

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE
TORRE DEETANIZADORA DE LA PLANTA
CRIOGÉNICA N°5 CAMISEA - MALVINAS - CUSCO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

AUTOR: JAVIER ANGEL VILLENA ORTEGA

ASESOR: DR. FELIX A. GUERRERO ROLDÁN

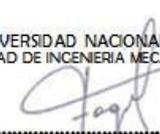
Callao - 2022

PERÚ

Javier Villena Ortega



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA y DE ENERGIA



.....
Dr. Félix A. Guerrero Roldán

**ACTA N° 112 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO O INGENIERO EN
ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 160 ACTA N° 112 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

A los 26 días del mes noviembre, del año 2022, siendo las 20:00 horas, se reunieron, en la sala virtual de Google meet: <https://meet.google.com/yoo-uhwz-hwh>, el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL para la obtención del título profesional de INGENIERO MECÁNICO de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Dr.	JUAN MANUEL PALOMINO CORREA	: Presidente
Dr.	NELSON ALBERTO DÍAZ LEIVA	: Secretario
Mg.	JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ	: Miembro
Dr.	GUERRERO ROLDÁN FÉLIX ALFREDO	: Asesor

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller VILLENA ORTEGA, JAVIER ÁNGEL, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el informe titulado "IMPLEMENTACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TORRE DE ETANIZADORA DE LA PLANTA CRIOGÉNICA N°5 CAMISEA-MALVINAS-CUSCO", 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";

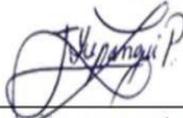
Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa MUY BUENO y calificación cuantitativa 16 (Dieciséis), 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° 099-2021-CU del 30 de junio del 2021. Se dio por cerrada la Sesión a las 20:29 horas del día 26 noviembre de 2022.



Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Presidente



Dr. NELSON ALBERTO DIAZ LEIVA
Secretario



Mg. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ
Miembro



Dr. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDÁN
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGIA
JURADO DE EXPOSICIÓN

INFORME N° 014-2023-JEXP-TSP

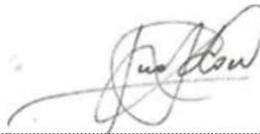
Visto, el informe final del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** titulado "IMPLEMENTACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TORRE DEETANIZADORA DE LA PLANTA CRIOGÉNICA N°5 CAMISEA-MALVINAS-CUSCO" presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica, **VILLENA ORTEGA, JAVIER ÁNGEL**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado de Exposición del **II CICLO TALLER DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2022** manifiesta que la exposición del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** se realizó de manera virtual el día sábado 26 de noviembre del 2022 a 20:00 horas encontrándose observaciones, las mismas que han sido revisadas cuidadosamente por cada uno de los miembros del Jurado y el interesado ha levantado correctamente.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Bellavista 02 de febrero del 2022



.....
Dr. Juan Manuel Palomino Correa
PRESIDENTE DE JURADO

Document Information

Analyzed document	ITSP-JavierVillena-UI-FIME.docx (D173101504)
Submitted	2023-08-24 22:40:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	2%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://globepanels.com/es/que-es-pir-pur/ Fetched: 2023-08-24 22:41:00	  2
SA	tarazona_id.pdf Document tarazona_id.pdf (D30629256)	  2
W	URL: https://www.slideshare.net/OverallhealthEnSalud/sesion-iperc-overall-92072568 Fetched: 2020-02-14 02:53:43	  5

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

ETAPA I Instalación de facilidades ETAPA II Aislación térmica del trampo de 9" de espesor (cold insulation-13.56 m) ETAPA III Aislación térmica del domo superior de 9" de espesor (cold insulation) ETAPA IV Aislación térmica del tramo de 7" de espesor (cold insulation-7.16 m) ETAPA V Aislación térmica de reducción de 9" a 7" (cold insulation) ETAPA VI Aislación térmica del tramo de 3" de espesor (cold insulation-6.17 m) ETAPA VII Aislación térmica del tramo de 3" de espesor (hot insulation-11.56 m) ETAPA VIII Aislación térmica del tramo de 5" de espesor (cold insulation-6.70 m) ETAPA IX Aislación térmica del domo inferior de 5" de espesor (cold insulation)

"IMPLEMENTACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA TORRE DEETANIZADORA DE LA PLANTA CRIOGÉNICA N°5 CAMISEA - MALVINAS - CUSCO"

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO JAVIER ANGEL VILLENA ORTEGA

Callao - 2022 PERÚ

Javier Villena Ortega

DEDICATORIA:

A mis padres, hija, hermanos, hermanas, sobrinos y sobrinas, por su apoyo incondicional y amor filial, que contribuyeron a darme la motivación y el impulso necesario para concluir el presente informe.

Una dedicatoria muy especial a la memoria de mi sobrina Diana, que ya no está con nosotros físicamente, pero siempre vivirá en nuestros recuerdos y corazones.

DEDICATORIA:

A mis padres, hija, hermanos, hermanas, sobrinos y sobrinas, por su apoyo incondicional y amor filial, que contribuyeron a darme la motivación y el impulso necesario para concluir el presente informe.

Una dedicatoria muy especial a la memoria de mi sobrina Diana, que ya no está con nosotros físicamente, pero siempre vivirá en nuestros recuerdos y corazones.

AGRADECIMIENTO:

A los profesores de la facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, por los conocimientos impartidos a lo largo de mi formación como alumno, que ahora son el soporte de mi carrera profesional. A mi asesor, el Dr. Félix Guerrero Roldán, por su paciencia y esmero en que se concrete el presente informe. A la empresa Gerdipac Industrial, representado por su Gerente General, Ing Germán Pacheco Flores y su esposa Rosario Chacaltana Luna. A mis amigos y colegas por compartir conocimientos.

ÍNDICE

I.	ASPECTOS GENERALES.....	4
1.1.	Objetivos	6
1.1.1.	Objetivo general.....	6
1.1.2.	Objetivos específicos	6
1.2.	Organización de la empresa.....	6
1.2.1.	Antecedentes históricos	6
1.2.2.	Principales servicios y productos	8
1.2.3.	Filosofía empresarial	12
1.2.4.	Estructura Organizacional.....	16
II.	FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	20
2.1.	Marco Teórico	20
2.1.1.	Bases teóricas	20
2.1.2.	Normativas	35
2.2.	Descripción de las actividades desarrolladas	37
2.2.1.	Lugar de ejecución del proyecto	37
2.2.2.	Plano de ubicación	38
2.2.3.	Plano de distribución de la planta	39
2.2.4.	Etapas de las actividades.....	39
2.2.5.	Diagrama de flujo.....	43
2.2.6.	Cronograma de actividades	45
III.	APORTES REALIZADOS.....	48
3.1.	Procedimiento de aislamiento térmico – torre deetanizadora	48
3.2.	Procedimiento de instalación de aislamiento térmico de casquetes interiores - torre deetanizadora	81
3.3.	Procedimiento de finalización de aislamiento térmico – torre deetanizadora.....	99
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	126
4.1.	Discusión.....	126
4.2.	Conclusiones	126
V.	RECOMENDACIONES	128
VI.	BIBLIOGRAFÍA	129
VII.	ANEXOS.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Logotipo KAEFER KOSTEC

Figura 1.2 - Logotipo AAISLACORP 2000 SAC

Figura 1.3 - Logotipo COTECNO SRL

Figura 1.4 - Logotipo AISLASISTEMAS SAC

Figura 1.5 - Organigrama GERDIPAC INDUSTRIAL EIRL

Figura 1.6 - Organigrama del Proyecto

Figura 2.1 - Silicato de Calcio en medias cañas y bloques

Figura 2.2 - Poliuretano proyectado e inyectado

Figura 2.3 - Proceso de espuma del poliuretano

Figura 2.4 - Esquema de máquina para proyectar / inyectar espuma de poliuretano

Figura 2.5 - Conducción de calor a través de una pared plana

Figura 2.6 - Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire por convección

Figura 2.7 - Esquema que muestra los efectos de la radiación incidente

Figura 2.8 - Aparato para determinar la conductividad térmica

Figura 2.9 - Red de resistencias a través de una pared plana

Figura 2.10 – Clasificación de reacción al fuego, según Euroclases

Figura 2.11 – Comportamiento del poliuretano proyectado/inyectado en aplicación final de uso

Figura 2.12 - Ubicación de la planta de gas natural Camisea - Malvinas

Figura 2.13 - Distribución de la planta Camisea - Malvinas

Figura 2.14 - Diagrama de flujo del procesamiento de gas natural

Figura 2.15 - Diagrama de flujo de las actividades

Figura 2.16 - Cronograma de actividades (resumen)

Figura 2.17 – Cronograma de actividades (detalle)

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1- Conductividad térmica de algunos materiales a temperatura ambiente

Tabla 2.2 - Emisividades de algunos materiales a 300 °K

Tabla 2.3 – Características técnicas del proyecto

I. ASPECTOS GENERALES

En el Perú, desde el año 2011, se llevó a cabo el Proyecto “Segunda ampliación de la planta de separación del gas natural Camisea - Malvinas, con la Construcción de la planta Criogénica N°5, ubicado a orillas del río Urubamba, 500 km al este de Lima, en la cuenca del Ucayali, dentro del departamento del Cusco, provincia de la Convención, distrito de Echarate.

Dentro de la Planta Criogénica N°5, se encuentra la torre deetanizadora, que es utilizada para separación de gases y líquidos, por cuyos fondos salen gases como el propano y otros elementos más pesados, libre de metano, etano y componentes inertes. Esta torre deetanizadora necesita de un aislamiento térmico adecuado que garantice su buen funcionamiento y temperatura de proceso.

El aislamiento térmico, constituye un factor importante en la industria, ya que las razones de su utilización son necesarias para conservar las temperaturas en los procesos, seguridad de las personas y bienes, reducción de pérdidas energéticas y reducción de la contaminación ambiental.

Dentro del Proyecto de ampliación, correspondió a la Empresa GERDIPAC INDUSTRIAL EIRL, implementar el aislamiento térmico de equipos y tuberías, siendo la de mayor jerarquía la torre principal, deetanizadora.

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional, trata sobre la implementación del aislamiento térmico para la torre deetanizadora, actividad que en proyectos anteriores de ampliación de plantas (Criogénicas N°1, N°2, N°3y N°4), se desarrolló sin una adecuada metodología, motivo por el cual se planificaron e innovaron procedimientos y técnicas de implementación de aislamiento térmico.

En el capítulo I, se detalla los aspectos generales, como son los objetivos y la organización de la empresa.

En el capítulo II, se fundamentan las bases teóricas de la experiencia profesional, así como el marco teórico y la descripción de las actividades desarrolladas.

El capítulo III trata sobre los aportes realizados, desarrollando las actividades planificadas, argumentando con evidencias los procesos ejecutados.

En el capítulo IV, se desarrollan las discusiones comparando los resultados con los antecedentes, así como se mencionan las conclusiones del informe.

En el capítulo V, se han redactado las recomendaciones, con las cuales se pueden realizar mejoras para futuros proyectos.

El capítulo VI abarca la bibliografía utilizada y redactada de acuerdo a la norma ISO 690.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Implementar el sistema del aislamiento térmico de la torre deetanizadora de la planta Criogénica N°5 Camisea - Malvinas – Cusco.

1.1.2. Objetivos específicos

- Implementar la instalación del equipamiento necesario para la ejecución del aislamiento térmico de la torre deetanizadora de la planta Criogénica N°5 Camisea - Malvinas – Cusco.
- Determinar el procedimiento de instalación de los materiales empleados en el aislamiento térmico de la torre deetanizadora en la planta CriogénicaN°5 Camisea – Malvinas- Cusco.
- Describir el procedimiento de la instalación de las planchas de aluminio de acabado final de la torre deetanizadora en la planta Criogénica N°5 Camisea – Malvinas- Cusco
- Presentar las normas empleadas en la implementación del sistema del aislamiento térmico de la torre deetanizadora de la planta Criogénica N°5 Camisea – Malvinas- Cusco.

1.2. Organización de la empresa

1.2.1. Antecedentes históricos

GERDIPAC INDUSTRIAL EIRL, es una empresa peruana fundada por el Ingeniero Germán Pacheco Flores en el año 1993, desarrollando trabajos

metalmecánicos dirigidos a diversas empresas industriales del país. A partir del año 1996 diversificó sus servicios, realizando trabajos en aislamientos térmicos y acústicos como complemento a la labor metal mecánica ofrecida.

Siguiendo la misma línea de atención al cliente, se incorporó desde el año 2001, el rubro de mantenimiento industrial, que permite complementar el apoyo dado en las otras áreas, brindando un servicio más completo y adecuado a los requerimientos del mercado.

La empresa respalda la experiencia ganada a través de los años al servicio de la industria nacional, contando para ello con personal profesional y técnico calificado, para cada una de las actividades que desempeñan y un equipamiento idóneo para cada tipo de trabajo.

- Razón social: GERDIPAC INDUSTRIAL EIRL.
- RUC: 20160217848
- Oficina Principal: Jr. Chávez Tueros Nro. 1296 - Urbanización Chacra Ríos Sur - Cercado de Lima.

Principales clientes:

- Consorcio Stork Perú-TM.
- SSK Ingeniería y Construcción SAC.
- Pluspetrol Perú Corporation SAC.
- Cobra Perú.
- CBI Peruana.
- Graña y Montero (GyM).

- Imasa Cotinavec Montaje Perú SAC.
- Wood Group Perú S.A.
- Unión de Cervecerías Peruanas Backus & Jhonston S.A.A.
- Petróleos del Perú S.A.
- Consorcio SSK - Santos CMI.
- Consorcio Aesa – Tecna.
- Latintecna.
- Técnicas Reunidas Talara - S.A.C.

1.2.2. Principales servicios y productos.

- Instalación de aislamiento térmico: Es el método por el cual se aísla térmicamente una superficie, reduciendo la transferencia de calor hacia o desde el ambiente, mediante la utilización de materiales aislantes o de baja conductividad térmica, asimismo se resguarda con cobertura para que no se deteriore con el tiempo.
- Fabricación y montaje metal mecánico (tanques, accesorios, recipientes, prefabricado de tuberías, ductos de ventilación y aire acondicionado): Estos productos son fabricados bajo estándares, especificaciones, diseño e indicaciones del cliente, con mano de obra especializada y de experiencia, brindando óptima calidad, seguridad y menores plazos en la entrega de productos.
- Montaje de estructuras metálicas, cerramientos y coberturas prefabricadas: Suministro y montaje de estructuras metálicas soldadas o empernadas, de acuerdo a planos de ingeniería. Se cuenta con procedimientos de montaje, orientados a reducir el tiempo y optimizar

recursos. El montaje incluye la preparación de superficies y aplicación de recubrimiento, según SSPC (Steel Structures Painting Council, Pittsburgh USA): Por ejemplo, SSPC-SP2 (limpieza con herramientas manuales), SSPC-SP5 (granallado metal blanco).

Se realizan montaje y desmontaje de cerramientos metálicos, translúcidos, coberturas aislantes para naves industriales, almacenes y talleres.

- Mantenimiento Industrial (tanques): El servicio de mantenimiento de tanques se realiza siguiendo normas ASME VIII, API 12B y API 650. Se tiene experiencia en desmontaje y montaje de tanques emperrados de almacenamiento de JP1 y diésel.

Productos aislantes

- Lana mineral en manta.
- Lana mineral en panel.
- Lana mineral en cañuelas.
- Silicato de calcio.
- Fibra cerámica.

En el Perú, actualmente la cantidad de empresas que se dedican al suministro e instalación de aislamiento térmico ha crecido notablemente, algunas llevan varios años en el mercado y otras que van apareciendo, lo cual hace que esta actividad se vuelva más competitiva, tanto técnica como económicamente, de tal forma que los grandes proyectos que se ejecutan

decidan optar por la empresa que ofrezca, aparte de la experiencia comprobada, el menor tiempo de ejecución, así como calidad y seguridad.

Dentro de las empresas que se dedican a la actividad de suministro e instalación de aislamiento térmico, las más representativas son:

- KAEFER KOSTEC S.A.C: La empresa inicia labores en el año 1976, con su razón social de origen, KOSTEC S.R.L. En el año 2018, la empresa transnacional Kaefer llega al Perú, desde Alemania, y compra acciones a la empresa peruana Kostec S.R.L, con lo cual potencian experiencia y se convierten en la empresa líder del rubro en Perú. Posteriormente amplían su rubro de actividades, como protección ignífuga, alquiler y montaje de andamios.

Figura 1.1 – Logotipo KAEFER KOSTEC



Fuente: KAEFER KOSTEC

- AAISLACORP 2000 S.A.C: Empresa con más de 10 años en el rubro de aislamientos térmicos, suministrando a la industria nacional e internacional los más variados productos en la conservación de la energía térmica (frío y calor) y acústico; brindando asesoría y soluciones integrales en el rubro.

Figura 1.2 - Logotipo AAISLACORP 2000 SAC



Fuente: AAISLACORP 2000 SAC

- **ATSAC:** Empresa que ofrece productos, asesoría, diseño e instalación de materiales aislantes termo acústicos, así como soluciones complementarias como andamios multidireccionales, estructuras metálicas, pintura y limpieza industrial.
- **COTECNO S.R.L:** Empresa con más de 20 años de servicio y experiencia en el planeamiento, desarrollo y ejecución de proyectos industriales de aislación térmica (frío y calor), así como tratamientos acústicos. Como complemento a estos servicios desarrolla la especialidad de juntas de expansión metálicas y no metálicas, realizando el diseño, fabricación y montaje en ductos y equipos para diferentes procesos industriales.

Figura 1.3 - Logotipo COTECNO SRL



Fuente: COTECNO SRL

- **AISLASISTEMAS S.A.C:** Empresa dedicada a la asesoría,

suministros, instalación de aislamiento térmico (calor y frío) a bodegas de embarcaciones pesqueras e industria en general, brindando soluciones integrales.

Figura 1.4 – Logotipo AISLASISTEMAS S.A.C



Fuente: AISLASISTEMAS S.A.C

1.2.3. Filosofía empresarial

Misión

Satisfacción oportuna de las necesidades de sus clientes en función de sus necesidades específicas, suministrando productos, servicios y asesoría técnica,acordes con nuestras capacidades y experiencias en trabajos metal mecánicos, termo-acústicos y de ahorro de energía, apoyándolos en la búsqueda e identificación de nuevos productos, servicios y diseños que satisfagan sus estándares de calidad, los mismos que posteriormente son desarrollados y evaluados para potencialmente integrarlos como una nueva línea de atención alcliente.

Visión

Ser una empresa líder en el mercado nacional, a mediano plazo, reconocida porla calidad de sus productos, servicios metal mecánicos y termo acústicos, por laflexibilidad de atención a los diversos requerimientos de sus clientes,

adaptándose a las necesidades de éstos y a los continuos cambios tecnológicos y de mercado, creando una estructura organizacional flexible para generar una óptima rentabilidad, buen ambiente de trabajo y un buen clima laboral en su organización.

Políticas

Política de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L. es una empresa orientada a brindar servicios y soluciones en las actividades de aislamiento térmico y acústico, fabricación y montaje metal mecánico, mantenimiento industrial, en los diferentes sectores productivos y económicos del país.

Establecemos nuestro compromiso con la prevención de accidentes, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad, impactos socio-ambientales y prevención de la contaminación en el desarrollo de todas nuestras operaciones, actividades y/o servicios.

Reconocemos la importancia de la gestión de riesgos ocupacionales y aspectos ambientales; así como el cumplimiento de las normas legales vigentes y estándares de seguridad, salud ocupacional y ambiental de nuestros clientes, estableciendo los siguientes compromisos:

- a) Respetar y cumplir los requisitos legales y otros que la organización suscriba en materia de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

- b) Impulsar la prevención de accidentes, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad e impactos socio-ambientales en el desarrollo de todas nuestras operaciones, actividades y/o servicios mediante la orientación y capacitación de nuestros trabajadores.
- c) Promover la participación activa de nuestros trabajadores a través de sus representantes en todos los aspectos del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- d) Promover la mejora continua del sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, en forma coordinada con el Sistema de Gestión de Calidad.
- e) Asegurar que el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo sea compatible con los otros sistemas de gestión de la organización.

Por tal razón la Gerencia demuestra y ejerce un efectivo compromiso y liderazgo mediante su ejemplo y actitud positiva frente a la Seguridad Industrial, la Salud Ocupacional y la protección del Medio Ambiente.

Política de Calidad

GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L. es una empresa orientada a brindar servicios y soluciones en las actividades de aislamiento térmico y acústico, fabricación y montaje metal mecánico, mantenimiento industrial, en los diferentes sectores productivos y económicos del país.

Reconocemos la importancia de calidad y la mejora continua hacia nuestros

clientes, estableciendo los siguientes compromisos:

- a) Garantizar a sus clientes productos y servicios de buena calidad buscando su satisfacción.
- b) Buscar el mejoramiento continuo de sus procesos para ofrecer productos y servicios de calidad con precios competitivos.
- c) Mantener actualizado a su personal, para brindar asesoría técnica en todas sus líneas de productos y servicios.
- d) Operar en concordancia con las prácticas aceptables de la industria y pleno conocimiento de las leyes y reglamentos de seguridad.
- e) Mantener una política de mejora continua en todas sus líneas de productos y servicios.

Valores

Respeto: El respeto por las personas, sus ideas, su trabajo y el respeto por la organización, sus normas y procedimientos; como base para el desarrollo personal y aporte a las mejoras de la empresa y de sus trabajadores.

Confianza: La confianza como base para permitir el flujo de ideas, participación y aportes al desarrollo empresarial y personal.

Integridad: La integridad de las personas como principio de vida de los miembros de la organización.

Orden: El orden sobre toda actividad física o mental que permita que las buenas ideas y pensamientos sean adecuadas y progresivamente

incorporadas a nuestro trabajo diario.

1.2.4. Estructura Organizacional.

Organigrama de la empresa

Figura 1.5 - ORGANIGRAMA GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L

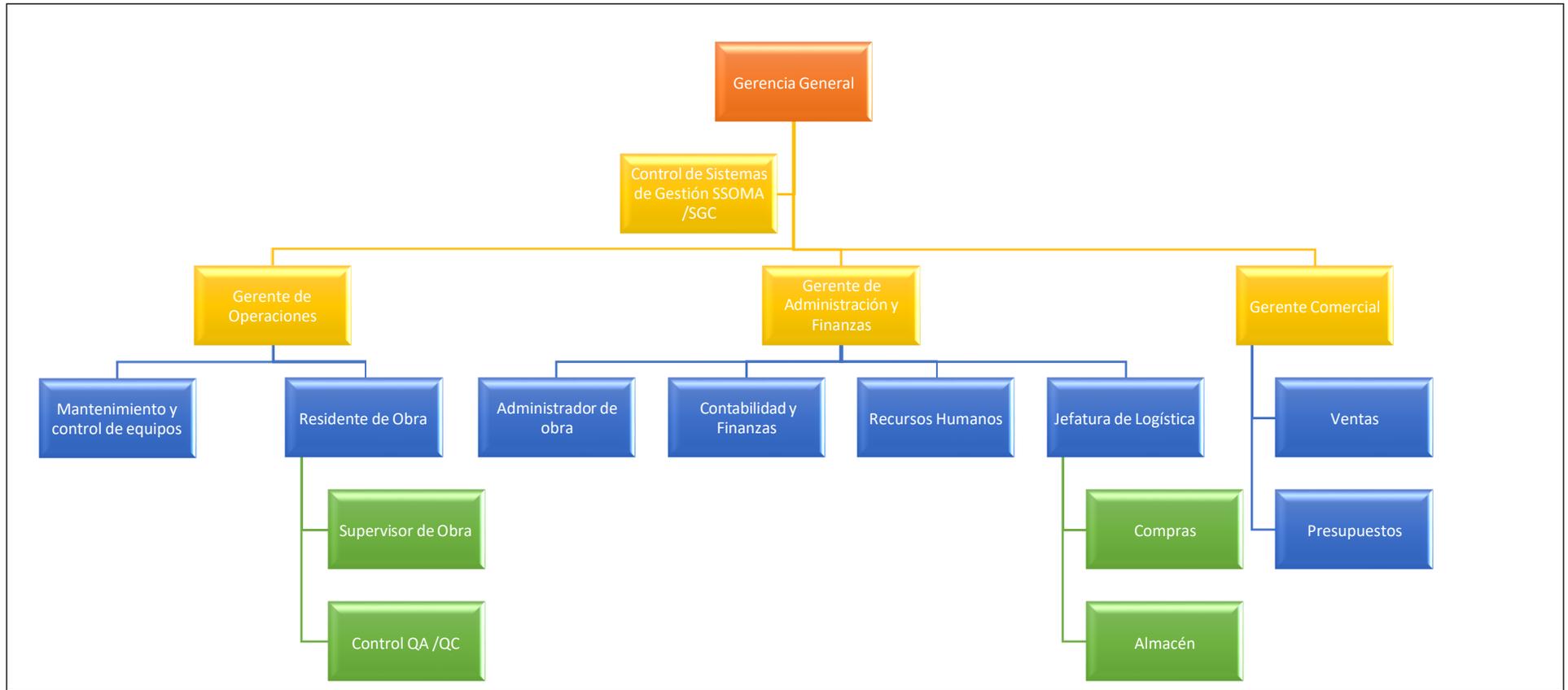
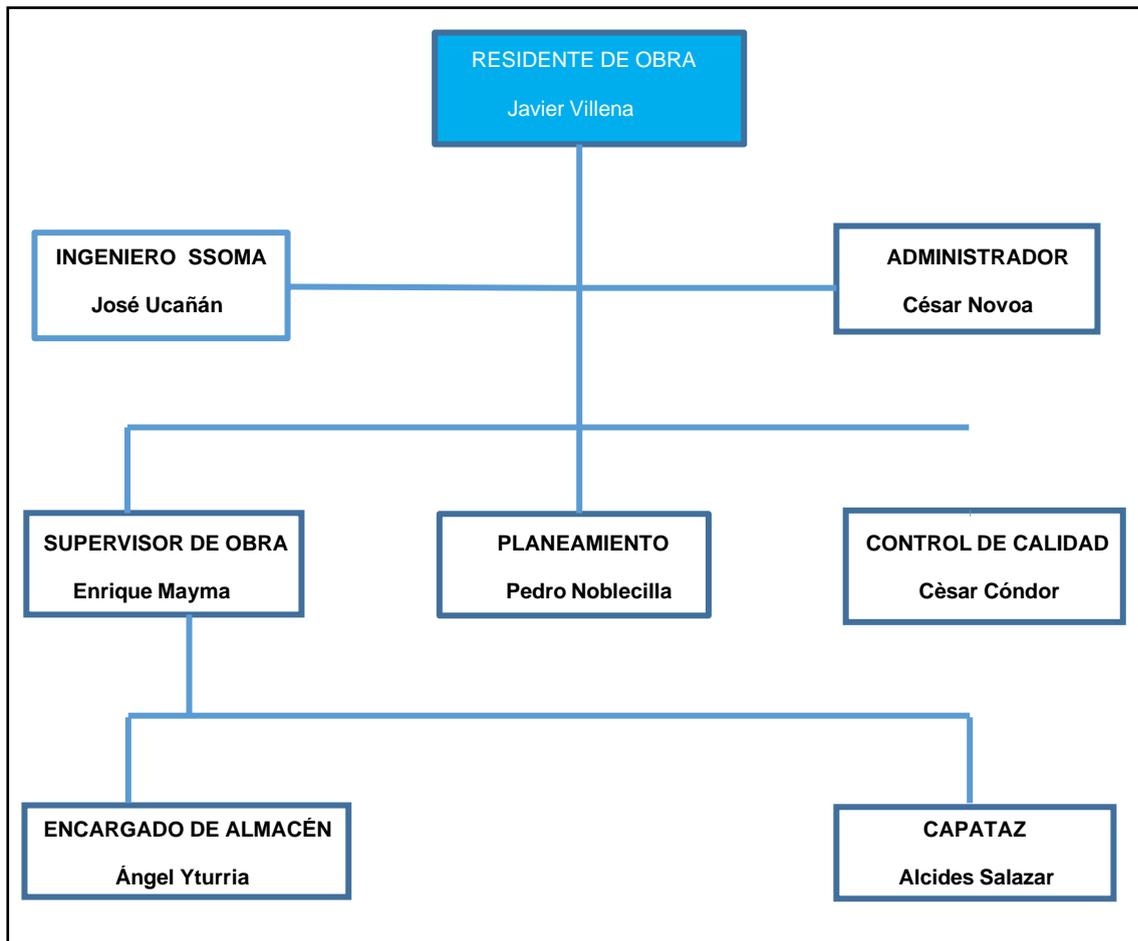


Figura 1.6 - ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



El cargo que desempeñé en el proyecto, tema del presente informe, fue el de Residente de Obra. Dentro de mis funciones y responsabilidades estuvieron, desarrollar las siguientes actividades principales:

- Cumplir con los manuales, procedimientos, instructivos que están establecidos por la organización.
- Dirigir la ejecución, controlar según el plan de obra y tomar medidas correctivas.
- Supervisar los trabajos en ejecución, presentando informes periódicos de avances.
- Cumplir con el principio de “Seguridad en línea”, siendo

responsable. directo de la gestión de riesgos de las actividades programadas.

- Brindar al supervisor SSOMA el apoyo necesario para el cumplimiento de las actividades programadas.
- Seguimiento a las tareas asignadas al supervisor de obra.
- Llevar un adecuado control del plazo, calidad, margen/costo de la obra en ejecución.
- Mantener buena relación con el cliente y estar atento a sus requerimientos adicionales.
- Verificar el envío de reportes (diarios, semanales o mensuales) al jefe de operaciones de la oficina principal.
- Promover la generación de nuevos servicios que pudiera necesitar el cliente.
- Mantener y difundir al personal de obra el cumplimiento de las 5S (clasificar, ordenar, limpiar, higiene y disciplina).
- Preparar el planificado y cronograma de ejecución de obra, asimismo preparar los requerimientos de obra aprobados.
- Definir objetivos y metas para el personal de obra y posterior evaluación.
- Avalar el programa de prevención de riesgos y gestión ambiental.
- Preparar el informe final de obra, con apoyo del supervisor de obra y obtener el acta de conformidad y encuesta de satisfacción del cliente.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Bases teóricas

Definiremos algunos conceptos básicos:

- **Aislamiento térmico:** Es el conjunto de materiales y técnicas de instalación que se aplican en los elementos constructivos que separan un espacio climatizado del exterior o de otros espacios, para reducir la transmisión de calor entre ellos. En general, se utiliza en todo aquello en la que se emplea energía y en los que se necesita mejorar la eficiencia en su consumo. El aislamiento térmico es el procedimiento más barato y efectivo, para el ahorro energético (Fuente: KREITH. F, MANGLIK.R y BOHN, M,2012. Principios de Transferencia de Calor).

Cabe resaltar que el aislamiento térmico no elimina el flujo de calor.

- **Aislante térmico:** Material utilizado para disminuir la velocidad de transferencia de calor. La habilidad de los materiales aislantes para disminuir la velocidad de transferencia de calor, se mide por la conductividad térmica K o su valor R . Mientras mayor sea el valor de R , mejor es el material aislante.

Se pueden clasificar, según su composición, en tres tipos de materiales (Fuente: Owens Corning, 2018).

- **Minerales:** Materiales procesados a partir del estado de fusión de roca, escoria o vidrio, y convertidos a fibra con un proceso de centrifugación a alta velocidad. Son materiales de porosidad abierta y se distinguen, la fibra mineral de vidrio (fibra o lana de vidrio), fibra mineral de roca (lana de roca) y fibra mineral de escoria (Fuente: Owens Corning, 2018).
- **Celulares:** Compuesto por pequeñísimas celdas individuales separadas entre sí. El material celular puede ser vidrio o plástico espumado. Ejemplos: vidrio celular, espumas plásticas, poliuretano, elastómeros, poliestireno (Fuente: Owens Corning, 2018).
- **Granulares:** Compuesto por nódulos que contienen espacios vacíos. Consiste en hojuelas o partículas pequeñas de materiales inorgánicos aglomerados en formas prefabricadas o utilizadas como polvos. No son considerados como celulares, debido a que el gas (aire) puede transitar entre los espacios individuales. Ejemplos: el silicato de calcio, perlita expandida, sílice diatomácea y vermiculita. (Fuente: Owens Corning, 2018 / KREITH. F, MANGLIK.R y BOHN, M, 2012. Principios de Transferencia de Calor).
- **Aislante silicato de calcio:** Material aislante preformado en medias cañas para tuberías y bloques para equipos, con solicitaciones de altas temperaturas. Resiste al abuso mecánico con excepcional fuerza estructural, compuesto por silicato de calcio hidratado para uso en sistemas de operación hasta 1200°F (650°C). Es inorgánico, incombustible, libre de asbestos y cumple o excede

las propiedades físicas y térmicas requeridas por ASTM C533 tipo I. Tiene integrado una distintiva fórmula y proceso que inhibe corrosión a superficies externas de tuberías y equipos (Fuente: IIG Industrial Insulation Group, LCC, 2012).

Ventajas del silicato de calcio:

- Excelente resistencia a daños, aumentando la vida útil del sistema.
- Inhibe la corrosión en el acero al carbono y acero inoxidable.
- Consistente desempeño térmico a 1200 °F (650 °C).
- Aislamiento incombustible.
- Fuerza estructural, protege daños a la cubierta.
- Libre de asbesto, mercurio y plomo.
- No aglutinantes orgánicos; sin pérdida a la integridad del aislamiento debido a la combustión del aglutinante.
- Amplia selección de tamaños y formas.

Aplicaciones:

- Es requerido cuando se necesite resistencia a la compresión y el abuso mecánico, por su alta resistencia estructural. Por su baja conductividad térmica y desempeño de la inhibición de la corrosión, es ideal para tuberías y equipos que trabajan a altas temperaturas de 80 °C a 650 °C. Las propiedades de inhibición de corrosión no disminuyen con cambios de temperatura. El silicato de calcio no se quema y puede usarse para protección contra fuego en

algunas aplicaciones (Fuente: IIG IndustrialInsulation Group, LCC, 2012).

Figura 2.1 - Silicato de calcio en medias cañas y bloques



Fuente: IIG Industrial Insulation Group, LCC, 2012

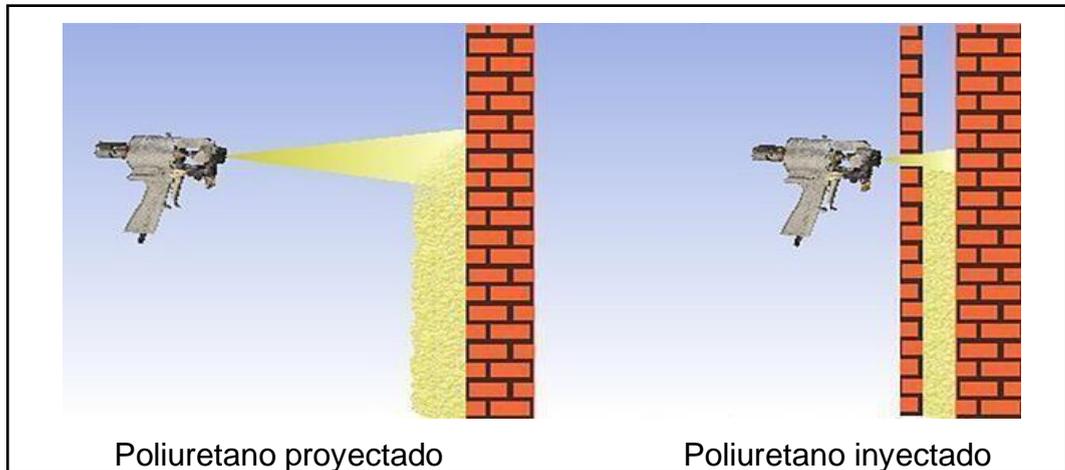
- Aislante poliuretano rígido (PUR): Se produce haciendo reaccionar un componente de polioli líquido con un componente de isocianato polimérico líquido, diisocianato de metileno difenil (MDI) en presencia de un agente de expansión y otros aditivos. Los componentes mezclados luego reaccionan exotérmicamente para formar un polímero termo endurecible rígido y, dado que el agente de expansión se evapora durante esta reacción exotérmica, se crea un producto aislante rígido de baja densidad de celda cerrada. Se logra un excelente aislamiento porque el gas atrapado dentro de la estructura de celda cerrada tiene una conductividad térmica muy baja y hay una conducción térmica mínima a través de las paredes de celda sólida, debido a la baja densidad, donde aproximadamente el 97% del volumen de la espuma es atrapado (Fuente:Globepanels.com, 2020).
- Aislante poliuretano rígido (PIR): Difiere de PUR, en que se produce utilizando un exceso del componente MDI. En presencia de un

catalizador apropiado, el exceso de MDI reacciona consigo mismo para formar isocianurato, que se caracteriza por una mayor estabilidad térmica. Los productos de aislamiento PIR resultante presentan un mayor rendimiento al fuego, menor combustibilidad y límites de temperatura de trabajo más altos en comparación con el PUR y cuando se incorporan a productos de construcción, pueden cumplir algunos de los requisitos de rendimientos de fuego más exigentes, como los estipulados actualmente para algunas aplicaciones por la industria de seguros.

Existen dos sistemas de fabricación que conducen a dos sistemas diferenciados:

- Espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por proyección, o poliuretano proyectado, que se obtiene mediante pulverización simultánea de los dos componentes sobre una superficie denominada sustrato.
- Espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por colada, o poliuretano inyectado, en el que los dos componentes se mezclan físicamente por batido y se introducen en una cavidad donde se realiza la expansión. (Fuente: Globepanels.com, 2020).

Figura 2.2 – Poliuretano proyectado e inyectado



Fuente: Synthesia Technology 2019

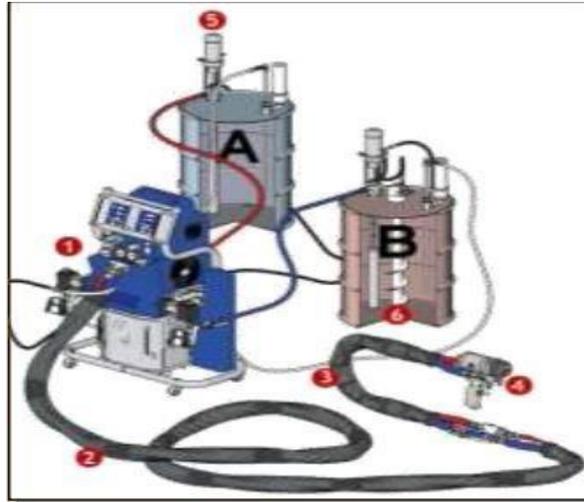
Figura 2.3 – Proceso de espuma del poliuretano



Fuente: Poliuretano proyectado e inyectado. Versión 4.0 marzo 2016

- Proporciones de los componentes del poliuretano: Cada sistema de poliuretano específicamente ideado para proyección o inyección en diferentes sustratos o moldes, tiene una proporción definida en sus respectivas fichas técnicas.

Figura 2.4 – Esquema de máquina para proyectar/inyectar espuma de poliuretano



Fuente: Poliuretano proyectado e inyectado. Versión 4.0 marzo 2016

NOTA:

A: Componente isocianato.

B: Componente poliol.

1.- Máquina de proyección/inyección.

2.- Manguera calefactada.

3.- Empalme de manguera.

4.- Pistola.

5.- Bombas de trasiego.

6.- Agitador.

Ventajas:

- Conductividad térmica baja: 0.022-0.028 W/m°K.
- Aislamiento acústico: El poliuretano inyectado contribuye a reducir la contaminación acústica. Las espumas de poliuretano inyectado de

baja densidad y celda abierta son las más adecuadas para el aislamiento acústico, pudiendo llegar a tener coeficiente de absorción de hasta $\alpha=0,5$ (Fuente: Synthesia Technology, 2019).

- Impermeabilidad y control de la humedad: El poliuretano inyectado de celda cerrada es uno de los mejores materiales a la hora de cumplir con el grado 5 de impermeabilidad de fachadas según el CTE, la máxima exigencia de protección por la normativa. Además, el poliuretano inyectado también actúa como una membrana reguladora de la humedad, siendo al mismo tiempo impermeable al agua, pero permeable al vapor de agua. El grado de permeabilidad al vapor de agua se puede reducir aumentando la densidad de la espuma y el contenido en la celda cerrada, adaptándose de este modo a las condiciones climáticas de cada edificación (Fuente: Synthesia Technology, 2019).
- Comportamiento frente al fuego: El poliuretano es seguro en todas sus aplicaciones. Los sistemas de poliuretano para aislamiento han obtenido desde Euroclase E hasta C, lo que certifica el buen comportamiento frente al fuego. La reacción frente al fuego del conjunto constructivo dependerá, entre otros factores, del material de revestimiento que se aplique (Fuente: Synthesia Technology 2019).
- Salubridad: Gracias a sus propiedades higrotérmicas, el poliuretano inyectado cumple con los requisitos del CTE DB H3 para garantizar la calidad del aire interior dentro de los edificios (Fuente: Synthesia Technology, 2019).

- Sostenibilidad: Además de que su utilización ayuda a reducir el consumo de energía de los edificios, los residuos de poliuretano pueden ser reutilizados como carga en paneles de alta densidad (Fuente: Synthesia Technology, 2019).
- Adherencia: La adherencia es una de las principales ventajas competitivas del poliuretano inyectado frente a otros materiales aislantes como las lanas minerales, que sufren asentamientos y descuelgues. Gracias a sus propiedades físicas, la espuma de poliuretano se adapta por completo al espacio a cubrir, creando una capa de aislamiento continua, rígida y totalmente adherida a las paredes del elemento, sin necesidad de elementos auxiliares (Fuente: Synthesia Technology, 2019).

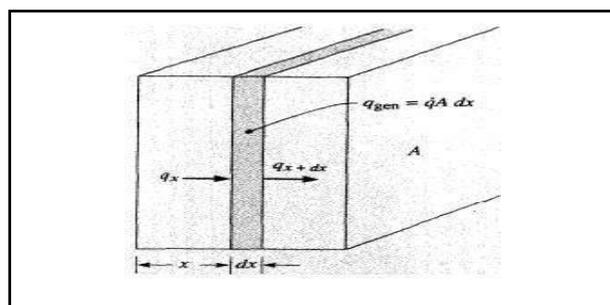
Aplicaciones:

- El poliuretano inyectado es de fácil aplicación en zonas de difícil acceso, lo que explica el auge de su utilización en la industria y en edificaciones.
- La aplicación más común es la inyección de poliuretano en cámara de aire de fachadas, con unas mínimas aberturas de inyección, la espuma de poliuretano accede a cada rincón de la cámara de aire, de forma que el muro queda perfectamente aislado y reparado. Esta función de "reparación del muro" o estabilizador, se debe a que la espuma de poliuretano se expande accediendo a fisuras o grietas que se hayan producido con el tiempo (Fuente: Synthesia

Technology, 2019).

- Se usa en cañerías, tanques equipos (Fuente: Synthesia Technology, 2019).
- Transferencia de calor: Es la propagación de energía, en forma de calor, que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura. La ciencia que trata de la determinación de las razones de esa transferencia es la transferencia de calor (Fuente: Cengel Y y Ghajar A: TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA - 4ta edición, 2011).
- Conducción: Cuando en un cuerpo existe un gradiente de temperatura, la experiencia muestra que hay una transferencia de energía desde la región de alta temperatura hacia la región de baja temperatura. Se dice que la energía se ha transferido por conducción y que el flujo de calor por unidad de área es proporcional al gradiente normal de temperatura (Fuente: J.P Holman 8va edición).

Figura 2.5 - Conducción de calor a través de una pared plana

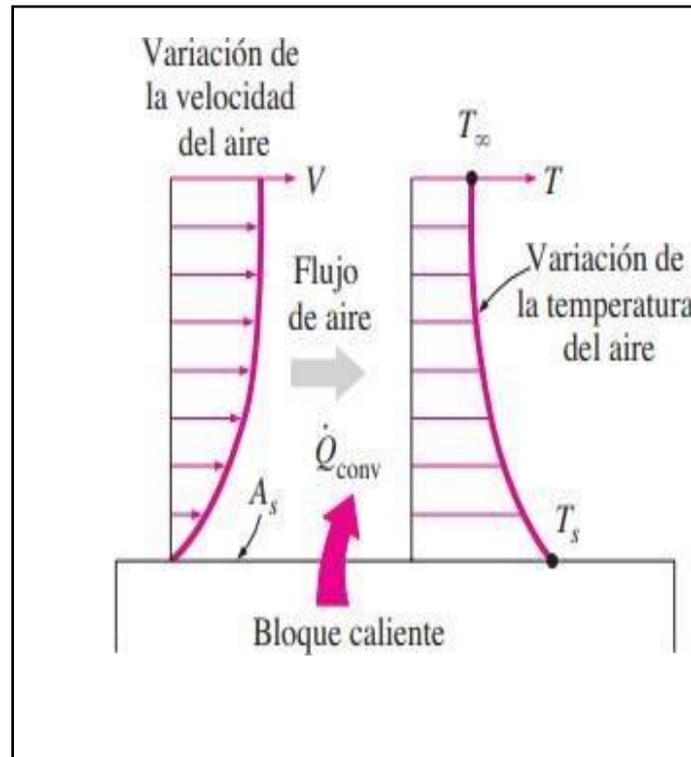


Fuente: J.P Holman 8va edición

- Convección: El calor se transmite entre el fluido y una superficie por la circulación o movimiento del fluido, comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. (Fuente:

Owens Corning).

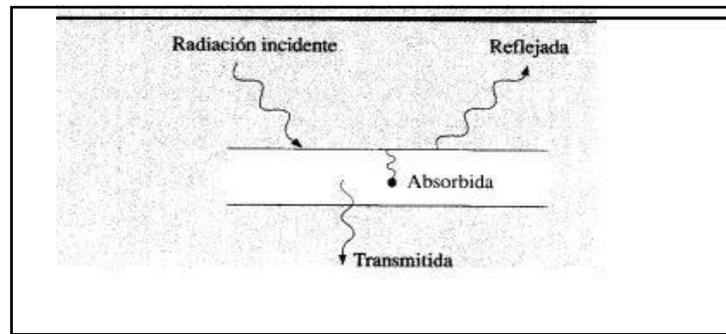
Figura 2.6 – Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el aire por convección



Fuente: Cengel / Ghajar - 4ta edición

- Radiación: La transmisión de calor se hace a través del espacio, entre un cuerpo y otro por medio de ondas electromagnéticas de longitudes de ondas largas. Ejemplo: calor del sol a la tierra (Fuente: Owens Corning).

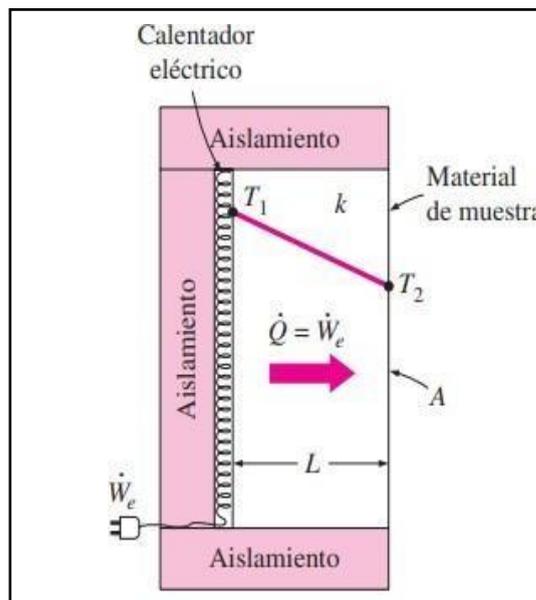
Figura 2.7 – Esquema que muestra los efectos de la radiación incidente



Fuente: J.P Holman 8va edición

- **Conductividad térmica:** Se define como la razón de transferencia de calora través de un espesor unitario del material por unidad de área por unidad de diferencia de temperatura. La conductividad térmica de un material es una medida de la capacidad del material para conducir calor, se simbolizacon la letra K, sus unidades son (W/m°C / W/m°K) (Fuente: Cengel / Ghajar - 4ta edición).

Figura 2.8 - Aparato para determinar la conductividad térmica



$$k = \frac{L}{A(T_1 - T_2)} \dot{Q}$$

Fuente: Cengel/Ghajar – 4ta edición

Tabla 2.1-Conductividad térmica de algunos materiales a temperatura ambiente

Conductividades térmicas de algunos materiales a la temperatura ambiente

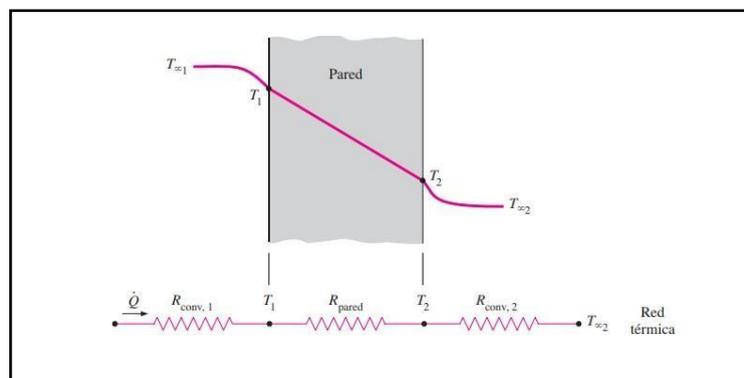
Material	k , W/m · °C*
Diamante	2 300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54
Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel humana	0.37
Madera (roble)	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

*Multiplíquese por 0.5778 para convertir a Btu/h · ft · °F.

Fuente: Cengel / Ghajar - 4ta edición

- Resistencia térmica: Es la habilidad o capacidad que tiene un material para retardar u oponerse al flujo de calor. Si la resistencia se incrementa el flujo de calor disminuye.

Figura 2.9 – Red de resistencias a través de una pared plana



Fuente: Cengel / Ghajar - 4ta edición

- Temperatura media: Es la media aritmética entre la temperatura interior y exterior del aislamiento.

Esta temperatura media es el valor que se utiliza en diferentes tablas para seleccionar un determinado valor “K” de un aislante. Esto se hace debido a que la conductancia media de un material coincide con la conductancia para la media aritmética entre la superficie fría y caliente (Fuente: Owens Corning).

- Emisividad: Es la relación del calor radiante de una superficie a aquella de un cuerpo negro a la misma temperatura. La emisividad de un cuerpo es la misma que su absorción, así que un buen radiador es un buen absorbente y un buen reflector es un radiador pobre (Fuente: Owens Corning).

Tabla 2.2 – Emisividades de algunos materiales a 300 °K

Emisividades de algunos materiales
a 300 K

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 / Ghajar - 4ta edición

Sistemas que trabajan a baja temperatura

- Humedad relativa: Es la presión parcial del vapor de agua contenida en una mezcla entre la presión parcial del vapor de agua si la mezcla estuviese saturada (Fuente: Termodinámica Técnica).
- Permeancia: Es la cantidad de vapor que pasa por unidad de superficie de una muestra de espesor dado, en un tiempo unitario y cuando entre sus paredes se establece una diferencia de presión unitaria. La permeancia del vapor de agua se define en Kg de vapor de agua, por segundo, por metro cuadrado, por pascal (Fuente: [www.armacell](http://www.armacell.com)).
- Barrera de vapor: En aquellas aplicaciones en las que haya un elemento muy resistente al paso del vapor de agua en la cara fría del cerramiento, existirá un mayor riesgo de condensaciones dentro del aislamiento térmico. Esta situación se puede dar en la espuma de poliuretano al proyectar o inyectar por el interior de un cerramiento de chapa metálica, o al ponerse sobre la espuma de una tela asfáltica en una cubierta, por ejemplo.

Las barreras de vapor más adecuadas son las barreras in situ, como las emulsiones asfálticas o bituminosas, ya que son químicamente compatibles con el poliuretano, y mantienen las ventajas de adherencia y continuidad de este último. No hay que confundir impermeabilizante con barrera de vapor. Generalmente un impermeabilizante impide el paso del agua, pero no del vapor de agua

(Fuente: Poliuretano proyectado e inyectado. Versión 4.0 marzo 2016).

2.1.2. Normativas

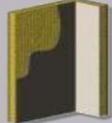
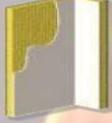
- ASTM C533 -95 Silicato de calcio: Esta especificación cubre el bloque y medias cañas para tuberías con aislamiento térmico, para uso en superficies con temperaturas entre 80 y 1700 °F (27 a 927 °C). (Fuente: Norma ASTM C533 - 2001).
- UNE-EN 14315 - 1: Norma europea que rige a los productos aislantes térmicos en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) proyectada in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de proyección de espuma rígida antes de la instalación.
- UNE-EN 14318 -1: Norma europea que rige los productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) para colada o inyección in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de colada o inyección de espuma rígida antes de la instalación.
- UNE-EN-13501-1:2019: Norma europea que clasifica en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

Figura 2.10 - Clasificación de reacción al fuego según Euroclases

Clasificación Principal	Humos (Smoke)	Gotas (Drops)
A1		
A2 	s1 	d0
B 	s2 	d1 
C 	s3 	d2 
D 	s3 	d2 
E 	+ (si aplica)	d2 
F		

Fuente: Poliuretano proyectado e inyectado. Versión 4.0 marzo 2016

Figura 2.11- Comportamiento del poliuretano proyectado/inyectado en aplicación final de uso

	<p>Montaje 0: Desnudo</p> <p>6 mm de lámina de fibrocemento sustrato estándar 30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³</p>	E
	<p>Montaje 1: Enfoscado de cemento</p> <p>6 mm de lámina de fibrocemento sustrato estándar 30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³ Malla metálica de gallinero 15 mm de mortero de cemento</p>	B-s1,d0
	<p>Montaje 2: Enlucido de yeso</p> <p>6 mm de lámina de fibrocemento sustrato estándar 30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³ Malla metálica de gallinero 15 mm de yeso</p>	B-s1,d0
	<p>Montaje 3: Cubierta metálica</p> <p>30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³ 0,6 mm de chapa galvanizada grecada</p>	B-s3,d0
	<p>Montaje 4: Cubierta de fibrocemento</p> <p>30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³ 6 mm de fibrocemento ondulado</p>	B-s2,d0
	<p>Montaje 5: Panel de madera</p> <p>6 mm de lámina de fibrocemento sustrato estándar 30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³ 40 mm de cámara de aire ventilada 16 mm de tablero de madera MDF clasificada B-s2,d0</p>	B-s2,d0
	<p>Montaje 6: Panel de yeso laminado</p> <p>6 mm de lámina de fibrocemento sustrato estándar 30 mm de espuma de poliuretano 33 kg/m³ 40 mm de cámara de aire ventilada 15 mm de yeso laminado</p>	B-s1,d0*

* Placa de Yeso Laminado sobre aislante Euroclase E: **B-s1,d0**
(Clasificación sin necesidad de ensayo del Cuadro 1.3-2 del Real Decreto 842/2013)

Fuente: Poliuretano proyectado e inyectado. Versión 4.0 marzo 2016

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1. Lugar de ejecución del proyecto

El proyecto “Segunda ampliación de la planta de separación de gas natural Camisea - Malvinas”, se encuentra ubicado a orillas del río Urubamba, 500 km al este de Lima, en la cuenca del río Ucayali, dentro del departamento del Cusco, provincia de la Convención, distrito de Echarate.

Perfil general del Proyecto

- Instalar equipos de procesos y de almacenamiento de LGN para ampliar la capacidad de procesamiento en 50 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) de gas natural húmedo, con la finalidad de abastecer al mercado nacional con volúmenes adicionales de gas natural seco.
- Inversión estimada: US\$ 334 millones, según programado
- Plazo de ejecución: Fechas de fin de comisionado y puesta en marcha
 - I Etapa: Área de procesos y de Servicios: Julio 2012
 - II Etapa: Turbocompresores N°6 y N°7: Agosto 2012

Tabla 2.3 – Características técnicas del Proyecto

EQUIPO	CAPACIDAD
1 tren criogénico	520 MMPCD*
2 turbo compresores	240 MMPCD cada uno
4 módulos (fingers) en el slug cácher	Idénticos a los existentes
1 unidad estabilizadora de condensados	25000 barriles por día
1 esfera de almacenamiento	25000 barriles

Fuente: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Proyecto-Segunda-Ampliacion-Malvinas-15-06-Rev-0.pdf>

*MMPCD: Millones de pies cúbicos por día

2.2.2. Plano de ubicación

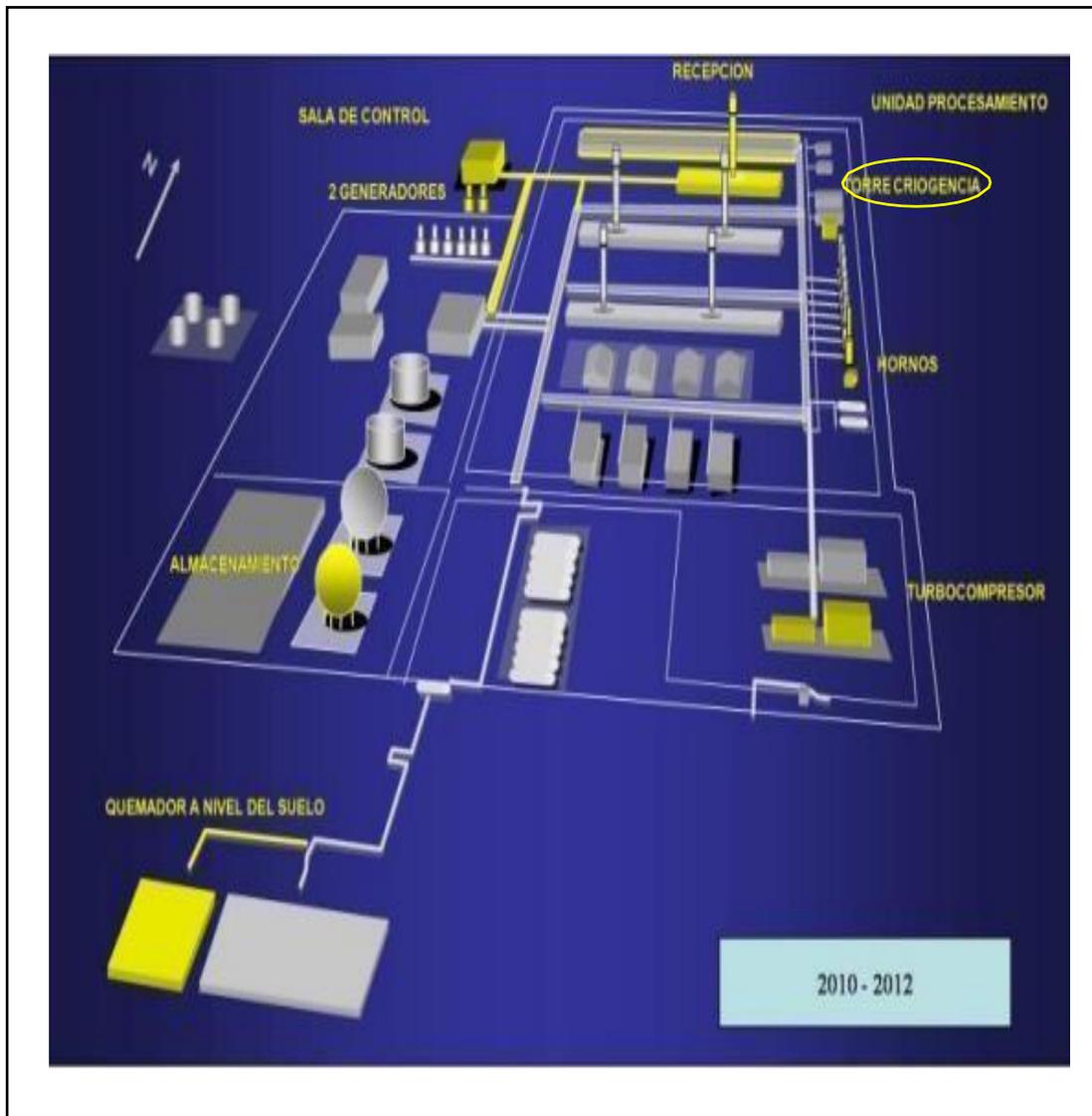
Figura 2.12 - Ubicación de la planta de gas natural Camisea – Malvinas



Fuente: Google maps

2.2.3. Plano de distribución de la planta

Figura 2.13 - Distribución de la planta Camisea - Malvinas



Fuente: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Proyecto-Segunda-Ampliacion-Malvinas-15-06-Rev-0.pdf>

2.2.4. Etapas de las actividades

Se desarrollaron las siguientes etapas:

Etapas I: Instalación de facilidades.

En esta etapa se movilizaron equipos, herramientas y maquinarias al área de trabajo, así como la instalación de taller de probetas de material aislante y de prefabricados de cobertura metálica.

Etapa II: Aislación térmica del tramo de 9" de espesor de aislamiento - cold insulation. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico - torre deetanizadora /Procedimiento de finalización de la instalación de aislamiento térmico - torre deetanizadora).

En esta etapa se instalaron los "largueros" de poliuretano alrededor de la circunferencia del tramo, así como las planchas moldes para el inyectado del poliuretano, con máquina (tramo de 13.56 m de largo). Se procedió al inyectado del poliuretano para luego retirar las planchas moldes e instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y las planchas de acabado final.

Etapa III: Aislación térmica del domo superior, de 9" de espesor de aislamiento -cold insulation-domo. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico de casquetes interiores - torre deetanizadora)

En esta etapa se instalaron los "tacos" de poliuretano, así como los gajos del domo de las planchas moldes. Se procedió al inyectado del poliuretano, con máquina, para posteriormente instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y los gajos de plancha de acabado final.

Etapa IV: Aislación térmica del tramo de 7" de espesor de aislamiento - cold insulation. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico -

torre deetanizadora)

En esta etapa se procedió a instalar “largueros” de poliuretano alrededor de la circunferencia del tramo, así como las planchas moldes para el inyectado del poliuretano, con máquina (tramo de 7.16 m de largo). Se procedió al inyectado del poliuretano, para luego retirar las planchas moldes e instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y las planchas de acabado final.

Etapa V: Aislación térmica de la reducción de 9” a 7” de espesor de aislamiento, cold insulation-reducción. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico - torre deetanizadora)

En esta etapa se instalaron los “tacos” de poliuretano, a lo largo de la reducción, así como las planchas moldes para el inyectado con máquina, del poliuretano, para luego instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y las planchas de acabado final.

Etapa VI: Aislación térmica del tramo de 3” de espesor de aislamiento -cold insulation. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico - torre deetanizadora)

En esta etapa se procedió a instalar “largueros” de poliuretano alrededor de la circunferencia del tramo, así como las planchas moldes para el inyectado del poliuretano, con máquina (tramo de 6.17 m de largo). Se procedió al inyectado del poliuretano para luego retirar las planchas moldes e instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y las planchas de acabado final.

Etapa VII: Aislación térmica del tramo de 3" de espesor de aislamiento - hot insulation. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico - torre deetanizadora)

En esta etapa, se procedió a la instalación del material aislante, silicato de calcio en bloques, los cuales se sujetaron alrededor de la circunferencia del tramo (tramo de 11.56 m de largo), mediante flejes inoxidables y grapas, luego se sellaron todos los intersticios entre bloques de silicato de calcio con cemento aislante, para luego instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y las planchas de acabado final.

Etapa VIII: Aislación térmica del tramo de 5" de espesor de aislamiento - cold insulation. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico - torre deetanizadora /Procedimiento de finalización de la instalación de aislamiento térmico - torre deetanizadora)

En esta etapa se procedió a instalar "largueros" de poliuretano alrededor de la circunferencia del tramo, así como las planchas moldes para el inyectado del poliuretano, con máquina (tramo de 6.70 m de largo). Se procedió al inyectado del poliuretano para luego retirar las planchas moldes e instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y las planchas de acabado final.

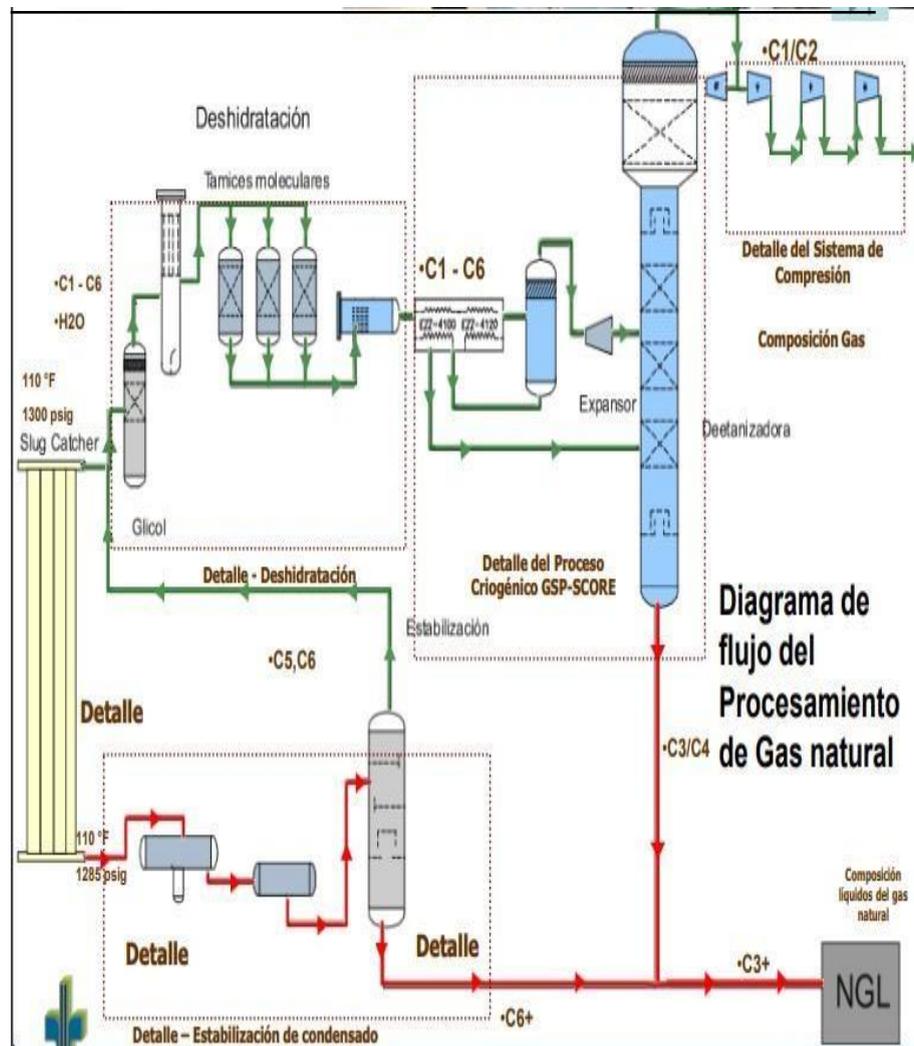
Etapa IX: Aislación térmica del domo inferior de 5" de espesor de aislamiento - cold insulation-domo. (Ver detalle en aportes: Procedimiento de aislamiento térmico de casquetes interiores - torre deetanizadora)

En esta etapa se instalaron los "tacos" de poliuretano, así como los gajos

del domo de las planchas moldes. Se procedió al inyectado del poliuretano, con máquina, para posteriormente instalar el foil de aluminio como barrera de vapor y los gajos de plancha de acabado final.

2.2.5. Diagrama de flujo

Figura 2.14 - Diagrama de flujo del procesamiento de gas natural



Fuente: <http://www.ingenieriadepetroleo.com/proceso-camisea-procesos-realizados-planta-malvinas/>

Figura 2.15 - Diagrama de flujo de las actividades

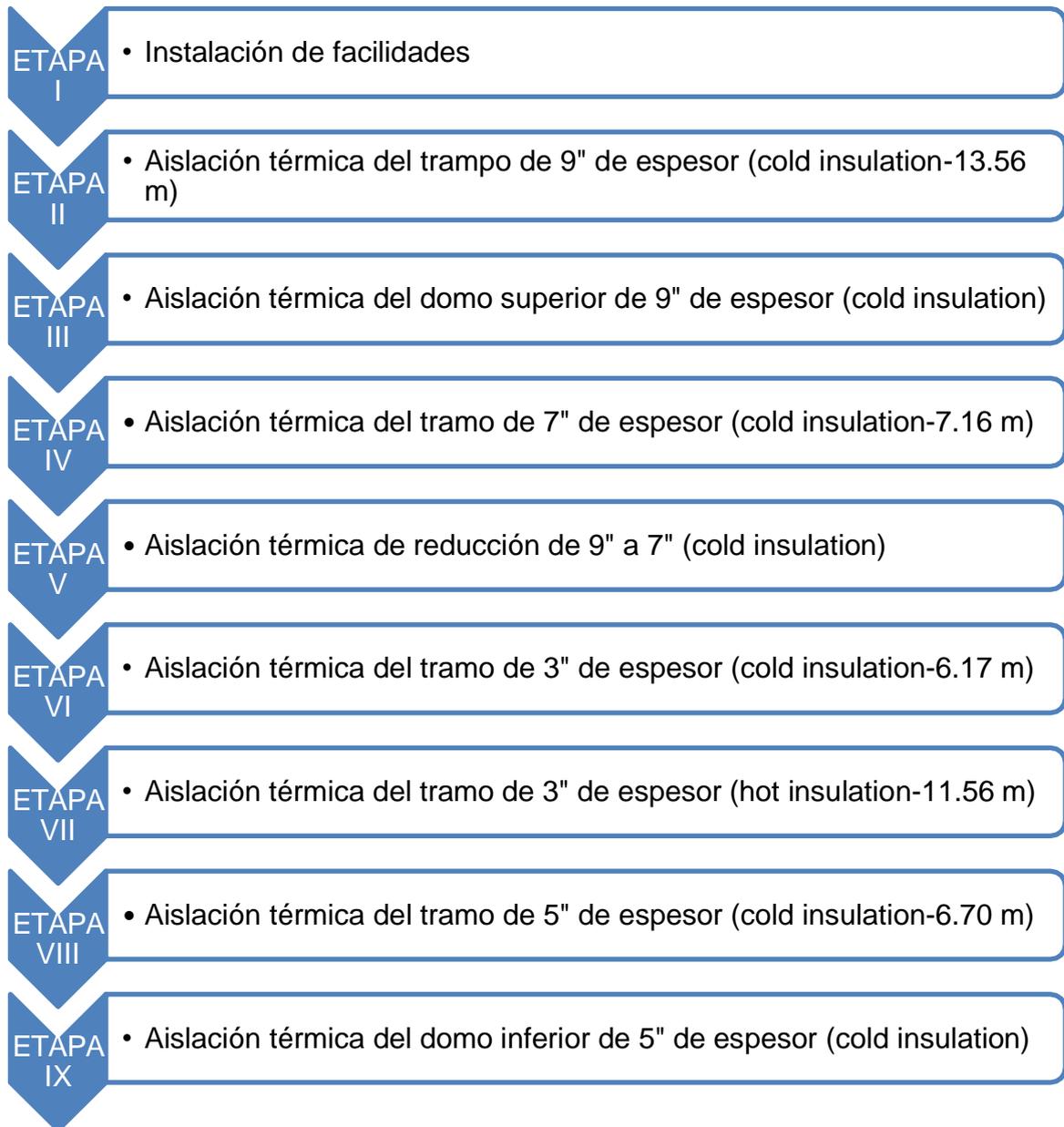
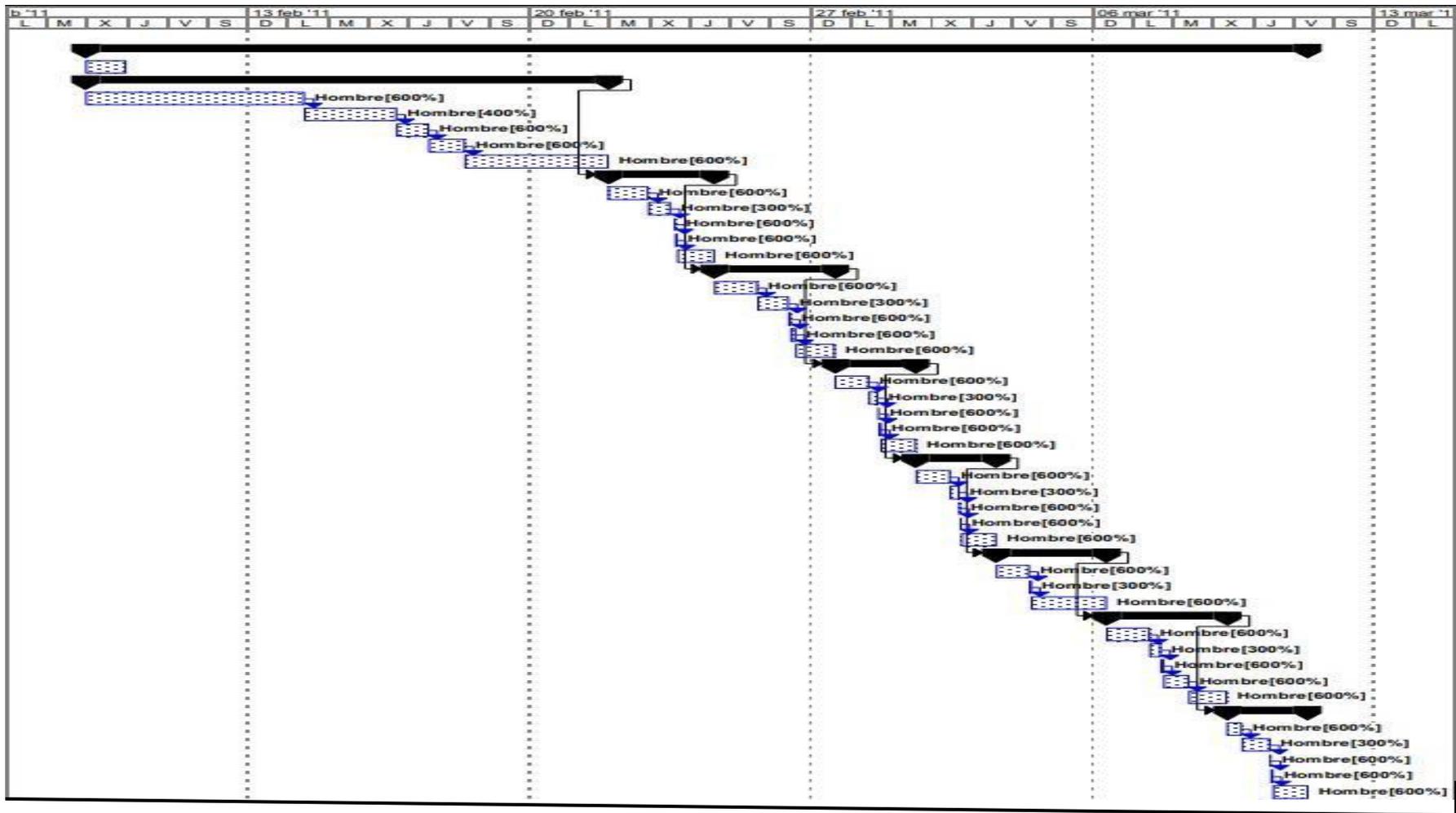


Figura 2.17 - Cronograma de actividades (Detalle)

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Predecesoras	Nombres de los recursos
Partidas Torre Deethanizer-Cold Separator	30.02 días?	#####	#####	0%		
Instalación de facilidades	1 día?	#####	#####	0%		
Tramo de 9" de espesor (Cold Insulation)	13 días	#####	#####	0%		
Instalación de planchas de molde de 9" -cold (13.56 m)	5.2 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de tramo de 9" -cold (13.56 m)	2.6 días	#####	#####	0%	5	Hombre[400%]
Retiro plancha de molde (13.56m)	0.65 días	#####	#####	0%	6	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio (13.56 m)	0.65 días	#####	#####	0%	7	Hombre[600%]
Instalación de plancha final de aluminio (13.56 m)	3.9 días	#####	#####	0%	8	Hombre[600%]
Tramo de 9" de espesor(Cold Insulation-Domo)	2.51 días	#####	#####	0%	4	
Instalación de molde de domo superior de torre - 9"	1 día	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de domo superior de torre - 9"	0.5 días	#####	#####	0%	11	Hombre[300%]
Retiro plancha domo superior - 9"	0.13 días	#####	#####	0%	12	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio - domo superior - 9"	0.13 días	#####	#####	0%	13	Hombre[600%]
Insta.plancha final de aluminio domo superior - 9"	0.75 días	#####	#####	0%	14	Hombre[600%]
Tramo de 7" de espesor (Cold Insulation)	3 días	#####	#####	0%	10	
Instalación de planchas de molde de 7" -cold (7.16 m)	1.2 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de tramo de 7" -cold (7.16 m)	0.6 días	#####	#####	0%	17	Hombre[300%]
Retiro plancha de molde (7.16m)	0.15 días	#####	#####	0%	18	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio (7.16)	0.15 días	#####	#####	0%	19	Hombre[600%]
Instalación de plancha final de aluminio (7.16 m)	0.9 días	#####	#####	0%	20	Hombre[600%]
Tramo de 9" de espesor (Cold Insulation-Reducción)	2 días	#####	#####	0%	16	
Instalación de molde de reducción de torre - 9"	0.8 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de reducción de torre - 9"	0.4 días	#####	#####	0%	23	Hombre[300%]
Retiro plancha de molde - reducción - 9"	0.1 días	#####	#####	0%	24	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio - reducción - 9"	0.1 días	#####	#####	0%	25	Hombre[600%]
Insta.plancha final de aluminio de reducción de torre	0.6 días	#####	#####	0%	26	Hombre[600%]
Tramo de 3" de espesor (Cold Insulation)	2 días	#####	#####	0%	22	
Instalación de planchas de molde de 3" -cold (6.17 m)	0.8 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de tramo de 3" -cold (6.17 m)	0.4 días	#####	#####	0%	29	Hombre[300%]
Retiro plancha de molde (6.17m)	0.1 días	#####	#####	0%	30	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio (6.17 m)	0.1 días	#####	#####	0%	31	Hombre[600%]
Instalación de plancha final de aluminio (6.17 m)	0.6 días	#####	#####	0%	32	Hombre[600%]
Tramo de 3" de espesor (Hot Insulation)	2.51 días	#####	#####	0%	28	
Instalación de silicato de calcio- hot (11.56 m)	0.75 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio (11.56 m)	0.13 días	#####	#####	0%	35	Hombre[300%]
Instalación de plancha final de aluminio (11.56 m)	1.63 días	#####	#####	0%	36	Hombre[600%]
Tramo de 5" de espesor (Cold Insulation)	3 días	#####	#####	0%	34	
Instalación de planchas de molde de 5" -cold (6.70 m)	1.2 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de tramo de 5" -cold (6.70 m)	0.6 días	#####	#####	0%	39	Hombre[300%]
Retiro plancha de molde (6.70 m)	0.15 días	#####	#####	0%	40	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio (6.70m)	0.15 días	#####	#####	0%	41	Hombre[600%]
Instalación de plancha final de aluminio (6.70)	0.9 días	#####	#####	0%	42	Hombre[600%]
Tramo de 5" de espesor (Cold Insulation-Domo)	2 días	#####	#####	0%	38	
Instalación de molde de domo inferior de torre - 5"	0.8 días	#####	#####	0%		Hombre[600%]
Inyección de domo inferior de torre - 5"	0.4 días	#####	#####	0%	45	Hombre[300%]
Retiro plancha domo inferior - 5"	0.1 días	#####	#####	0%	46	Hombre[600%]
Instalación de foil de aluminio - domo inferior - 5"	0.1 días	#####	#####	0%	47	Hombre[600%]
Insta.plancha final de aluminio domo inferior - 5"	0.6 días	#####	#####	0%	48	Hombre[600%]



III. APORTES REALIZADOS

3.1. Procedimiento de aislamiento térmico – torre deetanizadora

	Revisión	29-08-11	JVO		
	Revisión				
2	Para Aprobación				
REV.	DESCRIPCIÓN	FECH A	EJE C.	RE V.	APROB
		PROJECT:PERÚ CAMISEA SECOND EXPANSION (PCSE)			
		TITLE: AISLAMIENTO TERMICO – TORRE DEETANIZADORA INSTRUCTIVO			
P&P FACILITIE SDEPARTMENT					
Toda la información contenida en este documento es confidencial y es propiedad de Gerdipac Industrial e.i.r.l y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa		SCALE	DOCUMENTO		Revisión
		N/A	PCSE-360-IN-M-0022		2
		REPLACE:			Page 1 of 33

CONTENIDO

1. OBJETIVO.
2. ALCANCE.
3. DEFINICIONES.
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.
5. RECURSOS.
6. RESPONSABILIDADES.
7. DESARROLLO.
8. PREVENCIÓN DE RIESGOS
9. CONTROL DE CALIDAD
10. REGISTROS
11. ANEXOS

1. OBJETIVO

Realizar el aislamiento térmico de la torre deetanizadora CBA-24220, ubicada en el área 360, de tal forma que se cumpla con los requerimientos de calidad y seguridad en el desarrollo del proyecto EPC-21 Perú Camisea Segunda Expansión.

2. ALCANCE

Aplicable a las actividades que involucren los trabajos para el aislamiento térmico de la torre deetanizadora, CBA-24220 en el proyecto Perú Camisea Segunda Expansión.

3. DEFINICIONES

- PPC: Cliente / Pluspetrol Perú Corporation S.A.
- AET: Consorcio AESA - TECNA.
- PDG: Planta de Gas.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- PCSE-100-ET-X-005_0-thermal Insulation and Fireproofing, Selection and Installation Technical Specification.
- INS-PERPPC-14-01 Trabajos en altura.

5. RECURSOS

Personal.

- 01 Ing. Residente
- 01 supervisor de Control de Calidad
- 01 Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente
- 02 operario inyector de poliuretano/trazador de aislamiento térmico
- 04 oficial de aislamiento térmico

- 04 ayudante de aislamiento térmico Equipos y Herramientas.
- 02 máquina para inyectar de poliuretano JPH (4 Kg/min).
- 02 compresor de aire (200 psi)
- 01 máquina para rolar planchas.
- 02 máquina para pestañar aluminio.
- Molde de plancha galvanizada.
- 02 taladro eléctrico.
- 04 taladro inalámbrico
- 04 tijera curva de hojalatería, de 10".
- 04 tijera recta de hojalatería, de 12".
- 04 escuadra metálica, de 12" y 24"
- 04 compás radial metálico
- 04 alicata universal
- 04 alicata de presión
- 06 cinta métrica, de 3 m y 5m
- 06 destornillador tipo estrella
- 08 bandas de nylon, de 2" x 15 m. con ratchet para ajuste
- 04 bandas de jebe
- 02 martillo de goma
- 02 martillo para mecánico
- 02 agitadores
- 01 carretilla tipo bugui
- 02 mesa de trabajo, de 1.2m x 2.0 m

- 06 baldes de plástico 5 gln
- 02 bombas manuales
- 01 balanza
- 01 cronometro o reloj digital
- Materiales de aislamiento térmico.
- Paquete de bloques de poliuretano preformado (largueros y tacos)
- Tambores de Polioliol y/o Poliisocianurato.
- Tambores de Isocianato
- Tambor de thinner
- Planchas de aluminio liso de 0.032" y 0.016", para cobertura.
- Foil de aluminio como barrera de vapor.
- Planchas Galvanizadas de 0.5mm o plancha de aluminio liso de 0.8 mm para moldes
- Baldes de desmoldante.
- Tornillos autorroscantes inoxidables #8 x 1/2"
- Silicato de calcio
- Cemento aislante
- Bandas inoxidables de 3/4" x 0.020"
- Implementos de seguridad.
- Casco
- Barbiquejo
- Guantes badana y/o hilo
- Zapatos punta de acero
- Mascarilla contra polvo
- Máscara contra vapores orgánicos y gases
- Traje descartable

- Lentes de seguridad
- Arnés con doble línea de enganche y amortiguador de impacto
- Tapones auditivos
- Guantes de nitrilo o jebe

6. RESPONSABILIDADES

Jefe de Obra (Ing Residente)

Establecer los medios apropiados para llevar a cabo lo establecido en este instructivo.

Inspector de Control de Calidad:

Verificar el acatamiento de lo indicado en el presente instructivo, verificando lo indicado en los documentos de ingeniería, normas y especificaciones técnicas aplicables, también es responsable de certificar y almacenar los registros pertenecientes a este instructivo.

Supervisor de Aislamiento Térmico

Es responsable de cumplir con lo indicado en el presente instructivo, verificando lo indicado en los documentos de ingeniería, normas y especificaciones técnicas aplicables, también es responsable de la confección de los registros pertenecientes a este instructivo.

7. DESARROLLO

7.1. ACTIVIDADES PREVIAS AL TRABAJO

- El Supervisor debe asegurarse que todo el personal involucrado en la instalación, haya sido debidamente capacitado en trabajos en altura, además de conocer el procedimiento de trabajo.
- El Supervisor revisará las actividades, elaborará el Análisis de Riesgo y el permiso de trabajo respectivo, verificando la utilización de los implementos de seguridad personal.
- Se verificará que la zona de trabajo se encuentre señalizada adecuadamente, además de contar con el extintor respectivo.
- Teniendo los recipientes montados y liberados, se debe verificar que los andamios necesarios hayan sido instalados adecuadamente y tengan la correspondiente tarjeta de habilitación, la cual será firmada diariamente por la supervisión en señal de conformidad. Se debe coordinar con personal de prevención de riesgos.
- Los andamios deben tener plataformas en todos los niveles necesarios, para facilitar el acceso del personal a las diferentes zonas donde se realice el inyectado.
- Los equipos, herramientas y materiales en general que se usarán en la aplicación del aislamiento, se llevarán al área de actividades ubicándolos adecuadamente y teniendo el color de la cinta del mes por el área de seguridad.
- Verificar la limpieza exterior de los equipos, incluyendo la eliminación de grasas, suciedad y óxidos.

- Antes de realizar el inyectado de poliuretano, se efectuará una prueba que permita comprobar la densidad. Esta consiste en verter el producto en una probeta de volumen conocido para de esta forma calcular la densidad (la densidad mínima es 48 Kg/m³ y máxima 59 Kg/m³). Esto queda registrado en un protocolo que estará a cargo del área de control de calidad.

7.2. CONDICIONES PARA UNA DENSIDAD ÓPTIMA DEL POLIURETANO INYECTADO IN SITU

- La temperatura a la descarga de la pistola de inyectado debe estar alrededor de los 20°C a 30°C, según el informe Anexo 1 – ORICA, a mayor temperatura la viscosidad del producto baja y el tiempo de reacción es menor, no afectando la densidad.
- Restringir el desplazamiento del poliuretano inyectado, en los ejes x,y, teniendo sólo un desplazamiento vertical en el eje z (ver esquema 1A y 1B), así se obtendrá una mayor densidad empacada.
- El control de la proporción de mezcla del polytherm 31145 HD y MDI polimérico PM-200, se determina en la parte posterior de la máquina inyectora de poliuretano.

7.3. ACTIVIDADES DE INSTALACIÓN TÉRMICA

A) APLICACIÓN DE POLIURETANO

Las actividades se iniciarán luego de haber ejecutado las etapas previas, mencionados en los puntos 7.1 y 7.2.

7.3.1. Posición vertical (tramo de 5" de espesor- cold insulation)

- La máquina inyectora se ubicará lo más cercano a los recipientes a ser aislados. Contará con una manguera calefaccionada de 30 metros de largo, garantizando la inyección en cualquier punto.
- Los tramos a aislar estarán divididos en anillos y cada anillo estará subdividido en compartimentos (ver esquema N°2), conformados por largueros separadores de poliuretano, de medidas 5"x3"x1.2m.
- Se realizará la instalación de los largueros separadores de poliuretano, en la cantidad que se requiera para cada anillo considerado, según la circunferencia de los recipientes. Estos serán liberados por el área de Control de Calidad y tendrán la misma densidad requerida (48 - 59 Kg/m³)
- Los largueros separadores de poliuretano, dimensiones 5"x 3"x1.2m, quedarán adheridos a la superficie de los recipientes mediante cemento de contacto, como se puede observar en los esquemas N°2 y N°3, a una distancia interior de 0.50 m.
- Antes de instalar las planchas de molde, en las caras interiores de éstas se aplicará un desmoldante, para su posterior retiro.
- Sobre los largueros separadores de poliuretano, se colocarán chapas molde de acero galvanizado de 0.5 mm o de aluminio de 0.8 mm de espesor, formando anillos perimetrales de 1.20 m de altura. Las chapas serán unidas con remaches o tornillos autorroscantes de 8 mm x 1/2", hasta cubrir la circunferencia del equipo, y serán sujetadas con eslingas o fajas ratchets, de esta forma tendremos un armazón rígido, que contendrá la reacción del poliuretano.

- Antes de realizar el inyectado de poliuretano en los recipientes, se efectuará una prueba que permita comprobar la densidad, tal como se menciona en el punto 8.
- La inyección del poliuretano se realizará desde el borde superior del anillo, apuntando al punto más bajo de cada zona delimitada por los separadores de poliuretano y la plancha base o tapa, esta tapa se colocará al inicio del 1° anillo, alrededor de los recipientes. Se podrá comenzar la aplicación desde cualquier punto del anillo, hasta completar la circunferencia de ésta, dicha aplicación se realizará en recorridos o pases de 360° cada una, hasta completar un anillo (Ver esquema N°3).
- El inyectado se realizará con una máquina, donde se mezclan los componentes líquidos, Polytherm 31145 HD y MDI Polimérico PM-200, en proporción entre 1:1.2 o 1:1.3, en volumen, según hoja técnica del fabricante; la máquina cuenta con dos bombas de trasiego, una para cada producto. Para lograr la mezcla adecuada se debe regular la presión de salida de cada bomba, variando la misma entre 4 y 5 Kg/cm². La mezcla se realiza en una precámara que tiene la pistola de aplicación. Esta mezcla debe garantizar una densidad entre 48 a 59 Kg/m³.
- El acondicionamiento temporal para las conexiones y clips, se realizará haciendo los recortes respectivos en las planchas, de tal forma que los mismos no queden embebidos dentro del aislamiento. Estos cortes serán sellados mediante rosetas metálicas o parches, para evitar el derrame del poliuretano al momento del inyectado.

- Después de la aplicación de la mezcla dentro del molde, se controlará la temperatura y el tiempo de fraguado, para proceder con el retiro del molde, el tiempo estimado es de 20 min.
- En caso de interrumpirse la aplicación, no existirán inconvenientes en el producto terminado. Puede continuarse con el inyectado sin problemas, volviendo a controlar la densidad.
- Luego se procede al retiro de las planchas de molde, verificando mediante inspección visual que la superficie quede uniforme y libre de cangrejas u otras imperfecciones y que cumpla con el espesor requerido. Esto quedará registrado en un protocolo que estará a cargo del área de Controlde Calidad, según lo establecido en el punto 8.
- Después de haber sido liberado el primer anillo por el área de control de calidad, se procederá a colocar la barrera de vapor (foil de aluminio), el cual cumplirá con la especificación PCSE-100 ET-X-005 y se instalará de abajo hacia arriba, para la posición vertical y horizontal, con traslapes de 1-1/2", circunferencial y longitudinal, estos traslapes serán sellados con cinta foil (Ver esquema N°5)
- Posteriormente se instalarán los bloques separadores de poliuretano para el 2° anillo, que soportarán las planchas moldes, y se procederá a ejecutar como en el 1° anillo. Bajo este criterio se continuará ejecutando hasta llegar al último anillo.

7.3.2. Posición horizontal (tramo de 9", 7", 3"- cold insulation / 3" - hot insulation).

- Para la posición horizontal, se procederá a fabricar un molde cilíndrico de plancha galvanizada con tapas, el cuerpo del molde tendrá un ancho de 1.20 m, las tapas del molde tendrán un ancho de la misma medida que el espesor del aislamiento requerido. Se instalarán sobre el perímetro de la torre deetanizadora largueros de poliuretano, que se fabricarán de acuerdo al espesor de aislamiento, es decir tendrán una altura de 9", 7", 5" y 3", según corresponda, de densidad ya comprobada por el área de calidad. El área de apoyo de los mismos sobre la columna será de 3" x 1.20 m, distanciados entre si 500 mm. La distancia máxima entre los anillos perimetrales, formado por los tacos de poliuretano será de 1200 mm.
- Para proceder al inyectado, se practicarán orificios de 2" de diámetro alrededor de la circunferencia del molde cilíndrico.
- El inyectado se iniciará desde uno de los lados de la parte baja del molde, se continuará en forma ascendente hasta completar 90°, luego de procederá a hacer lo mismo desde el otro lado inferior completando los 180° inferiores. Posteriormente se procederá a inyectar los siguientes 180° de la parte superior, completando así los 360° inyectados.
- Los demás pasos serán iguales que en la posición vertical.
- Cada cubierta metálica será asegurada con bandas inoxidables de 3/4" x 0.020", cada 12" entre centros y/o tornillos autorroscantes inoxidables de 8mm x 1/2", cada 6" entre centros

A) INSTALACIÓN DE SILICATO CALCIO

Antes de iniciarse los trabajos debe cumplirse lo establecido en el punto 7.2

- Se usa este producto, en bloques, para la aislación caliente de la torre deetanizadora. Los bloques serán de 3" de espesor, de acuerdo a las especificaciones técnicas. La colocación de los bloques se realizará de forma escalonada, hasta cubrir toda la superficie del recipiente (Ver esquema N°4), el cual asegura el amarre del material, tanto en posición horizontal como vertical.
- Antes de la colocación de la banda de acero inoxidable, estos bloques de silicato de calcio serán asegurados provisionalmente con una banda de nylon, el cual lleva un ratchet que proporcionará el ajuste adecuado y preciso para inmovilizar el conjunto de silicato.
- Finalmente, los bloques de silicato de calcio serán sujetos permanentemente con bandas inoxidables de 3/4" x 0.020", para tal fin se usará una enzunchadora que brindará un ajuste preciso del material al cuerpo de la torre deetanizadora.
- Las bandas de acero inoxidable tendrán un espaciamiento de 9", y se evitarán empalmes en su longitud espaciados cada 9" entre centros (Ver esquema N°6).
- Las uniones y/o fisuras que puedan existir, serán rellenadas con cemento aislante y se alisará su superficie.

B) INSTALACIÓN DE FOIL DE ALUMINIO (BARRERA DE VAPOR) Y COBERTURA FINAL (PARA POLIURETANO Y SILICATO DE CALCIO).

- Se instalará barrera de vapor (foil de aluminio), en toda la superficie aislada, conforme el esquema N°5. La barrera de vapor (foil de aluminio), cumplirá con la especificación PCSE-100 ET-X-005 y se instalará de abajo hacia arriba, con traslapes de 1-1/2", circunferencial y longitudinal, estos traslapes serán sellados con cinta foil (Ver esquema N°5). Después de ser liberado la barrera de vapor, por el área de Calidad, se procederá a la instalación de la cobertura final de acabado.
- Se prefabricará la cubierta metálica de aluminio liso de 0.8 mm de espesor, según especificaciones técnicas.
- La habilitación o prefabricado de cubierta metálica de aluminio se hará en forma de sectores circulares, bordoneados a lo largo de todo su perímetro, longitudinal y circunferencial, el cual se ajustará al diámetro exterior del anillo de poliuretano formado, y tendrá un ancho útil de 1.15 m, y como longitud el desarrollo de circunferencia del recipiente, incluyendo el espesor de aislamiento. (Ver esquema N°4)
- La cubierta metálica, al momento de la instalación, tendrá traslapes circunferenciales de 2" y longitudinales de 3", teniendo siempre en cuenta la caída del agua. (Ver esquema N°5).

8. PREVENCIÓN DE RIESGOS

- Verificar el cumplimiento del análisis de riesgo que se realizará al momento de la actividad (AR)
- La totalidad de las tareas serán realizadas sobre geomembrana.
- Para la manipulación de los productos, se deberán contar con la hoja de MSDS donde se muestra los cuidados que se deben tener.

9. CONTROL DE CALIDAD

➤ Poliuretano: Medida de Densidad

Antes de comenzar la inyección de cada anillo, se tomará el valor de densidad del producto expandido (48 a 59 kg/m³) mediante pruebas de dosificación, al costado de la torre deetanizadora, y que servirá para ajustar la mezcla y los parámetros necesarios de la máquina inyectora a los fines de conseguir la densidad requerida antes del inyectado de cada anillo.

Una vez completada la totalidad del anillo, se tomarán muestras testigos extraídas de 2 a 3 puntos, directamente del anillo inyectado, se acondicionarán para su medición y peso y se calculará su densidad. Si la densidad de la probeta testigo se encuentra dentro del rango requerido, se pasa al siguiente anillo. De no cumplir con la densidad, se tomarán las muestras que PPC y AET estimen conveniente. Si estas muestras no son satisfactorias, se retirará el poliuretano inyectado de la zona y se procederá a su reinyección hasta lograr la densidad requerida.

Todas las probetas serán guardadas por un tiempo por el área de control de calidad, llevando un registro de las mismas por cada anillo inyectado y terminado, así como también del lugar de donde se extrajo cada probeta testigo. La codificación que se utilizará para individualizar cada probeta será la siguiente:

- A001-PT001: Anillo n°1 – Probeta testigo n°1.

Para más información acerca de los testigos ver el documento PCSE-360-IN-M-002 -Pr. 02- Ensayo de Densidad de Poliuretano.

Respecto a los tacos y largueros prefabricados de poliuretano, los mismos serán chequeados en cuanto a la densidad individualmente y tendrán la siguiente codificación:

- T-001: tacos de poliuretano n°1

Estos datos serán volcados al registro PCSE-360-IN-M-002-Pr.04, Tacos de poliuretano, y serán revisados aleatoriamente por PPC.

Por último, se procederá a inyectar y rellenar la zona del anillo de donde se extrajo la probeta testigo y se continuará con el siguiente anillo.

➤ SILICATO DE CALCIO

A medida que se van colocando los bloques de silicato de calcio, el foil de aluminio y la cubierta metálica, calidad AET junto con PPC verificarán la correcta ejecución de cada etapa del trabajo, mediante el registro adjunto PCSE-360-IN-

M-002 Pr.03-Instalación de silicato de calcio, donde se muestran los distintos trabajos a verificar.

La liberación a la siguiente etapa se podrá realizar diariamente o por tramo.

10. REGISTROS

- PCSE-360-IN-M-002 Pr.01 - Reporte de aislamiento térmico de equipos
- PCSE -360-IN-M-002 Pr.02- Ensayo de densidad de poliuretano.
- PCSE-360-IN-M-002 Pr.03- Instalación de silicato de calcio.
- PCSE-360-IN-M-002 Pr.04- Tacos de poliuretano

REGISTRO PCSE – 360-IN-M-002 Pr.01

	REPORTE DE AISLAMIENTO TÉRMICO DE EQUIPOS		PCSE-360-IN-M-002 Pr.01 Revisión : A Fecha : 2/02/2011 Página : 1 de 1
Proyecto : <i>EPC-21</i>	Cliente : PLUSPETROL	Reporte No.	
Preparado por :	Ubicación : MALVINAS	Fecha :	
Área :	Plano :	Código :	
Descripción :			
Autorización para iniciar el aislamiento:	AET	PLUSPETROL	FECHA
DATOS DE REFERENCIA			
Equipo / Línea:	Área Referencial :		
Diámetro :	Longitud Total/ Altura :		
Nivel de Inspección	Desde :	Hasta	
Temperatura de Diseño:	°C		
Prueba hidrostática completa:	SI	NO	N/A
Verificación de preparación de superficie (Limpieza, Pintura, Etc.)	SI	No	
MATERIALES APLICADOS			
MATERIAL DE AISLAMIENTO TERMICO			
Aislamiento en Caliente			
1.- Silicato de Calcio		2. Perlita Expandida	
Tipo :	Densidad :		
Aislamiento en frío			
1.- Vidrio Celular		2. Poliuretano	
Tipo :	Densidad :		
Espesor:	Pulgadas	Número de Capas :	
Forma de aplicación:	Manual	Con equipo	
Sellado de juntas:	Si	No	Tipo material de sujeción :
Tipo material de sellado :	Fleje		
	Alambre		
RECUBRIMIENTO EXTERNO:			
Aluminio	Tipo de traslape:	Tipo material de sujeción	
Tipo :	Longitudinal:	Tornillos	
Espesor : mm	Circunferencial	Fleje	
Observaciones :			
APROBADO POR:			
AREA DE CONSTRUCCION	CALIDAD AET	PLUSPETROL	
Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Firma:	Firma:	Firma:	
Fecha	Fecha	Fecha	

REGISTRO PCSE -360-IN-M-002 Pr.02

	ENSAYO DENSIDAD POLIURETANO		PCSE-360-IN-M-002 Pr.02 Revisión : 2 Fecha: 25-02-2011 Página : 1 de 1		
Proyecto : EPC-21	Cliente : PLUSPETROL	Reporte No.:			
Preparado por:	Ubicación : PDG Malvinas	Fecha :			
Area: 360	Plano : 7594-1869 / 1870 Sheet 2	Código : CBA-24220 / VBA-24130			
Descripción : Densidad de Poliuretano en Torre Deethanizer / Cold Separator					
Material de Aislamiento Termico		Poliuretano Expandido (Densidad: <48.0 - 59.0> Kg/m3)			
REGISTRO DE ENSAYO ANILLO N°: _____					
PROBETA DE CALIBRACION					
Probeta TAG N°	Volumen de Probeta (m3)	Peso inicial Probeta sin poliuretano (kg)	Peso Final Probeta con poliuretano (kg)	Peso de Poliuretano (Kg)	Densidad de probeta (Kg/m3)
PROBETA TESTIGO					
Probeta TAG N°	Volumen de Probeta (m3)	Peso inicial Probeta sin poliuretano (kg)	Peso Final Probeta con poliuretano (kg)	Peso de Poliuretano (Kg)	Densidad de probeta (Kg/m3)
OBSERVACIONES : _____ _____ _____ _____					
APROBADO POR:					
EJECUTANTE	QA/QC AET	INSECCIÓN PPC			
Nombre:	Nombre:	Nombre:			
Firma:	Firma:	Firma:			
Fecha	Fecha	Fecha			

REGISTRO PCSE -360-IN-M-002 Pr.03

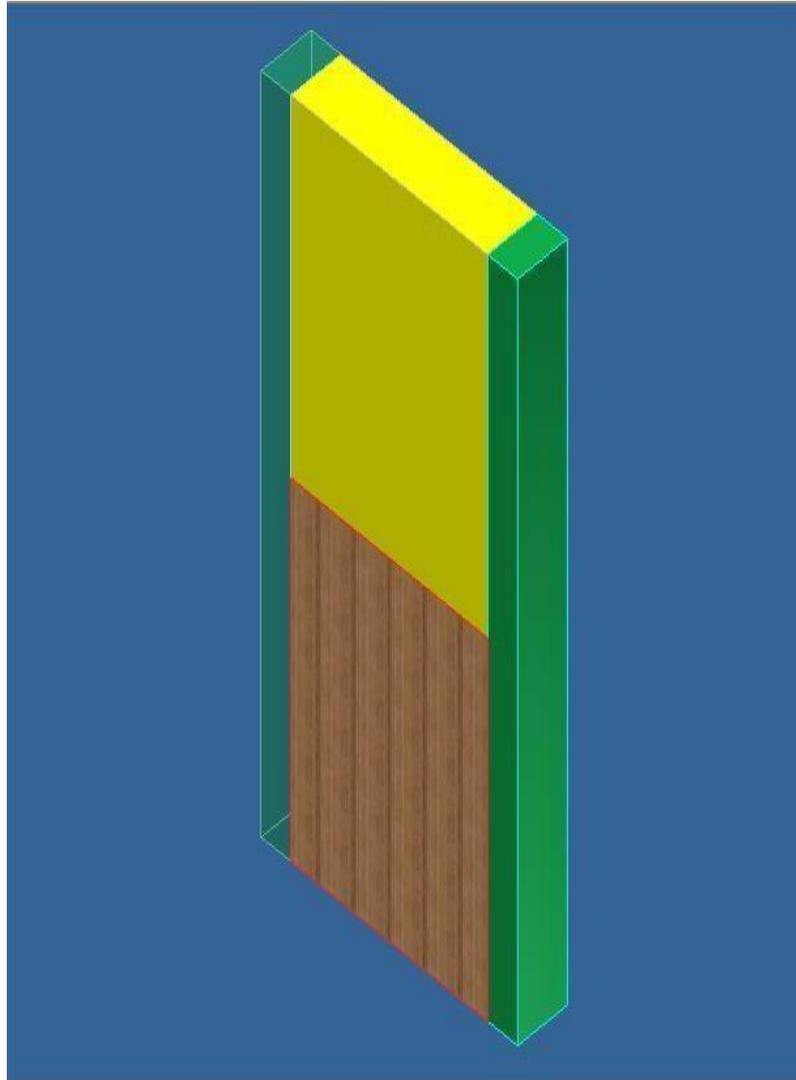
	INSTALACION DE AISLAMIENTO POLIURETANO		PCSE-360-IN-M-002 Pr.03 Revisión : 2 Fecha : 25/02/2011 Página : 1 de 2	
Proyecto : EPC-21	Cliente : PLUSPETROL	Reporte No.		
Preparado por:	Ubicación : Planta Malvinas	Fecha :		
Area: 360	Plano : DWG 7594 - 1869 / 1870	Código :		
Descripción : Aislamiento Termico Deethanizer CBA-24220				
Material de Aislamiento Termico	POLIURETANO EXPANDIDO - ANILLO N°:.....			
ETAPA: INSTALACION POLIURETANO EXPANDIDO				
IT	VERIFICACION	AET	PPC	FECHA
1	Limpeza de superficie de aplicación antes de instalación de material aislante			
2	Densidad de tacos y largeros de Polyuretano (protocolo) antes de instalación en los moldes			
3	Prefabricado de molde de Anillo con planchas galvanizadas y sujetadas con bandas elasticas			
4	Espaciamiento correcto de tacos y largeros en anillo prefabricado			
5	Verificación de Densidad de probetas muestras tomadas en anillo (protocolo)			
6	Resane de agujeros de probeta e imperfecciones; emparejamiento y alisado de superficie de aislamiento			
ETAPA: INSTALACION FOIL DE ALUMINIO				
IT	VERIFICACION	AET	PPC	FECHA
1	Acabado de traslape de junta de Foil			
2	Pegado y/o encintado correcto de juntas de Foil			
3	Correcto acabado forrado de interferencias			
ETAPA: COBERTURA DE ALUMINIO				
IT	VERIFICACION	AET	PPC	FECHA
1	Prefabricado del molde de anillo a forrar			
2	Bordoneado de perímetro de forro de aluminio en todo su perímetro longitudinal y circunferencial			
3	Traslapes circunferenciales 2" y longitudinales 3"			
4	Aseguramiento de cubiertas con tornillos autoroscantes de acero inoxidable 8 x 1/2" cada 6"			
5	Sellado de traslape con Silicona resistente a alta temperatura			
OBSERVACIONES : Material Polytherm 31145 HD (Polyisocianurato) + MDI Polimerico (Isocianato) Espesor de Aislamiento: _____ _____				
APROBADO POR:				
EJECUTANTE	QA/QC AET	INSPECCION PPC		
Nombre:	Nombre:	Nombre:		
Firma:	Firma:	Firma:		
Fecha	Fecha	Fecha		

11. ANEXOS

- ANEXO 1: Disposición de largueros. Primer y segundo pase de inyección de poliuretano (esquema N°1-A).
- ANEXO 2: Dimensiones de largueros. Primer y segundo pase de inyección de poliuretano (esquema N°1-B).
- ANEXO 3: Distribución de los largueros separadores de poliuretano. Primera capa de inyectado (esquema N°2).
- ANEXO 4: Distribución de los largueros de poliuretano. Inyectado de la primera y segunda capa de poliuretano (esquema N°3).
- ANEXO 5: Distribución de planchas de aluminio y silicato de calcio (esquema N°4).
- ANEXO 6: Instalación de cobertura de aluminio y barrera de vapor (esquema N°5).
- ANEXO N°7: Detalle de silicato de calcio y bandas inoxidables (esquema N°6).
- ANEXO N°8: Instalación de aislamiento térmico, posición horizontal (esquema N°7).
- ANEXO N°9: Armazón de chapa galvanizada e inyección de poliuretano (esquema N°8).
- ANEXO N°10: Análisis de riesgos

ANEXO 1

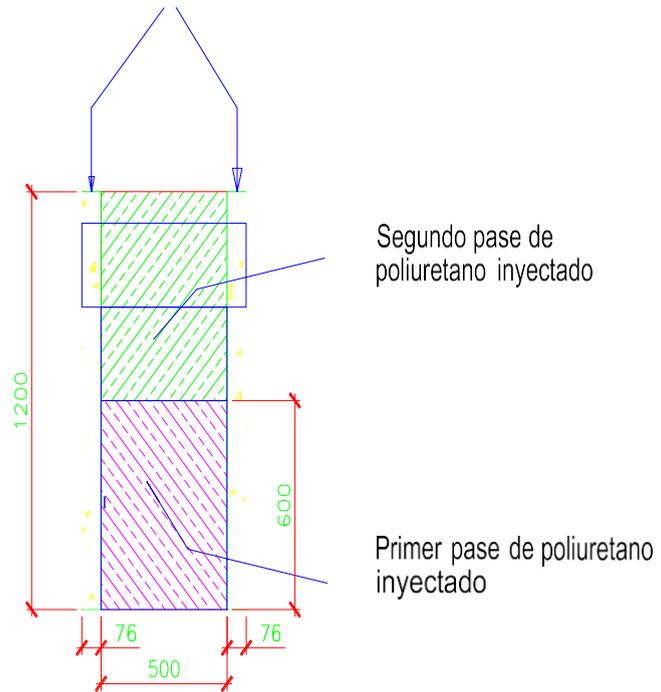
Esquema N°1-A



Disposición de largueros. Aplicación del primer y segundo pase de poliuretano inyectado

ANEXO 2

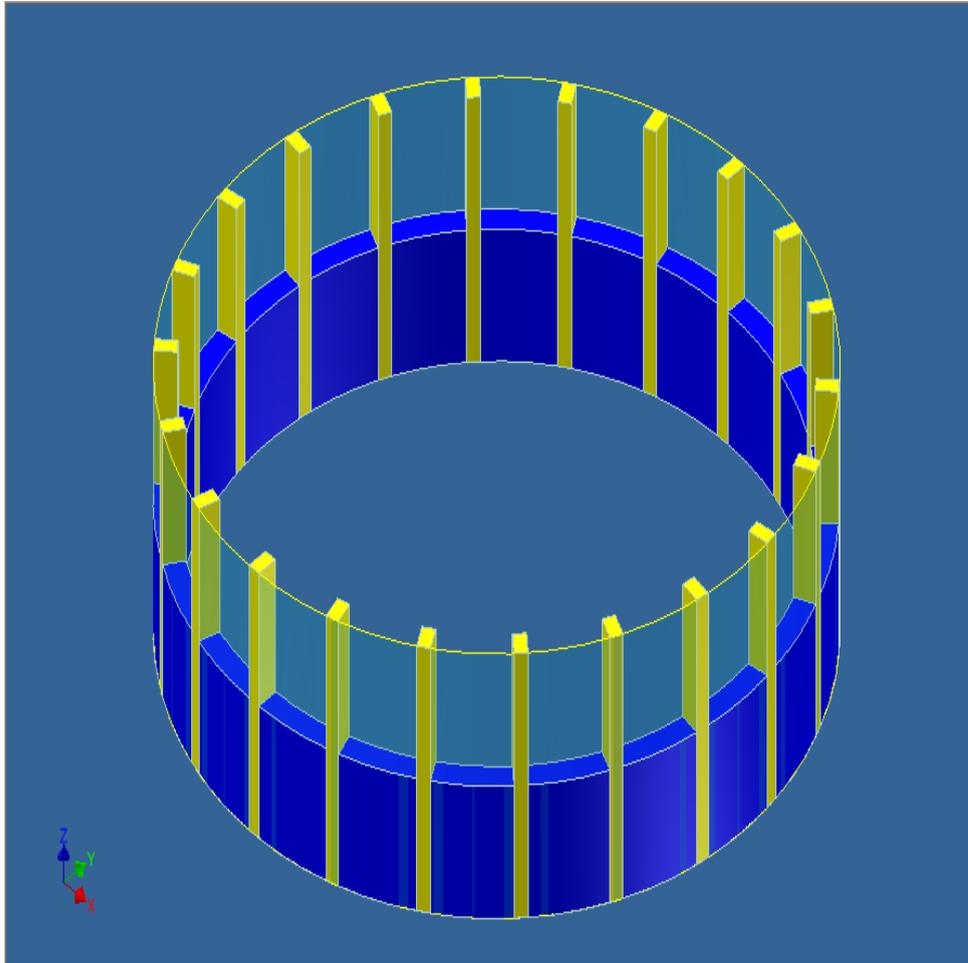
Esquema N°1 LARGUEROS DE POLIURETANO PREFORMADO



Dimensiones de largueros. Primer y segundo pase de poliuretano inyectado

ANEXO 3

Esquema N°2



Distribución de los largueros separadores de poliuretano (color amarillo) y primera capa de inyectado (color azul)

ANEXO 4

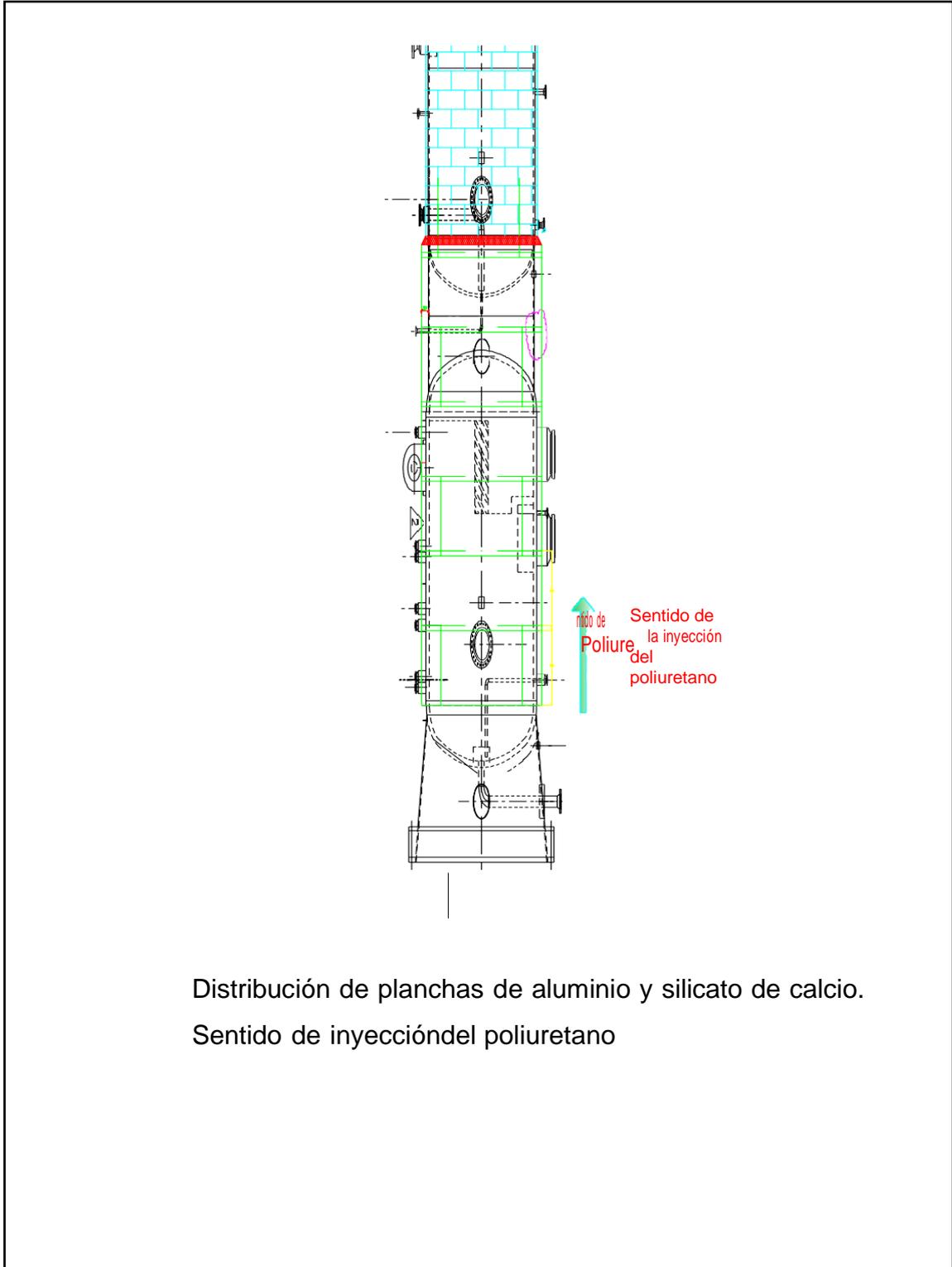
Esquema N°3



Distribución de los largueros de poliuretano. Inyectado de la primera y segunda capa de poliuretano

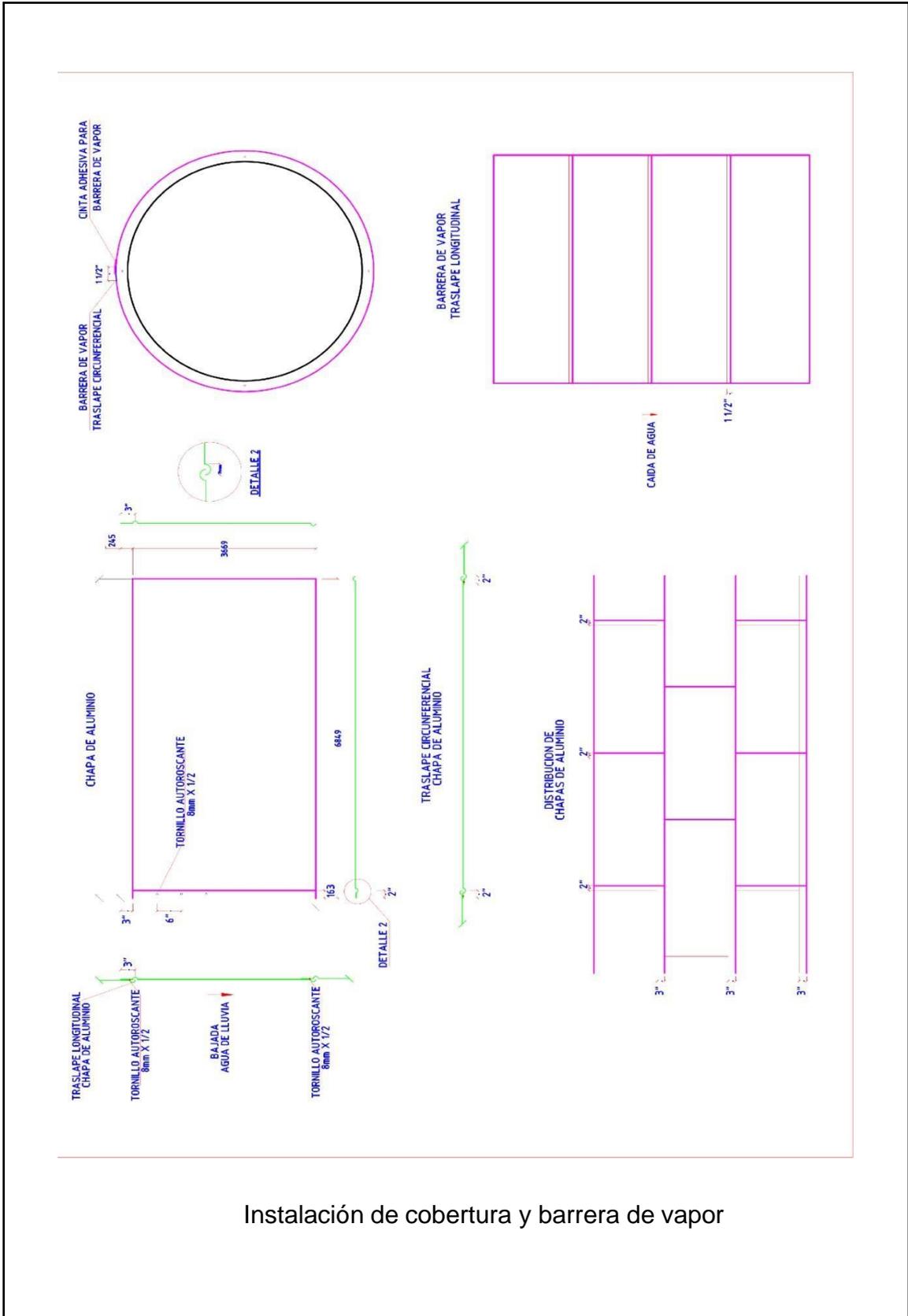
ANEXO 5

Esquema N°4



ANEXO 6

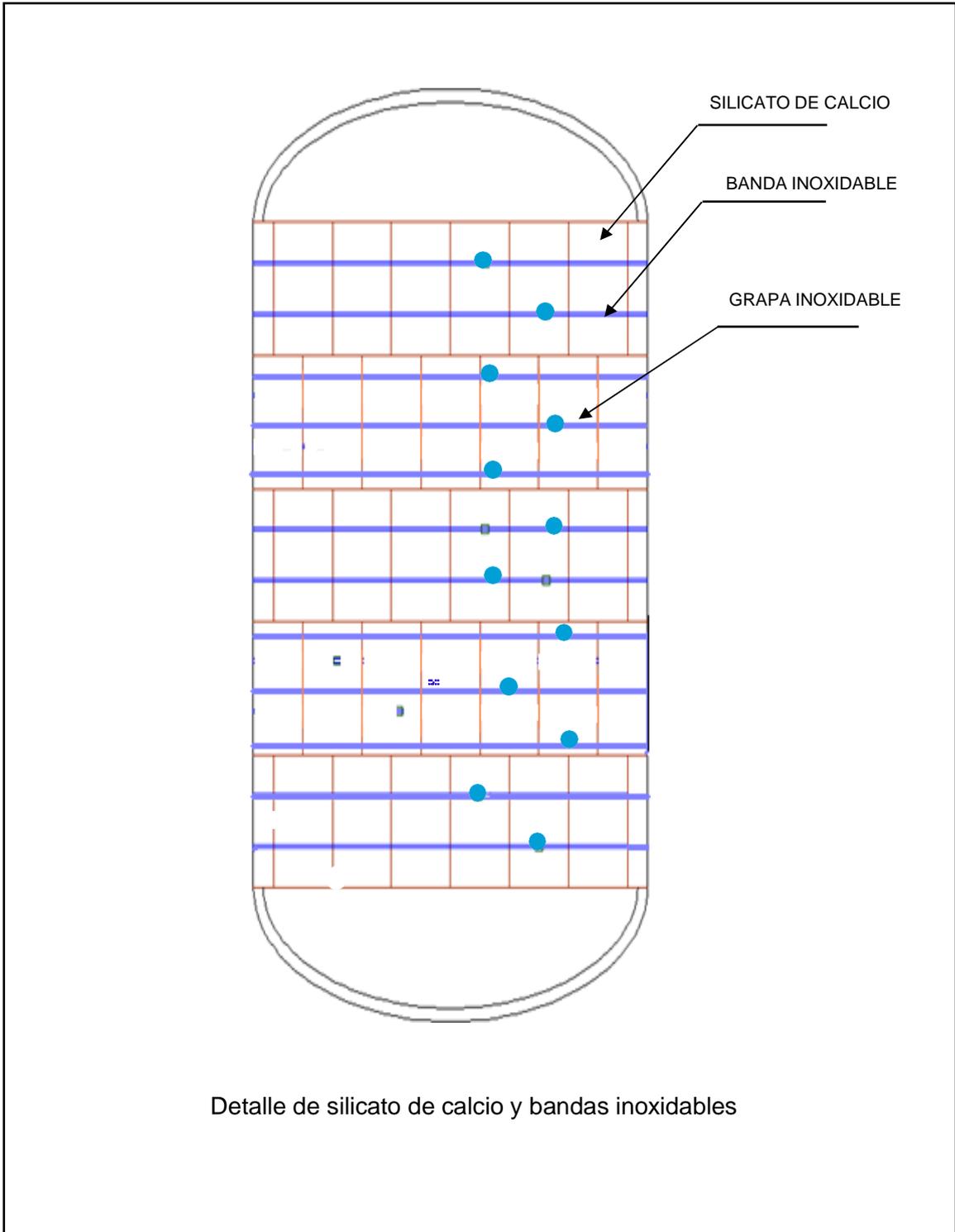
Esquema N°5



Instalación de cobertura y barrera de vapor

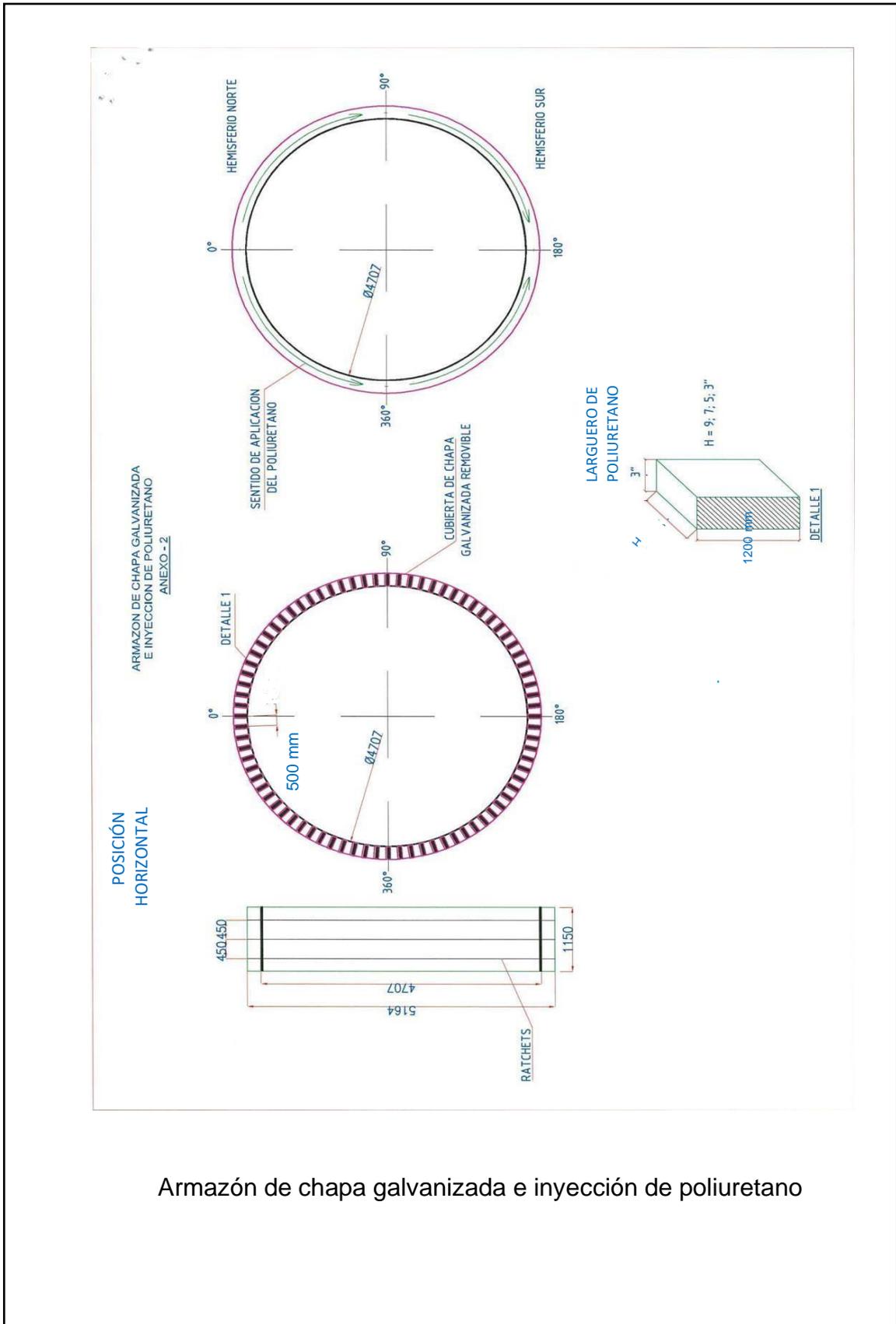
ANEXO N°7

Esquema N°6



ANEXO 9

Esquema N°8



Armazón de chapa galvanizada e inyección de poliuretano

ANEXO 10

Lugar:		Fecha:		Permiso de Trabajo N°:	
Tarea a realizar:		AISLAMIENTO TERMICO			
PERSONAL EJECUTIVA					
	Apellidos y Nombres	Firma		Apellidos y Nombres	Firma
1			6		11
2			7		12
3			8		13
4			9		14
5			10		15

Etapas	Peligros/Riesgos	Riesgo				Acciones Preventivas/Controles de Riesgo
		S	P	ASLARA		
Movilización de personal y materiales al y en el área de trabajo en Planta	Suelo irregular / Caídas al mismo nivel	2	1	2		Transitar por zonas libres de obstáculos. El personal debe conocer la ruta de tránsito peatonal.
	Generación de residuos en general / Contaminación de suelo	2	2		4	Personal capacitado en manejo de residuos de acuerdo al programa integral de Manejo de Residuos Sólidos. Clasificar, seleccionar e internar los residuos a los lugares autorizados.
	Tránsito de maquinarias / Amago de incendio	3	2	6		Monitoreo de mezcla explosiva permanente LEL=0% durante el ingreso a PdG, y acompañado por un vigía. Equipo inspeccionado diariamente (Check List). Vehículos y equipos pesado deben contar con el sistema de arresta llama en tubería de escape, contar con extintor PQS con listado UL.
	Movimiento de equipos pesados / Atropellos, choques con vehículos	3	2	6		Operador calificado y aprobado por PPC. Personal deberá mantenerse siempre a la vista del operador . Mantener un vigía para regular el tránsito peatonal en la zona, debiendo contar con un silbato, una cruceta y su paleta.
	Derrame de hidrocarburos/ Contaminación del suelo	2		2	4	Cumplir con el límite de velocidad de 10 km/h. Tránsito vehicular por vías de acceso establecidas. Check list de los equipos a utilizar en la tarea. Inducción y capacitación al personal sobre respuesta contra derrames. Contar con kit contra derrames. Realizar mantenimiento preventivo de los equipos e inspección diaria check list del equipo.
Colocación de cobertura provisional (Planchas metálicas y uso de generador)	Uso de taladro / Golpes y cortes	2			4	Personal capacitado en uso de EPP y riesgos de la actividad Verificar el uso adecuado de herramientas manuales e inspeccionarlas antes de usarlas.
	Proyección de partículas / contacto ocular	1				Mantener distancia prudente entre las personas que realizan la actividad / Inspección previo del equipo antes de iniciar labores / Utilizar correctamente las herramientas
	Ruido generado por el equipo / Exposición al ruido	2	2	2		Uso de lentes de protección, y careta facial, mantener distancia adecuada durante el vaciado. Uso de Protectores Auditivos / Señalización de Uso de Epps. Personal Capacitado en riesgos ergonómicos
	Manipulación, levantamiento de carga /	2	1		4	Capacitar al personal en levantamiento adecuado de cargas. / Evitar Movimientos repetitivos y no levantar mayor de 25 kgs.
	Movimiento repetitivo y sobre esfuerzo			2	2	Personal Capacitado en uso correcto de herramientas manuales / Inspeccionar las herramientas a utilizar cinta del mes correspondiente. Uso de guantes de cuero.
	Uso de Herramientas / Golpes, cortes	1				Inspección de la herramientas y contar con la cinta de color. Uso de guantes de cuero.
	Manipulación de las planchas / Golpes y contacto con bordes filudos	2			4	Uso Guantes de Cuero, trabajos coordinados, retirar o doblar las puntas de los alambres hacia adentro. Verificar las condiciones del terreno antes de colocar los equipos, la manipulación solo por personal autorizado. Realizar la inspección del equipo. Verificar los seguros de los equipos y uso de guantes de cuero.
	Posicionamiento de los equipos / Caída y golpe	2	2		4	Mantenimiento Correspondiente y preventivo al generador
	Equipo generador / Contaminación del aire	1			2	Personal Capacitado en Trabajos en altura y trabajos a distinto nivel. Utilizar amés de seguridad por encima de 1.8 m. y contar con línea de vida (inspección del equipo a diario).
	Trabajo en altura / Caídas a distinto nivel	3	2		6	Los andamios deberán contar rodapiés para evitar la caída de herramientas a niveles inferiores. Colocar tarjeta de operatividad (rojo/verde)
	Suelo irregular / Caídas al mismo nivel	2		1	2	Transitar por zonas libres de obstáculos. El personal debe conocer la ruta de tránsito peatonal. Verificar las condiciones del terreno. Personal capacitado referente al trabajo a realizar.
	Cables energizados / Contacto con cable energizado.	2	1		2	Uso de cables, enchufes industriales y/o autorizados con puesta a tierra para los equipos. Toda conexión eléctrica debe contar con conexiones industriales y protección diferencial. Los cables no deben tener empalmes. Todos los equipos deberán ser revisados por el especialista de la actividad. Los equipos deben llevar la codificación de color respectiva por mes.
MATRIZ DE CLASIFICACION DE RIESGO						
PROBABILIDAD						

Identificación	Sup. Ejecutante	Sup Solicitante	Sup Autorizante	Otros	SEVERIDAD	PROBABILIDAD							
						Improbable (1)	Poco Probable (2)		Probable (3)		Muy probable (4)		
					Leve (1)	Tolerable	1	Tolerable	2	Poco significativo	3	Poco significativo	4
Firma					Moderado (2)	Tolerable	2	Poco significativo	4	Poco significativo	6	Significativo	8
Apellido y Nombre					Grave (3)	Poco significativo	3	Poco significativo	6	Significativo	9	Intolerable	12

Colocación de cobertura provisional (Planchas metálicas y uso de generador)	Uso de generador / Contaminación del suelo por derrame	2	2	4	<p>Contar con las hojas MSDS del producto, uso de bandeja de protección. Contar con extintor PQS en el área.</p> <p>Inducción y capacitación al personal sobre respuesta contra derrames. Contar con kit contra derrames. Realizar mantenimiento preventivo de los equipos y inspección diaria.</p>								
	Condiciones ambientales adversas / Cambio a temperatura brusca	1	2	2	<p>Evitar exposiciones continuas y prolongadas en caso de lluvia y emplear capotín y botas de jébe.</p> <p>En caso de lluvias paralizar las actividades y colocarse a un refugio.</p>								
	Traslado de materiales / Sobre esfuerzo y movimientos repetitivos	2	2	4	<p>Personal capacitado para riesgos ergonómicos, capacitar al personal en levantamiento adecuado de carga, evitar movimientos repetitivos, no levantar un peso mayor de 25 Kg.</p>								
	Generación de Residuos / Contaminación del suelo	2	1	2	<p>Personal capacitado en la gestión de residuos. Disponer de recipientes para depositar los residuos de acuerdo con el código de colores de PPC.</p> <p>Acopio de los residuos para su clasificación e intemamiento en el Almacén de Residuos de PPC.</p>								
Inyección del producto aislante	Uso de herramienta manuales / Golpes	2	2	4	<p>Inspección diaria de herramientas manuales, Uso adecuado de herramientas, uso de guantes de cuero, entonado de herramientas con el color del mes correspondiente.</p>								
	Salpicadura del producto / Contacto ocular	1	2	2	<p>Uso de lentes de protección, mantener distancia adecuada durante la inyección del producto aislante.</p>								
	Uso del producto aislante / Inhalación	1	2	2	<p>Uso de Respirador para vapores, Empleo de ficha de seguridad química del producto MSDS.</p>								
	Uso del producto aislante / Contacto con la piel	1	2	2	<p>Uso de Guantes de PVC/PET/Neopreno y uso traje tielk. Contar con hojas MSDS.</p>								
	Manipulación de los equipos / Amago de incendio	2	2	4	<p>Monitoreo de mezcla explosiva permanente LEL=0% durante el trabajo en P&G. Contar con extintor PQS con listado UL.</p>								
	Uso del producto aislante / Derrame de los productos	2	2	4	<p>Empleo de Bandeja de contención, Uso de kit de contingencia para potos. Químicos, Empleo de ficha de seguridad química del producto (MSDS). Colocar protección en el suelo de geomembrana.</p>								
	Posición inadecuada / Sobre esfuerzo y movimiento repetitivo	1	2	2	<p>Personal capacitado para riesgos ergonómicos, capacitar al personal en levantamiento adecuado de carga, evitar movimientos repetitivos, no levantar un peso mayor de 25 Kg.</p>								
	Trabajo en altura / Caídas a distinto nivel	3	2	6	<p>Personal Capacitado en Trabajos en altura y trabajos a distinto nivel.</p> <p>Utilizar arnés de seguridad por encima de 1.8 m. y contar con línea de vida (inspección del equipo a diario).</p> <p>Los andamios deberán contar rodapiés para evitar la caída de herramientas a niveles inferiores. Colocar tarjeta de operatividad (rojo/verde).</p>								
	Generación de residuos / Contaminación de suelo	2	1	2	<p>Personal capacitado en la gestión de residuos, orden y limpieza, disponer de recipientes para depositar los residuos de acuerdo al código de colores de PPC.</p>								
Condiciones climatológicas adversas / Exposición a calor y lluvia.	2	2	4	<p>Disponer de sales de rehidratación y agua para consumo humano, contar con capotín y uso de botas de jébe si es necesario.</p>									
Colocación de cobertura Final (Planchas metálicas a medida y uso de generador)	Uso de taladro / Golpes y cortes	2	2	4	<p>Personal capacitado en uso de EPP y riesgos de la actividad</p> <p>Verificar el uso adecuado de herramientas manuales e inspeccionarlas antes de usarlas.</p> <p>Mantener distancia prudente entre las personas que realizan la actividad / Inspección previo del equipo antes de iniciar labores / Utilizar correctamente las herramientas</p>								
	Ruido generado por el equipo / Exposición al ruido	2	1	2	<p>Uso de Protectores Auditivos / Señalización de Uso de Egps.</p>								
	Proyección de partículas / contacto ocular	1	2	2	<p>Uso de lentes de protección, y careta facial, mantener distancia adecuada durante el vaciado.</p>								
	Manipulación, levantamiento de carga / Movimiento repetitivo y sobreesfuerzo	2	2	4	<p>Personal Capacitado en riesgos ergonómicos</p> <p>Capacitar al personal en levantamiento adecuado de cargas. / Evitar Movimientos repetitivos y no levantar mayor de 25 kgs.</p>								
EQUIPO DE ANALISIS DE RIESGO					MATRIZ DE CLASIFICACION DE RIESGO								
Identificación	Sup. Ejecutante	Sup Solicitante	Sup Autorizante	Otros	SEVERIDAD	PROBABILIDAD							
						Improbable (1)	Poco Probable		Probable (3)		Muy probable (4)		
Firma					Leve (1)	Tolerable	1	Tolerable	2	Poco significativo	3	Poco significativo	4
					Moderado (2)	Tolerable	2	Poco significativo	4	Poco significativo	6	Significativo	8
Apellido y Nombre					Grave (3)	Poco significativo	3	Poco significativo	6	Significativo	9	Intolerable	12
					Catastrófico (4)	Poco significativo	4	Significativo	8	Intolerable	12	Intolerable	16

Colocación de cobertura Final (Planchas metálicas a medida y uso de generador)	Equipo generador / Contaminación del aire	1	2	2	Mantenimiento Correspondiente y preventivo al generador								
	Uso de generador / Contaminación del suelo por derrame	2	2	4	Contar con la hoja MSDS del producto, uso de bandeja de protección. Contar con extintor PQS en el área. Inducción y capacitación al personal sobre respuesta contra derrames. Contar con kit contra derrames. Realizar mantenimiento preventivo de los equipos y inspección diaria.								
	Manipulación de la pestañadora y roladora / Aprisionamiento de manos	2	1	2	Uso de guantes de cuero. Manipular los equipos solo personal especializado. Verificar las condiciones del equipo.								
	Cables energizados / Contacto con cable energizado.	2	1	2	Personal capacitado referente al trabajo a realizar.								
					Uso de cables, enchufes industriales y/o autorizados con puesta a tierra para los equipos.								
					Toda conexión eléctrica debe contar con conexiones industriales y protección diferencial. Los cables no deben tener empalmes. Todos los equipos deberán ser revisados por el especialista de la actividad. Los equipos deben llevar la codificación de color respectiva por mes.								
	Condiciones ambientales adversas / Cambio a temperatura brusca	1	2	2	Evitar exposiciones continuas y prolongadas en caso de lluvia y emplear capotín y botas de jébe. En caso de lluvias paralizar las actividades y colocarse a un refugio.								
	Traslado de materiales / Sobre esfuerzo y movimientos repetitivos	2	2	4	Personal capacitado para riesgos ergonómicos, capacitar al personal en levantamiento adecuado de carga, evitar movimientos repetitivos, no levantar un peso mayor de 25 Kg.								
	Trabajo en altura / Caídas a distinto nivel	3	2	6	Personal Capacitado en Trabajos en altura y trabajos a distinto nivel. Utilizar además de seguridad por encima de 1.8 m. y contar con línea de vida (inspección del equipo a diario). Los andamios deberán contar rodapiés para evitar la caída de herramientas a niveles inferiores. Colocar tarjeta de operatividad (rojo/verde).								
					Suelo irregular / Caídas al mismo nivel	2	1	2	Transitar por zonas libres de obstáculos. El personal debe conocer la ruta de tránsito peatonal. Verificar las condiciones del terreno.				
Generación de Residuos / Contaminación del suelo	2	1	2	Personal capacitado en la gestión de residuos. Disponer de recipientes para depositar los residuos de acuerdo con el código de colores de PPC. Acopio de los residuos para su clasificación e internamiento en el Almacén de Residuos de PPC.									
				Retiro de materiales, herramientas y equipos del área de trabajo	Traslado de materiales y equipos / Tropezos y caídas al mismo nivel	2	2	4	Verificar las condiciones del terreno, transitar por accesos despejados y libres de obstáculos. Mantener orden y limpieza al finalizar las actividades y acopiar en un lugar adecuado las herramientas. Personal Capacitado en riesgos ergonómicos Capacitar al personal en levantamiento adecuado de cargas. Evitar Movimientos repetitivos y no levantar mayor de 25 kgs. Personal capacitado en la gestión de residuos. Disponer de recipientes para depositar los residuos de acuerdo con el código de colores de PPC. Acopio de los residuos para su clasificación e internamiento en el Almacén de Residuos de PPC.				
Generación de Residuos / Contaminación del suelo	2	1	2	Personal capacitado en la gestión de residuos. Disponer de recipientes para depositar los residuos de acuerdo con el código de colores de PPC. Acopio de los residuos para su clasificación e internamiento en el Almacén de Residuos de PPC.									
				Traslado de vehículos a combustión / Choque a instalaciones, atropello y incendio	2	2	4	Los vehículos y el equipos deben contar con sistema de arresta llama en tubería de escape. Contar con extintor listado UL. Contar con vigía y monitor durante el traslado del equipo.					
EQUIPO DE ANALISIS DE RIESGO					MATRIZ DE CLASIFICACION DE RIESGO								
Identificación	Sup. Ejecutante	Sup Solicitante	Sup Autorizante	Otros	SEVERIDAD	PROBABILIDAD							
						Improbable (1)	Poco Probable (2)	Probable (3)	Muy probable (4)				
Firma					Leve (1)	Tolerable	1	Tolerable	2	Poco significativo	3	Poco significativo	4
					Moderado (2)	Tolerable	2	Poco significativo	4	Poco significativo	6	Significativo	8
Apellido y Nombre					Grave (3)	Poco significativo	3	Poco significativo	6	Significativo	9	Intolerable	12
					Catastrófico (4)	Poco significativo	4	Significativo	8	Intolerable	12	Intolerable	16

3.2. Procedimiento de instalación de aislamiento térmico de casquetes interiores - torre deetanizadora

2	Para Aprobación	06/07/2011	JV	MTO	
RE V.	DESCRIPCIÓN	FECHA	EJEC.	REV.	APRO
		PROJECT: PERÚ CAMISEA SECOND EXPANSION (PCSE)			
		TITLE: AISLAMIENTO TERMICO CASQUETES INTERIORES - TORRE DEETANIZADORA/COLD SEPARATOR INSTRUCTIVO			
P&P FACILITIES DEPARTMENT					
Toda la información contenida en este documento es confidencial y es propiedad de Gerdipac Industrial e.i.r.l y la copia o reproducción total o parcial está prohibida si n autorización previa	SCALE	DOCUMENT N°:		Revisión	
	N/A	PCSE-IN-M-002		2	
		REPLACE:		Page 1 of 19	

CONTENIDO

1. OBJETIVO.
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.
3. RECURSOS.
4. RESPONSABILIDADES
5. DESARROLLO.
6. CONTROL DE CALIDAD.
7. PREVENCIÓN DE RIESGOS
8. ANEXOS (ESQUEMAS)

1.- OBJETIVO

Realizar el aislamiento térmico de casquetes interiores de la columna deetanizadora VBA-24220 y el Cold Separator VBA-24130 ubicados en el área 360 de la planta.

Aplicable a las actividades que involucren los trabajos de aislamiento térmico, casquete interior zona caliente de 3" de espesor y casquetes interiores, en la zona fría de 5" y 9" de espesor.

2.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- PCSE-100-ET-X-005_0 -Thermal Insulation And Fireproofing, Selection And Installation Technical Specification
- PCS 360 – PLD-602- Deethanizer/Cold Separator - CBA - 24220/VBA - 24130
- INS-PERPPC-14-01 Trabajo en altura
- PRO-PERPPC-04-01 Trabajo en espacio confinado

3.- RECURSOS

3.1 Personal

01 Ing. Residente

01 Supervisor de campo 01 Capataz

02 Oficiales de aislamiento 1 Ayudante

3.2 Materiales de aislamiento térmico

13 m² de Silicato de Calcio 3"

55.4 Kg de isocianato PM - 200

45.3 Kg de polytherm

3.3 Implementos de seguridad.

Mascarilla contra polvo

Máscara con doble filtro, para gases y vapores.

Arnés con doble línea de enganche y amortiguador de impacto

Traje descartable, tipo tyvek

4.- RESPONSABILIDADES

- Ing. Residente

Establecer los medios apropiados para llevar a cabo lo establecido en este instructivo.

- Inspector de Control de Calidad

Verificar el acatamiento de lo indicado en el presente instructivo cotejando lo indicado en los documentos de ingeniería, normas y especificaciones técnicas aplicables, también es responsable de certificar y almacenar los registros pertenecientes a este instructivo.

- Personal de Seguridad, Salud y Medio Ambiente:

Verificar el cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo, permisos de trabajo y análisis de riesgo, incluido el de espacio confinado.

- Supervisor de Aislamiento Térmico

Responsable de cumplir con lo indicado en el presente instructivo, verificando lo indicado en los documentos de ingeniería, normas y especificaciones técnicas aplicables, también es responsable de los registros pertenecientes a este instructivo.

5.- DESARROLLO

5.1. CONSIDERACIONES

Los trabajos serán realizados íntegramente en espacios confinados, para lo cual se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El espacio confinado puede ser considerado del tipo PRSC, por el producto a inyectar.
- El Espacio confinado debe ser ventilado e iluminado, de ser necesario.
- El personal involucrado deberá haber seguido y aprobado el curso de espacio confinado, así como los chequeos médicos correspondientes, y tener pleno conocimiento del procedimiento de trabajo.

- Debido al espacio reducido del recinto, se deberá considerar tres trabajadores dentro del espacio confinado: 01 capataz y 02 operarios de aislamiento, teniendo un vigía a la entrada de éste.
- El tiempo previsto por día de trabajo, para estar dentro del recinto, será de tres tiempos de 2.5 horas cada uno, con intervalos de descanso de 10 minutos, debido sobre todo a posiciones incómodas.
- El material aislante para el casquete interior, correspondiente a la zona caliente, será silicato de calcio de 3" de espesor, y cubrirá un área aproximada de 13 m².
- El material aislante para los casquetes interiores, correspondiente a la zona fría de 5" de espesor, será espuma de poliuretano, formada por los productos PM-200 y PolythermHD, que cubrirán un área aproximada de 26 m².

5.2. ACTIVIDADES PREVIAS

- Teniendo la Torre en posición vertical se deberá verificar que los andamios, necesarios para el acceso y retiro de la zona de trabajo, hayan sido instalados adecuadamente y tengan la correspondiente tarjeta verde, la cual será firmada diariamente por la supervisión en señal de inspección y conformidad. Se debe coordinar con el personal de Prevención de Riesgos.
- La superficie del casquete deberá estar limpia y libre de todo contaminante, esta actividad debe realizarse previamente antes de los inicios de los trabajos de aislación, con aplicación de chorro de agua a presión.

5.3. ACTIVIDADES DE INSTALACION TÉRMICA

A.- Zona caliente (casquete interior, 3" espesor de aislamiento)

Instalación de material aislante (silicato de calcio)

- Se trazarán sobre la superficie del casquete sectores trapezoidales, de tal forma que el silicato de calcio a instalar siga la forma predeterminada, para esto se acondicionarán los bloques de silicato de calcio, de 3" de espesor, en sectores trapezoidales, cuyas dimensiones, aproximadamente serán (mm):

Base mayor	Base menor	Altura
205	200	150
200	190	150
190	174	150
174	155	150
155	140	150
140	105	300
105	65	300
65	30	300

Estas dimensiones pueden variar, de acuerdo a como se amolden a la superficie del casquete, la separación entre superficie del casquete y silicato de calcio no debe ser superior a 3 mm.

Estos sectores de silicato se mantendrán soportados sobre el casquete mediante cemento aislante, como mortero, y alambre N°16, éstos a su vez irán sujetados a las tuercas de anclaje diametralmente opuestas, que se encuentran al interior de la torre para este fin.

Al centro de la cúpula se instalará un círculo de silicato de calcio, preformado y del mismo espesor de los bloques, para completar el cerramiento de aislamiento térmico. (Ver esquema N° 1,2 y 3).

- Los intersticios entre sectores de silicato, así como la interfase entre los extremos de éstos y la pared interna de la torre, que puedan ocasionar pérdidas de calor, se rellenarán con cemento aislante.

- Luego de haber sido liberado la instalación de silicato de calcio y haber quedado registrado en los protocolos respectivos, por el área de control de calidad, se procederá a colocar el foil de aluminio, como barrera de vapor, que cumplirá con la especificación PCSE-100-ET-X-005, éste será habilitado en forma de sectores trapezoidales, colocados con un traslape de 1" entre sus bordes y selladas mediante cinta foil, las bases de estos sectores trapezoidales irán unidas entre sí mediante cinta foil, que irá alrededor de la base del casquete. Al centro del casquete se colocará un círculo de foil de aluminio para completar el cerramiento de barrera de vapor. (Ver esquema N°4)

Instalación de cobertura metálica de aluminio

- Se prefabricará la cubierta metálica, del casquete de silicato de calcio, de aluminio liso de 0.032," en forma de sectores trapezoidales o gajos, bordoneados a lo largo de todo su perímetro, éstos se instalarán desde el centro hacia las ase del casquete, hasta completar toda la superficie. Al centro del casquete se instalará un círculo de aluminio, del mismo espesor de los sectores trapezoidales, que completará el cerramiento.

- El conjunto de sectores trapezoidales o gajos que conforman el casquete metálico de la cubierta, se sostendrá mediante flejes inoxidables de 1/2" o 3/4" de ancho, que irán sujetos a las tuercas de anclaje diametralmente opuestas, existentes en el interior de la torre. De esta manera se garantiza que todo el conjunto de la cubierta metálica quede perfectamente sostenido. (Ver esquema N°5).
- Los sectores trapezoidales o gajos de aluminio, al momento de la instalación, serán asegurados entre sí con tornillos autorroscantes de acero inoxidable # 8 x 1/2", cada 4" de distancia, entre centros de autorroscantes
- En la interfase, entre los bordes de la cubierta metálica y la pared interna de la Deetanizadora, se aplicará silicona para sellar los intersticios.

B.- Zona fría (casquetes interiores, 5" espesor de aislamiento) - Cold Separator

Condiciones para una densidad óptima en situ

- La temperatura, a la descarga de la pistola de inyectado, debe estar alrededor de los 20 a 30°C, según el informe N° Anexo 1 – Orica, a mayor temperatura la viscosidad del producto baja y el tiempo de reacción es menor no afectando la densidad.
- El control de la proporción de mezcla, Polytherm 31145 HD y MDI Polimérico PM-200 (1:1.2 o 1:1.3), está determinado en la máquina inyectora, esto se puede graduar en la parte posterior de la misma.

Instalación de material aislante (poliuretano) y plancha de cobertura final.

- El primer paso, en la aplicación del producto, es colocar sobre la superficie del casquete tacos de poliuretano, que se fabricarán de acuerdo al espesor de aislamiento, el área de apoyo de los mismos será de 3" x 5", aproximadamente, y servirán para instalarlas planchas de aluminio del casquete.
- La distancia entre tacos de poliuretano será de aproximadamente 300 mm y tendrán la densidad requerida (48-59 Kg/m³), éstos serán liberados y registrados en los protocolos respectivos por el área de Control de Calidad. (ver esquema N°6 - casquete superior e inferior).
- Los tacos de poliuretano (5"x 3"x 5") quedarán adheridos a la superficie del casquete mediante pegamento de contacto. (Ver esquema N°6- casquetes superior e inferior).
- El inyectado se realizará con una máquina inyectora de poliuretano, marca JHPK-HIB 235, que contará con una manguera calefaccionada de 30 mts de longitud, garantizando de esta manera la inyección en cualquier punto del casquete. Esta máquina se utilizó para el inyectado del tramo recto de la zona fría de 5" de espesor. La máquina inyectora se posicionará en el nivel de piso de la zona.
- Antes de realizar el inyectado de poliuretano se efectuará una prueba que permita comprobar la densidad, tal como se menciona en el punto 6.
- Sobre los tacos de poliuretano se colocarán las planchas de aluminio de 0.032" de espesor, habilitadas en forma de trapecios ogajos, desde el centro del casquete hacia la base de la misma, hasta cubrir toda la

superficie. (Ver esquema N°7- casquetessuperior e inferior).

- El conjunto de sectores trapezoidales o gajos que conforman el casquete metálico, cubierta de la aislación, se sostendrá mediante flejes inoxidables, de 1/2 o 3/4" de ancho, que irán sujetos a lastueras de anclaje diametralmente opuestas. A su vez se instalarán fajas ratchet, para ayudar a la sustentación del casquete metálico y para contener la reacción del poliuretano, estas fajas se dispondrán de forma cruzada, por los orificios existentes, ubicados a la altura de la tangente del centro del casquete. De esta manera se conforma un armazón rígido que contendrá la reacción del poliuretano al momento de la inyección. (Ver esquema N°9- casquetes superior e inferior).

Las fajas ratchet se retirarán una vez inyectado el casquete metálico, quedando sólo los flejes inoxidables.

- Los sectores trapezoidales o gajos de aluminio, al momento de la instalación, serán asegurados entre sí con tornillos autorroscantes de acero inoxidable # 8 x 1/2", cada 4", entre centros de autorroscantes.
- Se procederá a efectuar el inyectado, directamente en la plancha de acabado final (cobertura), empezando desde cualquier punto de la base del casquete, dependiendo de la posición, hasta completar una vuelta (360°), a través de agujeros distribuidos uniformemente, hechos en los trapecios de aluminio o gajos, luego las siguientes aplicaciones continuarán en los niveles superiores de agujeros hasta completar de inyectar toda la superficie del casquete. (Ver esquemas N°8 y 9 –

casquetes superior e inferior).

En caso de interrumpirse la aplicación, no existirán inconvenientes en el producto terminado. Puede continuarse con el inyectado sin problemas, volviendo a controlar la densidad.

Luego haber concluido la aplicación de poliuretano, se procederá a una inspección visual y de tacto, para detectar deformaciones y vacíos que puedan haber quedado.

- El área de Control de Calidad determinará la ubicación para extraer las muestras testigos y sus registros, tal como se indica en el punto 6
- En caso que el espesor de aislamiento esté por debajo del requerido, se procederá con el relleno respectivo.
- Después de haberse tomado las muestras y pasar el control de calidad, se procederá a la reinyección manual de la zona donde se extrajeron éstos, para luego reinstalar el sector de plancha retirado.
- Por último, se procederá con la limpieza exterior de las planchas, debido al proceso mismo de inyección.

6. CONTROL DE CALIDAD

➤ Poliuretano: Medida de Densidad

Antes de iniciar la inyección del casquete, se tomará el valor de densidad del producto expandido (48 a 59 kg/m³) mediante pruebas de dosificación, al costado de la columna, y que servirá para ajustar la mezcla y los parámetros necesarios de la inyectora a los fines de conseguir la densidad.

Después de concluida la aplicación de poliuretano se inspeccionará y comprobará el espesor y la densidad, dentro del rango requerido, por el área de Control de Calidad, mediante una muestra testigo, extraída directamente de la inyección. Estos resultados quedarán registrados en los protocolos respectivos. De no cumplir con la densidad, se tomarán las muestras que PPC y AET estimen convenientes. Si estas muestras no son satisfactorias, se retira el poliuretano inyectado de la sección que no cumple la densidad y se procederá a su reinyección hasta lograr la densidad requerida.

Todas las probetas serán guardadas por un tiempo, por el área de control de calidad, llevando un registro de las mismas, así como

La codificación que se utilizará para individualizar cada probeta será de la siguiente manera:

- C001-PT001: Cúpula n°1 – Probeta testigo n°1

Para más información acerca de los testigos ver el documento PCSE-360-IN-M-002 - Pr. 02- Ensayo de Densidad de Poliuretano.

Respecto a los tacos prefabricados de poliuretano, los mismos serán chequeados en cuanto a la densidad individualmente y tendrán la siguiente codificación:

- Q-001: tacos de poliuretano n°1

Estos datos serán volcados al registro PCSE-360-IN-M-002- Pr1, tacos de poliuretano y serán revisados aleatoriamente por PPC.

Registros.

- ✓ Instructivo de aislamiento térmico Torre Deetanizadora, PCSE-360-IN-M-002 Rev 02
- ✓ Formato de densidad de tacos y largueros poliuretano PCSE-360-IN-M-002 Pr.04
- ✓ Formato de ensayo densidad poliuretano probetas de calibración y testigo. PCSE-360-IN-M-002 Pr.02
- ✓ Reporte de Aislamiento Térmico de Equipos PCSE-360-IN-M-002 Pr.01

7. PREVENCIÓN DE RIESGOS

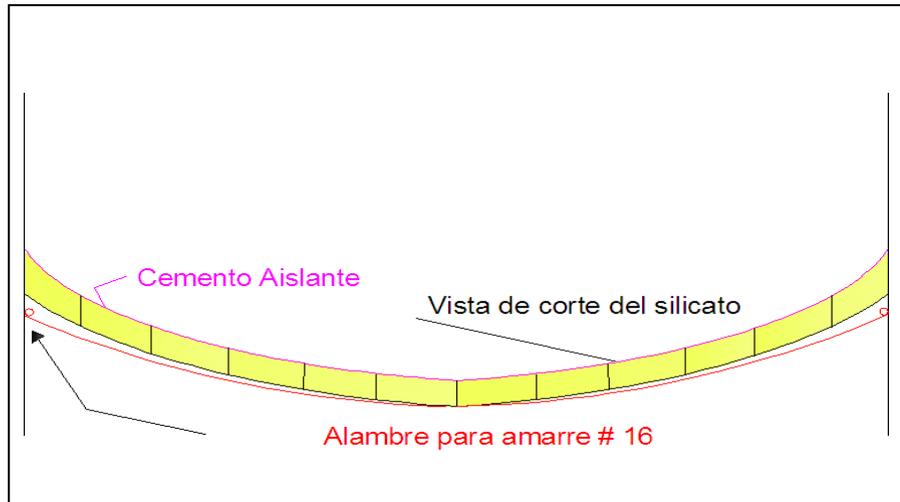
Verificar el cumplimiento del análisis de riesgo que se realizará al momento de la actividad. Verificar el cumplimiento del ASL (Análisis de Seguridad Laboral).

Para la manipulación de los productos se deberán contar con la hoja de MSDS donde se muestra los cuidados que se deben tener.

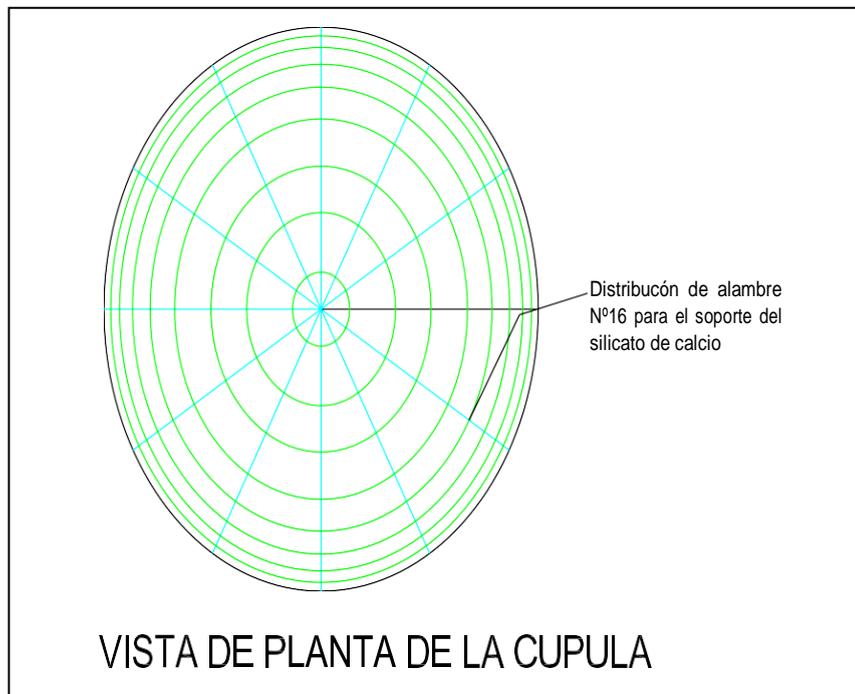
8. ANEXOS

Esquemas

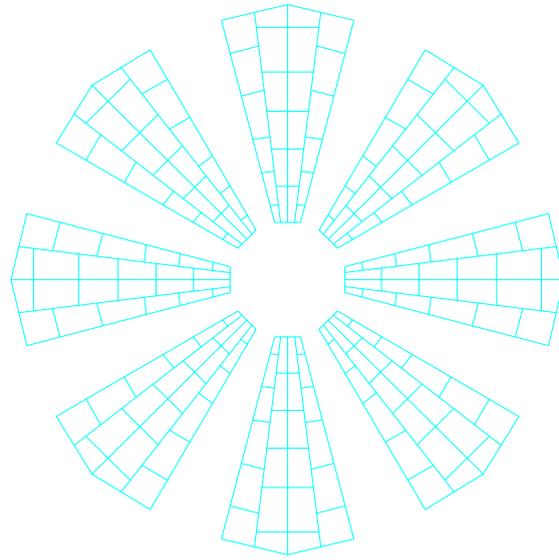
Esquema N°1 – Detalle de instalación de silicato de calcio



Esquema N°2.- Detalle de instalación del alambre galvanizado

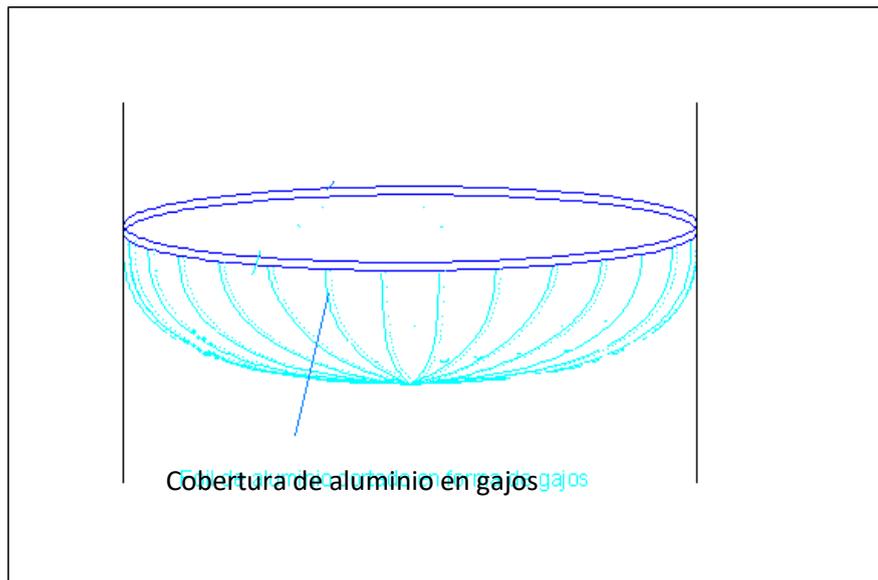


Esquema N ° 3.- Detalle de instalación del silicato (distribución)



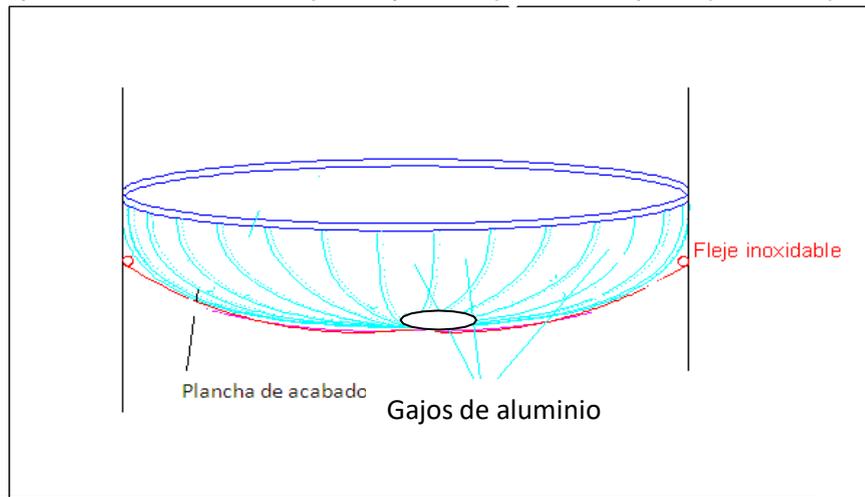
DISTRIBUCION DEL SILICATO

Esquema N°4. Detalle de instalación de cobertura de aluminio

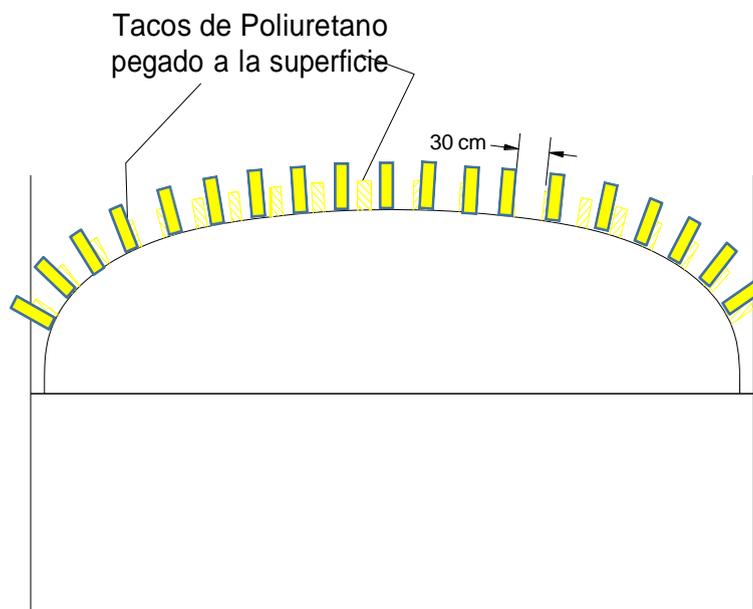


Cobertura de aluminio en gajos

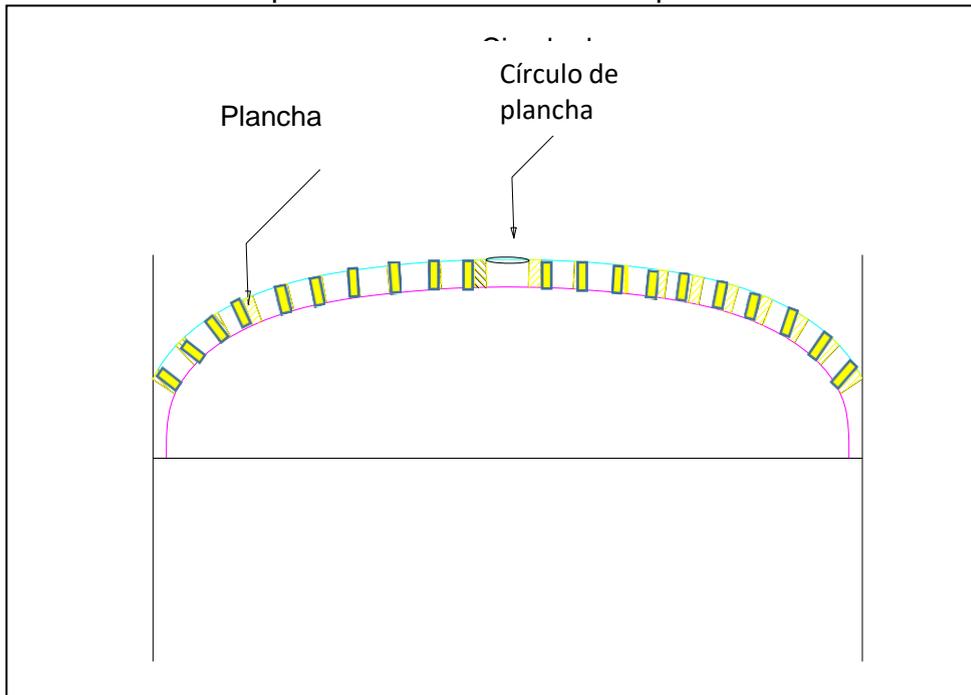
Esquema N°5- Casquete metálico y sustentación mediante flejes



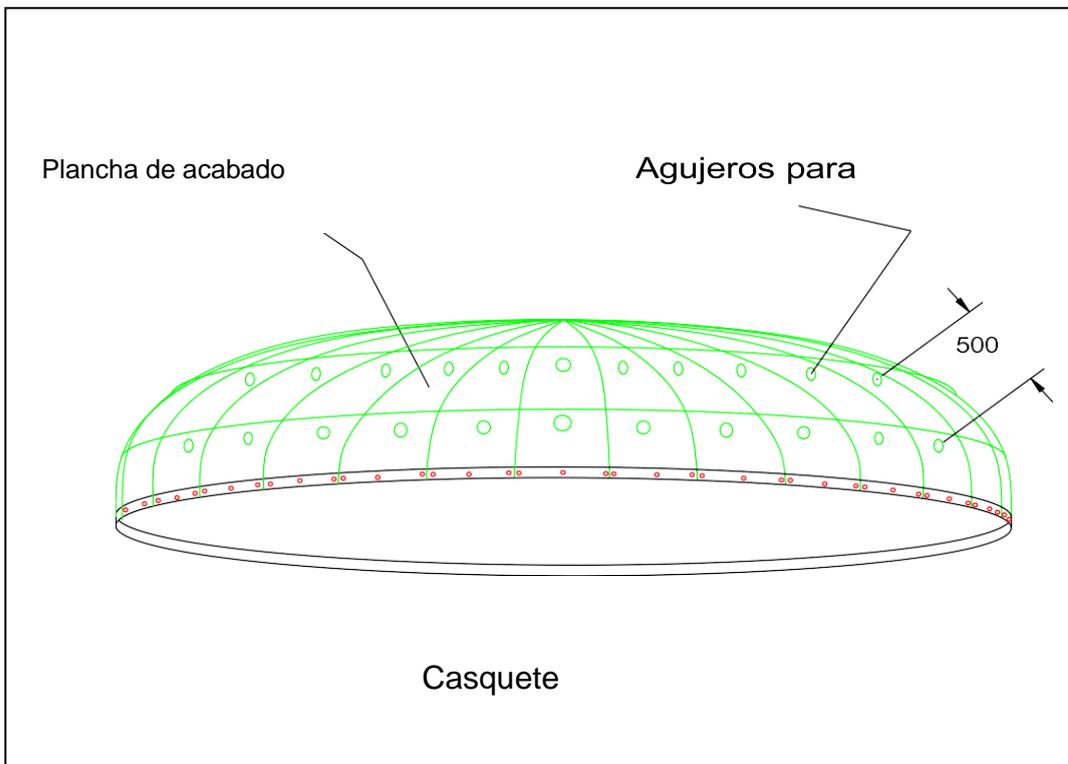
Esquema N° 6.- Detalle de instalación de los tacos de poliuretano en la superficie del casquete.

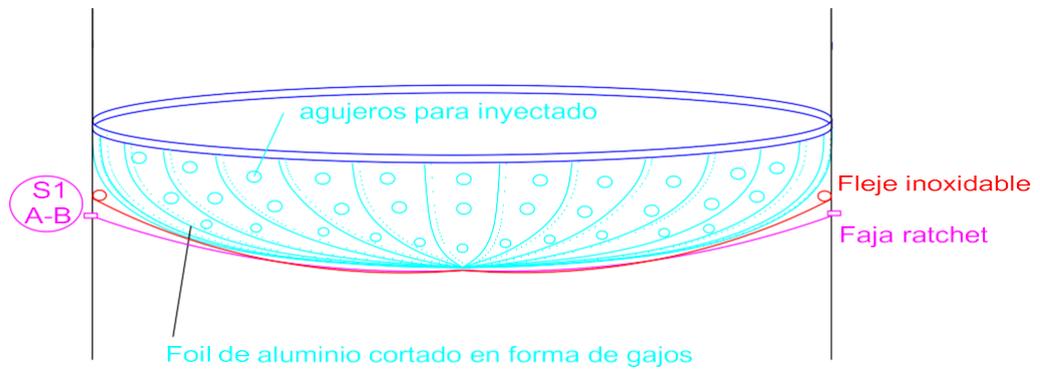


Esquema N°7.- Instalación de plancha molde



Esquema N°8 – Detalle de aberturas para el inyectado de poliuretano





Plancha de acabado final

Casquete inferior

3.3. Procedimiento de finalización de aislamiento térmico – torre deetanizadora

	Revisión				
2	Para Aprobación				
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	EJEC.	REV.	APROB
		PROJECT: PERÚ CAMISEA SECOND EXPANSION (PCSE)			
		TITLE: FINALIZACION DE LA INSTALACION DE AISLAMIENTO TERMICO - TORRE DE ETANIZADORA INSTRUCTIVO			
P&P FACILITIES DEPARTMENT					
Toda la información contenida en este documento es confidencial y es propiedad de Gerdipac Industrial e.i.r.l. y la copia o reproducción total o parcial está prohibida sin autorización previa	SCALE	DOCUMENT N°:		Revisión	
	N/A	PCSE-360-IN-M-002		2	
		REPLACE:		Page 1 de 28	

CONTENIDO

1. OBJETIVO.
2. ALCANCE.
3. DEFINICIONES.
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.
5. RECURSOS.
6. RESPONSABILIDADES.
7. DESARROLLO.
8. CONTROL DE CALIDAD.
9. PREVENCIÓN DE RIESGOS.
10. ANEXOS

1. OBJETIVO

Finalizar el aislamiento térmico de las columnas Deetanizadora CBA-24220 / VBA-24130 ubicadas en el área 360, de tal forma que se cumpla con los requerimientos de calidad y seguridad en el desarrollo del proyecto EPC-21 Perú Camisea Segunda Expansión.

2. ALCANCE

Aplicable a las actividades que involucren los trabajos de aislamiento térmico en el tramo inferior de la aislación fría de 5" y en la zona superior, apoyo donde estuvo soportada la torre deetanizadora y las estructuras de izaje (orejas), ubicados en el casquete de la misma, en el proyecto EPC-21 Perú Camisea Segunda Expansión.

3. DEFINICIONES

PPC: Cliente / Pluspetrol Perú Corporation S.A.

AET: Consorcio AESA - TECNA.

PDG: Planta de Gas.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

4.1 PCSE-100-ET-X-005_0-Thermal Insulation and Fireproofing Selection and Installation Technical Specification.

4.2 INS-PERPPC-16-01 Izaje de Cargas con Grúas.

4.3 INS-PERPPC-14-01 Trabajos en altura.

5. RECURSOS

➤ Personal.

01 Ingeniero residente

01 supervisor de control de calidad
01 capataz

02 oficiales de aislamiento

01 operario inyector de poliuretano

01 operario maquinista - máquina inyectora

03 ayudantes

➤ Equipos y Herramientas.

01 máquina para inyectar poliuretano JHPK-IIIB 235

01 compresor de aire (100 psi)

01 máquina para rolar planchas.

01 máquina para pestañar aluminio.

01 molde de plancha galvanizada. 02 taladro eléctrico.

04 taladro inalámbrico

03 tijera curva de hojalatería, de 10".

03 tijera recta de hojalatería, de 12".

03 escuadra metálica, de 12" y 24"

03 compás radial metálico

03 alicate universal

05 alicate de presión.

03 cinta métrica, de 3 m y 5m

06 destornillador tipo estrella

04 bandas de nylon, de 2" x 15 m. con ratchet para ajuste

04 bandas de jebe

05 martillo de goma

01 martillo para mecánico

02 toldos para protección contra lluvia

03 puntillas metálicas

01agitador

01 carretilla tipo bugui

01 mesas de trabajo, de 1.2m x 2.0 m

06 baldes de plástico 5 gln.

04 bandejas de HDPE

02 bombas manuales

01 balanza

01 cronómetro o reloj digital

➤ Materiales de aislamiento térmico.

Paquete de bloques de poliuretano preformados

03 tambores de Poliuretano y/o Poliisocianurato

03 tambores de Isocianato

0.25 tambor de thinner

100 m2 planchas de aluminio liso de 0.032" para cobertura.

100 m2 foil de aluminio como barrera de vapor.

12 planchas galvanizadas de 0.5mm o plancha de aluminio liso de 0.8mm, para moldes

05 baldes de desmoldante.

03 millares de tornillos autorroscantes inoxidable #8 x 1/2"

➤ Implementos de seguridad.

Casco

Guantes badano y/o hilo

Zapatos punta de acero

Mascarilla contra polvo

Mascarilla con vapores orgánicos

Traje descartable, tipo tyvek

Lentes de seguridad

Arnés con doble línea de enganche y amortiguador de impacto

Tapones auditivos

Guantes de nitrilo o jebe

6. RESPONSABILIDADES

➤ Jefe de Obra (Ing Residente)

Establecer los medios apropiados para llevar a cabo lo establecido en este instructivo.

➤ Inspector de Control de Calidad

Verificar el acatamiento de lo indicado en el presente instructivo cotejando lo indicado en los documentos de ingeniería, normas y especificaciones técnicas aplicables, también es responsable de certificar y almacenar los registros pertenecientes a este instructivo.

➤ Supervisor de Aislamiento Térmico

Es responsable de cumplir con lo indicado en el presente instructivo verificando lo indicado en los documentos de ingeniería, normas y

especificaciones técnicas aplicables, también es responsable de la confección de los registros pertenecientes a este instructivo.

7. DESARROLLO

7.1. Condiciones para una densidad óptima en situ, del tramo inferior de la aislación en frío de 5"

- La temperatura a la descarga de la pistola de inyectado debe estar alrededor de los 20 a 30°C, según el informe Anexo 1 - Orica, a mayor temperatura la viscosidad del producto baja y el tiempo de reacción es menor no afectando la densidad.
- Restringir el desplazamiento del poliuretano inyectado en los ejes x, y, sólo se controlará un desplazamiento vertical en el eje z (ver esquema), así se obtendrá una mayor densidad por empaçado.
- Se establecerá el rendimiento de la máquina, kg/seg, el cual permitirá aplicar la cantidad necesaria en el volumen a inyectar, logrando la densidad deseada de 48 - 59 kg/m³. Para determinar el rendimiento se inyectará poliuretano en un recipiente previamente pesado (kg) por un tiempo de 10 segundos, se esperará que el producto reaccione y se solidifique, se vuelve a pesar, se obtiene el peso de producto inyectado por una diferencia de pesos, final menos peso inicial.

Por ejemplo, para inyectado de un sector del anillo limitado por las siguientes dimensiones largo 1.2m, ancho 0.5m y espesor 5", el volumen a inyectar es de 0.076 m³, la cantidad masa (Kg) a inyectar considerando una densidad de 52kg/m³ y 8% de pérdida por vaporización es de 4.279 kg, asumiendo un rendimiento de 10kg/min,

el tiempo de inyección continua es de 26 seg aprox.

7.2 ACTIVIDADES PREVIAS AL TRABAJO

- El Supervisor debe asegurarse que todo el personal involucrado en la instalación, haya sido debidamente capacitado en trabajos en caliente, altura y espacio confinado, además de conocer el procedimiento de trabajo.
- El Supervisor revisará las actividades y elaborará el ASL y el permiso de trabajo en caliente verificando la utilización de los implementos de seguridad personal, tales como arnés, casco, protectores auditivos, guantes de hilo, látex o badana, arnés de seguridad con doble línea de anclaje, lentes, mascarillas para partículas, máscara con filtros para gases tóxicos y vapores.
- Se verificará que la zona de trabajo se encuentre señalizada adecuadamente, además de contar con el extintor respectivo.
- Teniendo la columna en posición vertical, se debe verificar que los andamios necesarios hayan sido instalados adecuadamente y tengan la correspondiente tarjeta verde, la cual será firmada diariamente por la supervisión en señal de inspección y conformidad. Se debe coordinar con el personal de Prevención de Riesgos.
- Los andamios deben tener plataformas en todos los niveles necesarios, para facilitar el acceso del personal a las diferentes zonas que se realice el inyectado.
- Los equipos, herramientas y materiales en general que se usarán en la

aplicación del aislamiento se llevarán al área de actividades ubicándolos adecuadamente y teniendo su señalización respectiva, por el área de seguridad.

- Se utilizará un canastillo metálico, izado por grúa de 200 tn y 220 pies de pluma, para los trabajos de la zona superior de la torre, donde no se cuenta con andamios.
- Se inspeccionará, por personal de Prevención de Riesgo, el canastillo en donde estarán ubicados los operarios que realizarán el trabajo, poniendo énfasis en la estructura, los amarres, enganches, estrobos y eslingas. Tanto los operarios de aislamiento como el operador de grúa estarán comunicados a través de radio, para efectos de movimientos en altura.
- Antes de realizar el inyectado con la máquina de poliuretano en torre deetanzadora, se efectuará una prueba que permita comprobar la densidad, así como la calidad de instalación, la prueba se realizará en un molde de madera 3"x5" x7" que simule las restricciones que se presente durante el inyectado en los anillos a cargo del área de control de calidad.
- Previo al inicio de actividades se realizarán las coordinaciones necesarias con el monitor asignado a esta área.

7.3 ACTIVIDADES DE INSTALACION TERMICA

Comprende la aislación de dos zonas de trabajo:

- Aislación de tramo frio de 5" de espesor.

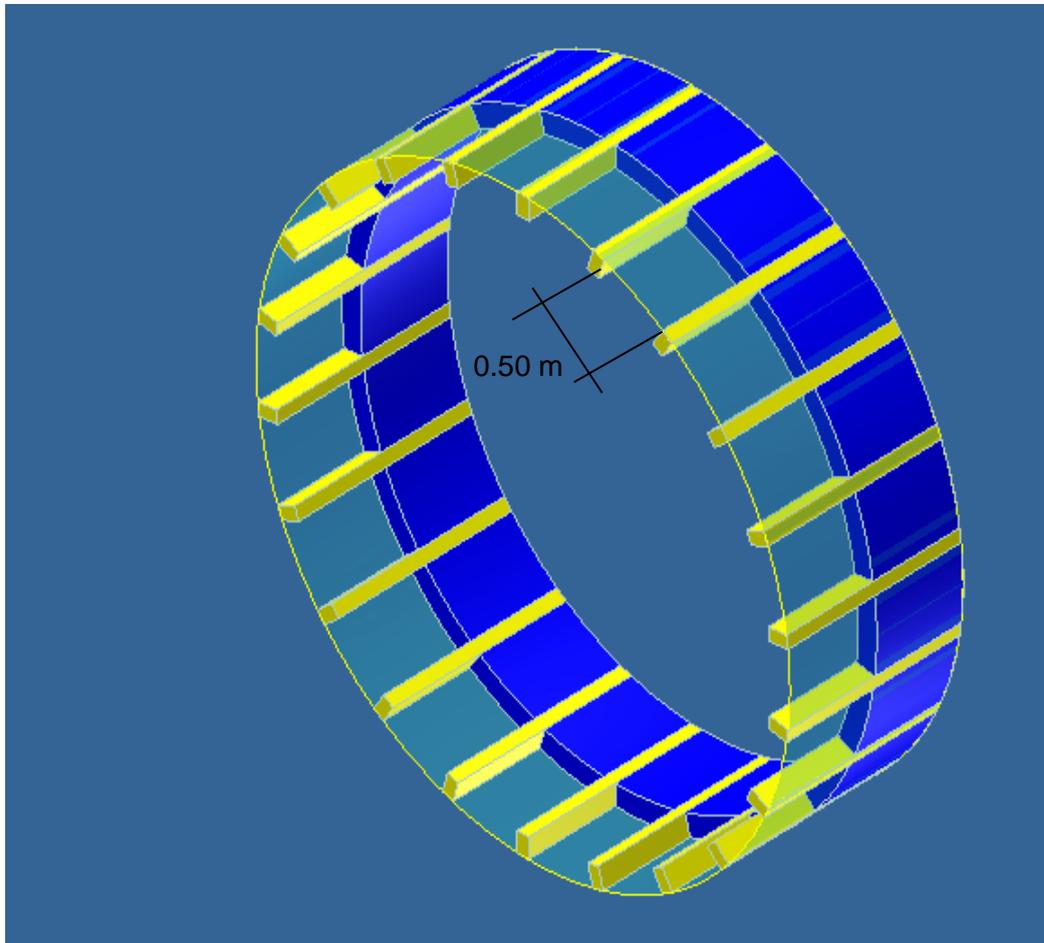
- Aislación de la cuneta de apoyo de la torre deetanzadora
- Aislación de las estructuras de izaje (orejas), zona casquetede la torre.

7.3.1. AISLACION DEL TRAMO DE 5"

Las actividades se iniciarán luego de haber ejecutado la etapa previa mencionando en el punto 7.3

- La máquina inyectora se ubicará lo más cercano a la torre deetanzadora, la máquina contará con una manguera calefaccionada de 30 metros de largo, garantizando la inyección encualquier punto del tramo de 5".
- Se realizará la instalación de los bloques separadores de poliuretano que se requiera en cada anillo de la columna deetanzadora. Estos serán liberados por el área de control de calidad y tendrán la misma densidad requerida (48 – 59 Kg/m³).
- Los bloques separadores de poliuretano (5"x 3"x1.2m) quedarán adheridos a la superficie de la torre mediante cemento de contacto en posición vertical, como se puede observar en la figura N°1 a una distancia interior de 0.50 m.

Esquema N°1



Distribución de los largueros de poliuretano (amarillo) y primera capa de inyectado a 60 cm (azul) de altura

- Antes de instalar las planchas de molde, en las caras interiores de éstas se aplicará un desmoldante, para su posterior retiro.
- Sobre los bloques separadores de poliuretano se colocarán chapas molde de acero galvanizado de 0.5 mm o de aluminio de 0.8 mm de espesor, formando anillos perimetrales de 1.20 m de altura (que en total serán 6). Las chapas serán unidas con remaches o tornillos autorroscantes de 8mm x 1/2, hasta cubrir la circunferencia del equipo, y serán sujetadas con eslingas o ratches, de esta forma tendremos

un armazón rígido que contendrá la reacción del poliuretano.

- Antes de realizar el inyectado de poliuretano en la Torre Deetanizadora, se efectuará una prueba que permita comprobar la densidad, así como la calidad de instalación, tal como se menciona en el punto 7.2.
- Para la posición vertical de la columna, la inyección del poliuretano se realizará desde el borde superior del anillo, apuntando al punto más bajo de cada zona delimitada por los separadores de poliuretano y la plancha base o tapa que se colocará al inicio del 1° anillo, alrededor de la torre, se podrá comenzar la aplicación desde cualquier punto del anillo, hasta completar la circunferencia de ésta, dicha aplicación se realizará en dos recorridos o pases de 360°, cada una, alrededor de la torre, el primer recorrido llenará aproximadamente la mitad de cada cavidad delimitada, y en el tiempo establecido, según el ejemplo del punto 7.1, el segundo recorrido o pase completará el volumen delimitado.
- El inyectado se realizará con una máquina donde se realizará las mezclas de sus componentes líquidos, Polytherm 31145 HD y MDI Polimérico PM-200, en proporción entre 1:1.2 o 1:1.3, en masa (kg).
- El acondicionamiento temporal para las conexiones y clips, se realizará haciendo los recortes respectivos en las planchas, de tal forma que los mismos no queden embebidos dentro del aislamiento. Estos cortes serán sellados mediante rosetas metálicas o parches para evitar el derrame del poliuretano al momento del inyectado.

- Después de la aplicación de la mezcla dentro del molde, se controlará la temperatura y el tiempo de fraguado, para proceder con el retiro del molde, el tiempo estimado es de 15 min.
- En caso de interrumpirse la aplicación, no existirán inconvenientes en el producto terminado. Puede continuarse con el inyectado sin problemas, volviendo a controlar la densidad
- Luego se procede al retiro de las planchas de molde, verificando mediante inspección visual que la superficie quede uniforme y libre de cangrejas u otras imperfecciones y que cumpla con el espesor requerido. Esto quedará registrado en un protocolo que estará a cargo del área de control de calidad.
- Se tomarán dos muestras al azar por anillos, de las siguientes dimensiones 20 cm x 20 cm x 5", los cuales quedarán registrados en los protocolos de calidad.
- Luego de haber sido liberado el primer anillo por el área de control de calidad, se procederá a colocar la barrera de vapor (foil de aluminio), el cual cumplirá con la especificación PCSE-100 ET-X- 005 y se instalará de abajo hacia arriba, con traslapes de 1.5" para el circunferencial y 1.5" para el longitudinal, éstos traslapes serán sellados con cinta foil.
- Posteriormente se instalarán los bloques separadores de poliuretano para el 2° anillo, que soportarán las planchas moldes y se procederá a ejecutar como en el 1° anillo. Bajo este criterio se continuará ejecutando hasta llegar al 6° anillo.

Entre el tramo de aislación fría de 5" y el tramo de aislación caliente de 3", se instalará una transición de molde de 5" diámetro x 3" diámetro, que unirá estos tramos.

- Luego se procederá a realizar agujeros de abajo hacia arriba, por donde se realizará el inyectado.
- El llenado de esta transición se inspeccionará mediante el rebose de inyectado por los agujeros realizados, ni bien comienza el rebose se procederá a controlarlo poniendo planchas como tapas, y así sucesivamente se irá avanzando hacia los agujeros superiores hasta llenar totalmente la transición molde.
- Luego del inyectado de la transición molde, se procederá a retirarlo para su respectiva inspección ocular y muestras que determine el área de control de calidad, estos controles quedarán registrados en su respectivo protocolo de calidad.
- Una vez liberada la transición se procederá a la instalación de la barrera de vapor (foil de aluminio).

Instalación de cobertura final de aluminio

- Se prefabricará la cubierta metálica de aluminio liso de 0.032" en forma de sectores circulares, bordoneados a lo largo de todo su perímetro, longitudinal y circunferencial, el cual se ajustará al diámetro exterior del anillo de poliuretano en trabajo y tendrá un ancho 1.17 m, y como longitud el desarrollo de circunferencia del equipo incluyendo el espesor de aislamiento.

- La cubierta metálica al momento de la instalación tendrá traslapes circunferenciales de 2" y longitudinales de 3".
- Cada cubierta será asegurada con tornillos autorroscantes de acero inoxidable # 8 x 1/2" cada 6".
- Los residuos de los materiales se recolectarán permanentemente en bolsas plásticas, para su adecuada eliminación.

7.3.2 AISLACION DE LA CUNETETA DE APOYO DE LA TORRE.

Se definen las actividades a realizar para la aislación de la cuneta de apoyo en la zona fría de 9", a la altura del casquete superior, el tiempo estimado para la ejecución del trabajo es de 12 horas desde el momento del izaje del canastillo.

- Se utilizará grúa proporcionada por el Consorcio Aesa Tecna, con una configuración de 200 tn y 220 pies de pluma, que ya fué utilizada para el montaje de la torre, habiendo alcanzado los mismos puntos en cuestión. Se llevará a cabo la etapa previa según el punto 7.2
- Los trabajos estarán a cargo de cuatro personas, un operario inyector, un operario instalador y dos oficiales de aislamiento, quienes contarán con sus respectivos implementos de seguridad.
- Los productos a inyectar, Polytherm 31145 HD y MDI polimérico PM-200, deben estar en baldes cerrados y las herramientas de trabajo debidamente ubicados.
- El inyectado de esta zona será manual, utilizando paletas adosadas a un taladro inalámbrico que se aplicará al depósito en donde se haya

realizado la mezcla de los dos productos, esto con la finalidad de homogeneizarla.

- En la zona a inyectar, que tiene forma de ventana rectangular, se instalarán la mayor cantidad de tacos de poliuretano prefabricados, a fin de reducir el tiempo de inyectado en altura, irán adosados al cuerpo de la torre mediante cemento de contacto, tendrán las siguientes dimensiones, 3"x5"x9" y serán instalados cada 20 cm respecto de sus bordes, serán habilitados de largueros prefabricados y liberados por control de calidad, tal como se hizo para los anillos de la torre, además servirán de soporte para las planchas a instalar. Estas planchas serán las definitivas y se instalarán de abajo hacia arriba, sujetadas con tornillos autorroscantes a las planchas ya instaladas, además llevarán adosadas el foil de aluminio, dejando una abertura de aproximadamente 40 cm de altura en la parte superior, a todo lo largo de la ventana, para poder verter el poliuretano ya mezclado.
- La inyección se realizará, mezclando los dos productos, Polytherm 31145 HD (29.31 Kg) y MDI Polimérico PM-200 (35.17 Kg), que aseguran la densidad requerida, para el volumen neto de 1.24 m³ (descontando el volumen de los tacos instalados previamente de 0.14 m³), que tiene la cuneta, la inyección se realizará por partes hasta llenar totalmente dicho volumen.
- Una vez ya reaccionado y enfriado el poliuretano en este tramo, se procederá a instalar las planchas en el tramo final de 40 cm, a las

cuales se les hará les hará unos agujeros distribuidos de tal forma que se pueda inyectar sin ningún inconveniente, posteriormente se colocarán rosetas circulares, con silicona, a dichos agujeros. Si al inyectar el producto, el espesor de aislamiento es más de lo requerido se procederá a retirar la plancha de cobertura y se hará el desbaste respectivo para cumplir con el espesor recomendado, luego se volverá a reinstalar la plancha retirada. (Ver esquemas N°6, 7 y 8).

- En las uniones de planchas, verticales y horizontales, se instalará cinta adhesiva de sellado para evitar que el producto vertido fugue por éstas.
- Luego del inyectado se procederá al retiro de las cintas adhesivas y se aplicará silicona en todas las uniones, las cuales irán bordoneadas en sus cantos, tanto horizontal como vertical y sujetadas con tornillos autorroscantes de 8x1/2" e irán traslapadas a favor de la caída de agua, con traslape de 2" circunferencial y 3" longitudinal.
- Los residuos de los materiales se recolectarán permanentemente en bolsas plásticas, para su adecuada eliminación a una zona de acopio asignada.
- El proceso de inyección se plantea de la siguiente manera:
Se tendrán dispuestos, sobre la plataforma que se encuentra cercana a la cuneta, 5 recipientes, cuatro de 5 gl cada uno y un quinto de 2 galones, herméticamente cerrados, junto con las herramientas y materiales necesarios para la ejecución (taladros inalámbricos con mariposa de batido, tijeras curvas, tijeras rectas, planchas de cubierta ya habilitadas,

bandejas con geomembranas, bolsas plásticas para residuos, balanza digital, tornillos autorroscantes, trapo industrial). Sobre esta plataforma estarán ubicados, dos oficiales de aislamiento y un rigger de apoyo, los oficiales de aislamiento se encargarán de habilitar el material de inyección, pesado en balanza digital y mezclado pero sin batir, así como alcanzar las planchas de cobertura y herramientas a los operarios que se encontrarán en el canastillo la cual estará sujeta por “vientos” desde la plataforma cercana a la cuneta y desde la base de la torre por personal de apoyo, de esta manera se garantiza la estabilidad del canastillo izado por la grúa de 200 tn. Esta operación la hará las veces necesarias hasta completar el aislamiento de la cuneta (la pluma de la grúa se desplazará ida y vuelta a lo largo de la cuneta sin aislar). La función del rigger será la de dirigir la maniobra desde arriba, a través de un radio de comunicación y comunicarle al operador de la grúa, que estará acompañado de otro rigger ubicado al pie de la grúa para cualquier inconveniente que se presente. De esta manera los trabajos serán coordinados desde ambos puntos de la maniobra.

7.3.3 AISLACION DE LAS ESTRUCTURAS DE IZAJE (OREJAS), ZONA CASQUETE DE LA TORRE.

Se detallan los alcances necesarios para la aislación de las estructuras de izaje (orejas), el aislamiento térmico se procederá de la siguiente manera:

Se acondicionará un canastillo según el punto 7.2 (etapa previa), el

canastillo será izado por una grúa con una configuración de 200 tons y 220 pies de pluma proporcionada por Consorcio AesaTecná, esta grúa ya fue utilizada por el Consorcio para llegar a los mismos puntos en la etapa del montaje de la torre. La grúa deberá cumplir el procedimiento de izaje de carga “INS-PERPPC-16-01 Izaje de Cargas con Grúas”.

- El proceso de inyectado e instalación se realizará con tres personas, un operario inyector y un operario instalador, que se encontrarán dentro del canastillo, y un oficial de aislamiento de apoyo, que se encontrará ubicado en la plataforma que se encuentra ubicada en parte superior del domo de la torre, dicho personal contará con sus respectivos implementos de seguridad mencionando en el punto 5.

El proceso de inyección se plantea de la siguiente manera:

- Los productos a inyectar, materiales, balanza digital, desmoldante y herramientas, estarán ubicados en la plataforma que se encuentra en el domo superior de la torre, sobre la plataforma estarán ubicados, un oficial de aislamiento que se encargará de alcanzar lo necesario al personal del canastillo, y un rigger para dirigir la maniobra y comunicarse, a través de radio, con el operador de la grúa de 200 tn
- Se instalarán las coberturas o capuchones a las orejas de izaje, considerando un aislamiento de 2” de espesor, previamente habilitados en taller, estos capuchones irán asegurados con tornillos autorroscantes a la superficie de aluminio de la torre, (casquete superior)
- Se inyectará por la parte superior de los capuchones, en forma manual,

por agujeros previamente acondicionados para este fin, utilizando la mezcla de los dos productos previamente batidos en un recipiente, cuando la mezcla se torna de un color marrón oscuro y la reacción sea inminente, se procederá a hacer el vaciado. Para evitar derrames puntuales en el sitio, se procederá a contener el rebose de la inyección con retazos de planchas de aluminio o galvanizada, previamente acondicionadas, y se aplicará a las zonas aledañas sustancia desmoldante para evitar que el posible rebose de la inyección se adhiera a las planchas de cobertura ya instaladas, finalmente se instalarán recortes o rosetas finales en los agujeros hechos en los capuchones. Esta operación tiene un tiempo de ejecución de aproximadamente de 6 hr, a partir de que la grúa ya esté instalada.

- Para asegurar la densidad requerida en los capuchones, se establecerá el volumen de éstos y se aplicarán los pesos correspondientes calculados para el polytherm 31145 HD y MDI polimérico PM-200 de acuerdo a la relación 1:1.2.

8. CONTROL DE CALIDAD

Verificar el cumplimiento de lo siguiente:

- ✓ Instructivo de aislamiento térmico de Torredeetanzadora, PCSE-360-IN-M-002 Pr.01
- ✓ Formato de control de calidad de fabricación de tacos y largueros
- ✓ Formato de control de calidad de probetas de calibración y testigo.

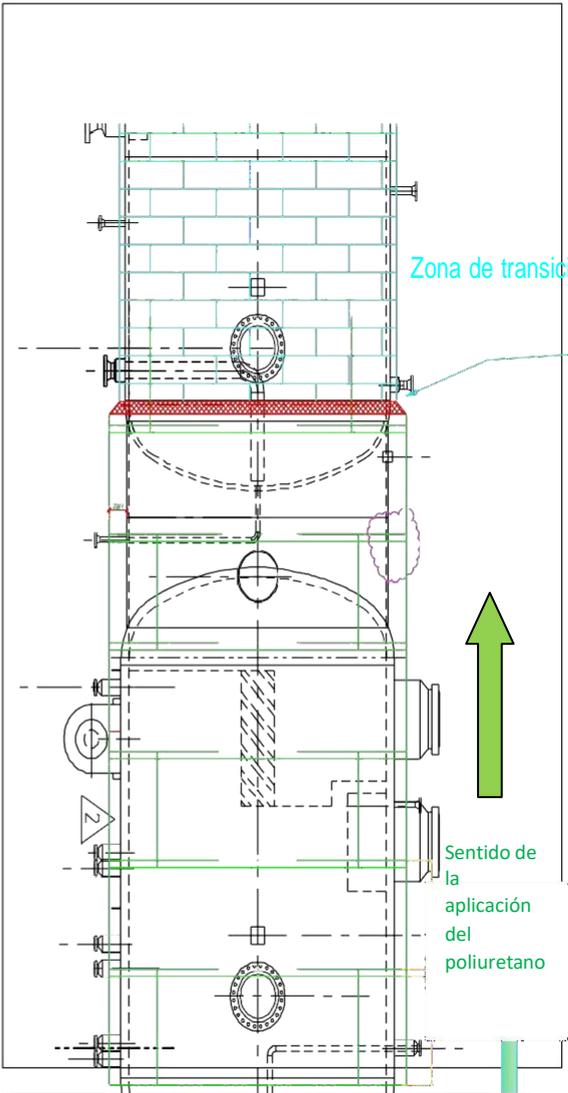
9. PREVENCIÓN DE RIESGOS

- ✓ Verificar el cumplimiento del análisis de riesgo que se realizará al momento de la actividad.

10. ANEXOS (Esquemas)

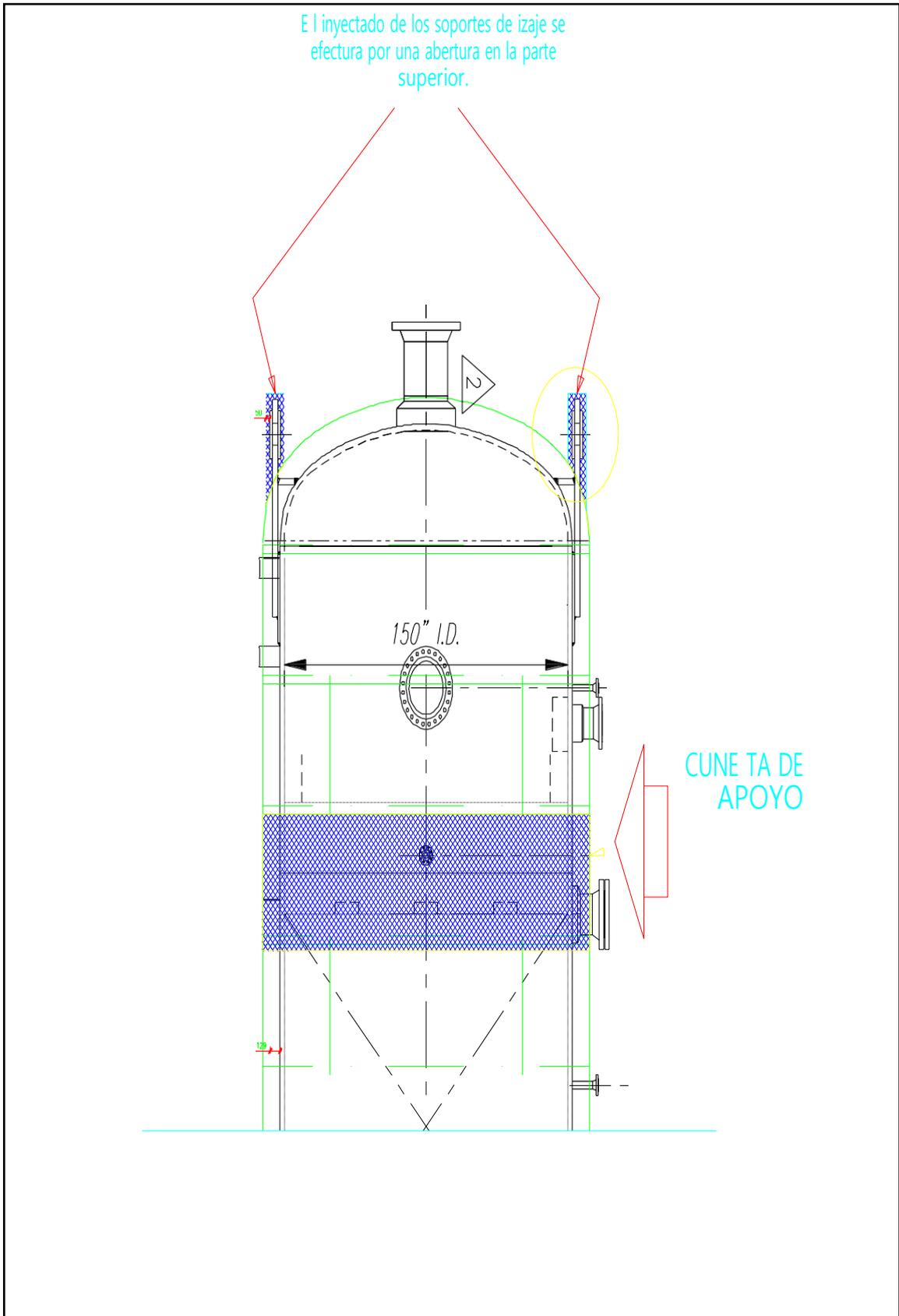


Esquema N°2 - Distribución de los largueros de poliuretano, asimismo el inyectado de la primera y segunda capa de poliuretano.

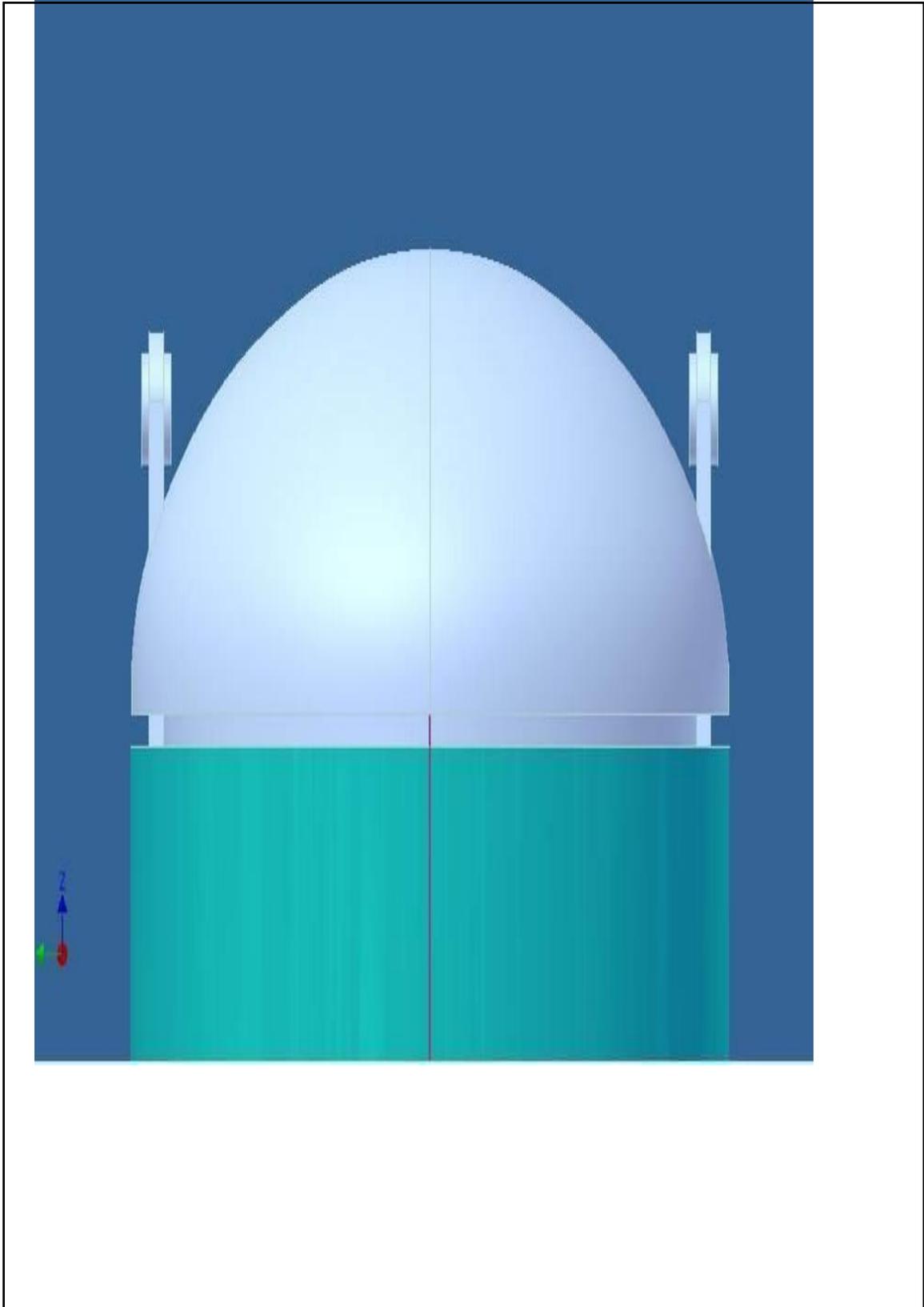


Esquema N°3 – Distribución de planchas de aluminio a lo largo del tramo frío de 5" de espesor

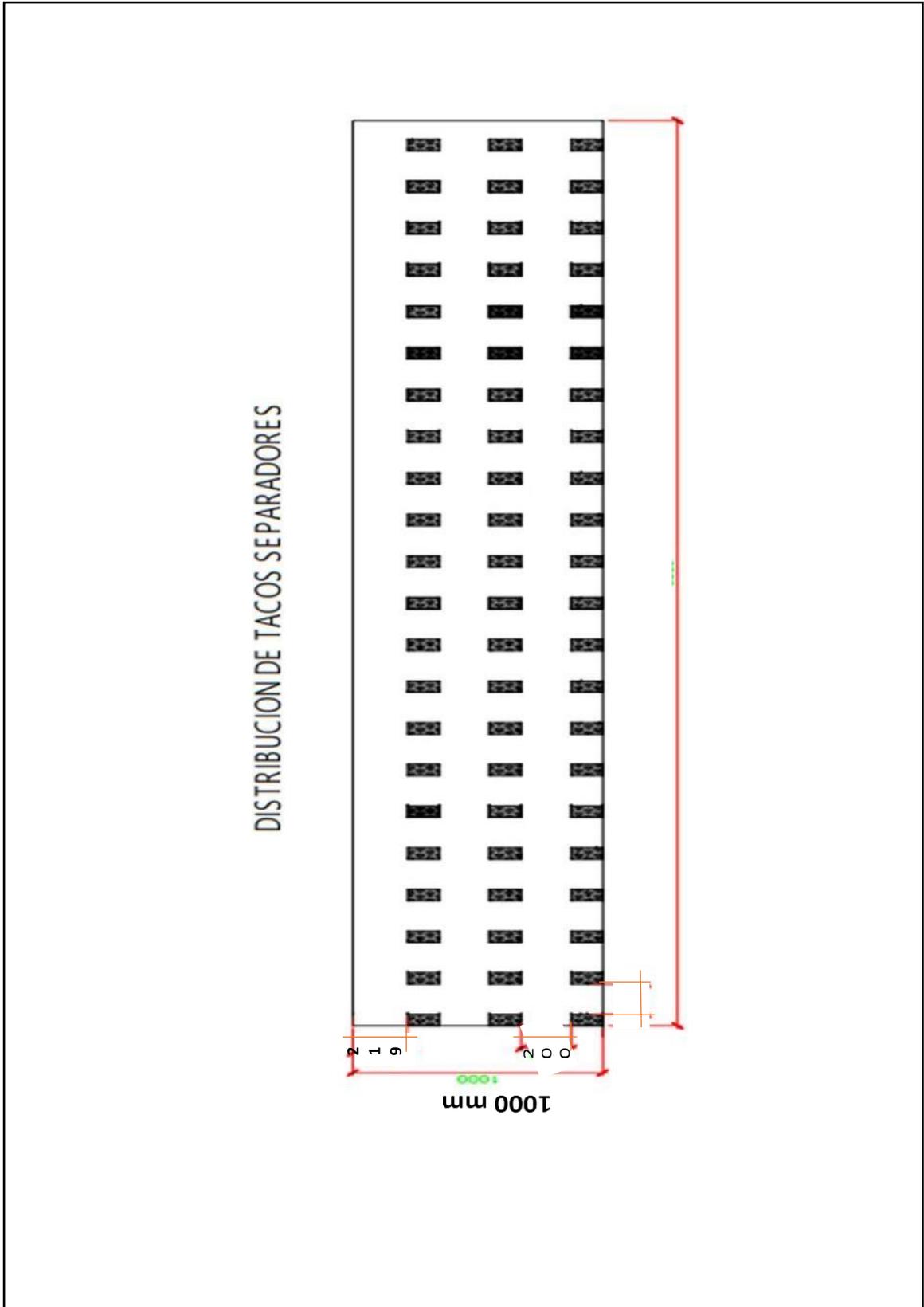
Esquema N°4-A- Ubicación de la cuneta y soporte de izaje de la Torre Deetanizadora.



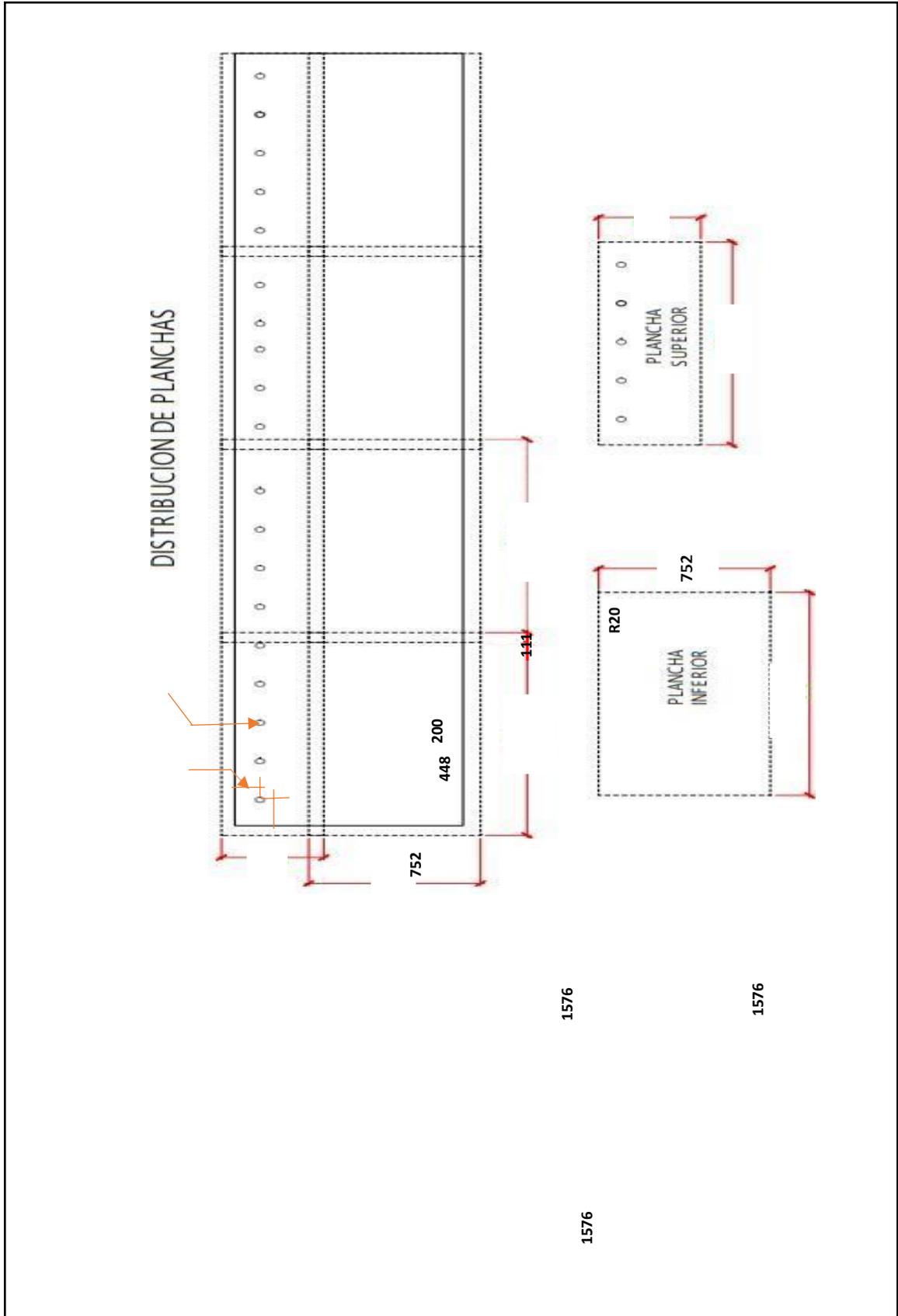
Esquema N°4-B-Ubicación de la cuneta y soporte de izaje de la Torre Deetanizadora.



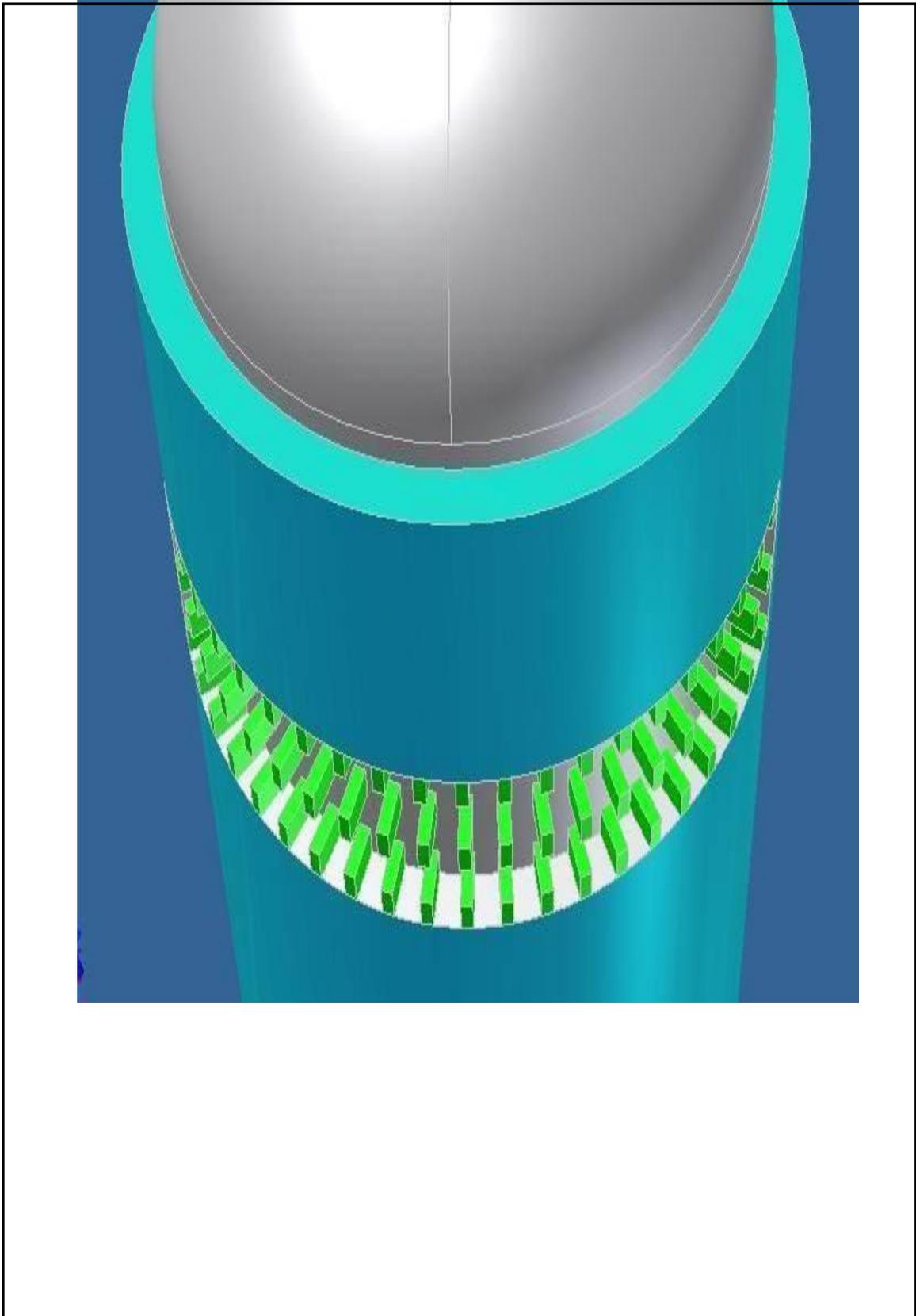
Esquema N°5- Distribución de tacos separadores



Esquema N°6-Distribución de planchas



Esquema N° 7 - Vista desarrollada de la distribución de los tacos de poliuretano en cuneta superior



IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- En proyectos anteriores, criogénicas N°1,2,3 y 4, el alcance de la metodología utilizada no abarcaba las densidades exigidas en el proyecto de la planta criogénica N°5 (Proyectos anteriores: 35 Kg/m³, criogénica N°5: 48 - 59 Kg/m³), con lo cual se garantiza mayor eficiencia en el proceso.
- Las probetas de ensayo, muestras testigos, tacos y largueros de poliuretano, testeadas por el área de control de calidad, son únicas en este proyecto de la planta criogénica N°5, con lo cual se consigue una mayor densidad empacada del producto.
- La implementación del aislamiento térmico en el proyecto de la criogénica N°5- torre deetanizadora, se diferencia de los otros proyectos por la metodología empleada, la cual garantiza un trabajo bien realizado.
- Las exigencias del área de control de calidad del cliente, respecto a las densidades en el poliuretano y acabados finales, fueron mayores que en los proyectos anteriores, garantizando la calidad del servicio y por ende del producto.

4.2. Conclusiones

- Con la implementación del sistema del aislamiento térmico de la torre deetanizadora, de la planta criogénica N°5-Camisea-Malvinas-Cusco, se garantizó el proyecto respecto a calidad y durabilidad.

- Se implementó la instalación del equipamiento necesaria para la ejecución del aislamiento térmico de la torre deetanizadora de la planta Criogénica N°5- Camisea- Malvinas-Cusco.
- Se determinó el procedimiento de instalación de los materiales empleados en el aislamiento térmico de la torre deetanizadora, en la planta Criogénica N°5- Camisea- Malvinas-Cusco.
- Se describió el procedimiento de la instalación de las planchas de aluminio de acabado final de la torre deetanizadora en la planta Criogénica N°5 Camisea – Malvinas- Cusco.
- Se emplearon las normas en la implementación del sistema del aislamiento térmico de la torre deetanizadora de la planta Criogénica N°5- Camisea-Malvinas-Cusco.

V. RECOMENDACIONES

- Comprometer al proveedor o fabricante del poliuretano a que esté presente en campo para las diferentes pruebas del producto, antes de la aplicación de la inyección in situ.
- Seleccionar máquinas inyectoras de poliuretano que tengan diferentes relaciones de mezclas, de tal forma que garanticen una correcta aplicación del producto aislante en las proporciones adecuadas.
- Seleccionar personal idóneo para la instalación de los materiales aislantes en la torre deetanizadora, en la planta Criogénica N°5- Camisea- Malvinas-Cusco.
- Seleccionar personal idóneo para la instalación de las planchas de acabado final, empleados en la cobertura del material aislante de la torre deetanizadora, en la planta Criogénica N°5 Camisea-Malvinas-Cusco.
- Capacitar al personal en el conocimiento de las normas para la implementación del sistema del aislamiento térmico de la torre deetanizadora de la planta Criogénica N°5-Camisea-Malvinas- Cusco.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. **ARMACELL**. Información Técnica N°11. *La permeabilidad al vapor de agua, la permeancia y el factor de resistencia*. [Madrid]: Armacell Iberia, S.A, [2011]. 11.
2. **ASOCIACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL POLIURETANO RÍGIDO**. Poliuretano proyectado einyectado. Madrid: AISLA, Asociación de instaladores de Aislamiento, 2016. 4.
3. **ASTM C533**. Standar Specification for Calcium Silicate Block and Pipe Thermal Insulation.2001.
4. **CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin**. *Transferencia de calor y masa*. Cuarta. México: Mc GRAWHILL, 2011. 9786071505408.
5. **CORNING, OWENS**. Aislante Térmico. [s.l]: Owens Corning: [s.n], 2018.
6. **HOLMAN, J.P**. *Transferencia de calor*. Octava. Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U, 1998. 844812040.
7. **IIG INDUSTRIAL INSULATION GROUP, LLC**. Aislamientos para tuberías y equipos. [En línea] Calsilite/Johns Manville Joint Venture, 2010. [Citado el: martes 25 de octubre de 2022.] <http://www.iig-llc.com>.
8. **JUÁREZ, Manuel y MORALES, María**. *Termodinámica Técnica*. Primera. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A, 2015. 9788428337113.
9. **KREITH, Frank, MANGLIK, Raj y BOHN, Mark**. *Principios de Transferencia de Calor*. Séptima. México: Cengage Learning Editores, S.A, 2012. 9786074818222.
10. **OSINERGMIN**. SEGUNDA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE SEPARACIÓN MALVINAS. [s.l],2012: [s.n], 2012.
11. **PANELS, GLOBE**. ¿Qué es PIR y PUR? [En línea] 20 de febrero de 2018. [Citado el: 25 de octubre de 2022.] <https://globepanels.com/es/que-es-pir-pur/>.
12. **SYNTHESIA TECHNOLOGY**. [blog.synthesia.com/es/poliuretano inyectado](http://blog.synthesia.com/es/poliuretano-inyectado). [En línea] 09 de abril de 2019. [Citado el: 25 de octubre de 2022.] www.synthesia.com.
13. **UNE-EN 13501-1**. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. [s.l], 2019: [s.n], 2019.
14. **UNE-EN 141381-1**. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) para colada in situ. [s.l], 2013: [s.n], 2013.
15. **UNE-EN 14315-1:2013**. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la

edificación. *Productos de espuma rígida de poliuretano (PUR) y poliisocianurato (PIR) proyectado en situ.* [s.l]: [s.n],2013.

VII. ANEXOS

- Anexo A: Reporte de pruebas y rendimiento del poliuretano N°1
- Anexo B: Reporte de pruebas y densidad del poliuretano N°2
- Anexo C: Reporte de pruebas de densidad del poliuretano N°3
- Anexo D: Reporte de pruebas de densidad del poliuretano N°4
- Anexo E: Resumen de pruebas realizadas (31 mayo 2011)
- Anexo F: Resumen de pruebas realizadas (06 junio 2011)
- Anexo G: Estimado de consumo de poliuretano - Gerdipac Industrial
- Anexo H: Estimado de consumo de poliuretano – Orica
- Anexo I: Material adicional de poliuretano
- Anexo J: Ficha técnica de Polytherm 311454
- Anexo K: Certificado de trabajo de Gerdipac Industrial
- Anexo L: Orden de compra
- Anexo LL: Acta de conformidad de obra
- Anexo M: Encuesta de satisfacción del cliente
- Anexo N. Máquina inyectora de poliuretano
- Anexo Ñ: Bomba neumática de máquina inyectora
- Anexo O: Pistola de inyección de máquina inyectora
- Anexo P: Corte de manguera inyectora
- Anexo Q: Conexión eléctrica de manguera de máquina inyectora
- Anexo R: Registro fotográfico

ANEXO A

REPORTE DE PRUEBAS Y RENDIMIENTO N°1				
				lunes, 30 de mayo de 2011
RESPONSABLE	JAVIER VILLENNA			
LUGAR:	PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO			
TEMPERATURA AMBIENTE	38			
CALCULO DE RENDIMIENTO DE MÁQUINA				
Parámetros	Valor	Unid		
Presión de trabajo	60	psi		
Temperatura de Isocianato	38	°C		
Temperatura de Polytherm	38	°C		
Temperatura en la Manguera	38	°C		
Densidad de Isocianato	1,25	gr/ml		
Densidad de Polytherm	1,1	gr/ml		
Pruebas	Tiempo (Seg)	Peso (Kg)	Caudal (kg/seg)	Caudal (kg/min)
Prueba 1	9,50	0,70	0,07	4,42
Prueba 2	10,00	0,73	0,07	4,39
Prueba 3	12,00	0,88	0,07	4,40
Prueba 4	0,00	0,00	0,00	0,00
CALCULO DE DENSIDAD LIBRE				
RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA			1,20	
RELACION DE MEZCLA MASICA			1,25	
PRUEBA	(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Prueba 1	0,07	1,84E-01	39,06	
RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA			1,30	
RELACION DE MEZCLA MASICA			1,35	
PRUEBA	(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Prueba 1	0,05	1,37E-01	42,33	
Prueba 2	0,09	2,32E-01	40,52	
Prueba 3	0,09	2,33E-01	41,20	
RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA			1,43	
RELACION DE MEZCLA MASICA			1,49	
PRUEBA	(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Prueba 1	0,10	2,25E-01	44,35	
Prueba 2	0,11	2,49E-01	44,98	
RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA			2,00	
RELACION DE MEZCLA MASICA			2,08	
PRUEBA	(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Prueba 1	0,11	1,97E-01	58,93	
Prueba 2	0,14	2,41E-01	59,64	
Elaborado por:			Revisado	Aprobado
Cesar Condor Parina.			Javier Villena Ortega	
Fecha:			Fecha:	Fecha:

ANEXO B

REPORTE DE PRUEBAS DE DENSIDAD N°2					
					martes, 31 de mayo de 2011
RESPONSABLE		JAVIER VILLENA			
LUGAR:		PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO			
TEMPERATURA AMBIENTE		28			
CALCULO DE RENDIMIENTO DE MAQUINA			COMENTARIOS		
Parámetros	Valor	Unid			
Presión de trabajo	60,0	psi			
Temperatura de Isocianato	28,0	°C			
Temperatura de Polytherm	28,0	°C			
Temperatura en la Manguera	37,0	°C			
Densidad de Isocianato	1,25	gr/ml			
Densidad de Polytherm	1,20	gr/ml			
Pruebas	Tiempo (Seg)	Peso (Kg)	Caudal (kg/seg)	Caudal (kg/min)	
Prueba 1	10,00	0,71	0,07	4,26	
Prueba 2	10,00	0,71	0,07	4,26	
CALCULO DE DENSIDAD LIBRE					
RELACION DE MEZCLA VOLUMENTRICA			1,67		
RELACION DE MEZCLA MASICA			1,74		
PRUEBA		(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Prueba 1		0,114	2,27E-03	50,17	
RELACION DE MEZCLA VOLUMENTRICA					
			1,58		
RELACION DE MEZCLA MASICA					
			1,65		
PRUEBA		(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Prueba 1		0,134	2,85E-03	46,98	
Prueba 2		0,134	2,94E-03	45,54	
CALCULO DE DENSIDAD EMPACADA					
RELACION DE MEZCLA VOLUMENTRICA			1,67		
RELACION DE MEZCLA MASICA			1,74		
MUESTRA		(kg)	(m3)	(kg/m3)	
Muestra 1		0,736	1,18E-02	62,48	
Muestra 2		0,374	6,39E-03	58,51	
CALCULO DE LA PERDIDA POR VAPORIZACION A DENSIDAD LIBRE					
RELACION DE MEZCLA VOLUMENTRICA			1,67		
RELACION DE MEZCLA MASICA			1,74		
			(kg)		
Peso de la mezcla en estado liquido			0,732		
Peso de la mezcla en estado sólido (reaccionado)			0,712		
Porcentaje de perdida por vaporización			2,81%		Se pierde por vaporización 2.81% en una prueba a densidad libre.
Elaborado por:		Revisado		Aprobado	
Cesar Condor Parina.		Javier Villena Ortega			
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

ANEXO C

REPORTE DE PRUEBAS DE DENSIDAD N°3					
					martes, 31 de mayo de 2011
RESPONSABLE	JAVIER VILLENA				
LUGAR:	PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO				
TEMPERATURA AMBIENTE	28				
Parámetros	Valor	Unid			
Presión de trabajo	60	psi			
Temperatura de Isocianato	28	°C	RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA	1,67	
Temperatura de Polytherm	28	°C	RELACION DE MEZCLA MASICA	1,74	
Temperatura en la Manguera	37	°C			
Densidad de Isocianato	1,25	gr/ml			
Densidad de Polytherm	1,2	gr/ml			
MOLDE DE POLIURETANO					
<i>Peso del bloque de poliuretano</i>	7,55	kg	PRUEBA A DENSIDAD LIBRE	(kg/m3)	
			Muestra 1	50,00	
<i>Masa de larguero prefabricados</i>	1,23	kg			
			PRUEBA A DENSIDAD EMPACADA	(kg/m3)	
<i>Masa del poliuretano inyectado en el molde</i>	6,32	kg	Muestra 1	62,00	
<i>Volumen ideal</i>	0,07	m3	Muestra 2	58,54	
			20%		
<i>Volumen corregido</i>	0,08	m3	Densidad promedio de muestras	60,27	
<i>Densidad Promedio del Material Inyectado</i>	75,34	kg/m3			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; color: yellow;">2011/05/12 17:33</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; color: yellow;">2011/05/12 17:17</p> </div> </div>					
Formación de material solidificado de alta densidad.			Vista de las distintas capas de inyectado en el molde		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; color: yellow;">2011/05/12 17:38</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; color: yellow;">2011/05/12 17:30</p> </div> </div>					
Presencia de fisuras internas			Formación de material solidificado de alta densidad.		
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Cesar Condor Parina.		Javier Villena Ortega			
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

ANEXO D

REPORTE DE PRUEBAS DE DENSIDAD N°4					
martes, 31 de mayo de 2011					
RESPONSABLE		JAVIER VILLENA			
LUGAR:		PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO			
TEMPERATURA AMBIENTE		35			
Parámetros	Valor	Unid			
presión de trabajo	60	psi			
Temperatura de Isocianato	33	°C			
Temperatura de Polytherm	33	°C			
Temperatura en la Manguera	34	°C			
Densidad de Isocianato	1,25	gr/ml			
Densidad de Polytherm	1,20	gr/ml			
CALCULO DE DENSIDAD LIBRE					
RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA		1,43			
RELACION DE MEZCLA MASICA		1,49			
MOLDE DE POLIURETANO					
			PRUEBA A DENSIDAD LIBRE		(kg/m3)
Peso del bloque de poliuretano	6,37	kg	Muestra 1	43,00	
Masa de larguero prefabricados	1,30	kg			
Masa del poliuretano inyectado en el molde	5,07	kg	PRUEBA A DENSIDAD EMPACADA		(kg/m3)
Volumen ideal	0,07	m3	Muestra 1	45,15	
Factor por deformación	0,20		Muestra 2	46,83	
Volumen corregido	0,08	m3	Muestra 3	46,31	
Densidad Promedio del Material Inyectado	60,82	kg/m3	Densidad promedio de muestras		46,10
CALCULO DE DENSIDAD LIBRE					
RELACION DE MEZCLA VOLUMETRICA		1,50			
RELACION DE MEZCLA MASICA		1,56			
MOLDE DE POLIURETANO					
			PRUEBA A DENSIDAD LIBRE		(kg/m3)
Peso del bloque de poliuretano	7,02	kg	Muestra 1	48,00	
Masa de larguero prefabricados	1,25	kg			
Masa del poliuretano inyectado en el molde	5,77	kg	PRUEBA A DENSIDAD EMPACADA		(kg/m3)
Volumen ideal	0,07	m3	Muestra 1	50,90	
Factor por deformación	0,20		Muestra 2	50,10	
Volumen corregido	0,08	m3	Muestra 3	51,44	
Densidad Promedio del Material Inyectado	68,79	kg/m3	Densidad promedio de muestras		50,81
Elaborado por:		Revisado		Aprobado	
Cesar Condor Parina.		Javier Villena Ortega		Fecha:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

ANEXO E

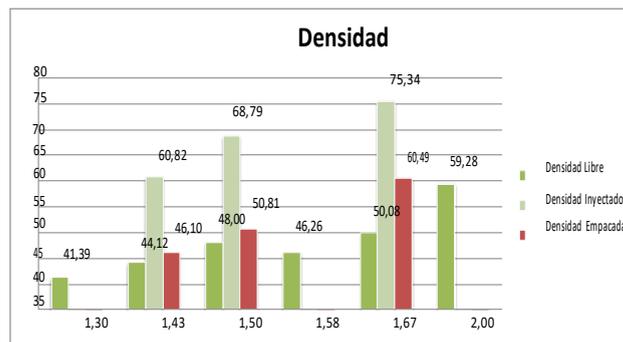
RESUMEN DE PRUEBA REALIZADAS

Fecha:

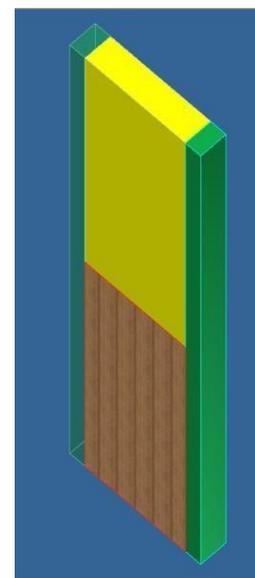
martes, 31 de mayo de 2011

RESPONSABLE: JAVIER VILLENA
LUGAR: PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO

Parámetros	Valor	Unid
presión de trabajo	60	psi
Temperatura de Isocianato	33	°C
Temperatura de Polytherm	33	°C
Temperatura en la Manguera	34	°C
Densidad de Isocianato	1,25	gr/ml
Densidad de Polytherm	1,20	gr/ml



Ítem	Relación de Mezcla		Densidad libre (1)		Densidad empacada (2)		Densidad de material Inyectado (3)			% de Con de Masa	Observaciones	
	Volumen	Peso	Masa	Volumen	Densidad	Masa	Volumen	Densidad	Masa			Volumen
1,00	1,20	1,25	7,20E-02	1,84E-03	39,09							
2,00	1,30	1,35	5,80E-02	1,37E-03	42,31							
3,00	1,30	1,35	9,40E-02	2,32E-03	40,57							
4,00	1,30	1,35	9,60E-02	2,33E-03	41,28							
5,00	1,43	1,49	1,00E-01	2,25E-03	44,37	1,20E-01	2,66E-03	45,15	5,07E+00	8,34E-02	60,82	35%
6,00	1,43	1,49	1,12E-01	2,49E-03	44,99	1,20E-01	2,56E-03	46,83				
7,00	1,43	1,49	0,00E+00	0,00E+00	43,00	1,20E-01	2,59E-03	46,31				
8,00	1,50	1,56	1,30E-01	2,71E-03	48,00	1,20E-01	2,36E-03	50,90	5,77E+00	8,38E-02	68,79	35%
9,00	1,50	1,56				1,20E-01	2,40E-03	50,10				
10,00	1,50	1,56				1,20E-01	2,33E-03	51,44				
11,00	1,58	1,65	1,34E-01	2,85E-03	46,98							
12,00	1,58	1,65	1,34E-01	2,94E-03	45,54							
13,00	1,67	1,74	1,14E-01	2,27E-03	50,17	7,36E-01	1,18E-02	62,48	6,32E+00	8,38E-02	75,34	21%
14,00	1,67	1,74	1,05E-01	2,10E-03	50,00	3,74E-01	6,39E-03	58,51				
15,00	2,00	2,08	1,16E-01	1,97E-03	58,92							
16,00	2,00	2,08	1,44E-01	2,41E-03	59,64							



Relación

Volumen	Peso	Densidad Prom (1)	Densidad Prom (2)	Densidad Prom (3)
1,30	1,35	41,39		
1,43	1,49	44,12	46,10	60,82
1,50	1,56	48,00	50,81	68,79
1,58	1,65	46,26		
1,67	1,74	50,08	60,49	75,34
2,00	2,08	59,28		

(1) Se inyecta el producto en una bolsa plástica por 10 segundos, la muestra se cubica y pesa

(2) Se inyecta el producto en un molde (1,2m x 0,5m x 0,13m) en varias etapas hasta alcanzar la altura de 1,2 m, se extra 3 muestras de distintas ubicaciones y se obtiene la densidad empacada.

(3) La densidad promedio del material inyectado se obtiene, inyectando en un molde con dos tacos de poliuretano de peso conocido según esquema 1, luego se inyecta el poliuretano y se vuelve a pesar el producto ya preformado, haciendo una diferencia de pesos se obtiene el peso del material inyectado, se cubica el material inyectado considerando las

deformaciones y otros defectos que tenga, y se obtiene la densidad.

ANEXO G

ESTIMADO DE CONSUMO DE POLIURETANO - GERDIPAC							
						martes, 31 de mayo de 2011	
RESPONSABLE:		JAVIER VILLENA					
LUGAR:		PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO					
DATOS				UNID	CANT		
Densidad deseada				kg/m ³	68,8		
Relación de mezcla					1,54		
Volumen teórico inyectado				m ³	65,5		
Volumen teórico por inyectar				m ³	15,7		
Volumen total teórico				m ³	81,3		
Porcentaje por vaporización					3%		
Volumen Inyectado							
Volumen teórico inyectado				m ³	15,7	kg	1.113,12
Volumen extracción de muestras por control de calidad				m ³	2,0	kg	141,10 13%
Volumen por reparación de anillo con baja densidad				m ³	0,0	kg	0,00 0%
Volumen por exceso de espesor				m ³	3,1	kg	222,50 20%
Volumen por limpieza y resane				m ³	3,0	kg	215,02 19%
Volumen por pruebas de pre - inyectado				m ³	2,6	kg	187,48 17%
Volumen por pruebas iniciales				m ³	0,0	kg	0,00 0%
TOTAL				m³	26,5	kg	1.879,21 69%
Peso por Kg/cilindro Polytherm				Kg/cilin	220,0		
Peso por Kg/cilindro MDI PM 200				Kg/cilin	250,0		
Peso del poliuretano				kg	1.879,2		
Volumen total Inyectado							
				Polytherm		MDI PM 200	
				Cilindro	Kg	Cilindro	Kg
				Total			
				Cilindro	Kg	Cilindro	Kg
Peso de material ideal a inyectar.				1,95	438,2	2,70	674,9 4,65 1.113,12
Peso de mermas y otros.				1,37	301,6	1,86	464,5 3,23 766,09
Peso total a consumir.				3,32	739,8	4,56	1.139,4 7,92 1.879,21
Stock en obra.				4,17			4,33
Material Faltante				0,81			-0,23
Elaborado por:		Revisado			Aprobado		
Cesar Condor Parina.		Javier Villena Ortega					
Fecha:		Fecha:			Fecha:		

ANEXO H

ESTIMADO DE CONSUMO DE POLIURETANO - ORICA									
						martes, 31 de Mayo de 2011			
RESPONSABLE:		JAVIER VILLENA							
LUGAR:		PLANTA DE GAS NATURAL - MALVINAS CUSCO							
DATOS				UNID	CANT				
Densidad deseada				kg/m3	48.0				
Relación de mezcla					1.20				
Volumen teórico inyectado				m3	65.5				
Volumen teórico por inyectar				m3	15.7				
Volumen total teórico				m3	81.3				
Porcentaje por vaporización					10%				
Volumen Inyectado									
Volumen teórico inyectado				m3	15.7	kg	829.49		
Volumen extracción de muestras por control de calidad				m3	2.0	kg	105.14 13%		
Volumen por reparación de anillo con baja densidad				m3	0.0	kg	0.00 0%		
Volumen por exceso de espesor				m3	3.1	kg	165.80 20%		
Volumen por limpieza y resane				m3	3.0	kg	160.23 19%		
Volumen por pruebas de pre - inyectado				m3	2.6	kg	139.71 17%		
Volumen por pruebas iniciales				m3	0.0	kg	0.00 0%		
TOTAL				m3	26.5	kg	1,400.38 69%		
Peso por Kg/cilindro Polytherm				Kg/cilin	220.0				
Peso por Kg/cilindro MDI PM 200				Kg/cilin	250.0				
Peso del poliuretano				kg	1,400.38				
Volumen total Inyectado									
				<i>Polytherm</i>		<i>MDI PM 200</i>		<i>Total</i>	
				<i>Cilindro</i>	<i>Kg</i>	<i>Cilindro</i>	<i>Kg</i>	<i>Cilindro</i>	<i>Kg</i>
Peso de material ideal a inyectar.				1.71	377.0	1.81	452.4	3.52	829.49
Peso de mermas y otros.				1.18	259.5	1.25	311.4	2.43	570.89
Peso total a consumir.				2.89	636.5	3.06	763.8	5.95	1,400.38
Stock en obra.				4.17		4.33			
Material Faltante				1.28		1.27			
Elaborado por:			Revisado			Aprobado			
Cesar Condor Parina.			Javier Villena Ortega						
Fecha:			Fecha:			Fecha:			

ANEXO I

Peso por Kg/cilindro Polytherm	Kg/cilin	220,0			
Peso por Kg/cilindro MDI PM 200	Kg/cilin	250,0			
Descripción	Polytherm (Kg)	PM 200 (Kg)	Polytherm (Cil)	PM 200 (Cil)	TOTAL (Cil)
Material suministrado por ORICA	1760,00	2250,00	8,00	9,00	17,00
Material consumido por Gerdipac para aislar la columna deethanizadora (1)	2227,29	2827,32	10,00	13,00	23,00
Material consumido en mermas (Pruebas, Reparaciones y Otros), por responsabilidad de ORICA (2)	320,45	416,58	1,00	2,00	3,00
Material consumido en mermas (Pruebas, Reparaciones y Otros), por responsabilidad de GERDIPAC (3)	453,94	590,12	2,00	2,00	4,00
			13,00	17,00	30,00
Descripción	Polytherm (Kg)	PM 200 (Kg)	Polytherm (Cil)	PM 200 (Cil)	TOTAL (Cil)
Material a reponer por ORICA en compensación al bajo rendimiento del producto suministrado	787,74	993,90	3,00	6,00	9,00
Material consumido en mermas (Pruebas, Reparaciones y Otros), por responsabilidad de GERDIPAC (3)	453,94	590,12	2,00	2,00	4,00

ANEXO J



POLYTHERM 31145

Uso: Inyección

INTRODUCCIÓN

La espuma de poliisocianurato (**PIR**) es una variante de la espuma poliuretano siendo prácticamente iguales en cuanto a apariencia, propiedades y coeficiente de aislamiento, pero se diferencia por tener el PIR una mayor resistencia al fuego y temperatura.

El **Polytherm 31145** es un compuesto de Poliéster / Polieter Polioli (Poliisocianurato) con agente propelente R-141b. Este producto está formulado para la producción de poliuretano rígido usando el proceso de inyección in-situ de cañerías, estanques y bloques para la producción de lanchas y medios caños. Su reacción lo hace también adecuado para llenado de cavidades in-situ. El MDI isocianato a usarse en conjunto con Polytherm 31145 es el PM-200 u otro isocianato recomendado por Orica Chemicals. Este producto resiste temperaturas hasta 150°C en servicio continuo y 200°C en puntas.

Si se pretende usar este producto en aplicaciones diferentes de las mencionadas, rogamos contactar a nuestro Departamento de Servicio Técnico para obtener asesoría.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia	: líquido amarillento transparente.
Viscosidad a 25°C (sp4. 20 rpm)	: 250 a 350 cps.
Densidad relativa a 25°C	: 1,2 g/ml

RECOMENDACIONES PARA SU PROCESO

Los componentes químicos deberán ajustarse a 22°C antes de su empleo para asegurar que la reactividad y viscosidad sean las adecuadas para el proceso.

RELACION MAQUINA

Polytherm 31145	: 100 partes
MDI PM-200	: 120 - 130 partes

Perfil de reacción típico de una prueba de laboratorio

Tiempo de crema	: 26 - 30 seg.
Tiempo de hilo	: 55 - 60 seg.
Tiempo de tack	: 75 - 90 seg.
Densidad libre	: 43 - 48 Kg./m3

Propiedades Típicas de la Espuma

Densidad empacada	: 39 - 42 Kg./m3
Resistencia a la compresión	: > 2,90 Kg./cm2
Estabilidad Dimensional (-20°C)	: Cambio volumen < 1 %
Factor K	: 0.022 – 0.026 W/m²K



RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

El Polytherm 31145 es un producto higroscópico, por lo tanto, debe ser protegido de la humedad, manteniendo perfectamente cerrados los recipientes que lo contienen cuando no estén en uso. En rangos de temperatura de 20 a 25°C la vida del producto en almacenamiento es de 12 meses.

SEGURIDAD

Este material no es flamable, pero como la mayoría de los materiales orgánicos, este se encenderá si se ve involucrado en un incendio.

CONSIDERACIONES PARA LA SALUD

Los años de experiencia en la fabricación y uso de este producto y similares nos indican que en el manejo del producto deberán observarse las normas usuales de Higiene Industrial, así como vestir ropa de protección y anteojos de seguridad. Al contacto con la piel y ojos con este producto, se deberá lavar con abundante agua limpia.

DISPOSICION DE DESPERDICIOS

El procedimiento recomendado para la disposición de desperdicios del producto, es el de sepultarlos en lugares autorizados o el de incinerarlos bajo condiciones controladas. Sin embargo, los usuarios deberán realizar la disposición de desperdicios de acuerdo a la legislación local, provincial o nacional.

DERRAMES

Derrames abundantes deberán ser absorbidos perfectamente con arena, tierra, aserrín o algún otro material absorbente, recogerlo con pala y depositarlo en botes de desperdicio o bolsas plásticas y disponerlos para su desecho, de acuerdo al procedimiento descrito en la sección precedente.

- Polytherm Marca Registrada de Orica Chemicals Chile S.A.

ANEXO K



CERTIFICADO DE TRABAJO

GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L., con RUC N° 20160217848, domiciliado en JR. CHAVEZ TUEROS 1296 - CHACRA RIOS - LIMA - LIMA, debidamente representado por GERMAN GUILLERMO PACHECO FLORES, identificado(a) con DNI N° 25659203.

CERTIFICA

Que, el Sr. **JAVIER ANGEL VILLENA ORTEGA**, identificado con DNI N° 07237034, ha laborado en nuestra empresa, desde el 21 de Enero del 2011 hasta el 30 de Abril del 2013, desempeñándose como **Ingeniero I.**

Durante el tiempo de su permanencia, ha demostrado puntualidad, honestidad y responsabilidad en la prestación de sus servicios.

Se emite este documento en cumplimiento a lo dispuesto en el D.S. N° 001-96-TR, Reglamento de la Ley de Fomento del Empleo.

LIMA, 30 de Abril de 2013



GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L.
EMPLEADOR

ANEXO L



LATINTECNA

Orden de Compra N° 4600002796

<p>Sres. GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L. Jr. Chavez Tueros 1296, Urb. Chacra Rios Sur LIMA 01 - CERCADO DE LIMA Lima - Perú Proveedor N : 300000446 Teléfono: (511) 425 9520 Fax: (511) 425 8130 RUC: 20160217848 E-MAIL: gerdipac@gerdipac.com.pe Contacto: German Pacheco Flores</p>	<p>Fecha: 01.02.2011 Comprador LUIS LOPEZ E-MAIL llopez@tecna.com</p> <p>Pag. 1 / 4 LATINTECNA S.A. Av. Canaval y Moreyra 452, Of. 1401, San Isidro Tel.: +(511) 705 3070 RUC N : 20501961869</p>
<p>Lugar de entrega: ALMACENES RANSA Av. Coronel Néstor Gambetta N°3235 km. 3.6 - CALLAO Callao - Perú</p>	<p>El número de esta orden de compra debe citarse en la Guía de Remisión y Factura</p> <p>Moneda: Dólares americanos</p>

Condición de Pago: Ver Forma de Pago
Proyecto: O10187PEC1 Malvinas Plant EPC 21
 S/N

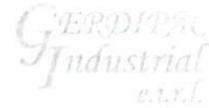
INSPECCION:
 Nivel 4 de acuerdo a PSCE-100-ET-X-203

Pos.	Cod. Art.	Descripción	Cantidad	U.M.	Fecha Entrega	Precio Unitario	Dto. %	Precio Total
010		AISLACION TERMICA	1	UN	30.01.2011	170510.82	3,00	165.395,50
RC: / 00000 / O10187PEC1 Por la provisión de Materiales y Mano de Obra para la Aislación Térmica del Deethanizer/Cold Separator CBA-24220/VBA-24130								

Son: Dólares americanos		Certificador: itobar	
CIENTO NOVENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS VEINTE CON 65 / 100			
Total Neto	Impuestos	Imp.Int.	Total
165.395,50	31.425,15		196.820,65

F-SUM-011 Rev.00

ANEXO LL



ACTA DE CONFORMIDAD DE OBRA

CLIENTE:	LATINTECNA (Parte del Consorcio)
SERVICIO:	Servicio de Aislación Térmica en recipientes y tuberías
ORDEN DE SERVICIO N°:	4500004391
OTI N°	012110 / 012144
MONTO CONTRACTUAL:	454,098.03
MONTO FACTURADO:	98,028.30
FECHA DE INICIO:	04/10/2011
FECHA DE TERMINO:	12/04/2012

Certificación de Calidad:

El Contratante certifica que la Calidad del Servicio y Materiales suministrados ha sido calificada como:
MUY BUENA () BUENA (X) REGULAR ()

En la fecha, 15/04/2012 se constituyeron en las oficinas de AESA TECNA, Campamento Malvinas Cusco, el Ing. Luis Gómez, por la empresa contratante y por otro lado el Ing. Javier Villena Ortega, por la empresa GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L, con el objeto de comprobar la culminación del servicio denominado "Servicio de Aislación Térmica en recipientes y tuberías.

Después de haber realizado la inspección de los trabajos, se constató que han sido ejecutados en forma satisfactoria, de acuerdo a los requerimientos de calidad y plazo de entrega solicitados, no existiendo observación alguna firmamos en señal de conformidad.

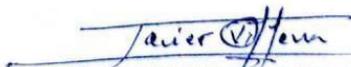


Firma y Sello
AES A TECNA

Nombre: Luis Gómez

Cargo: Superintendente Obra Civil

Fecha: 12/04/2012



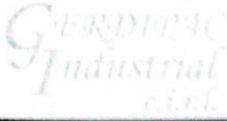
Firma y Sello
GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L

Nombre: Javier Villena Ortega

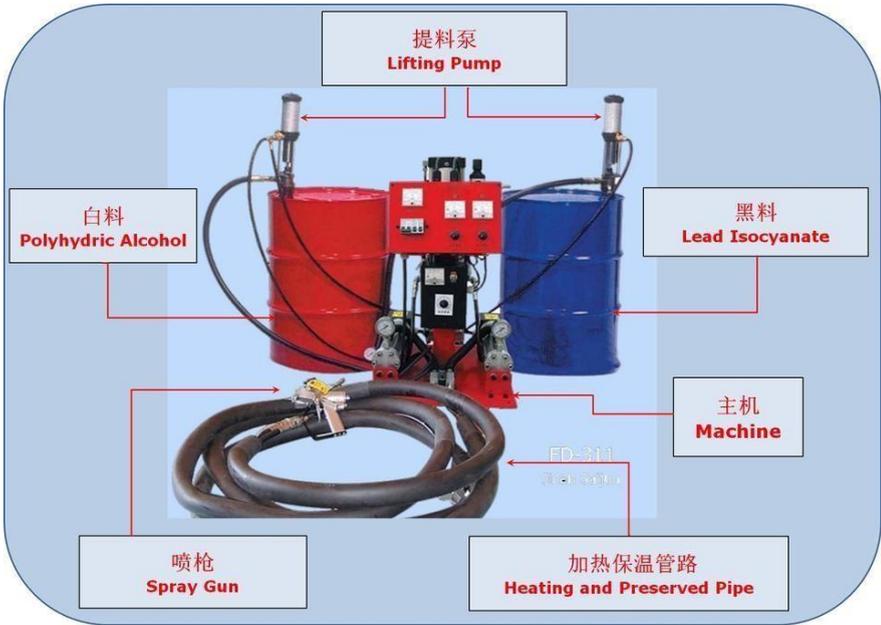
Cargo: Ing. Residente de obra

Fecha: 12/04/2012

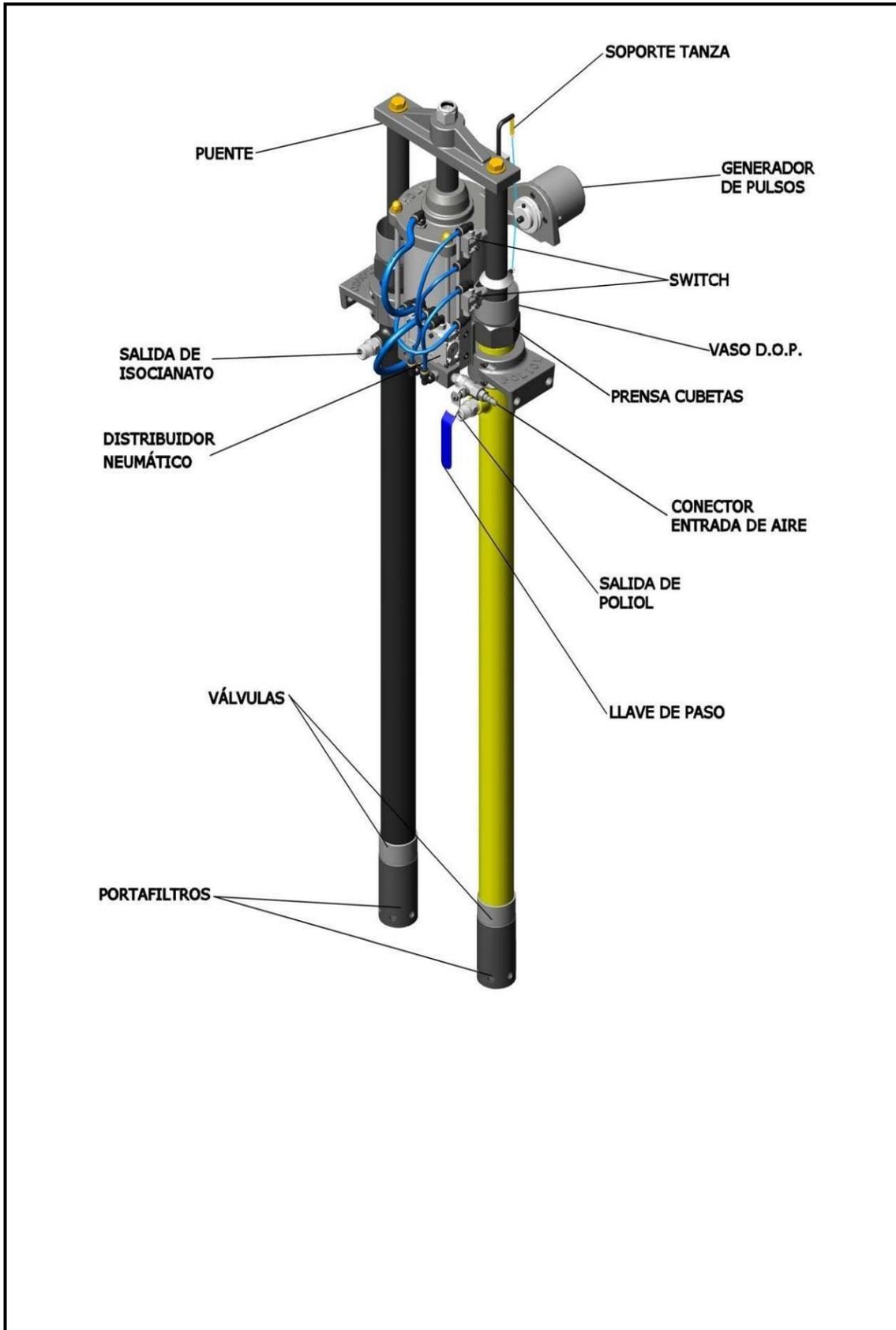
ANEXO M

	Encuesta de Satisfacción del Cliente	Código: ENT-R-003 Fecha de Vig.: 20/10/2005 Versión: 3			
Datos Generales:					
Fecha:	15/04/2012	Nro. de OC:	4500004391		
Cliente:	LATINTECNA (Parte del Consorcio)				
Obra ejecutada:	Aislación térmica de recipientes y tuberías		OTI N° 012110/012144		
Lugar:	Camisea - Campamento Malvinas- Cusco				
GERDIPAC INDUSTRIAL E.I.R.L., dentro de su proceso de Gestión de la Calidad, solicita a Usted se sirva ayudarnos a mejorar de manera continua nuestro servicio brindándonos su opinión sobre los resultados obtenidos en la(s) obra(s) en los últimos 6 mes, la que nos permitirá saber como podemos servirlo mejor.					
1= Deficiente 2= Regular 3= Normal 4= Bueno 5= Excelente					
1. Acerca del personal de ventas (Atención al Cliente)					
1.1 Atención a su pedido	1	2	3	4	5
1.2 Atención y cortesía del personal	1	2	3	4	5
2. Acerca del producto (Suministro)					
2.1 Cumplimiento de los estándares de calidad	1	2	3	4	5
2.2 Cumplimiento en el tiempo de entrega	1	2	3	4	5
3. Acerca del servicio (Suministro e instalación)					
3.1 Cumplimiento de los estándares de calidad	1	2	3	4	5
3.2 Cumplimiento de plazo de ejecución	1	2	3	4	5
3.3 Cumplimiento de Charlas de Seguridad	1	2	3	4	5
3.4 Cuenta con herramientas y equipos necesarios é idóneos	1	2	3	4	5
4. Acerca del Supervisor de Obra					
4.1 Atención a su requerimiento	1	2	3	4	5
4.2 Conocimiento del trabajo a desarrollar	1	2	3	4	5
4.3 Planeamiento del programa de trabajo	1	2	3	4	5
4.4 Manejo de personal a su cargo	1	2	3	4	5
4.5 Atención a los requerimientos adicionales	1	2	3	4	5
4.6 Solución de conflictos y problemas presentados	1	2	3	4	5
5. Acerca del personal (Obreros)					
5.1 Conocimiento del trabajo realizado	1	2	3	4	5
5.2 Trabajo en equipo	1	2	3	4	5
5.3 Correcta presentación	1	2	3	4	5
5.4 Rapidez de ejecución	1	2	3	4	5
5.5 Voluntad de trabajo	1	2	3	4	5
5.6 Cumplimiento de las Normas de Seguridad	1	2	3	4	5
Si tuviera alguna sugerencia o comentario respecto al servicio brindado por favor anote las en el siguiente recuadro.					
Nombre del Evaluador (AESATECNA):	Gómez Luis				
Cargo:	Supervisor O.C				
Área de Trabajo:	Construcción				
Por favor entregar la encuesta a nuestro representante o enviarla via correo electrónico a gerdipac@gerdipac.com.pe					
Gracias por ayudarnos a servirlo mejor.					

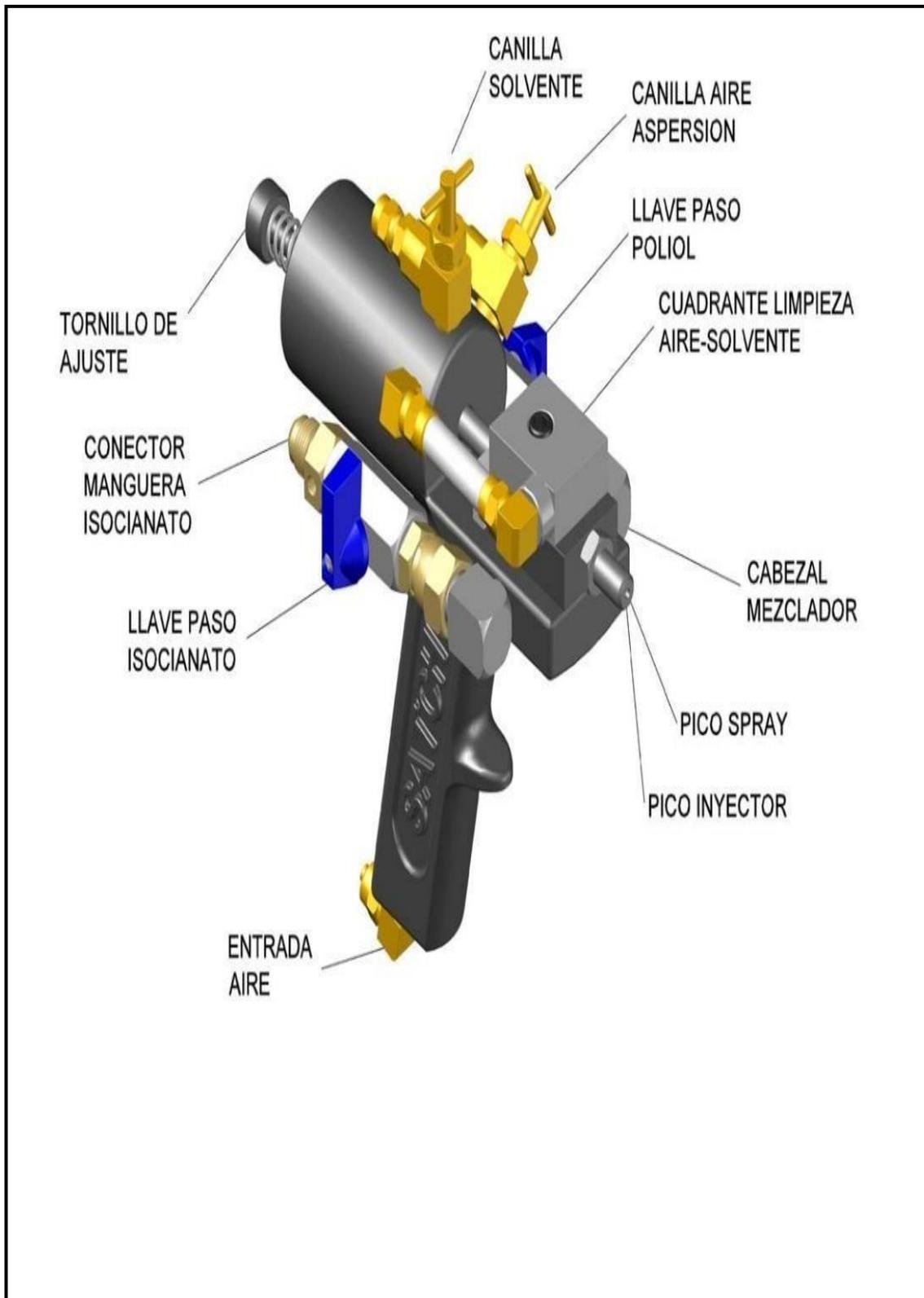
ANEXO N



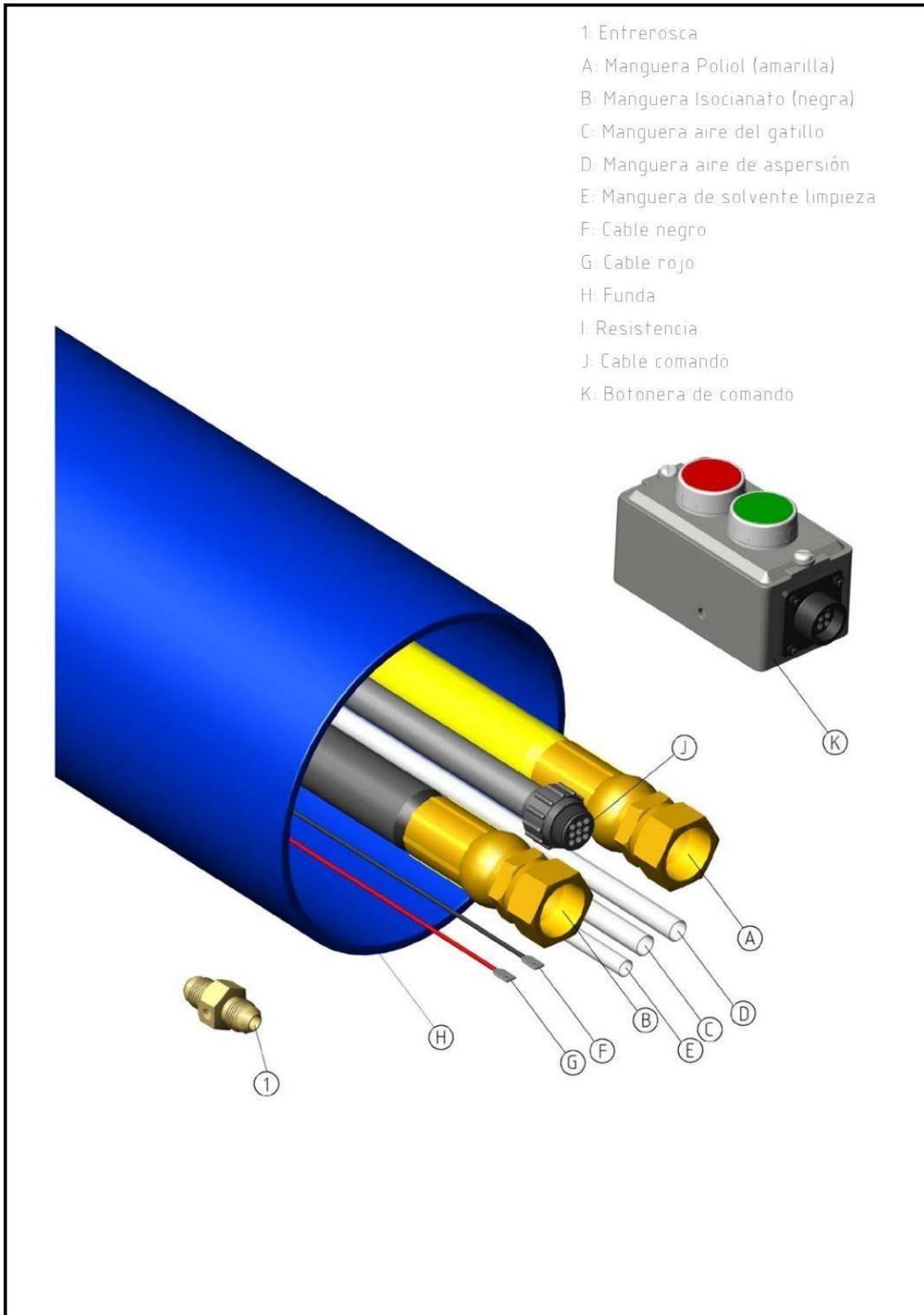
ANEXO Ñ



ANEXO O

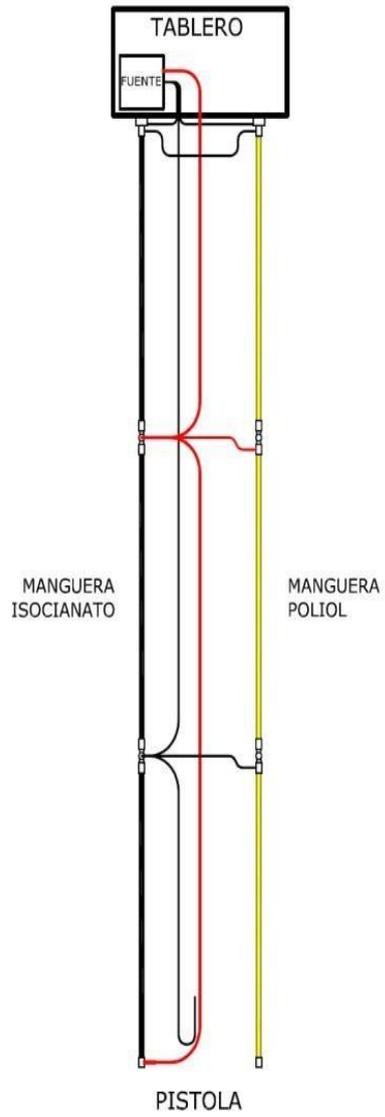


ANEXO P

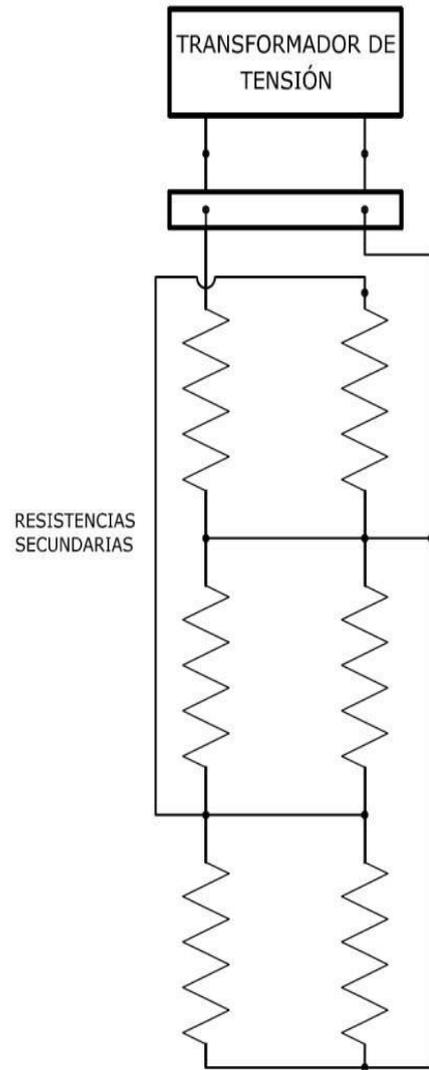


ANEXO Q

CIRCUITO ESQUEMÁTICO



CIRCUITO ELÉCTRICO



ANEXO R

REGISTRO FOTOGRÁFICO













