alto) - 3 computadoras - 1 impresora - Útiles de oficina

Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Aislante térmico de varios espesores (lana mineral) - Planchas de aluminio de 0.09 mm de espesor
Equipos y herramientas de obra	<ul style="list-style-type: none"> - 2 cuerpos de andamio tipo Layher - 6 taladros inalámbrico - 1 roladora - 1 pestañadora - 8 tijeras ojalateras de 14" - 8 winchas de 5 m (c/u) - Alambre galvanizado BWG 12, 14 o 16 - Bandas de aluminio para fijación de la cubierta metálica, de 1/2" de ancho x 0.020" de espesor. - Tornillos de fijación, etc
Equipo de protección personal (Epps)	<ul style="list-style-type: none"> - Cascos - Tapones auditivos - Camisa jean - Pantalón jean - Zapatos punta de acero, etc

Fuente Elaboración propia

e) Selección de materiales

Tabla 3.2 Comparativa de Lana mineral y Silicato de calcio

Material aislante	Descripción
Lana mineral de roca	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conductividad térmica de 0.038 W/m.°K ✓ Soporta temperaturas de hasta 800° C. ✓ Puede aislar cualquier tipo de superficies regulares e irregulares (válvulas, codos, bridas, etc) ✓ Cumple con la normativa técnica ASTM-C612 ✓ Precio por m²: 11.5 dólares ≅ 40.48 soles
Silicato de calcio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conductividad térmica 0.062 W/m.°K ✓ Soporta temperaturas de hasta 1000 °C ✓ Por su forma rígida, aísla superficies regulares como por ejemplo tuberías y equipos. ✓ Es impermeable e incompresible. ✓ Cumple con la normativa técnica ASTM C-533 ✓ Precio por m²: 17.5 dólares ≅ 61.6 soles

Fuente: Elaboración propia

f) Elaboración de documentos técnicos

De acuerdo con las condiciones técnicas del proyecto, antes de iniciar la ejecución se deberá presentar los siguientes documentos:

- ✓ Procedimientos de trabajos
- ✓ Matriz de aspectos ambientales
- ✓ Matriz IPERC

- ✓ Formatos de obra de valorizaciones, reportes diarios, Registro check list de liberación de aislamiento térmico, etc.

3.1.2 Etapa de ejecución

La etapa de ejecución va a consistir en el desarrollo de las siguientes actividades:

a) Identificación de aislamiento térmico en mal estado:

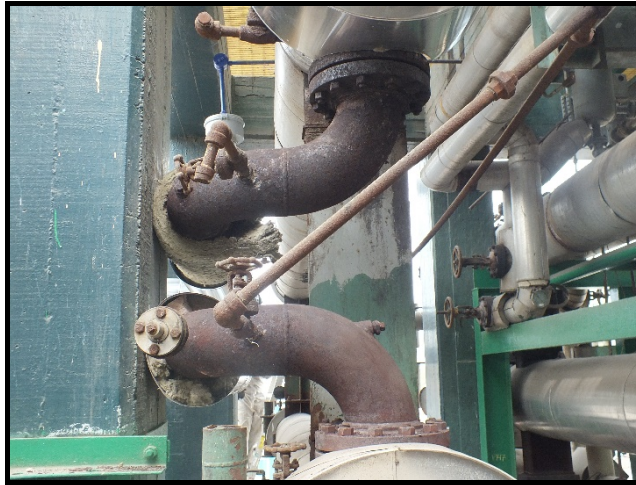
Mediante relevamientos de campo diario se logró identificar líneas de proceso de diferentes dimensiones, accesorios y equipos térmicos que no contaban con aislamiento o que tenían un aislamiento dañado.

Figura 3.5 Aislamiento térmico deteriorado



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6 superficies sin aislamiento térmico



Fuente: Elaboración propia

b) Retiro o desmontaje de aislamiento térmico deteriorado.

En coordinación con el personal operativo de la planta de procesos se desmonta el aislamiento térmico y cubierta metálica que se encuentran en mal estado para ser evacuados a los depósitos de acopios de materiales contaminados.

Figura 3.7 Retiro de aislamiento térmico en mal estado



Fuente: Elaboración propia

c) Limpieza mecánica superficial y dimensionamiento.

Antes de instalar el nuevo aislamiento se realiza la limpieza a las superficies a intervenir, se verifica que se encuentren en buen estado y que no presenten corrosión, manchas, ni estén impregnadas de hidrocarburos, polvos, grasa o productos químicos.

Figura 3.8 Limpieza superficial



Fuente: Elaboración propia

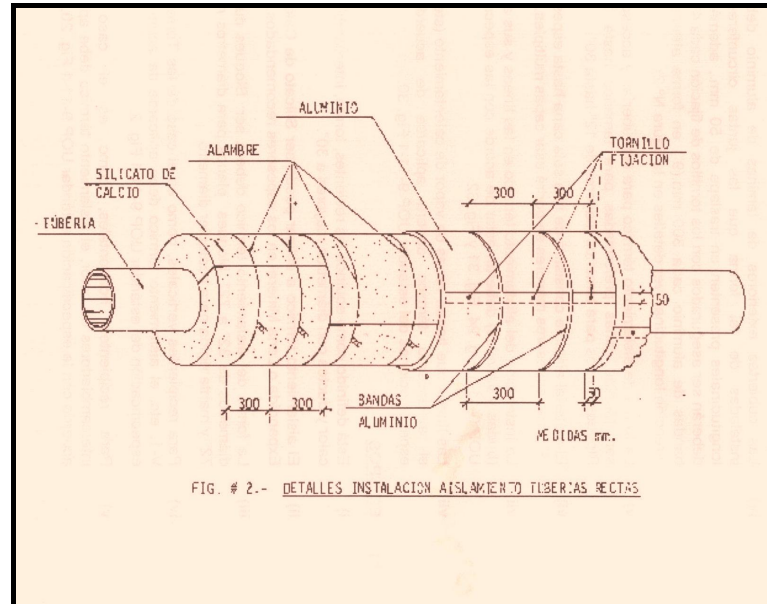
d) Instalación de aislamiento térmico

La Refinería Conchan, se acogió a la normativa técnica UOP Standard Specification 9-11-1 como reglamento principal para el desarrollo y control de procesos de refinación, por lo que los espesores de aislamiento serán de acuerdo a las condiciones técnicas dadas por el cliente.

- El aislamiento térmico deberá ser asegurada con alambre de acero galvanizado en un mínimo de dos anillos, ubicado uno del otro a una distancia entre centros aproximadamente de 300 mm.
- No deberán existir espacios sin aislar por donde fluya el calor.
- El material aislante consistirá de una sola capa hasta espesores de 2 ½", para espesores mayores se podrá usar capas múltiples.

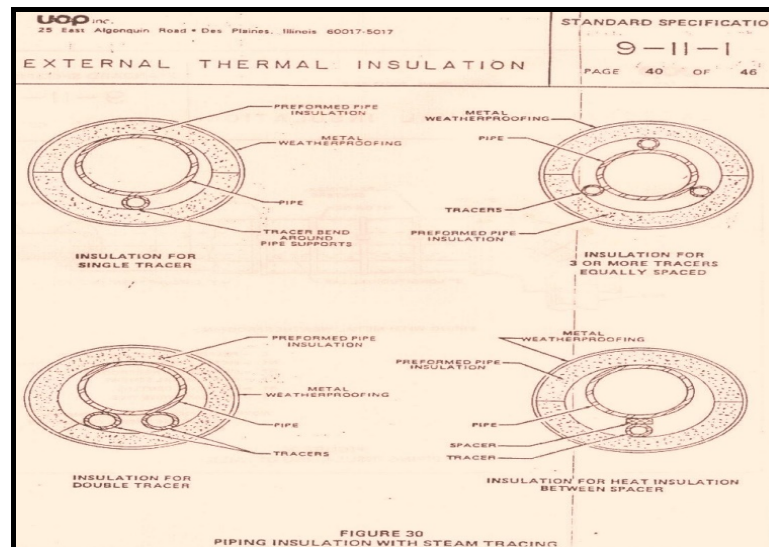
- La instalación del aislamiento térmico deberá estar de acorde con las especificaciones de la figura 3.9.

Figura 3.9 Instalación de aislamiento en tuberías rectas



Fuente: UOP Standard Specification

Figura 10 Aislamiento en tuberías con venas de calentamiento



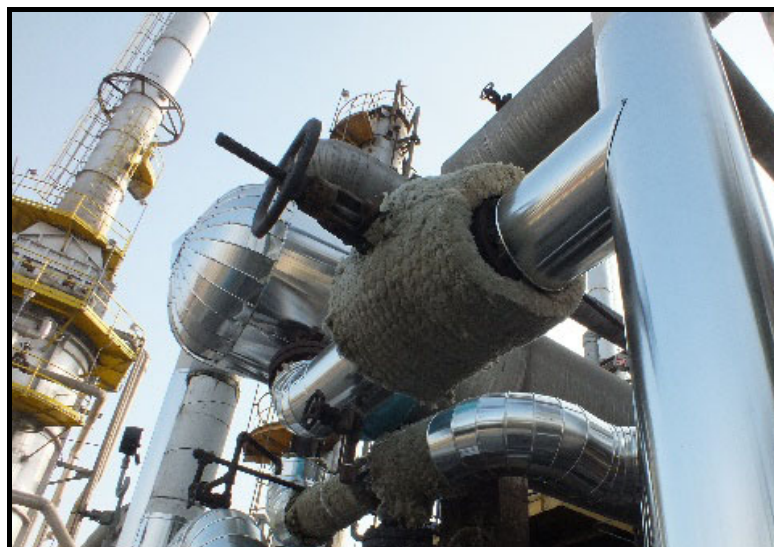
Fuente: UOP Standard Specification

Figura 3.11 Aislamiento térmico en codos con manta de lana mineral



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12 Aislamiento térmico en válvulas con manta de lana mineral



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13 Aislamiento en intercambiadores de calor 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.14 Aislamiento en intercambiadores de calor 2



Fuente: Elaboración propia

e) Materiales alternativos para aislamiento térmico en superficies calientes.

- Lana mineral en forma de medias cañas: Materiales aislantes que vienen en presentación definida de media caña, se utiliza para aislamiento térmico en tuberías rectas de diámetros de 2" hasta 12", pueden trabajar con temperaturas de 0 a 800 °C.

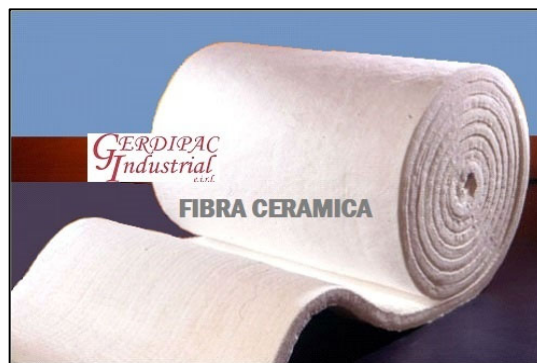
Figura 3.15 Lana mineral en presentación de medias cañas



Fuente: Elaboración propia

- Manta aislante de fibra cerámica: La manta de fibra mineral es un excelente aislante térmico que se puede adecuar a cualquier tipo de superficie irregular (válvulas, codos, bridas, etc), por su presentación en manta este puede aislar cualquier tipo de diámetro, este material puede trabajar con superficies calientes que transporten fluidos con temperaturas por encima de los 1000 °C, por su elevado costo es muy escaso en el mercado.

Figura 3.16 Fibra cerámica en presentación de manta



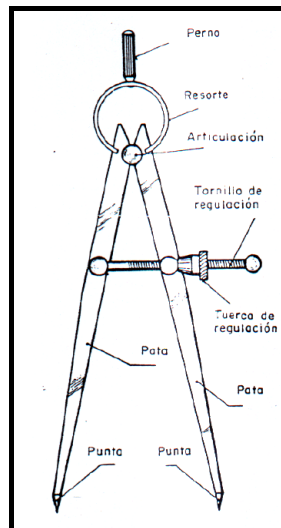
Fuente: Elaboración propia

f) Reemplazo de la cubierta metálica

Los prefabricados de aluminio o cubierta metálica se trabajan en talleres dentro de la Refinería Conchan, para esto se utilizan equipos, herramientas y técnicas de calderería que mencionaremos a continuación.

El compás: es utilizado para trazar circunferencias, arcos y transportar medidas de longitud. El de pata curva, llamado chompas de centrar o hermafrodita, es utilizado para determinar centros o trazar paralelas.

Figura 3.17 Compas



Fuente: (Senati, 2014)

Las tijeras hojalateras: son herramienta manual de corte multiuso, con diseño de alta palanca para cortar metales, sus hojas poseen superficies afiladas rugosas, para prevenir el resbalamiento de la pieza y facilitar el corte.

Figura 3.18 Tijera para corte de metales



Fuente: Stanley

La Roladora es usada para dar una geometría cilíndrica a las planchas metálicas, de esta manera se puede adecuar a las tuberías a enchaquetar.

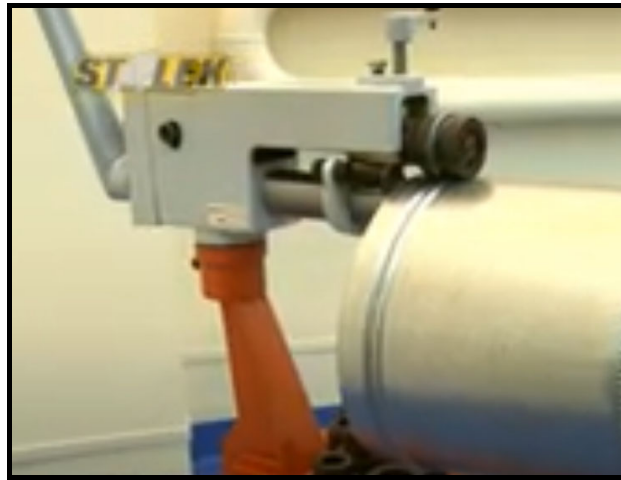
Figura 3.19 Rolado de plancha metálica



Fuente: Elaboración propia

Las cubiertas exteriores de láminas de aluminio deberán ser instaladas de tal forma que las juntas circunferenciales y longitudinales presenten un traslape de 50 mm, para esto se le hacen unas ranuras o pestañas.

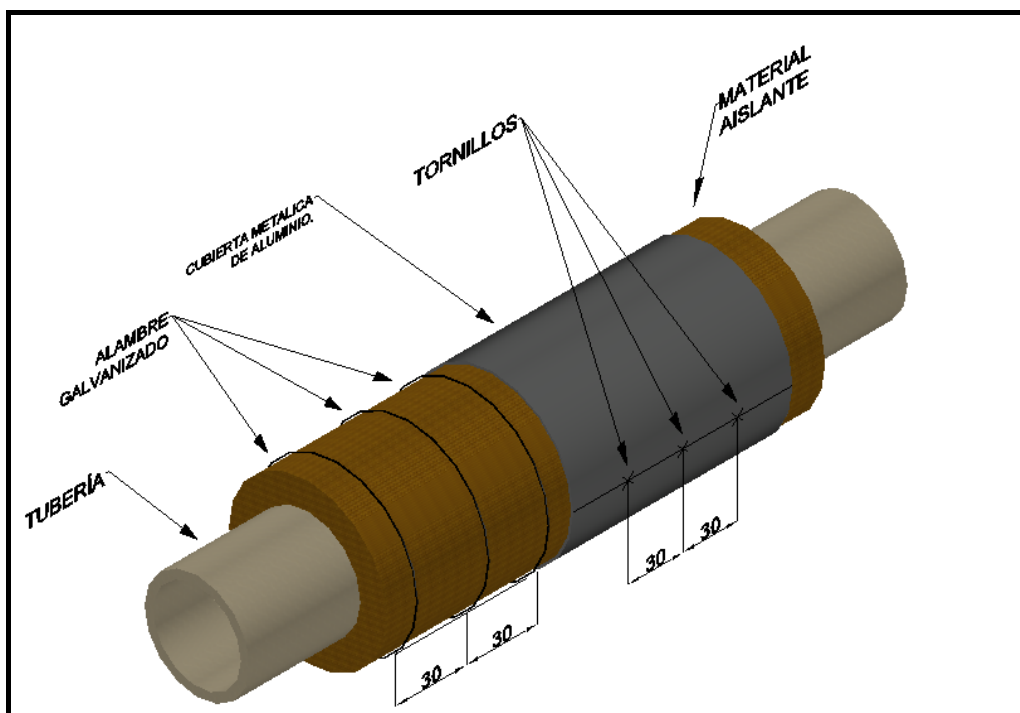
Figura 3.20 Pestaño en plancha de aluminio



Fuente: Elaboración propia

Para la instalación, deberán ser asegurados con los tornillos de fijación cada 4" y con las bandas de aluminio cada 300 mm (9") en forma alternada en la dirección longitudinal

Figura 3.21 Enchaquetado de línea recta



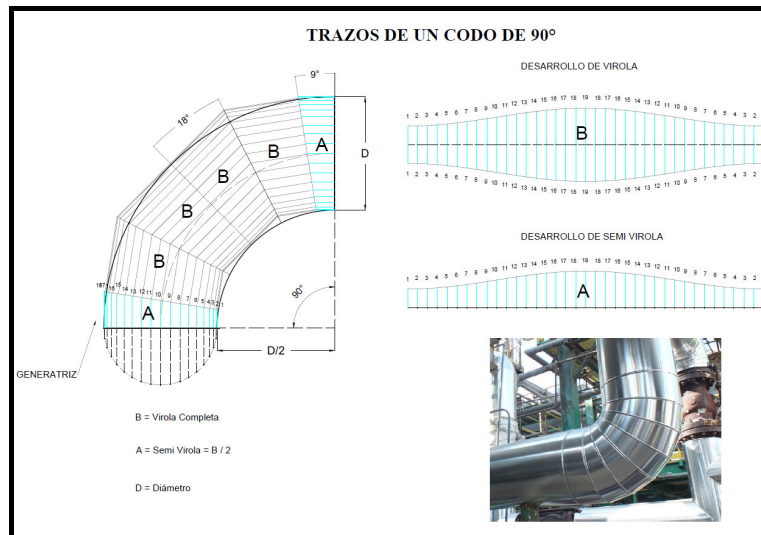
Fuente: Elaboración propia

Recubrimiento metálico en accesorios.

Los accesorios tienen una superficie irregular, por tanto, para fabricar su chaqueta metálica se tendrán que formar un molde de aluminio que recubra el contorno del accesorio, a continuación, mencionaremos algunas técnicas de calderería para encontrar los puntos y hacer los trazos para el desarrollo de lo que se necesite.

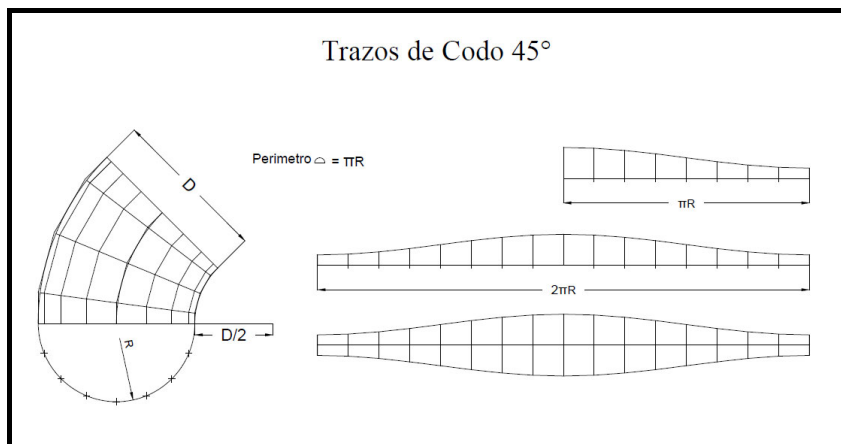
Codo 90° y 45°

Figura 3.22 Trazos para un codo de 90°



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.23 Trazos para un codo de 45° C



Fuente: Elaboración propia

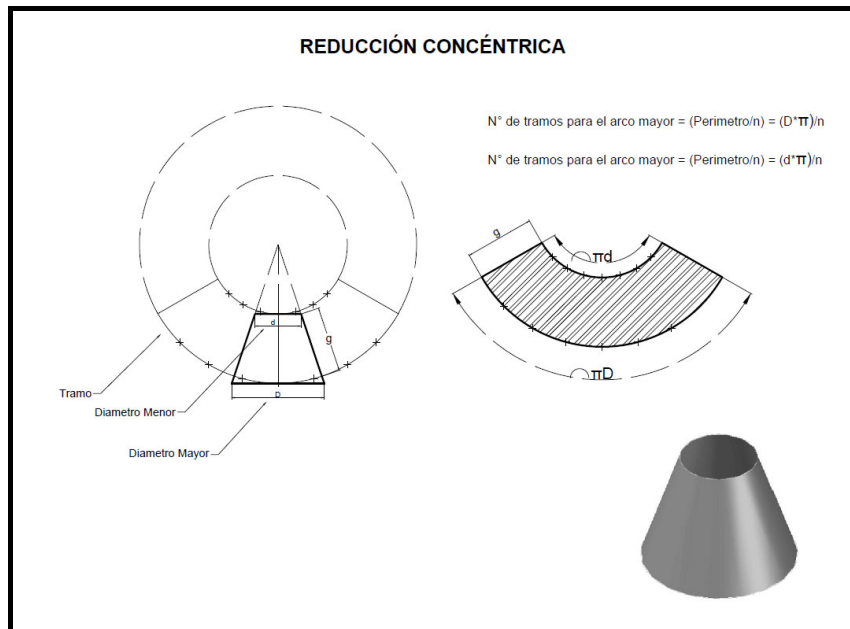
Figura 3.24 Recubrimiento metálico en intercambiadores de calor



Fuente: Elaboración propia

Reducción Concéntrica

Figura 3.24 Trazos y desarrollo de una reducción concéntrica



Fuente: Elaboración propia

- Registro de liberación

Una vez instalado el aislamiento térmico y la cubierta metálica, el cliente en conjunto con el contratista hacen una inspección visual para la liberación y conformidad de las actividades diarias.

Figura 3.25 Registro diario de liberación de aislamiento térmico

	SERVICIO DE AISLAMIENTO TÉRMICO, LINEAS Y VÁLVULAS EN PROCESO Y SERVICIOS INDUSTRIALES		CÓDIGO: SEL-034-PBI-REG-M-006
			VERSIÓN: 0
			FECHA: 25/01/2018
			PÁGINA: 1 DE 1
REGISTRO CHECK LIST DE LIBERACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO			SEL-034-PBI-REG-M-006
DESCRIPCIÓN:		N° REGISTRO:	
PLANO REF.:		INSPECCIONADO POR:	
UBICACIÓN:	FECHA INSPECCION:	CPBI () CLIENTE ()	
INSPECCION DE AISLAMIENTO TÉRMICO 1.- LIMPIEZA SUPERFICIAL <input type="checkbox"/> Superficie libre de polvo <input type="checkbox"/> Superficie libre de aceites y/o grasas <input type="checkbox"/> Superficie libre de humedad <input type="checkbox"/> Otros 2.- VERIFICACION DE AISLAMIENTO TÉRMICO <input type="checkbox"/> Espesor adecuado <input type="checkbox"/> Aislamiento compacto <input type="checkbox"/> Aislamiento libre de humedad <input type="checkbox"/> Otros 3.- COLOCACION DE AISLAMIENTO TÉRMICO <input type="checkbox"/> Juntas de aislamiento térmico colocadas de manera alterada <input type="checkbox"/> Instalación de aislamiento térmico a doble capa <input type="checkbox"/> Aislamiento térmico cubre en su totalidad perímetro del elemento. 4.- COLOCACION DE COBERTORES DE ALUMINIO <input type="checkbox"/> Uso de tornillo autoperforantes <input type="checkbox"/> Eliminación de filos vivos en cobertores <input type="checkbox"/> Otros EN PARENTESIS () COLOCAR: C: CONFORME NC: NO CONFORME NA: NO APLICA Observaciones: _____ _____ _____ _____ _____			
ING. ASISTENTE - CPBI	ING. RESIDENTE - CPBI	SUPERVISIÓN - PETROPERÚ	
Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Firma:	Firma:	Firma:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: Bhor Ingenieros S.A.C

- Informe final del servicio

Al finalizar el servicio, la empresa presentó un informe técnico conteniendo lo siguiente:

- Memoria descriptiva de los trabajos realizados
- Procedimientos de trabajos
- Dossier de calidad conteniendo todas las pruebas realizadas y las certificaciones de los materiales.
- Memoria fotográfica, describiendo el antes y después de la ejecución.
- Balance económico, monto contractual, adicionales, multas

- Recepción del servicio

La empresa contratista Bhor Ingenieros S.A.C entrega a Petroperú S.A, por escrito (copia y original) y en digital el informe final del servicio el cual es requisito indispensable para la liquidación del contrato, a satisfacción de Petroperú S.A.

- Acta de conformidad

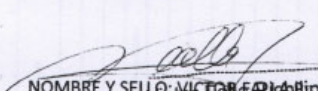

Luego de verificar y de encontrar conforme el servicio, Petroperú S.A emitirá un Acta de conformidad que será firmado por ambas partes.

Luego de haberse dado la conformidad a la prestación, culmina definitivamente el contrato.

Figura 3.26 Acta de conformidad del servicio

ACTA DE CONFORMIDAD DE SERVICIO
OTT N° 4100007154

N° PROCESO :	S/N
OBJETO (Obra / Servicio / Consultoría):	OBRA
DESCRIPCION :	" SERVICIO DE AISLAMIENTO TERMICO , LINEAS Y VALVULAS EN PROCESOS INDUSTRIALES "
PROVEEDOR:	BHOR INGENIEROS S.A.C
MONTO CONTRATADO :	S/1'802,790.47 (INCLUIDO IGV 18%)
MONTO FACTURADO :	S/1'802,266.563 (INCLUIDO IGV 18%)
VIGENCIA CONTRACTUAL :	12 MESES
FECHA DE INICIO :	10-01-2018
FECHA DE TERMINO :	09-01-2019
FECHA REAL DE INICIO :	12-02-2018
FECHA REAL DE TERMINO :	10-10-2019
REDUCCIONES :	NINGUNA
AMPLIACION DE PLAZO :	<p>EXTENSION DEL CONTRATO N° 1 CARTA DE PETRO PERU N° MNT-SRCO – 0057 -2019 PLAZO : CIENTO OCHENTA (180) DIAS CALENDARIO FECHA DE INICIO : 12-02-2019 FECHA DE TERMINO : 10-08-2019</p> <p>EXTENSION DEL CONTRATO N° 2 : MEMORANDO N° MNT –SRCO -0582-2019 PLAZO : SESENTA (60) DIAS CALENDARIO FECHA DE INICIO : 12-08-2019 FECAH DE TERMINO : 10-10-2019</p>
PENALIDADES :	NINGUNO
OBSERVACIONES:	NINGUNA, EL SERVICIO SE CONCLUYO A SATISFACCION DE PETROPERU.

<p>POR PETROPERU</p>  <p>NOMBRE Y SELLO: VICTOR PARRA PACHECO Jefe Mantenimiento PUESTO: JEFE DE UNIDAD FICHA 55107</p> <p>UNIDAD: MANTENIMIENTO</p>	<p>POR EL CONTRATISTA</p>  <p>ALBERTO ROJAS OCHOA INGENIERO MECANICO Reg. CIP N° 170473</p> <p>NOMBRE Y SELLO: ALBERTO ROJAS</p> <p>PUESTO: RESIDENTE DE OBRA</p> <p>EMPRESA: CONSORCIO PROMERICA BHOR INGENIEROS S.A.C</p>
---	--

Fuente: Bhor Ingenieros S.A.C

3.1.3 Control de etapas

Las etapas del proyecto están representadas por hitos que serán controlados a través de reportes semanales que contemplan indicadores de progreso para cada una de las etapas.

Control de la etapa I: se realizó una planificación económica teniendo establecido las facilidades que se necesitan para el cumplimiento de estas actividades preliminares, el progreso de estos se notificaba en los reportes semanales de obra.

Control de la etapa II: para la etapa de ejecución de cambio de aislamiento térmico se hizo se planificó el plazo de obra mediante el cual se hacía un seguimiento continuo de las actividades diarias y se emitían reportes diarios que sustentaban el cumplimiento de los trabajos programados.

Control de la etapa III: los documentos de conformidad del proyecto fueron presentados de acuerdo a los tiempos solicitados por el cliente, para esto se llevó un control documentario y una programación para la elaboración de estos documentos.

3.2 Evaluación técnica – económica.

De acuerdo al acta de conformidad del proyecto (ver figura 3.25), el Monto contratado fue de S/ 1' 802, 790.47 y el Monto facturado S/ 1' 802, 266.563 el cual se muestra a continuación en la Tabla 3.3

Tabla 3.3 Evaluación económica

DESCRIPCIÓN	MONTOS (S/.)
COSTO DIRECTO	1,272,787.12
GASTOS GENERALES 10%	127,278.71
UTILIDADES 10%	127,278.71
TOTAL SIN IGV S/	1,527,344.55
IGV (18%)	274,922.02
TOTAL GENERAL	1,802,266.56

Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis de resultados

- a) Como resultado proyecto se logró hacer el recubrimiento térmico en todos los intercambiadores de calor de la planta de procesos.
- b) Se recubrió con aislamiento las líneas identificadas como críticas por su falta de recubrimiento térmico y que necesitaban una solución urgente por su alta importancia en el sistema de procesos.

Tabla 3.4 Líneas con aislamiento térmico reemplazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	LÍNEAS AISLADAS EN EL PROYECTO		
1.1	LÍNEA DE ½" DE DIÁMETRO X 1" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	70.6
1.2	LÍNEA DE ¾" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	695.8
1.3	LÍNEA DE 1" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	50.2
1.4	LÍNEA DE 1 ½" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	143.2
1.5	LÍNEA DE 2" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	292.8
1.6	LÍNEA DE 3" DE DIÁMETRO X 2" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	465.0
1.7	LÍNEA DE 4" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	862.8
1.8	LÍNEA DE 6" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	879.2
1.9	LÍNEA DE 8" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	1.5
1.1	LÍNEA DE 10" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	59.0
1.11	LÍNEA DE 18" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	M	36.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 Válvulas aislamiento térmico reemplazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
2	VÁLVULAS AISLADAS EN EL PROYECTO		
2.1	VÁLVULA DE ¾" DE DIÁMETRO X 1" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	29
2.2	VÁLVULA DE 1" DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	4
2.3	VÁLVULA DE 1 ½" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	6
2.4	VÁLVULA DE 2" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	62
2.5	VÁLVULA DE 3" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	36
2.6	VÁLVULA DE 4" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	128
2.7	VÁLVULA DE 6" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	176
2.8	VÁLVULA DE 10" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.6 Codos con aislamiento térmico reemplazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
3	CODOS AISLADOS EN EL PROYECTO		
3.1	CODO DE ½" a ¾" DE DIÁMETRO X 1" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	164
3.2	CODO DE 1" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	9
3.3	CODO DE 1 ½" DE DIÁMETRO X 2" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	43
3.4	CODO DE 2" DE DIÁMETRO X 2" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	110
3.5	CODO DE 3" DE DIÁMETRO X 2" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	101
3.6	CODO DE 4" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	337
3.7	CODO DE 6" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	293
3.8	CODO DE 10" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.7 Bridas con aislamiento térmico reemplazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
4	BRIDAS AISLADAS EN EL PROYECTO		
4.1	BRIDA DE 1 ½" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	4
4.2	BRIDA DE 2" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	6
4.3	BRIDA DE 3" DE DIÁMETRO X 2" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	15
4.4	BRIDA DE 4" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	81
4.5	BRIDA DE 6" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	47
4.6	BRIDA DE 8" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	1
4.7	BRIDA DE 10" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	11
4.8	BRIDA DE 14" DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8 Tees con aislamiento térmico reemplazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.
5	TEES AISLADOS EN EL PROYECTO		
5.1	TEE DE ½" a ¾" DE DIÁMETRO X 1" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	17
5.2	TEE DE 1" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	9
5.3	TEE DE 1 ½" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	2
5.4	TEE DE 2" DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	59
5.5	TEE DE 3" DE DIÁMETRO X 2" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	20
5.6	TEE DE 4" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	90
5.7	TEE DE 6" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	133

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9 Reducciones con aislamiento térmico reemplazado

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT
6	REDUCCIONES AISLADAS EN EL PROYECTO		
6.1	REDUCCIÓN DE 3" A 2" DE DIÁMETRO X 1 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	2
6.2	REDUCCIÓN DE 4" A 3" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	8
6.3	REDUCCIÓN DE 6" A 3" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	21
6.4	REDUCCIÓN DE 8" A 6" DE DIÁMETRO X 2 ½" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO.	UN	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.10 Columna de destilación con aislamiento térmico nuevo

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT
7			
7.1	EN COLUMNAS DE DESTILACION DE HIDROCARBUROS DE 3" DE ESPESOR DE AISLAMIENTO EN EL CASCO	M	109.7

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- Instalación

La lana mineral se amolda a las superficies regulares e irregulares en cambio el silicato de calcio por ser un aislante de material rígido no permite una correcta protección térmica a líneas con venas de calentamiento.

- Tiempo de montaje

El silicato de calcio viene en presentaciones de medias cañas rígidas previamente definidas por lo cual se invierte tiempo adicional para adecuarlas a superficies irregulares a proteger, en cambio la lana mineral se adecua a cualquier superficie irregular (codos, válvulas, tees, etc.)

- Acceso al producto

La lana mineral es más comercial a comparación del silicato de calcio el cual es un producto escaso en el mercado por su elevado costo.

4.2 Conclusiones

- Se identificaron que un 70% de las líneas de procesos y equipos contaban con un aislamiento de silicato de calcio en mal estado por donde se producían pérdidas energéticas por flujo de calor.
- Se seleccionó la lana mineral debido que ofrece mayores ventajas técnicas y económicas en instalación, tiempo de montaje, acceso al mercado y costos.
- Se logró retirar el silicato de calcio en mal estado y se instaló la lana mineral con recubrimiento metálico en las líneas y equipos de la planta de procesos de la Refinería Conchán en 18 meses cumpliéndose el cronograma de actividades con conformidad del servicio.

V. RECOMENDACIONES

- Seleccionar al personal técnico adecuado con la experiencia en trabajos de aislamiento en plantas industriales y capacitaciones periódicamente al personal operativo.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones para evitar pérdidas por flujo de calor.
- Evaluar la instalación de un sistema de protección catódica para disminuir la corrosión en las tuberías de acero sch40.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Cengel, Y. (2007). Transferencia de calor y masa. Mexico, D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- DS-N°043. (2007). Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y modificación de diversas disposiciones.
- Gerdipac. (2017). Ficha técnica de lana mineral de roca.
- ISOVER. (s.f.). Aislamiento de tuberías soluciones de aislamiento con lana mineral.
- J.P.HOLMAN. (1999). Transferencia de calor. Madrid: Concepción Fernandez Madrid.
- KREITH, F. (2007). Principios de Transferencia de calor.
- PETROPERÚ. (2017). Condiciones Técnicas del Servicio de Aislamiento Térmico. Lima.
- UNE-EN-14303, N. (2017). Productos aislantes térmicos para equipos en edificaciones industriales. Productos manufacturados a lana mineral (MW). Especificación.
- UOP. (1985). Reglamento Universal Oil Products. Standard Specification 9-11-1.

ANEXOS

- Anexo 1: Acta de la buena pro
- Anexo 2: Orden de Trabajo de Terceros (OTT)
- Anexo 3: Ficha Técnica de la Lana Mineral
- Anexo 4: Certificado de calidad de la Lana Mineral
- Anexo 5: Certificado de calidad del Aluminio
- Anexo 6: Planos de Líneas y Equipos Aislados
- Anexo 7: Registro Fotográfico antes y después del nuevo recubrimiento Térmico.

Anexo 1
Acta de la buena pro

SEL-0034-2017-OPC/Petroperú S.A

“Servicio de Aislamiento Térmico, Líneas y Válvulas en Procesos y Servicios Industriales”

ACTA DE BUENA PRO

1. Antecedentes

- El día 22.11.2017 se realiza la convocatoria del Proceso de Contratación N° SEL-0037-2017-OPC/Petroperú S.A, informándola en la página WEB de PETROPERÚ S.A., invitándose a las siguientes empresas: IMC INGENIEROS SAC, JYG MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, SERGYM EIRL, MINFASA SAC, CONSTRUCTORA UNIMET SAC, AISTEC SRL, JYR INGENIEROS SAC, BORMEN SAC, CONSTRUCCION ESTRUCTURAS Y MANTENIMIENTO S.A.C, AGL INGENIEROS SAC, G&C INGENIERIA EIRL, CIME INGENIEROS SRL y MINSERG SAC.
- La fecha de presentación de propuestas se programó para el día 29.11.2017 hasta las 15:00 hrs, presentándose las propuestas de las empresas: CIME INGENIEROS, CONSTRUCTORA UNIMET Y CONSORCIO PROMEICA-BHOR INGENIEROS SAC
- Se revisa la presentación de los documentos de los postores (Requerido según el numeral 10.7 literal a) de las Bases), según se detalla:

Documentos de Presentación Obligatoria	CIME	UNIMET	PROMEICA-BHOR
a) Declaración Jurada de Datos conforme Anexo N°3	✓	✓	✓
b) Documentación que acredita el cumplimiento de los RTM	✓	✓	✓
CONDICIÓN	ADMITIDA	ADMITIDA	ADMITIDA

- Mediante Memorando N° CCC-SCCO-0332-2017 remitida el 30.11.17 al Originador (Unidad Mantenimiento) las propuestas técnicas para la verificación del cumplimiento de los Requisitos Técnicos Mínimos.

2. Evaluación Técnica

- Mediante Memorando N° MTC-SRCC-0452-2017 recibida el 01.12.17 del Originador (Unidad Mantenimiento) remite la evaluación de la propuesta técnica, según lo indicado en el siguiente cuadro:

POSTORES	PUNTAJE POR EVALUACIÓN TÉCNICA			
	REFERIDOS AL POSTOR	REFERIDOS AL PERSONAL PROPUESTO	TOTAL	CONDICIÓN
	MONTO FACTURADO	EXPERIENCIA EN MESES		
CIME INGENIEROS SRL	S/. 17'832,636.91	64.40		CALIFICA
	60	40	100	
	Monto facturado >= S/. 3'000,000.00 → 60 puntos	Experiencia >= 60 meses → 40 puntos		
CONSTRUCTORA UNIMET SAC	S/. 3'385,585.53	346.20		CALIFICA
	60	40	100	
	Monto facturado >= S/. 3'000,000.00 → 60 puntos	Experiencia >= 60 meses → 40 puntos		
CONSORCIO PROMEICA – BHOR INGENIEROS SAC	S/. 3'229,526.45	64.86		CALIFICA
	60	40	100	
	Monto facturado >= S/. 3'000,000.00 → 60 puntos	Experiencia >= 60 meses → 40 puntos		

- Debido a lo indicado en el Anexo N°14, para poder acceder a la evaluación de las propuestas económicas, las propuestas técnicas presentadas deberán alcanzar el puntaje mínimo de ochenta (80) puntos, por lo que se procede con la evaluación económica de todas las propuestas.



SEL-0034-2017-OPC/Petroperú S.A

"Servicio de Aislamiento Térmico, Líneas y Válvulas en Procesos y Servicios Industriales"

3. Evaluación Económica

- En fecha 01.12.17, se realizó la apertura de la Propuesta Económica (Sobre N°2) de los postores que cumplen técnicamente, siendo su monto ofertado (incluyendo IGV) como se muestran en el siguiente cuadro:

POSTORES	MONTO OFERTADO DEL POSTOR S/	ORDEN DE PRELACIÓN
CIME INGENIEROS SRL	S/. 2'682,950.57	2do
CONSTRUCTORA UNIMET SAC	S/. 2'848,082.39	3ro
CONSORCIO PROMEICA – BHOR INGENIEROS SAC	S/. 1'802,790.47	1ro

- Debido que la mejor oferta presentada por el postor CONSORCIO PROMEICA – BHOR INGENIEROS SAC, supera el monto estimado referencial en menos del 20%, la Buena Pro deberá contar con disponibilidad presupuestal suficiente y con aprobación según Cuadro de Niveles de Aprobación de Adquisiciones y Contrataciones vigente, de acuerdo a la indicado en el numeral 11.4 del Reglamento de Adquisiciones y Contrataciones de Petroperú S.A.
- Así mismo, el numeral 13 de las Notas Complementarias Cuadro de Niveles de Aprobación de Adquisiciones y Contrataciones vigente establece que en los procesos con monto estimado referencial reservado, en caso la mejor oferta supere el monto estimado referencial, para otorgar la Buena Pro, se deberá contar con la asignación suficiente de recursos y con la aprobación según el Cuadro de Niveles de Aprobación Vigente.
- Con Memorando CCC-SCCO-0344-2017 del 05.12.2017, se solicita a la Unidad Mantenimiento la aprobación de la disponibilidad presupuestal.
- Con Memorando N° MTC-SRCCO-0457-2017 del 14.12.2017 la Unidad Mantenimiento informa que cuenta con la aprobación del incremento de la disponibilidad presupuestal.

4. Monto Estimado Referencial

- El monto estimado referencial (MER) fue de carácter reservado y se hace público en la presente acta, de conformidad con el numeral 11.4 del Reglamento de Adquisiciones y Contrataciones de Petroperú S.A. En tal sentido, el MER referido al proceso fue:

S/. 1'598,055.12 (Un Millón Quinientos Noventa y Ocho mil Cincuenta y cinco con 12/100 soles) Inc. Impuestos.

5. Acuerdos

- Por lo antes expuesto, se otorga la Buena Pro del proceso de contratación a la empresa que obtuvo el primer lugar en el Orden de prelación, la empresa **CONSORCIO PROMEICA – BHOR INGENIEROS SAC**, por el monto de **S/. 1'802,790.47 (Un Millón Ochocientos Dos mil Setecientos Noventa con 47/100 soles) inc. Impuestos.**
- Informar el resultado a los involucrados y registrar la buena pro en la página WEB de PETROPERÚ S.A.

19 de diciembre del 2017



Patricia Estrada Rosas
Supervisor Compras Conchán



Alejandro Assereto Chávez
Coordinado Compras Conchán

Anexo 2
Orden de Trabajo de Terceros (OTT)



PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S.A.
 AV. ENRIQUE CANAVAL MOREYRA NRO. 150 SAN ISIDRO LIMA
 R.U.C. NRO. 20100128218
 Teléfonos: 6145000 - Fax: 2117813

ORDEN DE TRABAJO A TERCEROS
Nº 4100007154

Página: 1 de 3

Departamento / Unidad UNIDAD MANTENIMIENTO		Lugar de Operación Lima	Sol. Ped 1000057523
Dirección de Operación: Antigua Panam. Sur Km.26.5 Lurin Lima		Fecha emisión 08.01.2018	
Contratista PROMEICA SAC - BHOR INGENIEROS SAC		RUC N°	<input checked="" type="checkbox"/> ESTIMADO PRECIOS UNITARIOS <input type="checkbox"/> COTIZACIÓN DE SUMA ALZADA
Dirección		N° Registro	
Condición de pago Pago dentro de 10 días d		Número Interno SEL - 30 - 1 - 0038 - 2017 -RC-REF6-MA	Teléfono / Fax
		Número Externo SEL - 0034 - 2017 - OPC/PETROPERU	

SIRVASE EFECTUAR EL SIGUIENTE TRABAJO

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
	<p>Por el servicio de: SERVICIO DE AISLAMIENTO TERMICO, LINEAS Y VALVULAS EN PROCESOS Y SERVICIOS INDUSTRIALES</p> <p>FORMA PARTE DEL PRESENTE CONTRATO LOS TERMINOS Y CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LAS BASES DEL PROCESO, SU INCUMPLIMIENTO SERA CAUSAL DE APLICACIÓN DE PENALIDADES O RESOLUCION DE CONTRATO, SEGÚN CORRESPONDA.</p> <p>UNA VEZ RECIBIDOS LOS DOCUMENTOS, SE NOTIFICARÁ LA ORDEN DE TRABAJO A TERCEROS AL CORREO ELECTRÓNICO CONSIGNADO EN SU OFERTA TÉCNICA (DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO); EN ESE SENTIDO, LA ORDEN DE TRABAJO A TERCEROS SE ENTENDERÁ FORMALIZADA Y SUSCRITA CON EL ENVÍO DE LA MISMA AL CORREO ELECTRÓNICO DEL PROVEEDOR ADJUDICADO CON EL SERVICIO.</p> <p>NOTIFICADA LA ORDEN DE TRABAJO A TERCEROS, EL CONTRATISTA DEBERÁ ALCANZAR UNA COPIA FIRMADA POR SU REPRESENTANTE LEGAL A PETROPERU. ASIMISMO, EL CONTRATISTA DEBERÁ RECABAR EL ORIGINAL DE DICHO DOCUMENTO, A EFECTOS DE GESTIONAR EL PAGO RESPECTIVO DURANTE LA ETAPA DE EJECUCIÓN CONTRACTUAL.</p> <p>NOTA: TRATANDOSE DE COMPROBANTES DE PAGO ELECTRONICO, ESTOS DEBERAN SER AUTORIZADOS POR LA SUNAT Y REMITIDOS POR EL CONTRATISTA AL SIGUIENTE CORREO: efacturas@petroperu.com.pe LA IMPRESIÓN FÍSICA DEL COMPROBANTE DE PAGO ELECTRONICO SERA PRESENTADA POR EL CONTRATISTA EN LA OFICINA DE TRAMITE DOCUMENTARIO, CONJUNTAMENTE CON LA DOCUMENTACION CORRESPONDIENTE PARA SU PAGO.</p>	<p>S/ 1,802,790.47 (Incluido I.G.V.)</p>

OBSERVACIONES

PLAZO DE EJECUCION: TRESCIENTOS SESENTA Y CINCO (365) DIAS CALENDARIO.

USUARIO / SOLICITANTE -		COORDINADO / RECOMENDADO		APROBADO POR	
NOMBRE EHINOSTROZA	ANEXO	FIRMA 		FIRMA 	
DPTO / UNIDAD RC-REF6-MA	FECHA DIT MEMO	SELLO 		SELLO 	
INSTRUCCIONES AL CONTRATISTA		FECHA INICIO DEL TRABAJO	TRABAJO ACEPTADO POR	TRABAJO ACEPTADO POR	
1. FACTURAR EN ORIGINAL Y DOS COPIAS DETALLAR LOS TRABAJOS EFECTUADOS E IMPORTE		10.01.2018	NOMBRE	ALEJANDRO ASSERETO CHAVEZ	
2. EN LAS FACTURAS CONSIGNAR EL N° DE ESTA OTT Y ADJUNTAR ORIGINAL		FECHA TERMINO DEL TRABAJO	FIRMA	Sub Gerencia Compras y Contrataciones Fecha: 55576	
3. TODA LA DOCUMENTACIÓN DEBE INGRESAR POR TRÁMITE DOCUMENTARIO (DONDE EXISTEN)		09.01.2019		FIRMA Y SELLO	FECHA / /



PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S.A.
 AV. ENRIQUE CANAVAL MOREYRA NRO. 150 SAN ISIDRO LIMA
 R.U.C. NRO. 20100128218
 Teléfonos: 6145000 - Fax: 2117813

ORDEN DE TRABAJO A TERCEROS
N° 4100007154

Página: 2 de 3

Departamento / Unidad UNIDAD MANTENIMIENTO		Lugar de Operación Lima	Sol. Ped. 1000057523
Dirección de Operación: Antigua Panam. Sur Km.26.5 Lurin Lima			Fecha emisión 08.01.2018
Contratista PROMEICA SAC - BHOR INGENIEROS SAC		RUC N°	<input checked="" type="checkbox"/> ESTIMADO PRECIOS UNITARIOS <input type="checkbox"/> COTIZACIÓN DE SUMA ALZADA
Dirección			N° Registro
Condición de pago Pago dentro de 10 días d		Número Interno SEL - 30 - 1 - 0038 - 2017 -RC-REF6-MA	Teléfono / Fax
			Número Externo SEL - 0034 - 2017 - OPC/PETROPERU

SIRVASE EFECTUAR EL SIGUIENTE TRABAJO

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
	<p>LAS PARTES ACUERDAN QUE TODA CONTROVERSIA, INCLUIDAS LAS REFERIDAS A LA CELEBRACION, EXISTENCIA, VALIDEZ, EFICACIA, INTERPRETACION, EJECUCION O RESOLUCION DEL PRESENTE CONTRATO, SE TRATARA DE RESOLVER MEDIANTE TRATO DIRECTO, EN BASE A LAS REGLAS DE LA BUENA FE Y A LA COMUN INTENCION DE LAS PARTES. PARA ESTOS EFECTOS CUALQUIERA DE LAS PARTES PODRA NOTIFICAR POR ESCRITO A LA OTRA, PARA QUE EN UN PLAZO DE QUINCE (15) DIAS CALENDARIO, CONTADOS A PARTIR DE LA RECEPCION DE DICHA NOTIFICACION, SE EFECTÚE EL TRATO DIRECTO ENTRE LOS REPRESENTANTES DE AMBAS PARTES, CON EL OBJETO DE RESOLVER LA CONTROVERSIA. DICHO PLAZO PUEDE SER AMPLIADO POR ACUERDO DE LAS PARTES.</p> <p>UNA VEZ VENCIDO DICHO PLAZO Y NO HABIENDO UN ACUERDO DE LAS PARTES, RESPECTO DE LA CONTROVERSIA, CUALQUIERA DE ELLAS PODRÁ INICIAR EL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACION ANTE UN CENTRO DE CONCILIACION ACREDITADO ANTE EL MINISTERIO DE JUSTICIA Y/O INICIAR UN ARBITRAJE DE DERECHO.</p> <p>EN CASO DE ARBITRAJE, LAS PARTES SE SOMETEN A LA ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DEL CENTRO DE ARBITRAJE DE LA CAMARA DE COMERCIO DE LIMA, Y DE ACUERDO CON SU REGLAMENTO Y ESTATUTO QUE LAS PARTES DECLARAN CONOCER Y ACEPTAR INCONDICIONALMENTE.</p> <p>EL ARBITRAJE SERA EN IDIOMA CASTELLANO Y POR UN ARBITRO UNICO DESIGNADO POR EL CENTRO DE ARBITRAJE DE LA CAMARA DE COMERCIO DE LIMA. LA SEDE DEL ARBITRAJE SERA EN LA CIUDAD DE LIMA .</p> <p>EL LAUDO ARBITRAL EMITIDO ES VINCULANTE PARA LAS PARTES Y PONDRÁ FIN AL PROCEDIMIENTO DE MANERA DEFINITIVA, SIENDO EL LAUDO INAPELABLE ANTE EL PODER JUDICIAL O ANTE CUALQUIER INSTANCIA ADMINISTRATIVA, SALVO LOS CASOS TAXATIVOS PREVISTOS PARA EL RECURSO DE ANULACION DE LAUDO CONTEMPLADO EN LA LEY DE ARBITRAJE.</p>	

OBSERVACIONES

PLAZO DE EJECUCION: TRESIENTOS SESENTA Y CINCO (365) DIAS CALENDARIO.

USUARIO / SOLICITANTE -		COORDINADO / RECOMENDADO		APROBADO POR	
NOMBRE EHINOSTROZA		FIRMA		FIRMA	
ANEXO		SELLO		SELLO	
DPTO / UNIDAD RC-REF6-MA		FECHA DIT MEMO		FIRMA Y SELLO	
INSTRUCCIONES AL CONTRATISTA		FECHA INICIO DEL TRABAJO		TRABAJO ACEPTADO POR	
1. FACTURAR EN ORIGINAL Y DOS COPIAS DETALLAR LOS TRABAJOS EFECTUADOS E IMPORTE		10.01.2018		NOMBRE	
2. EN LAS FACTURAS CONSIGNAR EL N° DE ESTA OTT Y ADJUNTAR ORIGINAL.		FECHA TERMINO DEL TRABAJO		FIRMA Y SELLO	
3. TODA LA DOCUMENTACIÓN DEBE INGRESAR POR TRÁMITE DOCUMENTARIO (DONDE EXISTEN)		09.01.2019		FECHA / /	

S. 180275042

[Firma]

LEONARDO ASSERETO CHAVEZ
 Sub Gerencia Compras y Contrataciones
 Ficha: 55576



PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S.A.
 AV. ENRIQUE CANAVAL MOREYRA NRO. 150 SAN ISIDRO LIMA
 R.U.C. NRO. 20100128218
 Teléfonos: 6145000 - Fax: 2117813

ORDEN DE TRABAJO A TERCEROS
N° 4100007154

Página: 3 de 3

Sol. Ped. 1000057523

Departamento / Unidad UNIDAD MANTENIMIENTO	Lugar de Operación Lima	Fecha emisión 08.01.2018
Dirección de Operación: Antigua Panam. Sur Km.26.5 Lurin Lima		<input checked="" type="checkbox"/> ESTIMADO PRECIOS UNITARIOS <input type="checkbox"/> COTIZACIÓN DE SUMA ALZADA
Contratista PROMEICA SAC - BHOR INGENIEROS SAC	RUC N°	N° Registro
Dirección		Teléfono / Fax
Condición de pago Pago dentro de 10 días d	Número Interno SEL - 30 - 1 - 0038 - 2017 -RC-REF6-MA	Número Externo SEL - 0034 - 2017 - OPC/PETROPERU

SIRVASE EFECTUAR EL SIGUIENTE TRABAJO

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
------	-------------	-------

ES OBLIGACION EL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS Y LA CONDUCTA QUE SE DEBE MANTENER CON TODOS LOS GRUPOS DE INTERES RESPECTO A:
 LA POLITICA CORPORATIVA ANTIFRAUDE Y ANTICORRUPCION DE PETROPERU S.A.,
 LOS LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE INTEGRIDAD SE ENCUENTRAN PUBLICADAS EN EL PORTAL DE PETROPERU S.A., EN EL ENLACE:
[HTTPS://WWW.PETROPERU.COM.PE/MAIN.ASP?SECCION=544](https://www.petroperu.com.pe/main.asp?seccion=544)

SERVICIO AISLAMIENTO TERMICO 2017

OBSERVACIONES

PLAZO DE EJECUCION: TRESCIENTOS SESENTA Y CINCO (365) DIAS CALENDARIO.

S/ 1'802790.47

USUARIO / SOLICITANTE -		COORDINADO / RECOMENDADO		APROBADO POR	
		FIRMA		FIRMA	
NOMBRE EHINOSTROZA	ANEXO	 		 	
DPTO / UNIDAD RC-REF6-MA	FECHA DIT MEMO				
INSTRUCCIONES AL CONTRATISTA		FECHA INICIO DEL TRABAJO	TRABAJO ACEPTADO POR	TRABAJO ACEPTADO POR	
1. FACTURAR EN ORIGINAL Y DOS COPIAS DETALLAR LOS TRABAJOS EFECTUADOS E IMPORTE		10.01.2018	NOMBRE	FIRMA Y SELLO	
2. EN LAS FACTURAS CONSIGNAR EL N° DE ESTA OTT Y ADJUNTAR ORIGINAL.		FECHA TERMINO DEL TRABAJO	FIRMA	FECHA / /	
3. TODA LA DOCUMENTACIÓN DEBE INGRESAR POR TRÁMITE DOCUMENTARIO (DONDE EXISTEN)		09.01.2019			

Anexo 3
Ficha técnica de la Lana Mineral

PAROC Pro Wired Mat 100



Certification Number	0809- CPR-1016 / VTT Expert Services Ltd, P.O. Box 1001, FI02044 VTT, Finland
Designation Code	MW-EN 14303-T2-ST(+)-660-
Short Description	WS1CL10 Stone wool wired mat. Available also with stainless steel net code
Application	W2 will be added after the product name. Fire and thermal insulation of cylindrical, conic and level surfaces.
Nominal Density	100 kg/m ³

PAROC stone wool products are capable of withstanding high temperatures. The binder starts to evaporate when its temperature exceeds approximately 200°C. The insulating properties remain unchanged, but the compressive stress weakens. The softening temperature of stone wool products is over 1000°C.

Dimensions

Dimensions	
Width x Length	Thickness
Width 500/600/900/1000 mm, length 2000 - 8000 depending on thickness.	30 - 120 mm
In accordance with EN 822	In accordance with EN 823

Dimensional Stability		
Property	Value	According to
Maximum Service Temperature - Dimensional Stability	660 °C	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 14706)

Packaging

Package Type Plastic Packs on Pallet

Fire Properties

Reaction to Fire		
Property	Value	According to
Reaction to Fire, Euroclass	A1	EN 14303:2009 (EN 13501-1)

Thermal Properties

Thermal Resistance		
Property	Value	According to
Thermal Conductivity (declared) in 10 °C, λ_{10}	0,039 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 50 °C, λ_{50}	0,042 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 100 °C, λ_{100}	0,047 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 200 °C, λ_{200}	0,063 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 300 °C, λ_{300}	0,083 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 400 °C, λ_{400}	0,110 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 500 °C, λ_{500}	0,142 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity (declared) in 600 °C, λ_{600}	0,180 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Dimensions and Tolerances	T2	EN 14303:2009+A1:2013

Moisture Properties

Water Permeability		
Property	Value	According to
Water Absorption, Short Term WS, W_p	≤ 1 kg/m ²	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 1609)

Rate of Release of Corrosive Substances

Trace Quantities of Water Soluble Ions and the pH Value		
Property	Value	According to
Chloride Ions, Cl ⁻	< 10 ppm	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 13468)

Chloride content not declared for products produced in Hälleleis.

Durability

Updated: 01.03.2018 Printed:
15.10.2018
Durability of Reaction to Fire
Against
Ageing/Degradation



The fire performance of mineral wool does not deteriorate with time. The Euroclass classification of product is related to the organic content, which cannot increase with time.

Durability of Reaction to Fire Against High Temperature
The fire performance of mineral wool does not deteriorate with high temperature. The Euroclass classification of the product is related to the organic content, which remains constant or decreases with high temperature.

Durability of Thermal Resistance Against Ageing/Degradation
Thermal conductivity of mineral wool products does not change with time, experience has shown the fibre structure to be stable and the porosity contains no other gases than atmospheric air.

Durability of Thermal Resistance Against High Temperature
Thermal conductivity of mineral wool products does not change with time, experience has shown the fibre structure to be stable and the porosity contains no other gases than atmospheric air.

Facings

Facing Material
Steel wire net. Stainless steel wire net.

Head Office: PAROC GROUP, P.O. Box 240 (Energiakuja 3), FI-00181 Helsinki Finland, Tel. +358 46 876 8000, www.paroc.com

The information in this brochure describes the conditions and technical properties of the disclosed products, valid at the time of publication of this document and until replaced by the next printed or digital version. The latest version of this brochure is always available on the Paroc website. Our information material presents applications for which the functions and technical properties of our products have been approved. However, the information does not mean a commercial guarantee. We do not assume liability of the use of third party components used in the application or the installation of our products. We cannot warrant the suitability of our products if used in an area or conditions which are not provided in our information material. As a result of constant further development of our products we reserve the right to make alterations to our information material at any time. PAROC is a registered trademark of Paroc Group. This data sheet is valid in following countries: international use (general information).

Anexo 4
Certificado de Calidad de la Lana Mineral

DECLARATION OF PERFORMANCE

No. 40126

Unique identification code of the product-type	PAROC Pro Wired Mat 100
Intended use/es	Thermal insulation for building equipment and industry
Manufacturer	Paroc Group, Energiakuja 3, FI-00180 Helsinki
System/s of AVCP	AVCP 1 for Reaction to fire, AVCP 3 for other properties
Harmonised standard	EN 14303:2009+A1:2013
Notified body/ies	No. 0809 - VTT Expert Services Ltd

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performance/s. This declaration of performance is issued, in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Signed for and on behalf of the manufacturer by:
Helsinki 1.3.2015



Paroc Oy Ab, Technical Insulation
Tommi Siitonen, Segment Manager

Declared Performance/s

PROPERTY	VALUE	ACCORDING TO
DIMENSIONAL STABILITY		
Maximum Service Temperature - Dimensional Stability	660 °C	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 14706)

DURABILITY OF FIRE AND THERMAL PROPERTIES	
Durability of Reaction to Fire Against Ageing/Degradation	The fire performance of mineral wool does not deteriorate with time. The Euroclass classification of product is related to the organic content, which cannot increase with time.
Durability of Reaction to Fire Against High Temperature	The fire performance of mineral wool does not deteriorate with high temperature. The Euroclass classification of the product is related to the organic content, which remains constant or decreases with high temperature.
Durability of Thermal Resistance Against Ageing/Degradation	Thermal conductivity of mineral wool products does not change with time, experience has shown the fibre structure to be stable and the porosity contains no other gases than atmospheric air.
Durability of Thermal Resistance Against High Temperature	Thermal conductivity of mineral wool products does not change with time, experience has shown the fibre structure to be stable and the porosity contains no other gases than atmospheric air.

Declared Performance/s

PROPERTY	VALUE	ACCORDING TO
REACTION TO FIRE		
Reaction to Fire, Euroclass	A1	EN 14303:2009 (EN 13501-1)
THERMAL RESISTANCE		
Thermal Conductivity in 10 °C, λ_{10}	0,039 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 50 °C, λ_{50}	0,042 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 100 °C, λ_{100}	0,047 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 200 °C, λ_{200}	0,063 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 300 °C, λ_{300}	0,083 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 400 °C, λ_{400}	0,110 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 500 °C, λ_{500}	0,142 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Thermal Conductivity in 600 °C, λ_{600}	0,180 W/mK	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 12667)
Dimensions and Tolerances	T2	EN 14303:2009+A1:2013
WATER PERMEABILITY		
Water Absorption, Short Term WS, W_p	$\leq 1 \text{ kg/m}^2$	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 1609)
TRACE QUANTITIES OF WATER SOLUBLE IONS AND THE PH VALUE		
Chloride Ions, Cl ⁻	< 10 ppm	EN 14303:2009+A1:2013 (EN 13468)

Anexo 5
Certificado de Calidad del aluminio



GOSTAR CORPORATION LIMITED

QUALITY TEST CERTIFICATE

ACCORDING ASTM B209M

CERTIFICATE NO.: 18CN-GL01

INVOICE NO.: 2018-1-GIE

CUSTOMER: GERDIPAC INDUSTRIAL EIRL.

GOODS: ALUMINIUM COIL

ROLL NO.: 181-066-01,181-066-02,181-066-03,181-066-04,

181-007-01,181-007-02,181-007-03,181-007-04,
181-014-01

PURCHASE ORDER GI-001-2018

DATE: JAN.30 2018

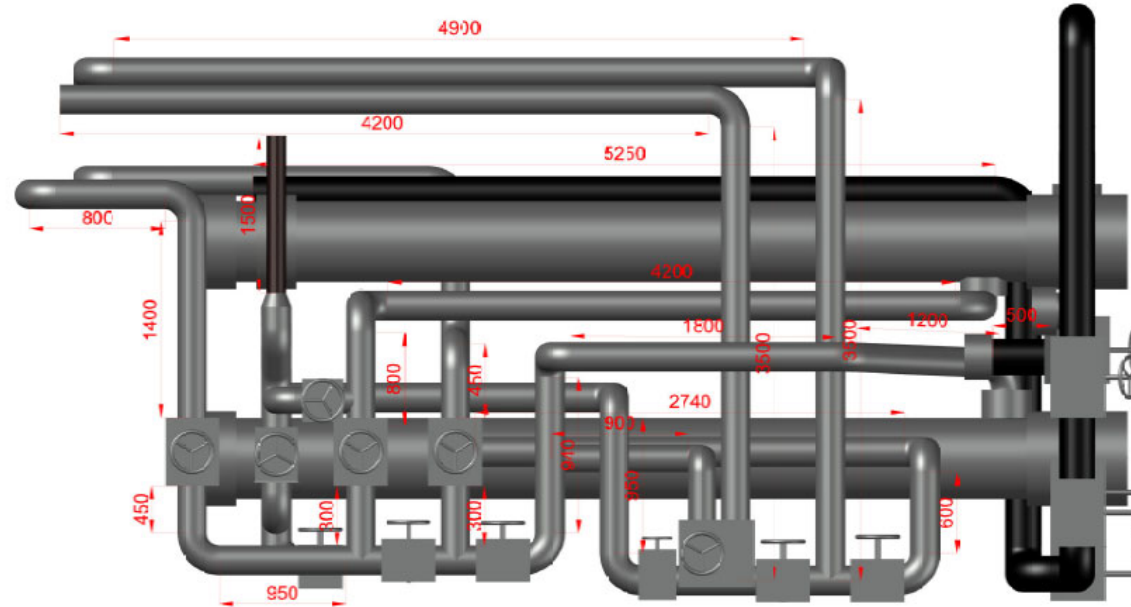
NO.	SIZE (MM)	UNIT(PALLET)	N.W.(KG)	ALLOY	TEMPER	HEAT NO.
1	0.8X1200XCOIL	1	2404	3003	H14 +PVC	181-066-01
2	0.8X1200XCOIL	1	2706	3003	H14 +PVC	181-066-02
3	0.8X1200XCOIL	1	2700	3003	H14 +PVC	181-066-03
4	0.8X1200XCOIL	1	2536	3003	H14 +PVC	181-066-04
5	0.8X1200XCOIL	1	3120	3003	H14 +PVC	181-007-01
6	0.8X1200XCOIL	1	2446	3003	H14 +PVC	181-007-02
7	0.8X1200XCOIL	1	2520	3003	H14 +PVC	181-007-03
8	0.8X1200XCOIL	1	2566	3003	H14 +PVC	181-007-04
9	0.6X1200XCOIL	1	2662	3003	H14 +PVC	181-014-01

Page 1 of 2

Chemical Composition									Mechanical Test		
NO.	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al	Grain size	T.S (Mpa)	Elongation %
1	0.578	0.569	0.071	0.33	0.009	0.052	0.017	Remainder	II	185	10
2	0.578	0.569	0.071	0.33	0.009	0.052	0.017	Remainder	II	185	10
3	0.578	0.569	0.071	0.33	0.009	0.052	0.017	Remainder	II	185	10
4	0.578	0.569	0.071	0.33	0.009	0.052	0.017	Remainder	II	185	10
5	0.587	0.564	0.069	1.16	0.007	0.069	0.028	Remainder	II	182	11
6	0.587	0.564	0.069	1.16	0.007	0.069	0.028	Remainder	II	182	11
7	0.587	0.564	0.069	1.16	0.007	0.069	0.028	Remainder	II	182	11
8	0.587	0.564	0.069	1.16	0.007	0.069	0.028	Remainder	II	182	11
9	0.686	0.587	0.078	1.11	0.006	0.073	0.032	Remainder	II	177	12
Remark: We hereby certify that the products described herein have been manufactured and tested with satisfactory results in accordance with the requirement of the above material specification.										QUALITY DEPARTMENT	

Anexo 6

Planos de líneas y equipos aislados

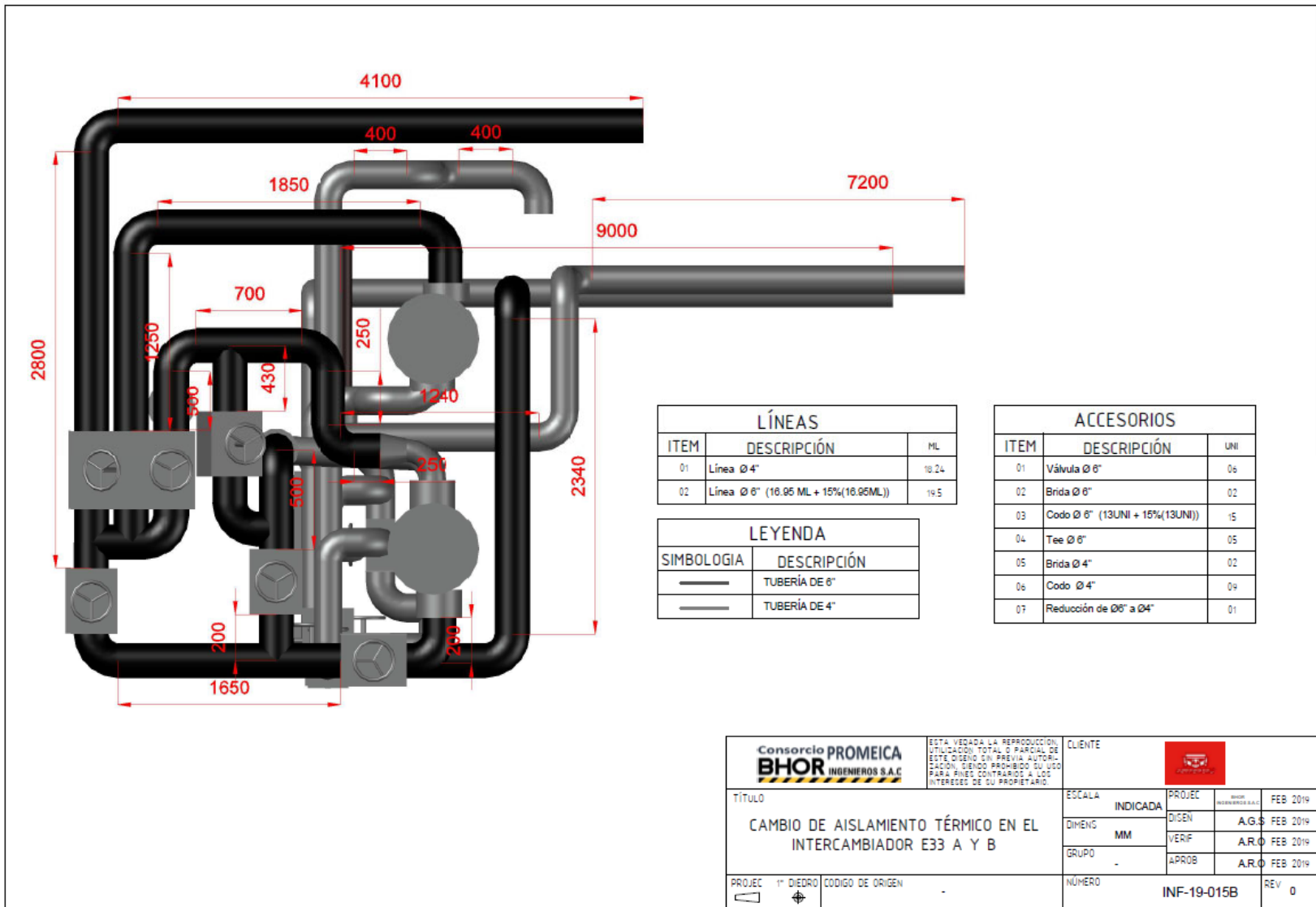


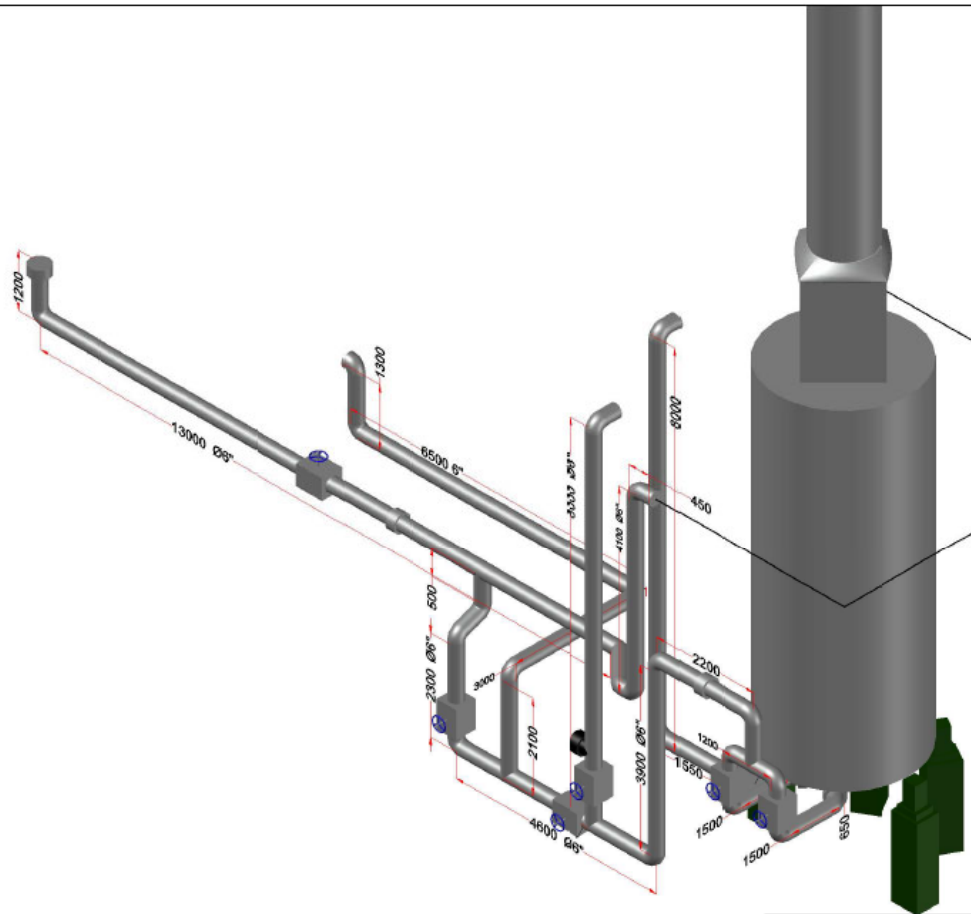
ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI
01	Válvula Ø 4"	10
02	Tee Ø 4"	11
03	Codo Ø 4"	32
04	Codo Ø 6"	01
05	Brida Ø 4"	02
06	Brida Ø 6"	01
07	Reducción de Ø4" a Ø3"	01

LÍNEAS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ML
01	Línea Ø 3"	1,5
02	Línea Ø4"	41,53
03	Línea Ø 6" (0,5ML + 16%(0,5ML))	0,58

LEYENDA	
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA DE 6"
	TUBERÍA DE 4"
	TUBERÍA DE 3"

		<small>ESTA VERBA LA REPRODUCCIÓN UTILIZACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DISEÑO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN, SEÑO PROHIBIDO SU USO PARA FINES CONTRARIOS A LOS INTERESES DE SU PROPIETARIO.</small>		CLIENTE	
TÍTULO CAMBIO DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL INTERCAMBIADOR E33 A Y B		ESCALA INDICADA	PROYEC 	FEB 2019	
DIMENS MM		DISEÑ VERIF	A.G.S	FEB 2019	
GRUPO -		APROB 	A.R.O	FEB 2019	
PROYEC 	1º DIBUJO 	CODIGO DE ORIGEN -	NÚMERO INF-19-015A	REV 0	

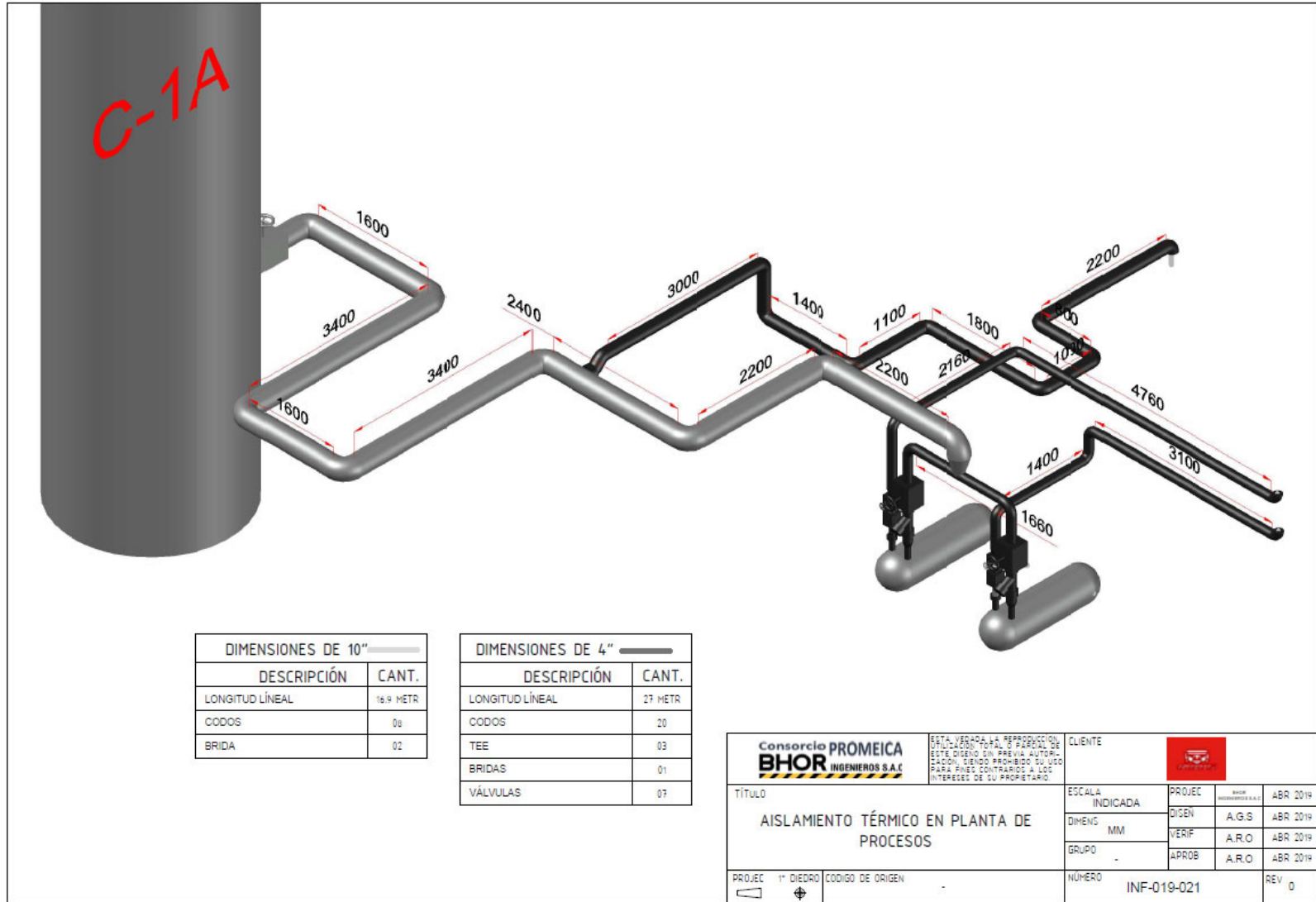


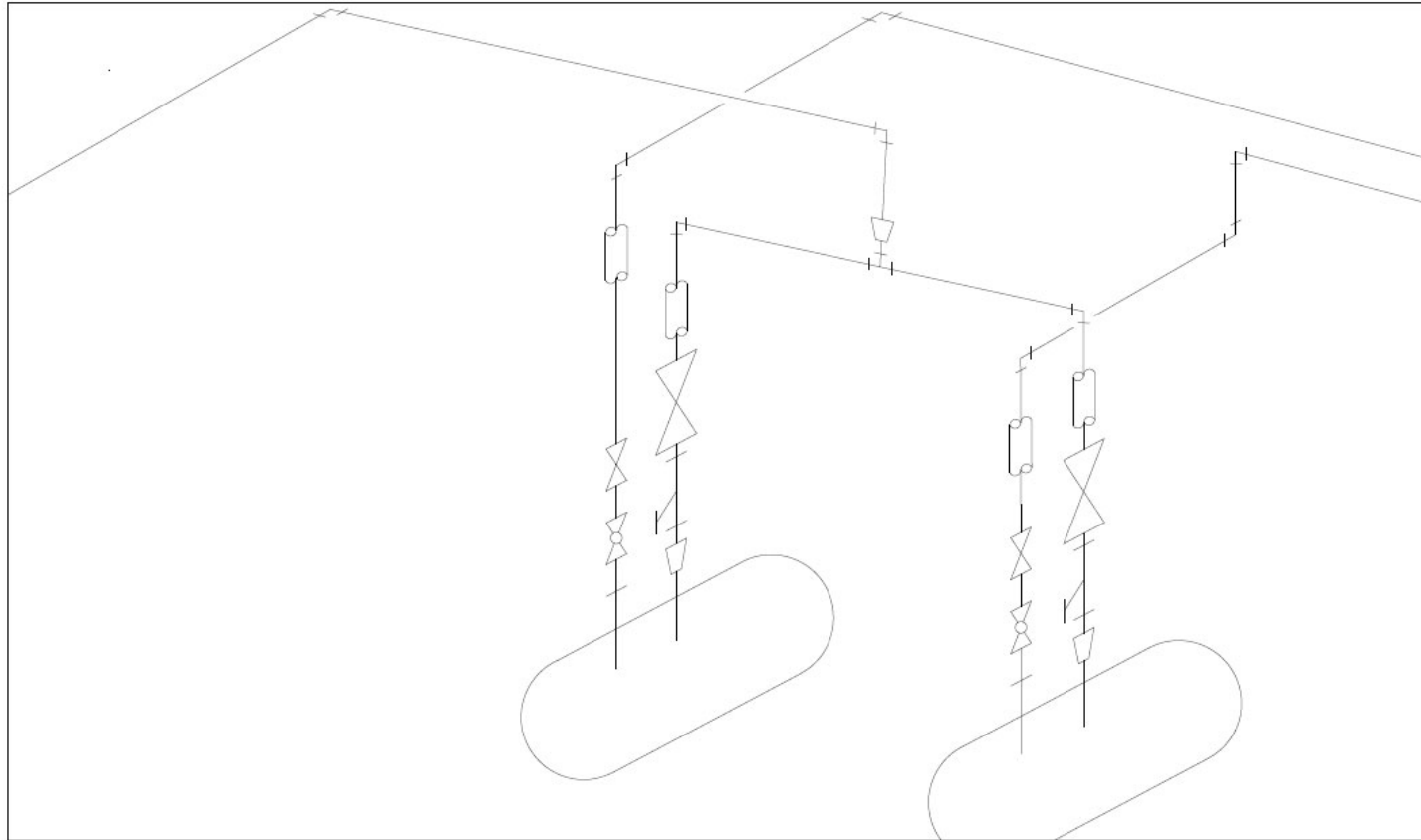


LEYENDA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	UND
01	Línea de 6" (sin accesorios)	70.26	m
02	Codo 90° de Ø6"	23	und
03	Brida de Ø6"	6	und
04	Tee de Ø6"	5	und
05	Valvula compuerta de Ø 6"	7	und

Detalle de Longitud de accesorios				
N°	ACCESORIO	CANT	LONG. UNIT	LONG.
01	Codo 90° de Ø6"	23 unid	220.6 mm	5257.0 mm
02	Brida de Ø6"	6 unid	88.9 mm	533.4 mm
03	Tee de Ø6"	5 unid	205.4 mm	1427 mm
04	Valvula compuerta de Ø 6"	7 unid	403 mm	2410 mm
			Total	9636.2 mm

		ESTA VEBADA LA REPRODUCCION, UTILIZACION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DISEÑO SIN PREVIA AUTORIZACION, SIENDO PROHIBIDO SU USO PARA FINES CONTRARIOS A LOS INTERESES DE SU PROPIETARIO.		CLIENTE 	
TÍTULO CAMBIO DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN LÍNEA Y BRIDA DEL HORNO 2		ESCALA INDICADA	PROJEC INGENIEROS S.A.C.	JUL 2019	
		DIMENS MM	DISEÑ A.G.S	JUL 2019	
		GRUPO -	VERIF A.R.O	JUL 2019	
PROJEC 1° DIEDRO		CODIGO DE ORIGEN -	NÚMERO INF-19-025	REV 0	





		ESTA VEGADA LA REPRODUCCION, UTILIZACION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DISEÑO SIN PREVIA AUTORIZACION, SEENDO PROHIBIDO SU USO PARA FINES CONTRARIOS A LOS INTERESES DE SU PROPIETARIO.		CLIENTE 	
TÍTULO DIAGRAMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN PLANTA DE PROCESOS		ESCALA INDICADA DIMENS - GRUPO -		PROJEC ABR 2019	ABR 2019
PROJEC 1º DIEDRO 		CODIGO DE ORIGEN -		NÚMERO INF-001-001	REV 0

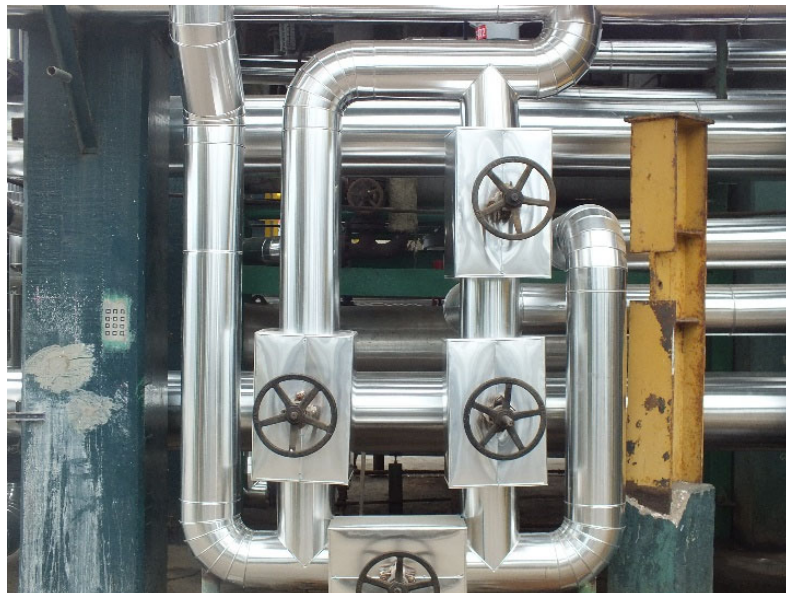
Anexo 7

Registro fotografico antes y despues del nuevo recubrimiento térmico

Antes de cambiar el aislamiento térmico en mal estado de las líneas de **intercambiadores de calor**



Despues que se cambio el aislamiento térmico en las líneas de **intercambiadores de calor**



Rack de tuberías: Antes de instalar aislamiento a las líneas de proceso



Rack de tuberías: Después de instalar aislamiento a las líneas de proceso



(Resolución N°156-2021-D-FIME)

ACTA N° 064 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL III CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA

LIBRO 001 FOLIO No. 112 ACTA N° 064 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA


A los 12 días del mes noviembre, del año 2021, siendo las 22.05 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del Título Profesional de **Ingeniero en Energía** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: Presidente
Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO	: Secretario
Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA	: Miembro
Mg. RENZO IVAN VILA ARCE	: Suplente

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **GÓMEZ SANCA, ÁNGEL**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en **ENERGÍA**, sustenta el informe titulado **"REPLAZO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO Y CUBIERTA METÁLICA DE LAS LÍNEAS Y EQUIPOS DE PROCESOS EN LA REFINERÍA CONCHÁN-PETROPERU S.A"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085- 2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".


Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018

Se dio por cerrada la Sesión a las 22.32 horas del día 12 del mes de noviembre y año en curso.


Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
PRESIDENTE


Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO
SECRETARIO


Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA
MIEMBRO


Mg. RENZO IVAN VILA ARCE
SUPLENTE


Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS
ASESOR