



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“EFICIENCIA DEL PIMA CON LA MEJORA DEL PROCESO
EN EL MANTENIMIENTO DE DUCTOS DE GAS NATURAL
EN EL CONSORCIO CAMISEA – TECHINT 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
VELASQUEZ CAUPER LUIS ALBERTO**

**ASESOR
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

LIMA – PERÚ, JUNIO 2022



DEDICATORIA

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional está dedicado a mis padres, ambos con un ejemplo a seguir. A mi familia, por el apoyo incondicional y por la formación de buenos sentimientos, hábitos y valores.





AGRADECIMIENTO

Agradezco a la compañía de hidrocarburos por permitirme el estudio y análisis de sus procesos de mantenimiento. De igual manera mi agradecimiento a la Universidad Alas Peruanas y a los profesores por transmitirme sus conocimientos y permitir convertirme en un profesional capacitado.





INTRODUCCIÓN

La puesta en operación comercial y desarrollo del Proyecto Camisea (2004) marcó un importante hito para la historia económica del país que transformó su industria energética. El gas natural de Camisea permitió diversificar la matriz energética del sector eléctrico e incrementar la eficiencia en la producción de electricidad, reduciendo sus costos en comparación con otros países de la región. Esto mejoró la competitividad peruana y acompañó el crecimiento de la demanda de energía eléctrica consecuente con el crecimiento de nuestra economía. Asimismo, Camisea hizo posible que el gas natural esté disponible para la producción industrial, clientes comerciales y usuarios residenciales, lo que permitió importantes ahorros a los usuarios.

Durante el desarrollo de la industria del gas natural a lo largo de los últimos 16 años es importante resaltar el rol del Organismo Regulador de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) como la agencia reguladora, supervisora y fiscalizadora del sector en el país, pues garantiza la aplicación de un marco regulatorio estable, transparente y predecible para las inversiones en el sector, así como para los usuarios del servicio público de gas natural.

En el presente trabajo se presenta el problema que tiene la empresa dado que semestralmente se realizan los trabajos de limpieza en los ductos de NG (Corridas de herramienta de limpieza e instrumentada PIG) en el proyecto Camisea.

El Gas Líquido (NGL) llega hasta la planta de fraccionamiento de Pluspetrol (Ciudad de Pisco). Por una línea de 24" la cual se encarga de comercializarla.

El Gas natural (NG) se transporta por una línea de 32" hasta la ciudad de Lurín en donde se encuentra la empresa calidad y esta se encarga de la distribución en la capital.





RESUMEN

El actual trabajo de suficiencia profesional está orientado al rubro de hidrocarburos específicamente en el transporte de Gas Natural Líquido y Gas Natural. El presente trabajo tiene como título “Eficiencia del PIMA con la mejora del proceso en el mantenimiento de ductos de gas natural en el consorcio Camisea – Techint 2022”.

La mejora se realiza ante la necesidad de garantizar y respaldar el flujo y el transporte de NG hacia la ciudad de lima por medio del ducto de 32” a lo largo de los 729 kilómetros sin la necesidad de una parada de bombeo y sin afectar el transporte de NG. Los transmisores en campo los cuales reflejan los valores de la operación serán desvinculados e instalados superficialmente alrededor de la válvula para que de esta manera el operador de sala de control visualice los parámetros de operación en tiempo real.

Las ejecuciones de los equipos mencionados en el trabajo de suficiencia serán por parte de la empresa Techint S.A.C en la cual me desempeño desde hace 9 años y en cual se realiza el mantenimiento de las válvulas de línea, estaciones de bombeo de Gas Natural Líquido, plantas compresoras de gas (NG) y de los ductos de Camisea. Principalmente se proyectó la reparación de la válvula 10010 Cachi, ya que en las últimas corridas de la herramienta de limpieza e instrumentada PIG este indica que hay presencia de corrosión en el cuerpo y spool de la válvula es por ello por lo que se informa a la jefatura para realizar un plan de acción y reparación utilizando equipos de potencia, equipos manuales, equipo granallador y pintura duraplay como acabado.

Palabras clave: Excavación de la zona de trabajo, equipo de granallado y garnet, equipos de potencia.





ABSTRACT

The current work of professional proficiency is oriented to the hydrocarbon sector, specifically in the transportation of Liquid Natural Gas and Natural Gas. This paper is entitled "Efficiency of the PIMA with the improvement of the process in the maintenance of natural gas pipelines in the Camisea - Techint 2022 consortium".

The improvement is carried out due to the need to guarantee and support the flow and transport of NG to the city of Lima through the 32" pipeline along 729 kilometers without the need for a pumping stop and without affecting transport of NG. The field transmitters which reflect the operation values will be unlinked and installed superficially around the valve so that the control room operator can view the operation parameters in real time.

The executions of the equipment mentioned in the sufficiency work will be carried out by the company Techint S.A.C in which I have been working for 9 years and in which the maintenance of the line valves, Liquid Natural Gas pumping stations, plants gas compressors (NG) and the Camisea pipelines. Mainly, the repair of the 10010 Cachi valve was planned, since in the last runs of the PIG cleaning and instrumented tool, this indicates that there is corrosion in the body and spool of the valve, which is why it is reported to the headquarters to carry out an action and repair plan using power equipment, manual equipment, shot blasting equipment and duraplay paint as a finish.

Keywords: Work zone excavation, blasting and garnet equipment, power equipment.

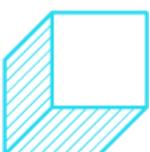




TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
INTRODUCCIÓN	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
TABLA DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	4
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	5
1.3.1. Misión	5
1.3.2. Visión	6
1.3.3. Objetivo de la organización.....	6
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	6
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	8





1.5.1.	Análisis externo e interno.....	10
1.5.2.	Análisis de la matriz FODA	11
CAPITULO II	14
REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
2.1.1.	Factores críticos durante el proceso de mantenimiento.....	19
2.1.2.	Evaluación de las causas y consecuencias	31
2.2.	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	36
2.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	36
2.4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	37
2.4.1.	Objetivo general.....	37
2.4.2.	Objetivos específicos	37
CAPÍTULO III	38
DESARROLLO DEL PROYECTO	38
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO.....	38
3.1.1.	Antecedentes de la investigación.....	38
3.1.2.	Bases Teóricas	42
3.1.3.	Bases Normativas.....	45
3.2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	49
3.2.1.	Diagnóstico y evaluación para la mejora del proceso	49
3.2.2.	Planificación del proceso sugerido para el mantenimiento	54





3.2.3. Descripción y aplicación del proceso de mantenimiento.....	57
3.2.4. Verificación del cumplimiento del nuevo proceso	85
3.3. COSTOS DEL PROYECTO.....	88
3.3.1. Costos diario, mensual y anual.....	88
3.3.2. Costos de mantenimiento de corrosión.....	92
3.3.3. Cálculo de proyectado de los costos	96
3.4 CRONOGRAMA DEL PROYECTO	100
3.5. CONCLUSIONES	102
CAPÍTULO IV	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
CAPÍTULO V	106
GLOSARIO DE TÉRMINOS	106
CAPÍTULO VI	108
ANEXOS.....	108





ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1	Preparación del PIG Para la Limpieza.....	21
Fotografía 2	Desmontaje del PIG Y Retiro del CPU.....	21
Fotografía 3	Engrase de los Sellos Internos de las Válvulas	23
Fotografía 4	Vista Superior del Yugo Escocés.....	24
Fotografía 5	Pruebas de Apertura y Cierre de la Válvula.....	25
Fotografía 6	Panel View Pius 400 de Comprobación.....	25
Fotografía 7	Verificación, Comprobación de los Dispositivos de Seguridad	26
Fotografía 8	Prueba de Baja Presión de Línea	27
Fotografía 9	Apertura e Inspección de un Ducto de 14"	28
Fotografía 10	Mantenimiento del Ramal de 14"	29
Fotografía 11	Charlas de Seguridad en el Área de Trabajo.....	30
Fotografía 12	Personal Trabajando con Seguridad en el Campo	31
Fotografía 13	Vista General de la Válvula de Línea.....	36
Fotografía 14	Actuador Neumático-Hidráulico de la Válvula.....	43
Fotografía 15	Cuerpo de la Válvula Tipo Esférica.....	44
Fotografía 16	Puntos con las Reparaciones en la Tubería	52
Fotografía 17	Cuerpo de la Válvula Sustraído a la Superficie.....	58
Fotografía 18	Vista General de la Válvula y la Tubería en Reparación.....	59
Fotografía 19	Señalización de los Puntos ya Reparados.....	67
Fotografía 20	Equipo Holiday Para Medición Micra del Revestimiento.....	68
Fotografía 21	Sensores en el Ducto Para Recolección de Datos	87





ÍNDICE DE FIGURAS

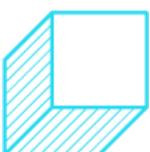
Figura 1 Mapa de Transporte de Gas Camisea	3
Figura 2 Logo de la Empresa Techint 2022.....	5
Figura 3 Estructura Organizacional Techint Perú	7
Figura 4 Actividades del Mantenimiento de Válvulas y Tuberías	16
Figura 5 Distribución de Responsabilidades en el Mantenimiento	17
Figura 6 Diagrama de Proceso de Mantenimiento de Válvulas y Tuberías	18
Figura 7 Diagrama de Ishikawa y Análisis de las Causas	33
Figura 8 Proceso de Mantenimiento de las Tuberías	69
Figura 9 Proceso de Mantenimiento en Caliente - Soldadura	70
Figura 10 Proceso de Mantenimiento a Través de la Herramienta PIG	71
Figura 11 Información de Scada Sobre el Recorrido del PIG.....	86
Figura 12 Visualización Gráfica del Nivel del Costo	92
Figura 13 Visualización Gráfica del Nivel del Costo	96





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis de la Matriz FODA	13
Tabla 2 Relación de Causas y Consecuencias del Problema.....	32
Tabla 3 Valores y Resultados de Análisis del D. Ishikawa.....	34
Tabla 4 Marco Normativo Aplicado en el Sector GN del Perú	49
Tabla 5 Datos Recolectados de los Puntos a Reparar en la Tubería	53
Tabla 6 Etapas de Reparación de Superficie del Gaseoducto.....	56
Tabla 7 Desarrollo del Costo Diario de Reparación de Tuberías	89
Tabla 8 Desarrollo del Costo Mensual de Reparación de Tuberías.....	90
Tabla 9 Desarrollo del Costo Anual de Reparación de Tuberías	91
Tabla 10 Niveles de los Costos en Reparación de Tuberías	92
Tabla 11 Niveles de los Costos en Reparación de Corrosión del Ducto.....	96
Tabla 12 Cálculo del Flujo de Caja y Retorno de la Inversión	98
Tabla 13 Desglose de Cálculos en Base al Periodo de Inversión.....	99
Tabla 14 Cronograma de Actividades del Proyecto	101
Tabla 15 Diagrama de Gantt del Proyecto.....	102





ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Permiso Para Realizar Trabajos en General	108
Anexo 2 Permiso Para Realizar Trabajos Seguros de Excavación	109
Anexo 3 Permiso de Trabajo Seguro en Espacios Confinados	110
Anexo 4 Analisis Seguro del Trabajo.....	111
Anexo 5 Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales.....	112





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

El Grupo Techint, una organización multinacional de origen argentino con actividades en diferentes áreas de negocios: tubos de acero, productos planos siderúrgicos, ingeniería y construcciones, energía, plantas industriales, maquinarias y servicios.

Entre las sociedades independientes que conforman esta gran organización se destacan: Tenaris, Siderar, Tecpetrol, Techint Ingeniería y Construcción, Tenova, Humanitas y Ternium, que describiremos más adelante. La organización Techint ha protagonizado un proceso de internacionalización planificado desde principios de los '90, convirtiéndose hoy en líder global en la producción de tubos de acero sin costura con operaciones industriales en ocho países. Se trató de un proceso de expansión iniciado desde la Argentina a través de la adquisición de empresas en diferentes partes del mundo y la posterior integración de estas actividades en la empresa global Tenaris.

Esta empresa es fundada en 1945 por el Ingeniero italiano Agostino Rocca con el primer nombre de Compagnía Técnica Internazionale con sede en Milán, que pronto se abrevio al nombre de TECHINT, es una empresa de origen italiano, a finales del año 1945, fecha que coincide con el término de la segunda guerra mundial Agostino decide viajar de Italia hasta la ciudad de Argentina, un país que se encuentra en crecimiento y con muchos desafíos, el fundador decide involucrar a su hijo Roberto para el crecimiento y desarrollo de la compañía.

La compañía se inicia realizando servicios de ingeniería en América y Europa, una de sus primeras obras ejecutadas fue la construcción de una red de gasoductos en la ciudad de Argentina con una longitud de 1800 km.

Esta compañía ha realizado más de 3500 proyectos a nivel mundial, gracias a la experiencia adquirida puede desarrollar proyectos de alta complejidad desde





el diseño hasta la puesta en marcha; y en el transcurso de los años el grupo Techint formo varias empresas como:

- ✓ Tenaris empresa dedicada a la fabricación de tubos de acero a nivel mundial.
- ✓ Ternium es una siderúrgica, produce una variedad de productos de acero.
- ✓ Tecpetrol dedicado a la exploración, producción de hidrocarburos.
- ✓ Techint dedicado a la ingeniería y construcción.

Actualmente la compañía Techint se encuentra en los 5 continentes aportando conocimiento desarrollo e innovación en cada proyecto.

Techint ingresa al Perú en el año 1976 con la construcción del oleoducto norperuano, el cual inicio e la selva del país hasta el norte, para ese entonces la empresa realiza la construcción de un ducto de 32" de diámetro con una longitud de 391 km y también 2 estaciones de bombeo por el cual se transporta el petróleo de los yacimientos desde la selva nororiental hasta la costa norte, al finalizar este proyecto se retira del País.

Techint retorna al país en el año 2000 para la construcción del proyecto del sistema de transporte del gas de Camisea, un gran desafío que marca significativamente el cambio y modernización de la generación energética en el Perú.

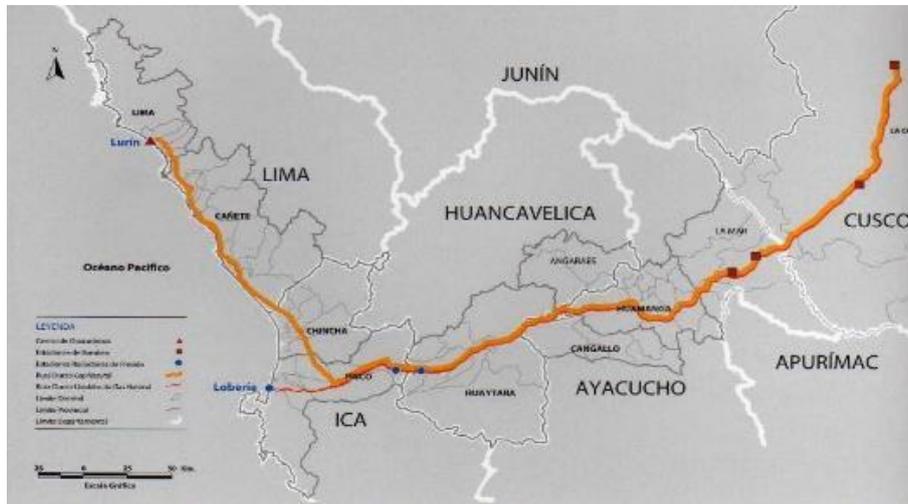
Actualmente el ducto NG tiene una longitud de 730 km, y el ducto NGL tiene una longitud de 558 km. Para una idea sobre la dimensión de dicha instalación se hace referencia del siguiente mapa:





Figura 1

Mapa de Transporte de Gas Camisea



Fuente: (Petroblogger, 2009)

Durante la etapa de expansión de Camisea, Techint desarrolla la ingeniería básica, suministro y supervisión en la construcción de una planta separadora de gas en Malvinas Cuzco y la planta de fraccionamiento en Pisco.

En el año 2009 Techint realiza la construcción y la instalación de la planta compresora en Chiquintirca- Ayacucho, posteriormente un gasoducto de 408 Km, hasta la Planta Melchorita-Cañete, para Perú LNG; este proyecto resalta porque gana un Record Guinness como el gasoducto de mayor altitud en el mundo.

Techint se consolida en el mercado peruano abriendo nuevas oportunidades en el sector minero construyendo en el año 2012 la planta de hidrometalurgia y filtros de molibdeno para la minera Chinalco a más de 4.800 msnm.

En el segmento energético construyó una central termoeléctrica de ciclo combinado que funciona a gas, Fénix Power – Chilca Cañete en el año 2010.

Techint actualmente es encargado del mantenimiento de las líneas de transporte en NG y NGL del proyecto Camisea y uno de los puntos más delicados es mantener y asegurar el óptimo funcionamiento de los equipos eléctricos y/o





electrónicos los cuales están instalados en las válvulas de línea que se encuentran cada 30 kilómetros en el proyecto.

1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Techint es una empresa la cual brinda servicios de mantenimiento, montaje e instalación de segmentos de petróleo y Gas, energía, plantas industriales y minería.

Petróleo y gas: fabrica los ductos para transporte de petróleo, gas y derivados. Construye plantas de tratamiento de gas y petróleo. Terminales marítimas y obras offshore (plataformas marinas). Instalaciones asociadas al sistema de transporte, estaciones compresoras y de bombeo, tanques de almacenaje y otras instalaciones de superficie, plantas de NGL. (Techint, 2020)

Energía: dentro del rubro de la energía Techint tiene una gran cantidad de plantas de generación de energía construidas, la experiencia adquirida en este segmento hace el desarrollo de un proyecto desde la ingeniería, suministros, construcción y puesta en marcha, tiene construido plantas hidroeléctricas, centrales nucleares, entre otros, también incursiono en la construcción de líneas de transmisión y la instalación de subestaciones y transformadores.

Plantas industriales: la compañía brinda una gama de servicios integrales que incluyen estudios de factibilidad, ingeniería, suministros, construcción, mantenimiento y gestión de plantas industriales, así como el precomisionado y puesta en marcha, capacitación de personal y asistencia para la operación de las plantas, ofrece respuestas a la medida de cada cliente para resolver sus necesidades de costos y tiempos. (Techint, 2020)

Minería: su amplia trayectoria en el segmento minero le permite diseñar y construir plantas de procesamiento de minerales, estructuras y edificios industriales, acueductos, ductos para transportar lodos y obras civiles tales como rutas, caminos de acceso y puertos. La empresa también provee servicios de operación y mantenimiento para plantas e instalaciones mineras. (Techint, 2020)





Figura 2

Logo de la Empresa Techint 2022

TECHINT

Ingeniería y Construcción

Fuente: (Techint, 2022)

1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Techint en el Perú, luego de la construcción del gasoducto y poliducto de Camisea en el año 2004, entra en la etapa de mantenimiento constante, para garantizar el transporte por ductos, a este proceso se le denominó operación y mantenimiento de instalaciones de superficie y ductos, engloba una serie de actividades adicionales como el mantenimiento geotécnico referido a los temas de diseño, estabilización de taludes, procesos erosivos, contención, resistencia de suelos y la protección catódica enfocado en controlar la corrosión.

Dentro del proceso de mantenimiento en el sistema de transporte de gas por ductos, se encuentra la reparación de ductos en servicio, con el hidrocarburo fluyendo en el ducto, tiene una presión de 80 a 147 Bares (BAR), para la intervención o reparación se baja la presión de bombeo, se realiza una serie de perforaciones en el ducto para crear un by pass hasta reparar el tramo afectado.

1.3.1. Misión

Nuestra misión es brindar valor a nuestros accionistas y clientes a través de la prestación de servicios de Ingeniería, suministros, construcción, operación y gerenciamiento de proyectos de infraestructura, industriales y energéticos, Consideramos que la capacitación de nuestros recursos humanos es fundamental para construir conocimiento en forma permanente.





Estamos comprometidos con la seguridad de nuestros colaboradores y con el desarrollo de los países donde actuamos, buscando el bienestar de la comunidad y cuidado del medio ambiente. (Techint, 2020) “Ser la empresa referente a nivel nacional e internacional en la gestión, operación y mantenimiento de infraestructura del sector energético incluso en los ambientes más desafiantes y complejos”

1.3.2. Visión

Ser la empresa de ingeniería y construcción líder en lo que respecta a método de trabajo, patrimonio tecnológico y capacidades de sus recursos humanos. (Techint, 2020)

1.3.3. Objetivo de la organización

Alcanzar un mayor posicionamiento en el sector minero, convertirnos en los socios estratégicos de nuestros clientes y desarrollo de los recursos humanos para el crecimiento de la empresa.

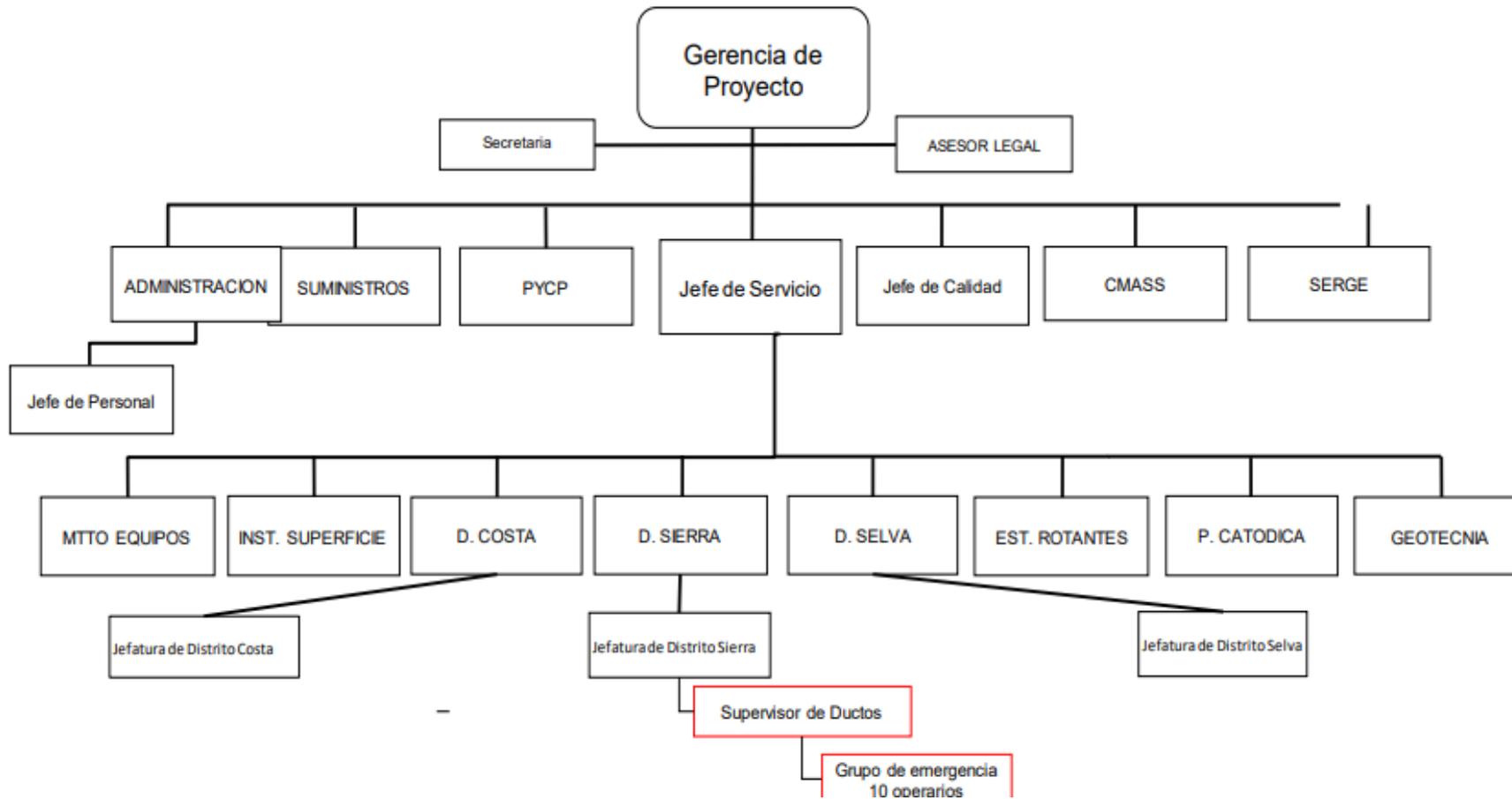
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa Techint Perú tiene un organigrama de estructura vertical. Referente al área de Ductos también tiene la misma estructura.





Figura 3
Estructura Organizacional Techint Perú



Fuente: Yance, 2020





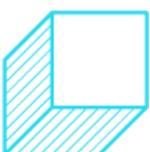
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

La empresa Techint en el Perú es responsable a la legislación vigente, cumple y respeta las normativas impuestas por el estado peruano. Económicamente esta empresa al ser parte del sistema energético en el transporte de gas por ductos continúa entregando los servicios de manera regular e ininterrumpida, no se ve afectado económicamente.

Respecto a los temas socioculturales, esta empresa es respetuosa de los lugares donde realiza los trabajos, está comprometido con minimizar cualquier impacto ambiental y social de las operaciones, esta actividad es supervisado por entes del estado peruano como la OEFA, OSINERMIN, garantizando el cumplimiento de las normas actuales.

Referente a temas tecnológicos, cuentan con un sistema SCADA el cual permite controlar a distancia el sistema de transporte de gas, también se cuenta con una fibra óptica que va paralelo a la tubería y se encuentra conectado cada 30 km al sistema de control de válvulas, en caso se pierda la señal de la fibra óptica, tienen un respaldo del sistema satelital, esto garantiza la información en tiempo real del sistema de transporte de gas; este monitoreo se realiza en la sala de control ubicado en Lima- Lurín las 24 horas del día.

El nombre "Scada corresponde a la abreviatura de Supervisory Control and Data Acquisition". Es decir, Adquisición de Datos y Supervisión de Control. Un Scada es un software de aplicación especialmente diseñado para funcionar sobre ordenadores de producción proporcionando comunicación con los dispositivos de campo "Controladores Autónomos" y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador además provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios como son los de control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc. El sistema Scada se usa en el proyecto Camisea con la finalidad de hacer más fácil las labores de los operadores de sala de control. Para que este sistema entre en funcionamiento necesitamos contar con un protocolo de comunicación industrial los cuales permitan acceder a los datos del proceso por medio de las maquinas





en campo. Estos protocolos de comunicación son: Ethernet, o FieldBus, ProfiBus o ProFinet, también se necesitan sensores que estén diseñados para cada tipo de proceso a realizarse tienen que ser los idóneos para recibir la información de datos.

Los sistemas Scada ofrecen muchas ventajas en los sistemas de medición, podemos regular válvulas, flujo, nivel, temperatura, presión y muchas otras variables que permanecen bajo control y supervisión constante, algunas de las variables se salen del rango permitido el sistema lo detecta y enciende la alarma y alerta al personal.

Ductos, Gaseoductos y Oleoductos: el sistema además de controlar presión y otras variables detecta fugas y bloqueos en los ductos. El sistema puede indicar el lugar exacto de esta falla, el sistema arroja diagnósticos de los terminales de un almacén en esto puede demostrar la capacidad del terminal en hidrocarburos. Ordenadores Remotos O RTU. Estos Ordenadores se utilizan en el proyecto Camisea y están situados en los nodos estratégicos del sistema gestionado y controlando las subestaciones, reciben las señales de los sensores de campo y comandan los elementos finales de control ejecutando el software de la aplicación SCADA. Se encuentran en el nivel intermedio de la automatización a un nivel superior está el MTU y a un nivel inferior de los distintos instrumentos de campo que son los que ejercen la automatización física del sistema, control y adquisición de datos. Estos ordenadores no tienen que ser PC ya que la necesidad de soportar un HMI no es tan grande a este nivel, por lo tanto, suelen ser ordenadores industriales tipo armarios de control, aunque en sistemas muy complejos puede haber subestaciones intermedias en formato HMI. Una tendencia actual es dotar controladores lógicos programables (PLC) con la capacidad de funcionar como RTU gracias a un nivel de integración mayor y CPU con mayor potencia de cálculo. Esta solución minimiza costos en sistemas en los que las subestaciones no sean muy complejas, sustituyendo el ordenador industrial mucho más costoso.





1.5.1. Análisis externo e interno

Para el análisis externo de la empresa e función del desarrollo del Trabajo de Suficiencia Profesional, se fundamenta en un análisis PESTEL:

Factor político

La empresa Techint S.A.C, está en la obligación de asegurar que el sistema de transporte por ductos cumpla con todo los requisitos y estándares de operación que el estado solicita, además del buen funcionamiento de sus equipos en la línea, válvulas, estaciones de bombeo y plantas compresoras realizando los mantenimientos programados y cumpliendo con el plan anual enviando por el cliente.

Factor económico

Como parte del mantenimiento que brinda Techint SAC tiene un área específica la cual realiza el mantenimiento de los ductos de NG y NGL esta área realiza el mantenimiento de señalización de los ductos, cruce de caminos, ríos y quebradas, señalización de postes y patrullajes a lo largo de los ductos inspeccionando y revisando en el caso se presente cualquier anomalía que pueda suscitarse. Para ello se cuenta con 03 operarios múltiples, 01 conductor, 01 capataz y 01 camioneta que sirve para trasladar al personal hacia el punto de trabajo.

Factor social

Durante la construcción del gaseoducto de Camisea, la empresa Techint SAC brindo y forjo en las comunidades un gran compromiso sobre el cuidado y la conservación del medio ambiente, el significado de esto es que al momento de realizar el mantenimiento en el gaseoducto no se pueden alterar de ninguna manera el ecosistema por donde se transporta NG y NGL.





Factor tecnológico

Dentro de los factores tecnológicos en el proyecto Camisea se cuenta con el software Scada para la supervisión y la adquisición de los datos en campo en tiempo real este sistema está diseñado especialmente para funcionar sobre los ordenadores autónomos estos proporcionan la comunicación de los dispositivos de campo, además mediante este software se controla el proceso y la supervisión de los equipos e instrumentos de campo de manera automática, tiene la finalidad de facilitar el trabajo de los operadores de sala de control.

Factor ecológico

Dentro de los factores ecológicos está el cuidado y la conservación del medio ambiente, capacitaciones para minimizar los potenciales impactos a la flora y fauna que se puedan generar durante las actividades del mantenimiento en el derecho de vía, estas medidas permitirán reducir al máximo los impactos ecológicos que el servicio pueda exponer en las instalaciones de superficies del proyecto Camisea.

Factor legal

En el proyecto se presenta la normativa en seguridad y salud en el trabajo las cuales están incluidas en una matriz de requisitos legales, por medios de estas se adoptan las medidas para corregir, prevenir y al mismo tiempo sancionar el hostigamiento laboral y otros aspectos en el marco de las relaciones de trabajo.

1.5.2. Análisis de la matriz FODA

Liderazgo de la empresa

En Techint E&C estamos comprometidos con los más altos estándares éticos y de conducta empresarial. Tenemos una cultura corporativa basada en la integridad y la transparencia, y promovemos la





participación de todos los colaboradores, proveedores, clientes y de las comunidades donde operamos para cumplir con estos lineamientos que guían nuestro accionar. (Techint, 2022)





Tabla 1
Análisis de la Matriz FODA

FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	F1: Buena relación con sus proveedores F2: Bajo nivel de endeudamiento con las financieras F3: Cartera de clientes fijos y nuevos por recomendación F4: Calidad en el servicio con el cliente en forma directa F5: Capacidad y experiencia en cargas sobredimensionadas	D1: Falta de activo para nuestras instalaciones (Taller) D2: Perdida de la imagen institucional por factores operativos D3: Falta de compromiso del personal hacia la empresa D4: Falta de filtros para la toma de personal D5: No haber tenido una visión en la adquisición en equipos nuevos
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS - FO	ESTRATEGÍAS - DO
O1: Demanda del mercado por servicio de carga sobredimensionada O2: Empleo de aplicaciones móviles para el seguimiento o posición de las unidades O3: Proveedores con diversidad de marcas para el mantenimiento de las unidades O4: Certificaciones y homologaciones para apertura de nuevos servicios O5: Estabilidad en el mercado con la moneda del \$.	a. FO1: Manejo de los precios de los repuestos con proveedores calificados b. FO2: Implementar la tecnología móvil para la geolocalización de las unidades de servicio c. FO3. Plan para fidelización de clientes	a. DO1: Plan de mejora en la programación del servicio b. DO2: Implementar la lista de stock de repuestos c. DO3: Plan de mejora de la imagen institucional
AMENAZAS	ESTRATEGIAS - FA	ESTRATEGÍAS - DA
A1. Criterios de multa fuera de la norma por la SUTRAN A2: Cierre de carreteras por conflictos sociales A3: Elevados costos de equipos y accesorios por alza del dólar A4: El ingreso de nuevos competidores Certificados Homologados A5: Amenazas ambientales por Factores internos y externos	a. FA1: Planificar las compras con respecto al alza del dólar b. FA2: Reportes actualizados de zonas de conflictos c. FA3: Disponer de un asesor legal para el cumplimiento de las nuevas normativas	a. DA1: Planificar los gastos para la compra de repuestos b. DA2: Plan de contingencia para la programación de los servicios

Fuente: (Velasquez Cauper, 2022)





CAPITULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

De acuerdo con (Osinergmin, 2021) - Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - en el libro publicado por el ente regulador y supervisor: “La industria del gas natural en el Perú. Mirando al Bicentenario y perspectivas recientes” donde se refiere al Proyecto Camisea, indica lo siguiente:

El gas natural de Camisea ha generado importantes impactos en el ámbito social, económico y ambiental, así como en lo social que devino en la generación de puestos de trabajo y en lo económico, la sustitución del uso de combustibles ha generado ahorros significativos en el ámbito operativo y en términos de eficiencia energética. Asimismo, la sustitución de importación del GLP atenuó progresivamente los registros de déficits en la balanza comercial de hidrocarburos, reduciendo la dependencia energética; por último, en relación con el impacto ambiental que ha permitido una mejora en los indicadores de calidad del aire [...].

En ese sentido, en el presente proyecto se pretende mejorar el proceso de mantenimiento de los ductos (Tuberías) del gas natural en el Consorcio Camisea, con la propuesta de realizar las reparaciones en caliente sin afectar el transporte del NG (Natural Gas), donde dicha proyección de mantenimiento de tuberías se establece bajo los parámetros del cumplimiento del PIMA (Plan Integral de Mantenimiento de Activos).

Lo mencionado anteriormente sobre la eficiencia energética, implica que el proceso de mantenimiento deberá estar acorde a la productividad, a la seguridad industrial y a la sostenibilidad, por el cual cabe mencionar que dicho proceso general no será descrito debido que los mantenimientos que se generan en la





selva son diversos al mantenimiento que se realizan en la sierra y por ende también rigen diferencias con lo que se realizan en la costa, debido a diversas variables físicas como vendrían a ser las latitudes, factores climáticos, eventos de temperatura, factores de presión y flujo, entre otros.

Con la finalidad de verificar los posibles fallos o averías que se manifiestan en el tramo que proviene desde la XV 10006 – San Antonio (Cusco – Ayacucho) hasta la estación PRS1 – Huaytara (Huancavelica – Ica), es decir, se considera el tramo para la propuesta específicamente la parte de la sierra central; de forma específica no regiremos a las tuberías de transporte del NG, que se trata puntualmente de las válvulas de línea (XV 10010 – Cachi).

Para entender técnicamente de qué se tratan las válvulas de línea (XV 10010 – Cachi), cabe indicar que una válvula de bloqueo de línea es un dispositivo instalado a lo largo de los ductos de NG y NGL, que controla el flujo de la tubería y la protege de una sobre presurización, asegurando una operación normal y cerrando el sistema durante una condición anormal de operación.

Las válvulas de bloqueo del ducto de Camisea solo trabajan de manera ya sea totalmente abiertas o cerradas, estos equipos nunca deben ser operadas de manera parcialmente abiertas o cerradas, el estrangulamiento o la regulación delo flujo de gas natural a través de estas podrían causar desgaste no uniforme del asiento y la bola interna sobre las superficies sellantes expuestas al flujo.

El sentido de rotación de las válvulas para apertura es en contra de las manecillas del reloj. Nunca se debe superar la máxima presión de operación de la válvula. Las válvulas de bloqueo de línea al estar la mayor parte del tiempo en una sola posición (abierta o cerrada) es recomendable operarlas o realizarles pruebas de apertura y cierre mínimo dos veces al año.

Para asegurar el transporte del gas natural, las válvulas de bloqueo tienen que estar en óptimas condiciones de operación, además considerar que a cada dispositivo se les realiza una inspección y mantenimiento según el programa integral de mantenimiento anual el cual consiste en lo siguiente:





Figura 4
Actividades del Mantenimiento de Válvulas y Tuberías

N°	ACTIVIDAD PARA EL MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS Y LÍNEAS (TUBERÍAS)	FRECUENCIA	TIPO ACTIVIDAD
1	Inspección, mantenimiento preventivo y registro de novedades	Mensual	Preventivo
2	Ciclado de válvula	Semestral	Preventivo
3	Inspección visual	Semestral	Preventivo
4	Lubricación –inyección de grasa	Semestral	Preventivo
5	Block and Bleed	Anual	Preventivo
6	Prueba de seguridades (ESD, line break, inhibición), tiempos de apertura y cierre de válvula de bloqueo y lubricación.	Anual	Correctivo
7	Prueba de señales de válvulas de NG (punto a punto)	Anual	Correctivo
8	Mantenimiento, contraste y calibración de instrumentación de válvula de línea	Anual	Correctivo
9	Mantenimiento de válvula, actuador, válvulas del bypass de NG	Anual	Correctivo
10	Mantenimiento y calibración de válvulas de alivio por sobre presión	Anual	Correctivo
11	Inspección RBI	Bienal	Predictivo
12	Control de tubería flexible y accesorios	Semestral	Predictivo

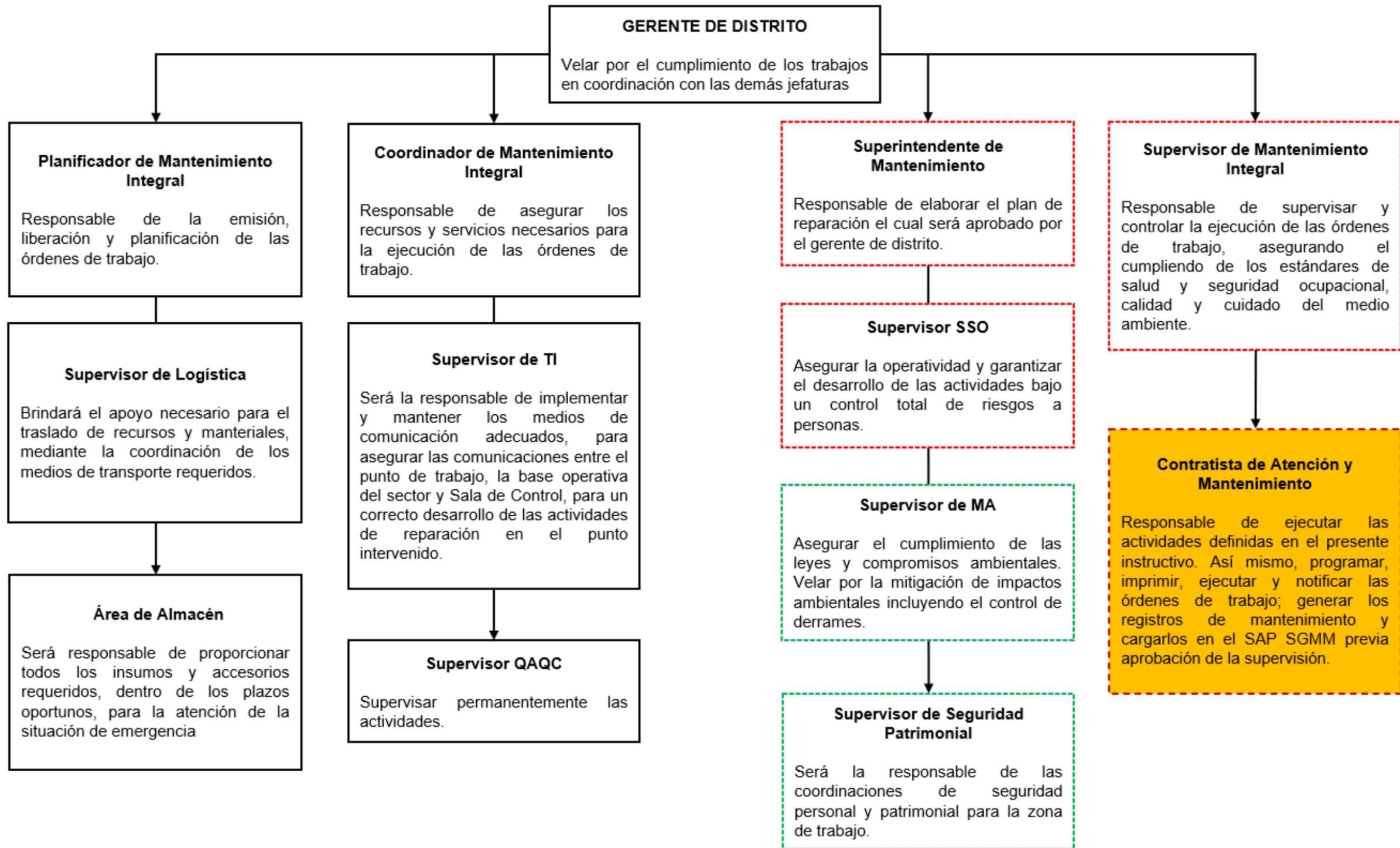
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Figura 5

Distribución de Responsabilidades en el Mantenimiento



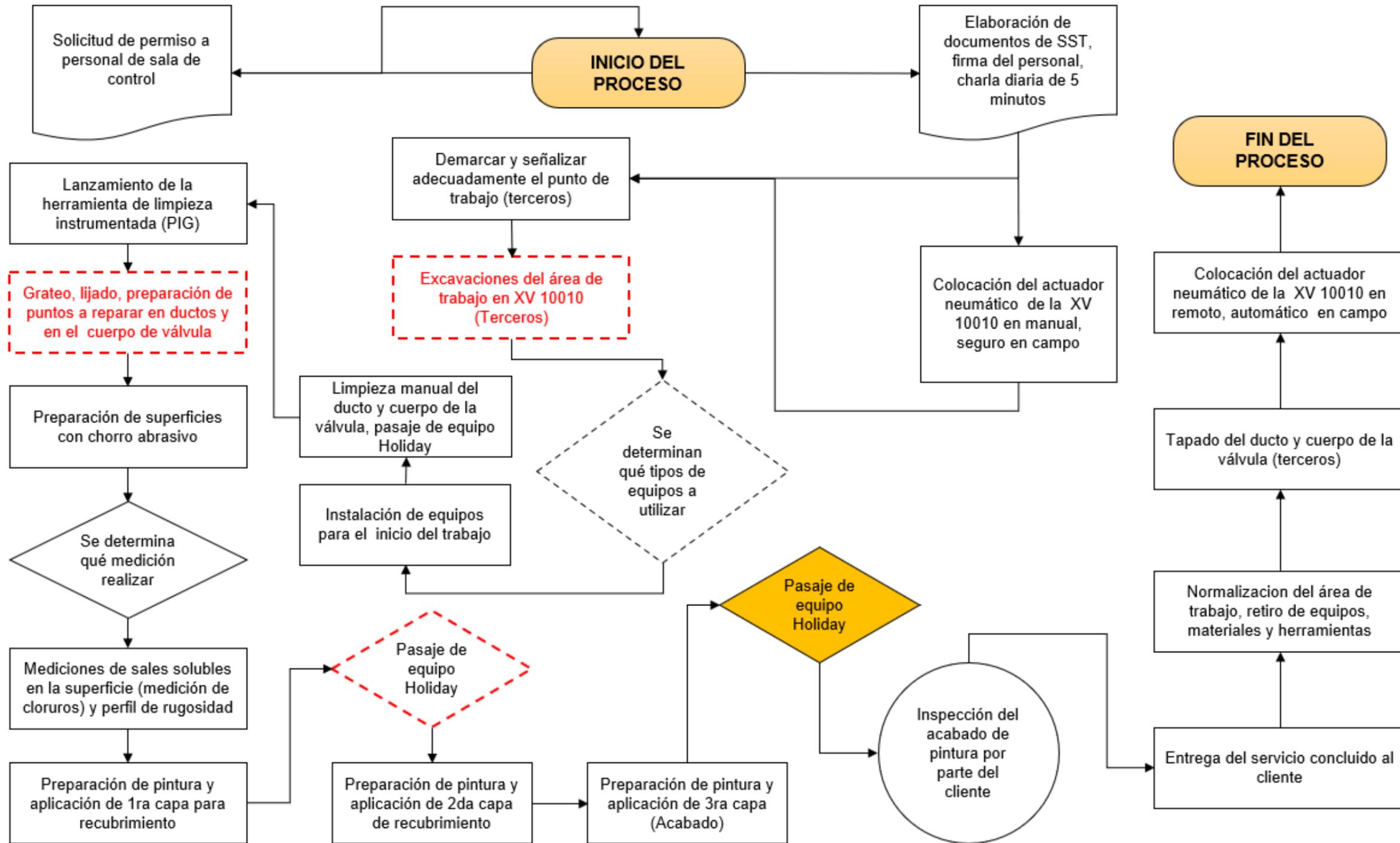
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Figura 6

Diagrama de Proceso de Mantenimiento de Válvulas y Tuberías



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





2.1.1. Factores críticos durante el proceso de mantenimiento

a. Las excavaciones del área de trabajo en XV 10010

Son realizadas por personal tercero los cuales podríamos enumerar distintas deficiencias ya sea desde la falta de experiencia del personal que vienen a ser muy frecuentes debido a que se contrata o se toma en cuenta el personal sin experiencia comprobada, en este punto la deficiencia vendría a ser una falta grave ya que podría causar incidentes o accidentes al personal durante las actividades, perdidas de materiales equipos y herramientas. Las soluciones para evitar estos inconvenientes deberían ser el de brindar entrenamiento y capacitaciones constantes al personal nuevo, contratar personal con experiencia comprobada, de esta manera se evitan perdidas de horas hombre, equipos y materiales. Otro punto a considerar es la utilización de equipos pesados deficientes y inoperativos por falta de mantenimiento los cuales podrían generar incidentes o hasta accidentes con pérdidas graves. Para evitar estos tipos de incidentes se recomienda la inspección constante de los equipos a utilizar durante las actividades, además se deben realizar los mantenimientos a las unidades según las indicaciones por el área de mantenimiento de vehículos de Techint S.A.C.

b. Grateo, lijado, preparación de puntos a reparar en ductos¹

Se tiene de referencia este punto crítico debido a que en el momento de la preparación del ducto se presentan caídas de talud y/o piedras en la zanja durante las actividades, para ello se tiene que considerar el reforzamiento del área o el punto de trabajo a intervenir, además tomar las medidas de seguridad antes de realizar las actividades. Otro punto crítico es que se

¹ El grateo, lijado que implica la preparación de puntos a reparar en los ductos, significa que también se hace en el cuerpo de la válvula.





presentan filtraciones de agua y humedad en el terreno haciendo difícil el acceso al punto, también debemos tener en cuenta que en la zona sierra las lluvias son constantes estas impiden el avance de los trabajos. Para estos inconvenientes muchas veces se rellena el área o zanja utilizando saco suelos afirmando el terreno brindando la seguridad necesaria durante las actividades. En el caso se presentase alguna pérdida o fuga de NG el personal en campo tiene que utilizar un detector de gases y realizar el monitoreo constante del % de mezcla explosiva además el área de seguridad tiene que estar en el punto de trabajo, si el caso amerita se tiene que aplicar un plan de contingencia y evacuar al personal de inmediato.

c. Pasaje de equipo Holiday

Las deficiencias que se muestran durante el pasaje del equipo Holiday se presentan durante las inspecciones en el ducto de 32” y en el cuerpo de la válvula ya que mediante las mediciones después de la aplicación de la primera capa de pintura base aún se encuentran puntos por resanar esto se debe a la falta de penetración de la pintura y se tiene que realizar nuevamente una nueva limpieza de los puntos a resanar. Debido a que son puntos críticos es recomendable para no tener reprocesos realizar una limpieza adecuada utilizando los equipos de motrices y manuales.

En las siguientes fotografías se describirán las características del trabajo previo y al envío para el entrampamiento de la herramienta de limpieza, que viene a denominarse “PIG”², instrumento que esta retroalimentado con un CPU interno para la recolección de datos en el recorrido en función de un GPS.

² PIG: Herramienta de limpieza que consiste en escobillas circulares con filamentos de acero para que genere la limpieza dentro del ducto de 32”. Al usar dicha herramienta se genera gas alrededor (ambiente) por el cual no es permisible utilizar ningún equipo electrónico o de frecuencia que implique alguna chispa de energía para una deflagración.





Fotografía 1

Preparación del PIG Para la Limpieza



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Fotografía 2

Desmontaje del PIG Y Retiro del CPU



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En las do fotografías que se muestra en la parte superior, es el traslado de la herramienta de limpieza y trabajos previos al





entrampamiento de la misma, mediante la inspección del ducto de NG 32"; el trabajo principal de estos equipos es el de detectar las anomalías que puedan presentarse en los tramos de las tuberías y en el cuerpo de las válvulas de línea; en ese contexto se especifica que el desarrollo del presente proyecto se basa en la reparación y recubrimiento en la XV 10010 y los spools de aguas arriba y aguas abajo en la zona sierra.

Para realizar estas actividades se consideran varios aspectos de seguridad y planificación anticipada, también se toman en cuenta las condiciones climáticas como se muestran en las fotografías el factor climático muchas veces generan una alta dificultad al desarrollo de los trabajos de mantenimiento.

Los trabajos de engrase del cuerpo y el yugo escoces de la válvula se desarrollan anualmente, en estas actividades se inspeccionan las partes móviles y mecánicas de la válvula de esta manera se puede predecir el estado de estos equipos para posteriormente realizarles las pruebas de apertura y cierre correspondientes al plan integral de mantenimiento anual; los trabajos constan en retirar la protección principal de la válvula y retirar la grasa en mal estado y posteriormente, se reemplaza con nueva grasa premalube Xtreme #2³ en el yugo escoces; además, se verifica que no haya filtraciones de humedad, si en el caso se encontrase se realiza la limpieza total del yugo escoces.

Para las actividades de engrase del cuerpo de la válvula se utiliza la grasa de mantenimiento Sealweld 911⁴, mediante esta actividad se asegura que los sellos de las válvulas se mantengan lubricadas ya que en estos trabajos anuales se realizan las

³ Xtreme #2: Grasa negra que tiene alta protección en ambientes húmedos y temperaturas extremas.

⁴ Sealweld 911: Grasa de alta densidad para protección de los sellos internos de las válvulas.





pruebas de apertura y cierre y estos equipos no deberían presentar ningún tipo de pérdidas de presión.

En la siguiente fotografía se relacionan con los trabajos durante el mantenimiento en la válvula XV 10010, engrase del cuerpo de la válvula y el yugo escoces (mantenimiento anual).

Fotografía 3

Engrase de los Sellos Internos de las Válvulas



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Durante estas actividades, se toman en cuenta los procedimientos del cliente en los cuales especifican las cantidades de grasa que se aplica a los equipos tanto para el yugo escoces como para los sellos de las válvulas aguas arriba y aguas abajo.

El yugo escoces viene a ser el actuador de la válvula, dado que trabaja en conjunto con el eje y el cuerpo de la válvula, tiene la característica de actuación a nivel neumático e hidráulico.





Fotografía 4

Vista Superior del Yugo Escocés



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En las fotografías N° 05 y 06, se relacionan con los trabajos realizados en la válvula XV 10010, pruebas de apertura y cierre en campo y panel view HMI.

En la fotografía N° 05, visualizamos el retiro del indicador del actuador neumático, esta actividad se realiza para inspeccionar los dispositivos finales de carrera los cuales indican el estado de la válvula durante las pruebas de apertura y cierre; por otra parte, estas pruebas se pueden verificar en el shelter exactamente en el panel view HMI de la sala de control, el estado de la válvula se muestra en la fotografía N° 06, e cual viene a indicar que se ha cerrado completamente la válvula.





Fotografía 5

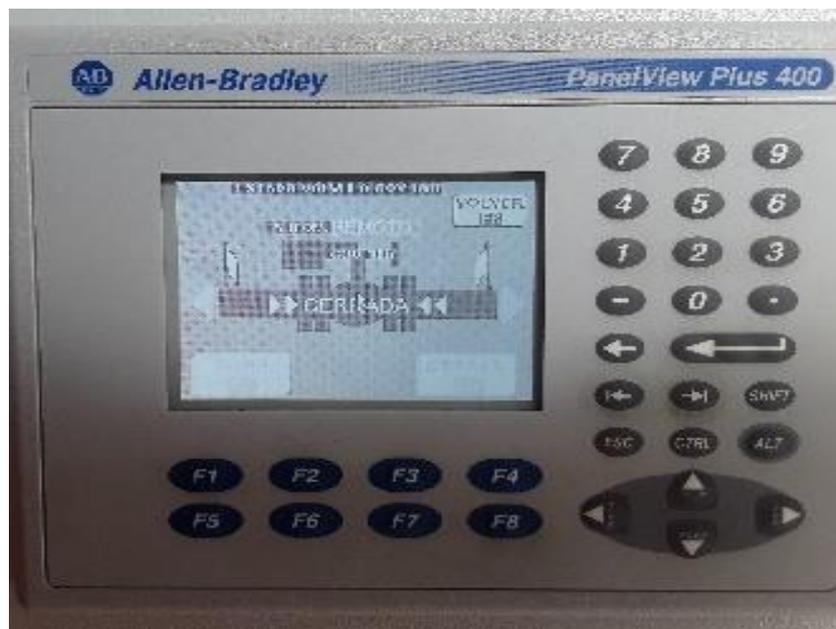
Pruebas de Apertura y Cierre de la Válvula



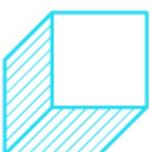
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Fotografía 6

Panel View Plus 400 de Comprobación



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





En las siguientes fotografías se puede observar que a los trabajos realizados en la válvula XV 10010, se tienen que realizar obligatoriamente las pruebas de los dispositivos de seguridad, específicamente de las válvulas de línea, considerando también que dichos procesos en el mantenimiento vienen a ser fiscalizados o auditados por el ente regulador que es Osinerming.

Fotografía 7

Verificación, Comprobación de los Dispositivos de Seguridad



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Los trabajos en el mantenimiento anual en las válvulas, se realizan las pruebas de seguridad de los equipos, los cuales brindan la protección necesaria ante cualquier tipo de evento no deseado (como podría ser el caso de una rotura de línea, el cual la válvula neumática con su actuadores generarán el cierre en automático), es decir, estos dispositivos de seguridad son los que actúan y cierran las operaciones de las válvulas, por el cual estos son calibrados anualmente por el personal técnico de campo.





Fotografía 8

Prueba de Baja Presión de Línea



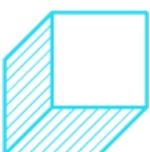
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

d. Dispositivo de cierre de válvula por Line Break

La verificación del ajuste y operatividad del dispositivo Line Break es la prueba de rutina recomendada para ser realizada en campo dado que es simple y muestra si hay algún mal funcionamiento de algún componente. Esta prueba puede ser realizada sin interrumpir la operación normal del gasoducto.

e. Dispositivo de baja presión de línea ESD

El dispositivo de cierre por baja presión controla el cierre de la válvula de línea en caso la presión del ducto disminuya a un valor predeterminado, usando solamente una conexión neumática y sin la necesidad de una fuente externa de energía.





Las fotografías nos indican sobre los trabajos realizados en los ductos de 14", mantenimiento realizado a los ramales de las tuberías del gasoducto Camisea.

Fotografía 9

Apertura e Inspección de un Ducto de 14"



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Conforma la fotografía N° 09, se puede observar que se tiene cerca de 3 metros de profundidad donde está el ramal de 14" protegido por un tubo de 32", la variaciones que se pueden encontrar al realizar una apertura son diversas, primero la apertura de la zanja, se verifica humedad al 100% y a su vez se tiene que utilizar una bomba para sustraer el agua que viene a filtrarse al momento de realizar el mantenimiento, eso evita que





el agua ingrese al tubo de 32" que viene a ser determinante en la protección del ducto de 14".

Fotografía 10

Mantenimiento del Ramal de 14"



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Durante los trabajos de mantenimiento en las tuberías y ductos del proyecto Camisea se contemplan las mediciones de potenciales, la Instalación de ánodos galvánicos para la inyección de corriente impresa del sistema de protección catódica, además de las inspecciones de filtración de humedad en el recubrimiento del ducto y posteriormente se planifican las reparaciones, estos trabajos son programados trimestral, semestral y anualmente por el cliente.

Como se visualizan en las fotografías el clima dificulta el avance de la actividad, es por ello es por lo que se programan los trabajos





por anticipado y se consideran las condiciones y factores climáticos que tienden a variar mucho en la zona.

En la siguiente fotografía se visualiza el protocolo de obligatoriedad para cualquier actividad en el mantenimiento de los ductos, sea cualquier tarea que se relacione con los ductos, deben tener una inducción a fin de realizar un trabajo seguro en protección a los trabajadores y a la infraestructura.

Fotografía 11

Charlas de Seguridad en el Área de Trabajo



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En las actividades de reparación también se consideran los aspectos de seguridad estos a su vez son muy importantes durante el desarrollo de los trabajos ya que de esta manera se evitan posibles incidentes y accidentes, el personal de seguridad brinda su apoyo constante con sus capacitaciones diarias y sus charlas de motivación, de esta manera el personal se mantiene alerta ante cualquier evento que podría suscitarse.





Las mediciones y el manejo de los equipos medidores de gases son utilizados para el DEMO⁵ por el personal de seguridad, previo al uso de estos equipos por el personal técnico o por los operarios, los inspectores fueron capacitados por la empresa MSA, es decir por técnicos especializados en la instrumentación que se usa en el proceso de control, verificación y mantenimiento de los ductos y válvulas. El personal HSE de Techint S.A.C., es personal con varios años de experiencia, incluso algunos inspectores están desde los inicios del proyecto, el cual permite cumplir ciertos estándares de seguridad y trabajo.

Fotografía 12

Personal Trabajando con Seguridad en el Campo



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

2.1.2. Evaluación de las causas y consecuencias

Para evaluar y tener un diagnóstico aproximado a la descripción de la realidad problemática se realiza lo siguiente:

⁵ DEMO: Demostración directa de los equipos para su correcto uso en el campo del mantenimiento.





Tabla 2

Relación de Causas y Consecuencias del Problema

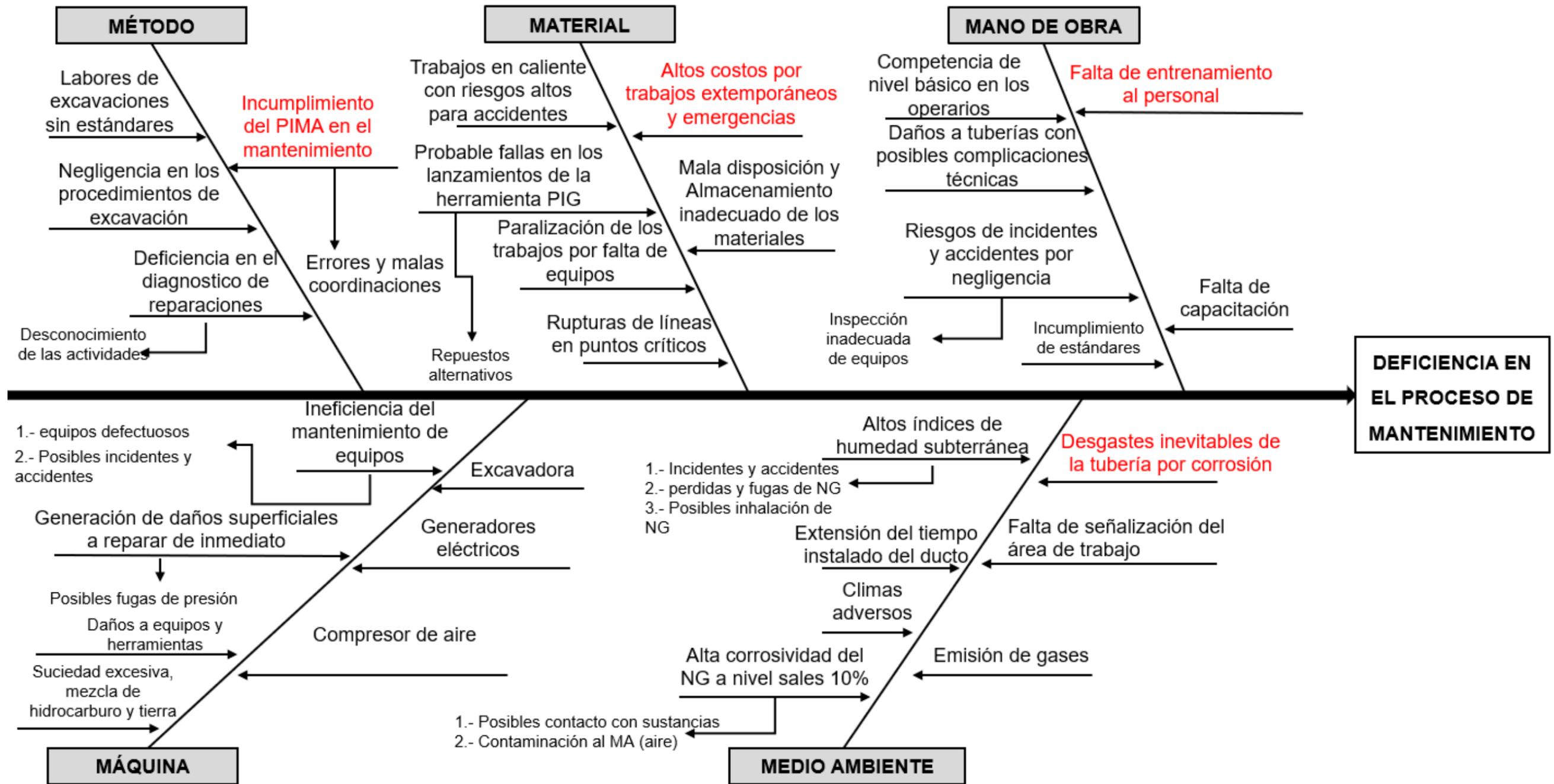
N°	RELACIÓN DE POSIBLES CAUSAS	N°	CONSECUENCIAS DE LAS POSIBLES CAUSAS
1	Altos índices de humedad subterránea: Por temporadas de lluvia en la sierra o límite de la sierra con la selva, la caída pluvial más otros elementos químicos terrestres generan un alto nivel de humedad.	1	Desgastes inevitables de las tuberías por corrosión: Filtraciones de agua en puntos cercanos a zonas de lluvias, nevadas y granizadas, posibles fugas de NG fallas de válvulas por perdidas y/o rupturas de línea.
2	Labores con excavaciones sin estándares: Equipos deficientes y/o en mal estado por falta de mantenimiento, posibles incidentes y accidentes, perdidas de horas hombre-maquina	2	Generación de daños superficiales a reparar de inmediato: Derrumbes y colapso de talud en zona a excavar, dificultad de ingreso al acceso para el personal ejecutante.
3	Negligencia en los procedimientos de excavación: Falta de capacitaciones al personal contratista sobre los trabajos a ejecutar en campo. Equipos manuales (palas y picos) deficientes y en mal estado.	3	Daños a tuberías con posibles complicaciones técnicas: Golpes y raspones superficiales a recubrimiento del ducto. Malas maniobras con herramientas manuales.
4	Competencia de nivel básico en los operarios: RRHH realiza la contratación de personal con bajo nivel intelectual.	4	Riesgos de incidentes y accidentes por negligencias: Falta de entrenamiento al personal, desconocimiento de los procedimientos y la ejecución del trabajo.
5	Ineficiencia del mantenimiento de equipos: Equipos a utilizar defectuosos y falta de inspección, horas de trabajo vencidas.	5	Paralización de los trabajos por falta de equipos: Menor % de avance de trabajos diarios, perdidas de horas hombre-maquinas.
6	Deficiencia en el diagnostico para reparaciones: Entrega de información errónea por parte del cliente, mala planificación de los trabajos.	6	Trabajos en caliente con riesgos altos para accidentes: Ductos y líneas de NG presurizados, exposición del personal a zonas de alto riesgo.
7	Alta corrosividad del NG a nivel sales 10%: Altas concentraciones de H2S y CO2 antes del inicio del transporte, tratamiento inadecuado del recurso antes del transporte.	7	Probable falla en los lanzamientos de la herramienta de limpieza interna PIG: Malas maniobras, entrapamientos erróneos, herramientas en mal estado, exposición del personal a líneas presurizadas.
8	Extensión del tiempo instalado del ducto NG: Filtración de humedad en el recubrimiento, debilitación de tubería por alta corrosividad (sierra y selva) .	8	Rupturas de líneas en puntos críticos, empalmes del ducto Ng: Trabajos no programados, apresuramiento del personal técnico al punto de trabajo posibles incidentes y/o accidentes.
9	Incumplimiento del PIMA en el mantenimiento: Coordinaciones y planificaciones deficientes, mal control de las actividades.	9	Altos costos por trabajos extemporáneos y emergencias: Salidas del personal fuera de tiempo apresuramiento, posibles accidentes e incidentes de tránsito, equipos y herramientas deficientes.

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Figura 7
Diagrama de Ishikawa y Análisis de las Causas



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 3
Valores y Resultados de Análisis del D. Ishikawa

TABLA DE VALORACIÓN DE LAS 5 M PARA CUMPLIMIENTO DEL PIMA				
DESCRIPCIÓN GENERAL		PERÍODO DEL PIMA A 30 DÍAS CALENDARIO		
ITEM	CAUSAS A PONDERAR	VALOR DH	VALOR HH	OBSERVACIONES
METODO	Incumplimiento del PIMA	10	30	En base a 30 días
	Errores y malas coordinaciones	5	3	
	Excavaciones sin estándares	6	1	
MATERIAL	Altos costos por trabajos extemporáneos y emergencias	9	3	
	Trabajos en caliente con riesgos altos para accidentes	3	3	
	Rupturas de líneas en puntos críticos	1	20	
MANO DE OBRA	Falta de entrenamiento al personal	8	4	
	Daños a tuberías con posibles complicaciones técnicas	2	N/A	
	Riesgos de incidentes y accidentes por negligencias	5	N/A	
MAQUINA	Ineficiencia del mantenimiento de equipos	3	N/A	
	Generación de daños superficiales a reparar de inmediato	5	4	
	Daños a equipos y herramientas	4	7	
MEDIO AMBIENTE	Desgastes inevitables de la tubería por corrosión	7	N/A	
	Extensión del tiempo instalado del ducto	3	N/A	
	Alta corrosividad del NG a nivel de sales 10%	5	N/A	
		75	75	
		Total, días	Total, horas	

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Durante los trabajos de reparación del cuerpo de la válvula de línea y parte del ducto 32" NG, se aplicarían los procedimientos para el recubrimiento de las tuberías enterradas del sistema SP – 4888, y el procedimiento de aplicación de recubrimientos en las tuberías enterradas del sistema SP - 2888.

Durante los trabajos de reparación de recubrimiento también se tomaría en cuenta el spool del cuerpo de la válvula en ambos sentidos, aguas arriba y aguas abajo y las salidas de las líneas de 1" las cuales sirven de alimentación al proceso y GPRS del sistema de generación eléctrica.

La aplicación, reparación y detección de discontinuidades en el recubrimiento no debe realizarse bajo condiciones climáticas adversas a menos que se instalen medidas de protección contra el clima u otras medidas aprobadas por el cliente.

La presente propuesta, se basa en la reparación del recubrimiento de las tuberías enterradas, ya que existen filtraciones de líquidos los cuales afectan o corroen las superficies tanto en el cuerpo de la válvula y el mismo ducto de 32".

Para las reparaciones locales de recubrimiento, no requerirán que se alteren las operaciones normales de la válvula de línea y el ducto involucrado; en tal sentido, sólo se pondrá la válvula de línea en modo manual seguro, con las válvulas de 6" laterales en modo manual y aperturadas; y el tanque de alimentación para la caja del actuador neumático, deberá estar despresurizado y con las válvulas de 1/2" cerradas en su totalidad.

Hay que indicar que las válvulas de línea se encuentran a una distancia aproximada de treinta (30) kilómetros, donde se debe actuar con el mantenimiento preventivo pero programado.





Fotografía 13

Vista General de la Válvula de Línea



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

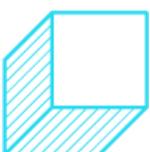
De acuerdo con el desarrollo y descripción de la realidad problemática, se resume que el mantenimiento de los ductos y las válvulas tiene una relación única, debido que ambos trabajan de forma sincronizada conforme el flujo del GN. En consecuencia:

¿La eficiencia del PIMA mejoraría el proceso de mantenimiento de ductos de gas natural en el Consorcio Camisea realizado por la empresa Techint?

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con el diagnóstico y evaluación de los factores críticos en el mantenimiento de los ductos y válvulas, se considera:

Que la eficiencia del PIMA sí mejoraría el proceso de mantenimiento de ductos de gas natural en el Consorcio Camisea realizado por la empresa Techint.





2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.4.1. Objetivo general

Mejora al proceso de mantenimiento de los ductos y válvulas de gas natural en el tramo de la sierra de Ayacucho desde la válvula XV 10006 San Antonio hasta la estación PRS1 Huaytara.

2.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Diagnóstico y evaluación general para la mejora del proceso de mantenimiento de los ductos y válvulas.
- ✓ Planificación del proceso sugerido para el mantenimiento de los ductos y válvulas.
- ✓ Descripción y aplicación del proceso para el mantenimiento de los ductos y válvulas.
- ✓ Verificación del cumplimiento del nuevo proceso de mantenimiento implantado.





CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

3.1.1. Antecedentes de la investigación

De acuerdo con (Petroperu, 2018), en el manual de mantenimiento y reparación de los oleoductos de las operaciones Talara, mencionan lo siguiente:

Se tienen que implementar medidas para el control de la corrosión interna y externa de la tubería, de acuerdo a las condiciones del sistema, medio en el cual se encuentre dicha tubería. El diseño y aplicación de procedimientos para el control de la corrosión debe realizarse por personal experimentado. En muchos casos el control de la corrosión requiere de la experiencia del personal encargado del diseño, operación y mantenimiento de las tuberías, así como aplicar medidas eficientes para mitigar este efecto.

No es ajeno que los tipos de mantenimiento que se dan en los rubros de hidrocarburos, por tendencia se tienen que aplicar tres fases del mantenimiento, como son el predictivo, preventivo y correctivo.

En el caso de las actividades predictivas proporcionan información de las condiciones físicas de los ductos (tuberías), que se hacen a través de ensayos no destructivos, partiendo de la inspección visual que se hace de manera trimestral por tramos (específicamente cada 30 kilómetros); tanto a nivel terrestre como aéreo con la finalidad de localizar daños que pongan en riesgo la integridad de los gaseoductos.

En ese sentido los defectos detectables por la inspección visual incluyen como son las picaduras, abolladuras, estallas, fugas, defectos externos de uniones soldadas, anomalías en soportería, deformaciones por





causas naturales como son los deslizamientos, pliegues, defectos de recubrimiento, vibración y contacto físico con estructuras ajenas al gaseoducto.

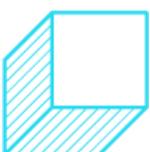
En el mantenimiento preventivo las actividades son la base para conservar la integridad de los gaseoductos y equipos compuestos que vienen a ser parte de todo el sistema de transporte del gas natural.

Antecedente nacional

De otra parte, (Montero Albán, 2019) describe en su tesis que lleva por título: "Gestión del mantenimiento del gaseoducto del proyecto Camisea en el tramo de Pisco a Lurín, para disminuir las pérdidas económicas de la empresa Coga S.A.C., Lima 2019", para optar el título profesional de ingeniero industrial:

Deficiencia en la programación de las actividades de mantenimiento: Como se explicó en el plan anual de mantenimiento las actividades de mantenimiento están programadas quincenal, mensual, semestral y anualmente. Dada la no disponibilidad de los repuestos y la falta de planificación en la ejecución de las actividades de mantenimiento el personal opta por dar mantenimiento a los equipos que según su criterio propio son más relevantes. Ante esta situación se propone realizar una programación detallada del mantenimiento venidero según el plan anual de mantenimiento y organizarlos de forma tal que las actividades no se crucen entre ellas. Para lo cual se hará uso de la herramienta de planeación Look Ahead la cual fue instalada en el servidor de instalaciones de superficie desde el año 2017 y aún no ha sido utilizada por el personal.

Actualmente la herramienta de planeación Look Ahead la cual fue instalada ya desde hace muchos años, cumple su función dentro de los





estándares de cumplimiento para la gestión del mantenimiento, pero esto también deberá estar acompañado de un plan de capacitaciones anuales con la finalidad de mantener al personal debidamente capacitado en los mantenimientos a realizar teniendo como principal responsable al supervisor de instalación de superficies. Dichas capacitaciones están dirigidas a todo el personal de instalación de superficies y su participación debe quedar debidamente registrada.

Antecedente internacional

De acuerdo con (Borrás Brucart, 2000), Dr. Ingeniero Industrial describe lo siguiente, respecto a las consideraciones sobre el empleo del GN, en referencia a la distribución de equipos y redes (tuberías):

Las válvulas de macho cónico tienen un difícil ajuste para altas presiones, debiéndose conseguir la estanquidad introduciendo por el tornillo de alimentación grasas consistentes a presión, poco a poco, penetran por arrastre en la canalización. Su apertura y cierre es suave y rápido. En cambio, las válvulas de laminación tienen por objeto regular un caudal de gas o su presión por estrangulación del paso del gas, y están concebidas para obtener una obturación progresiva. Su presión normal de servicio está comprendida por encima de los 100 bar.

¿Porque es importante trabajar con seguridad con las válvulas?

La importancia de trabajar con seguridad en las válvulas es un peldaño muy importante por lo que es un trabajo calificado de alto riesgo no solo para el personal que brinda el mantenimiento sino a que también cerca de estas se encuentran comunidades, hay personas de estos lugares que son contratadas para desarrollar trabajos puntuales como excavaciones manuales, transporte de equipos y herramientas a los puntos de trabajo distantes o de difícil acceso por la geografía del terreno, en este sentido se aplica la seguridad en todo el proyecto.





En tal caso antes de que el personal ingrese a trabajar se les brinda capacitación de esta manera la empresa previene que sucedan muchos incidentes y en el peor de los casos accidentes que podrían perjudicar no sólo al trabajador sino también a la empresa. En el proyecto Camisea, la empresa Techint invierte mensualmente parte de sus ganancias para poder asegurar que el trabajador y las instalaciones estén protegidas ante todo tipo de imprevisto y accidente, cabe resaltar que de esta manera los trabajos se cumplen en su totalidad en tiempo y forma, si hablamos de seguridad también tenemos que resaltar la importancia que se brinda a todo el equipo del proyecto, se resaltan las unidades las cuales transportan al personal hacia los puntos de trabajo, los equipos de protección personal son actualizados constantemente y reemplazados cuando el personal lo solicita.

La empresa Techint S.A.C., cuenta con profesionales los cuales son constantemente capacitados en los temas de seguridad que el cliente por contrato exige que este personal cumpla con un determinado perfil para poder cubrir el puesto de inspector de seguridad y salud ocupacional en el trabajo. Antes de iniciar las actividades en campo se realizan charlas de seguridad y cuidado del medio ambiente, además de realizar el análisis de trabajo seguro este documento es un aval de que se están cumpliendo con el SGI impartido por la empresa; además, es un documento legal que si en el caso se presentase algún incidente o accidente se tiene que presentar para las investigaciones, es por ello por lo que este documento luego del término de la jornada es archivado por el área de seguridad (HSE).

El tema de seguridad en las válvulas de línea es muy importante y también se resaltan que estos equipos que cuentan con un sistema de seguridad (Line Break, ESD y cierre a la apertura por alta presión diferencial) en tal sentido si llegase a pasar cualquier imprevisto estos equipos se activarían sin necesidad de que los comanden y se irían al cierre, de esta forma evitando que pueda suceder cualquier accidente en el punto de trabajo.





3.1.2. Bases Teóricas

La instrumentación industrial. Actualmente la instrumentación industrial en el país se desarrolla en casi todo el sistema de plantas automatizadas también encontramos la instrumentación en minas, refinerías, plantas de alimentos, en sector agroindustrial. La automatización industrial en el país es un proceso que facilita la interacción entre el hombre y el proceso mediante la instrumentación podemos medir distintas variables del proceso con el único fin de optimizar los recursos ya sea en una planta de alimentos o en una refinería.

La instrumentación industrial también que también podría llamarse un conjunto de herramientas las cuales son utilizadas para la medición, conversión y la transmisión de las variables, mediante la instrumentación podemos evaluar lo que está pasando con el proceso en el momento y tiempo exacto.

La válvula de línea

La Válvula de bloqueo del tipo bola viene a formar un parte muy importante en el ducto principal para el transporte de NG hacia la costa del país. Estas además de ser controladas de manera manual por el personal de técnicos de campo, también son remotamente a través del SCADA. Estas válvulas cuentan con un actuador hidráulico el cual cumple la función de irse al cierre si es que ocurriera algún imprevisto durante el transporte, además cuenta con un sistema neumático el cual se encuentra presurizado por gas en todo momento este provee la energía para el movimiento de la válvula.





Fotografía 14

Actuador Neumático-Hidráulico de la Válvula



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

El actuador es una parte muy importante viene a ser un complemento vital para el funcionamiento de la válvula de la línea, está constituido por un sistema hidráulico y neumático que a su vez funcionan con presión de alimentación de NG. El actuador neumático consta de 03 sistemas de seguridad los cuales son calibrados por el personal de campo en campañas anuales de mantenimiento, además se realiza el reemplazo de los empaques y orings estos los cuales están acondicionados a los reguladores del sistema de seguridad de esta manera se da el cumplimiento al plan integral de mantenimiento anual. Los actuadores neumáticos que se encuentran en todo el proyecto Camisea, la empresa Techint se encarga de brindar el mantenimiento continuo desde los inicios del transporte hacia la costa del país.





Fotografía 15

Cuerpo de la Válvula Tipo Esférica



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En la fotografía mostramos el cuerpo de la válvula esférica esta tiene una relación con el GN ya que mediante atravez de esta se transporta el producto hacia la costa del país. El mantenimiento del cuerpo de la válvula consta del engrase a los sellos internos (sellos) tanto de aguas arriba y aguas abajo para este trabajo se utiliza la engrasadora active 8 y la grasa de mantenimiento 911, además se visualiza en la imagen unos conductos de 1/2" estos ingresan al eje de la válvula y sirven para ventear el cuerpo cuando este presurizado, también en uno de esos ductos se instala una válvula de alivio que también forma parte del mantenimiento anual. El cuerpo de la válvula internamente es de forma esférica consta de dos posiciones al momento de la operación estas condiciones son de ON-OFF exactamente la válvula tiene que trabajar en condición cerrada o abierta.





3.1.3. Bases Normativas

El marco normativo de la supervisión de la industria de gas natural en el país es esencial para el correcto desempeño de las empresas dedicadas a este sector y su crecimiento, así como para salvaguardar los derechos de los consumidores. Osinerming presta especial atención a las normas y las aplica tratando de mejorar cada día en el camino la tarea encomendada. A continuación, se detallan las normas que se rigen al sistema de transporte de Gas Natural en el país.

Normativa de supervisión de contratos de concesión de GN

Las actividades de Osinerming se sustentan en la Ley N° 26734, Ley del Organismo Supervisor de Inversión en Energía, y en su Reglamento General, aprobado mediante Decreto Supremo N° 054-2001-PCM2. Asimismo, el Reglamento de Organización y Funciones de Osinerming, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2016-PCM3, establece que esta función es desarrollada por la División de Supervisión de Gas Natural (DSGN) de la Gerencia de Supervisión de Energía (GSE).

Normativa de la supervisión del procesamiento de GN

Es necesario monitorear continuamente las necesidades del sector, a fin de adecuar la normativa a la realidad del mercado. En respuesta a ello, el Decreto Supremo N° 023-2015-EM que modifica el Reglamento de Normas para la Refinación y Procesamiento de Hidrocarburos, estableció la necesidad de implementar sistemas instrumentados de seguridad como una nueva capa de prevención.

La industria energética se caracteriza por ser dinámica. El procesamiento de gas natural ha evolucionado y desarrollado sistemas de seguridad. Por ejemplo, capas de protección para prevenir y mitigar los riesgos propios de las actividades de refinación y procesamiento de hidrocarburos, evitando incidentes que puedan dañar el ambiente, a los trabajadores, instalaciones (equipos), y a las comunidades aledañas.





Mediante el Decreto Supremo N° 023-2015-EM se dispone que las instalaciones que se encuentran dentro del alcance del reglamento mencionado deben contar con un sistema de gestión de seguridad de procesos tomando como referencia al estándar OSHA 1910.119 sobre gestión de productos químicos altamente peligrosos. Asimismo, se encarga a Osinerming el desarrollo de las disposiciones que resulten necesarias para la implementación del sistema.

Normativa de supervisión remota de las actividades de GN

En el marco de las disposiciones normativas relativas a la Emergencia Sanitaria y al Estado de Emergencia nacional decretado en el país que incluían aislamiento social obligatorio, restricciones a la libertad de tránsito, circulación vehicular y la suspensión de plazos en los procedimientos a cargo de las distintas entidades, Osinerming elaboró un protocolo para desarrollar las acciones de fiscalización durante la vigencia del estado de emergencia nacional. Así, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2020-OS/CD publicada el 28 de marzo de 2020, se aprobó el “Protocolo de supervisión de Osinerming durante el Estado de Emergencia nacional decretado en el país como consecuencia del brote del Covid-19”, el cual fue modificado posteriormente mediante las Resoluciones de Consejo Directivo N° 037-2020-OS/CD, N° 046-2020- OS/CD y N° 066-2020-OS/CD, con la finalidad de adecuarlo a las nuevas disposiciones que fueron emitidas durante este periodo.

Normativa de distribución de GN

Mediante el Decreto Supremo N° 010-2016-EM se modificó el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos y se emitieron disposiciones vinculadas a la masificación del gas natural. Asimismo, por medio del Decreto Supremo N° 012-2016-EM se modificó el Reglamento de la Ley N° 29852, que crea el Sistema de Seguridad Energética en Hidrocarburos y el FISE. Adicionalmente, en 2018, el





MINEM emitió disposiciones a fin de otorgar flexibilidad en la ejecución de los compromisos para ejecutar la instalación de la red pública para contribuir al incremento de la cobertura.

Así, el Decreto Supremo N° 037-2018-EM incorporó y modificó disposiciones del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, aprobado por Decreto Supremo N° 042-99-EM. Por otra parte, en 2015 y 2016, Osinerming emitió disposiciones para incorporar nuevos instrumentos, como la supervisión del crecimiento de la red pública, así como otras referidas a calidad y seguridad del servicio de distribución.

Procedimiento de entrega de información del sistema⁶

El Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, aprobado por Decreto Supremo N° 081-2007-EM, estableció disposiciones referidas al Sistema de Integridad de Ductos, diseñado para administrar la aplicación de las normas que rigen las actividades de hidrocarburos con el objetivo de disminuir los riesgos de fallas y los incidentes que atenten contra la seguridad y el ambiente. En su desarrollo, el reglamento dispone que Osinerming estará a cargo de la supervisión del sistema y determinará la frecuencia de sus inspecciones de fiscalización requiriendo los reportes, pruebas y documentos que determine para el cumplimiento de sus funciones.

En esa línea, considerando la asimetría de información existente entre Osinerming y los operadores con respecto a la gestión del sistema, la ingeniería utilizada, la asignación de recursos, entre otros, se identificó la necesidad de contar con un procedimiento para un mejor ejercicio de la labor de supervisión encargada, lo cual a su vez permitiría la verificación del cumplimiento de las obligaciones relacionadas con la

⁶ Se refiere al procedimiento de entrega de la información sobre el sistema de integridad de ductos de transporte de hidrocarburos.





gestión del Sistema de Integridad de Ductos por parte de la DSGN y la División de Supervisión de Hidrocarburos Líquidos (DSHL).

Normativa de la regulación del sector de GN

En la presente sección se desarrolla la normativa aplicada en el sector de gas natural en el Perú. En cumplimiento de sus funciones regulatorias, las acciones de Osinerming se guían por los siguientes 12 principios contenidos en el Reglamento General de Osinerming, aprobado por Decreto Supremo N° 054-2001-PCM:

- ✓ Libre acceso
- ✓ Neutralidad
- ✓ No discriminación
- ✓ Actuación basada en el análisis costo-beneficio
- ✓ Transparencia
- ✓ Imparcialidad
- ✓ Autonomía
- ✓ Subsidiariedad
- ✓ Supletoriedad
- ✓ Análisis de decisiones funcionales
- ✓ Eficiencia y efectividad
- ✓ Celeridad





Tabla 4

Marco Normativo Aplicado en el Sector GN del Perú

Normativa	Temática
Ley N° 26221	Ley orgánica que norma las actividades de hidrocarburos en el territorio nacional (Texto Único Ordenado fue aprobado con Decreto Supremo N° 042-2005-EM).
Ley N° 27133	Ley de promoción del desarrollo de la industria del gas natural.
Ley N° 27838	Ley de transparencia y simplificación de los procedimientos regulatorios de tarifas.
Decreto Supremo N° 040-99-EM	Reglamento de la Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural.
Decreto Supremo N° 018-2004-EM	Normas del Servicio de Transporte de Gas Natural por Ductos.
Decreto Supremo N° 081-2007-EM	Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos.
Decreto Supremo N° 042-99-EM Decreto Supremo N° 040-2008-EM	Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (Texto Único Ordenado aprobado por Decreto Supremo N° 040-2008-EM).
Resolución de Consejo Directivo Osinergmin N° 080-2012-OS/CD	Procedimientos para Fijación de Precios Regulados.
Resolución de Consejo Directivo Osinergmin N° 054-2016-OS/CD	Condiciones Generales del Servicio de Distribución de Gas Natural y de la Aplicación de las Tarifas al Usuario Final.
Resolución de Consejo Directivo Osinergmin N° 073-2020-OS/CD	Procedimiento Temporal para el Cálculo del Precio Medio del Gas (PMG) y Costo Medio de Transporte (CMT) aplicables en la Facturación de las Concesiones de Distribución de Gas Natural en el marco de la Emergencia Sanitaria y el Estado de Emergencia Nacional declarados debido al brote del covid-19.
Resolución de Consejo Directivo Osinergmin N° 193-2020-OS/CD	Modifica la norma "Condiciones Generales del Servicio de Distribución de Gas Natural y de la Aplicación de las Tarifas al Usuario Final" y los procedimientos de facturación aplicables a las concesiones de distribución de gas natural, en el marco de la Emergencia Sanitaria y el Estado de Emergencia Nacional declarados debido al brote del covid-19.

Fuente: (Osinergmin, 2021)

3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.2.1. Diagnóstico y evaluación para la mejora del proceso

Actualmente el proceso de mantenimiento para las válvulas y tuberías en el gaseoducto se realizan según las programaciones PIMA que nos brinda el cliente estos son desarrollados de manera mensual, trimestral, semestral y anualmente, estas actividades son evaluadas en un principio por el personal contratista el cual define la disponibilidad del personal, equipos y herramientas para poder cumplir con las actividades.

Los trabajos de reparación y recubrimiento se diagnostican de acuerdo a los resultados que brinda la herramienta de limpieza PIG, estos son evaluados según los tramos o KPs para ello es necesario cumplir con el





programa de integral de mantenimiento anual. A raíz de estos diagnósticos se da prioridad a los trabajos del mantenimiento de las válvulas y tuberías, ya que según la importancia de estas actividades no se pueden prolongar por el transporte de NG que viene a ser una actividad crítica que compromete el abastecimiento de las reservas de gas para la industria, tanto como para las centrales termoeléctricas capital del país ya que el 75% del NG que transporta el proyecto Camisea.

En la zona sierra contamos con ocho válvulas que transportan NG de las cuales la herramienta PIG detectó anomalías en la válvula XV 10010, en el cuerpo y los spool estas anomalías se presentan como puntos de corrosión que son en total 212 puntos a reparar y una abolladura en el spool de aguas abajo. El desarrollo de los trabajos de mantenimiento de la válvula XV 10010 y el spool aguas abajo se realizan de la siguiente manera.

La empresa contratista que realiza la excavación, entrega el cuerpo de la válvula y los spool liberados. En el cuadro y la fotografía se visualizan los puntos de corrosión a reparar, en primer lugar, se procedió con la inspección visual de la pintura existente. Encontrándose mala adherencia y porosidad. En segundo lugar, se procedió con la prueba de Holiday a diferentes voltajes (3000 V, 4000 V y 4500 V), según el espesor de película seca de cada elemento. Encontrándose metal expuesto. Se señalizan los puntos, mediciones del tamaño y se apuntan para una mejor atención.

Las mejoras que se realizarían con este proyecto son las de alargar el tiempo de vida del recubrimiento del cuerpo de la válvula y los spool con el fin de minimizar futuras filtraciones de humedad y el aumento de corrosión que debilitan el ducto de acero y ramales que están interconectados entre sí ya sea para el transporte como para la alimentación del sistema de generación eléctrica con gas natural.





- ✓ E1: En este punto comienzan las inspecciones por el personal de campo en conjunto con el personal de calidad se realizan las pruebas con el equipo Holiday.
- ✓ E2: Zona determinada a limpiar, para que a posterior se haga la reparación.
- ✓ E3: Zona determinada a limpiar, para que a posterior se haga la reparación
- ✓ E4: Zona determinada a limpiar, para que a posterior se haga la reparación
- ✓ E5: Al ser ya el cuerpo la válvula se tiene 92 puntos los cuales se tienen que hacer pruebas con el equipo Holiday y posteriormente proceder con la reparación
- ✓ E6: Línea de ½" para el engrase del sello aguas arriba, se encontraron puntos para reparación
- ✓ E7: Este punto es el spool del lomo de la tubería en donde se encontraron 7 puntos para inspeccionar y luego el personal de calidad definirá la reparación.
- ✓ E8: En la unión tee se encontraron 8 los cuales antes de iniciar con los trabajos se tienen que inspeccionar con el personal de calidad e integridad de la empresa.
- ✓ E9: Al final del spool en el lomo de la tubería de 32" se encontraron 5 puntos a reparar.
- ✓ E10: Al inicio de la reducción de la tubería del by pass 10" tenemos a reparar 3 puntos.
- ✓ E11: En la parte central de la tubería del by pass 10" se encontraron 3 puntos a reparar, las pruebas se realizaron en coordinación con el personal de calidad e integridad de la empresa a solicitud del cliente.





Fotografía 16

Puntos con las Reparaciones en la Tubería



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

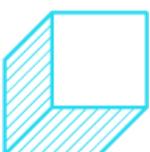




Tabla 5

Datos Recolectados de los Puntos a Reparar en la Tubería

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
ELEMENTO 1 (E1)	TUBERIA	0
ELEMENTO 2 (E2)	TEE	8
ELEMENTO 3 (E3)	TUBERIA	1
ELEMENTO 4 (E4)	TUBERIA	2
ELEMENTO 5 (E5)	VALVULA	92
ELEMENTO 6 (E6)	TUBERIA	1
ELEMENTO 7 (E7)	TUBERIA	10
ELEMENTO 8 (E8)	TEE	8
ELEMENTO 9 (E9)	TUBERIA	5
ELEMENTO 10 (E10)	REDUCCION / TUBERIA	3
ELEMENTO 11 (E11)	REDUCCION / TUBERIA	3
LINEA 1 (L1)	TUBERIA	8
LINEA 2 (L2)	TUBERIA	1
LINEA 3 (L3)	TUBERIA	3
LINEA 4 (L4)	TUBERIA	7
LINEA 5 (L5)	TUBERIA	1
LINEA 6 (L6)	TUBERIA	4
LINEA 7 (L7)	TUBERIA	23
LINEA 8 (L8)	TUBERIA	9
LINEA 9 (L9)	TUBERIA	11
LINEA 10 (L10)	TUBERIA	8
LINEA 11 (L11)	TUBERIA	2
LINEA 12 (L12)	TUBERIA	2
TOTAL DE INDICACIONES		212

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Como evaluación general del proceso podemos definir que las consecuencias más resaltantes son las filtraciones de humedad en el recubrimiento del cuerpo de la válvula y los spool, además de los deslizamientos del terreno inestables en la zona, la alta corrosividad que contiene el gas natural que se transporta por el ducto, el desgaste por el tiempo de trabajo de las tuberías hacen que estas pierdan material (acero) y se debiliten más que nada en los empalmes y juntas y los incumplimientos del plan integral de mantenimiento anual (PIMA).





3.2.2. Planificación del proceso sugerido para el mantenimiento

En la etapa de planificación y el proceso sugerimos que el proyecto de mejora con la reparación del recubrimiento ayude a conservar el tiempo vida del transporte de gas natural con las reparaciones de las tuberías y el cuerpo de la válvula se asegura que el flujo sea constante, es más, los trabajos imprevistos y de emergencias disminuirán.

El proceso de reparación estaría a cargo de Techint S.A.C, esta empresa cuenta con una larga trayectoria en estos tipos de actividades, además esto esta trayectoria está comprobada por lo que actualmente se encarga del mantenimiento desde los inicios del proyecto Camisea.

El trabajo en sí está enfocado a generar menos perdidas por tiempos muertos y más trabajo para el personal del grupo de emergencias y operativos de la empresa Techint S.A.C., Para el desarrollo de las actividades se consideran los siguientes equipos y herramientas a utilizar.

- ✓ Medidor de mezcla explosiva
- ✓ Equipo Detector Holiday
- ✓ Equipo de arenado
- ✓ Generador eléctrico
- ✓ Compresor de aire
- ✓ Amoladoras
- ✓ Escofina curva
- ✓ Equipo Psicómetro o Higrómetro
- ✓ Termómetro de contacto o infrarrojo
- ✓ Pistola de pintura convencional o sin aire
- ✓ Brochas, cepillos manuales y equipos de protección personal
- ✓ Galgas para medir espesor de película humedad





- ✓ Equipos de medición de espesor de película seca

La planificación de la ejecución de los trabajos se detalla en el plan de puntos de inspección que continuación se reflejan en la siguiente tabla:





Tabla 6
Etapas de Reparación de Superficie del Gaseoducto

Control	Tipo de Mantenimiento	Técnica / Instrumento	Frecuencia de pruebas	Estándar de Ref. Método de Prueba o Procedimiento	Referencia del estándar o procedimiento	Criterio de Aceptación
ETAPA DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE						
Remoción de Contaminantes visibles y no visibles	General y puntual	Visual	Spot	-	-	Libre de defectos de construcción como: salpicaduras de soldadura, rebabas, filos cortantes, bordes agudos, grasa, polvo, combustible, sales y cloruros.
Tipo y tamaño de los abrasivos	General	Revisión documental	Cada lote o envío	-	-	<i>Tipo:</i> Angular, Granalla de cobre o lo que se acuerde entre las partes. <i>Tamaño:</i> Necesario para cumplir con perfil de anclaje
Pureza del abrasivo	General	Prueba del vial, Conductividad, pH	Cada lote o envío	SSPC-AB 1	-	Cumple con SSPC-AB 1, AB 2 o AB y valores de 7.8.3 conductividad < 1000 µS/cm
Verificar grasa/remoción aceite	General y puntual	Visual y / o Separación del agua	100% de la superficie, antes de la preparación de superficie	SSPC-SP 1	-	Nada de contaminantes de aceite y grasa
Verificar la limpieza del aire comprimido	General	Prueba papel secante (BlotterTest)	Diario previo al uso	ASTM D 4285	-	No aceite o agua visible en colector
Verificar eliminación de cloruros	General y puntual	Parche /Manga de látex, Cinta / tubo Cl-	Tres pruebas por / Jornada de trabajo	SSPC Guide 15	-	7µg/cm ² (atmosférico);
Verificar limpieza de la superficie después de la limpieza mecánica	General	SSPC VIS 3 Visual	100% de la superficie antes de aplicación del primer	-	-	SSPC-SP11 SSPC-SP2
Verificar limpieza de la superficie después de la limpieza con abrasivo	Puntual	SSPC VIS 3 Visual	100% de la superficie antes de aplicación del primer	-	-	SSPC-SP10
Verificar el perfil de Anclaje	General y puntual	Cinta Replica	Tres pruebas por área de limpieza, por turno	-	-	Perfil Angular: 1.5 - 3.0 mils
Comprobar la eliminación del polvo	General y puntual	Cinta Adhesiva Visual	Antes de la aplicación de la primera capa	-	-	Calificación. Nivel 2 cantidad de polvo; clasificación 0 a 2 tamaño partícula de polvo

Fuente: (Techint, 2022)





3.2.3. Descripción y aplicación del proceso de mantenimiento

Se presenta el siguiente plan de mejora con el fin de optimizar el plan de mantenimiento integral (PIMA) de acuerdo con los procedimientos de aplicación de tuberías enterradas sistema SP-4888 Rev.03 y SP-2888 Rev.02, este código aplica a las tuberías enterradas de acero del proyecto Camisea el mismo no se limita a:

- ✓ Preparación de la superficie de acero.
- ✓ Tipo de recubrimiento para la superficie de la tubería.
- ✓ Limpieza de la superficie.
- ✓ Control de calidad y retoques.

Excavación de la zanja, inicios de los trabajos de reparación de recubrimiento limpieza del ducto, cuerpo de la válvula e inspección visual. La primera parte de las actividades de reparación son realizadas por un contratista tercero al igual que Techint S.A.C. la contratista se encarga de retirar parte de la excavación, acondicionar y limpiar el área en donde se van a realizar las actividades, posterior a ello se instala sacos suelos para que de esta manera el personal que va a realizar la reparación tenga las condiciones que exige el contrato.

Durante los trabajos también se tienen que considerar los aspectos o cambios climáticos que varían mucho en la zona de la sierra del país es por eso que las programaciones de las actividades se realizan con anticipación por parte del cliente de esta manera la empresa puede organizarse mejor y cumplir con las actividades programadas, además para el inicio de los trabajos parte del personal del cliente se tiene la obligación de asegurar que el área en donde se va a realizar las actividades estén liberadas en lo referente a que no haya problema alguno con el personal de las comunidades.





Fotografía 17

Cuerpo de la Válvula Sustraído a la Superficie



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En la fotografía 17, se observa que la válvula al estar en forma subterránea se excava en torno al cuerpo y la tubería para se pueda realizar la inspección y constatar los puntos de corrosión, estos trabajos son realizados por un personal tercero. Para precisar este personal tiene que salvaguardar la integridad del ducto y brindar las condiciones e acondicionar la zanja para que el personal de Techint S.A.C pueda iniciar las actividades sin ningún inconveniente, también resaltamos que el personal contratista tiene que cumplir con todas las normas y los procedimientos establecidos por el cliente, de esta se asegura el cumplimiento de las actividades encomendadas en el tiempo establecido según el contrato con el cliente.





Fotografía 18

Vista General de la Válvula y la Tubería en Reparación



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En el caso de la fotografía 18, la cimentación se hace a través del material del terreno, pero almacenados a través de sacos de polietileno que tienen una alta resistencia a la intemperie, humedad y condiciones climáticas adversas que existen las zonas troncales del gaseoducto. Por otra parte, las actividades son desarrolladas de manera en secuencial conforme a la programación se tienen que cumplir con los estándares y procedimientos debido a que en muchas ocasiones se tuvieron visitas por parte del ente de regulación en este caso Osinerming que a su vez controla el cumplimiento de los trabajos según las leyes y su norma como empresa auditora. Para los trabajos se cuentan en el campo personal del área del cuidado del medio ambiente tenemos que mencionar en este caso que por este tema se cuentan con visitas del personal auditor como la OEFA que a su vez se encarga de inspeccionar





que las actividades se cumplan con los cuidados y aseguramiento del medio ambiente.

A continuación, en base a las diversas fotografías y en relación con el proceso existente para el mantenimiento del gaseoducto y su relación con las válvulas, se describe los pasos sobre las actividades para un eficiente mantenimiento:

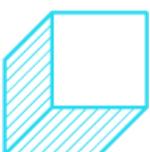
a. Remoción de contaminantes visibles y no visibles

De encontrarse revestimiento existente, este será removido empleando herramientas manuales (espátulas u otros adecuados para tal fin) sin golpear ni someter la tubería a ningún esfuerzo externo. El sustrato debe estar libre de restos de soldadura, rebabas, filos cortantes, bordes agudos mediante limpieza manual mecánica (limado) hasta encontrar bordes lisos redondeados; la remoción mediante amolado no es permitida.

Así mismo, se verificará el estado del acero (defectos de construcción, socavación, corrosión, etc.) y se harán las observaciones pertinentes. En caso de presencia de contaminantes visibles (grasa, polvo, combustible) y no visibles (sales, cloruros), realizar la remoción (limpieza) de dichos contaminantes según la norma SSPC-SP1. Según este estándar, entre los métodos de limpieza aplicables están la solución de lavado (agua potable y detergente industrial biodegradable), solventes, etc.

b. Preparación de la superficie

Se deben proteger los extremos desconectados de tubing, accesorios y placas para evitar el ingreso de abrasivos durante la limpieza. Se deberá retirar cualquier abrasivo que ingrese a la válvula, y se deberá inspeccionar las piezas internas de la válvula a satisfacción del cliente. La preparación de superficie consiste





en la remoción de óxido, escamas de laminación y pintura existente de acuerdo con el SSPC-SP-3 (solo con escobillas y gratas giratorias) y/o SSPC-SP-11 (equipos de limpieza motrices como bristle blaster, montpower, etc.) hasta lograr que visualmente sea similar al estándar SSPC-SP-10 (grado metal casi blanco).

En caso de no contar con los equipos mencionados y la superficie a preparar sea pequeña, la preparación de la superficie también puede ser de acuerdo con el SSPC-SP-2 (empleando herramientas manuales como lijas y escobillas metálicas). El perfil de anclaje general deberá estar en un rango de 1.5 a 3.0 mils (38-76 micras) medidos según la norma ASTM D4417 método B (perfilómetro) o ASTM D4417 método C (Cinta de réplica). La preparación de la superficie abarca toda la parte desnuda del sustrato más 75mm sobre la superficie revestida adyacente, esta última parte sólo será de acuerdo con el SSPC-SP-2 (lija).

c. Remoción de restos de preparación de superficie

Seguidamente, remover todo residuo de abrasivo y polvo remanente de la preparación de la superficie empleando aire comprimido (seco y limpio), brochas o escobillones de cerdas duras y limpias. Toda superficie preparada será cubierta, de no ser posible se deberá volver a limpiar la superficie antes de recibir la capa de recubrimiento. En caso de climas adversos (lluvias, vientos fuertes, etc.) sólo se permitirá que las operaciones de limpieza y revestimiento continúen si se usa la cubierta protectora que permita mantener la tubería limpia y seca y sea aprobada por el cliente. Los protectores deben extenderse fuera del tubo al menos 1 m o al suelo.





d. Preparación y limpieza entre capas

De encontrarse la superficie recubierta contaminada, se debe eliminar polvo mediante limpieza con aire comprimido limpio y seco, trapo seco o trapo humedecido con solvente. Luego eliminar con lija N° 100 todo elemento suelto como suciedad, sobre aspersion o cualquier defecto.

e. Aplicación del recubrimiento y curado

Proteger de manera adecuada toda la tubería, equipo, instalaciones y cimientos/soportes contra goteos y salpicaduras de pintura.

f. Consideraciones durante la aplicación

Se debe seguir estrictamente las recomendaciones incluidas en el presente documento y las especificaciones del fabricante de pintura durante la ejecución de cualquiera de los sistemas de pintado cubiertos por este documento.

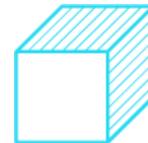
Se debe consultar las instrucciones del fabricante en cada caso, para examinar la posibilidad de requisitos especiales respecto a temperaturas y humedad para la aplicación del producto.

La pintura se mezcla y/o diluye convenientemente de acuerdo con las instrucciones del fabricante, inmediatamente antes de la aplicación.

Se usarán únicamente los diluyentes que recomiende el fabricante de las pinturas. Tener en cuenta con tiempo de vida útil de la mezcla (Pot Life) indicado por el fabricante (Duraplate UHS 45 min a 25°C).

Todos los filos, bordes y cantos de las estructuras deberán reforzarse con una capa de pintura sin diluir y aplicada a brocha.





Esta aplicación se podrá realizar entre las primera y segunda capa y generalmente utilizando una pintura del mismo sistema de pintado del tipo barrera de altos sólidos.

Todas las zonas ciegas o de difícil acceso para efectos de protección con pintura, deberán identificarse y sellarse haciendo uso de masillas compatibles con el sistema de pintado empleado.

Se debe tomar en cuenta el tiempo mínimo de secado y máximo de curado, que indique el fabricante de la pintura, para proceder a aplicar la siguiente capa. No aplicar la siguiente capa de pintado, mientras la anterior no se haya secado adecuadamente.

Las superficies recién pintadas deben protegerse al máximo posible de la lluvia, contaminación ambiental, nieve o heladas hasta que haya secado completamente; en caso alguna superficie resulte dañada por alguna de estas condiciones, esta debe ser reparada. Se debe pintar en capas para alcanzar el espesor de película seca requerido (20 mils), queda terminantemente prohibido intentar llegar al espesor requerido en una sola capa de aplicación. Las capas de pintura aplicadas por cualquier método deberán aplicarse en traslapes uniformes, asegurando que el traslape 1 cubra el 50% del traslape 2 y así sucesivamente.

El tipo de pintura a usar y el número de capas a aplicar, será de acuerdo con lo indicado en el apéndice A, de acuerdo con el sistema de pintado considerado, se debe efectuar la medición de espesores de película seca en cada capa de pintura utilizando como referencia los parámetros indicados en SSPC-PA2. Es prerrogativa y responsabilidad de la inspección del cliente la determinación, análisis y aprobación de todas las fases de recubrimiento, en los casos que haya defectos el contratista es responsable de corregirlo de acuerdo con el presente





procedimiento. La inspección y supervisión del cliente no exime de ninguna manera la responsabilidad de Techint S.A.C.

g. Condiciones ambientales recomendadas para la aplicación

Solo se debe aplicar pintura sobre superficies cuando se cumpla las siguientes condiciones:

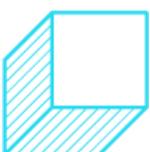
- ✓ Superficie sustrato seca temperatura ambiente Según lo especificado por el fabricante Temperatura sustrato 3°C arriba del punto de rocío Humedad Relativa $\leq 85\%$ o lo especificado por el fabricante.
- ✓ No debe aplicarse recubrimiento si se considera que antes de que llegue a secarse la temperatura ambiental descenderá debajo de 0°C o la humedad relativa será tal que se formará condensación sobre la pintura.
- ✓ Para lograr el curado y secado adecuado del recubrimiento, es importante una adecuada ventilación en la zona de pintado; en el caso de ambientes cerrados podrían contemplarse el uso de ventiladores y extractores industriales.

h. Personal encargado de la realización de los trabajos

Toda mezcla de pintura será ejecutada por personal calificado, en el área de trabajo e inmediatamente antes de utilizarla. El recubrimiento (pintado) será realizado empleando pintores calificados para realizar el trabajo.

i. Sistema de recubrimiento

El método de aplicación del pintado debe ser estrictamente de acuerdo con los lineamientos y recomendaciones del fabricante. El recubrimiento para aplicar debe cumplir con los requerimientos





de la norma EN 10289 (UNE10289 Tubos y accesorios de acero para canalizaciones enterradas y sumergidas - Recubrimientos externos a base de resina epoxi o resina epoxi modificada aplicados en estado líquido). El esquema o sistema de pintado será de acuerdo con lo especificado en el procedimiento. Los segmentos de la tubería enterrada que se extienden por encima de la superficie deberán ser revestidos a 300 mm por encima del nivel del suelo. El recubrimiento de válvulas enterradas será incluyendo la extensión del vástago a 300mm por debajo de la brida de montaje del actuador.

j. Reparación de recubrimiento antiguo

En caso de que la presencia de cloruros sea mayor a 30 ppm, lavar la estructura con una solución de agua y detergente industrial biodegradable. Retirar todas las superficies necesarias de pintura dañada usando cepillo o cualquier otro medio adecuado; el metal deberá prepararse de acuerdo con el SSPC-SP-3 hasta remover todo indicio de pintura dañada y/o corrosión. Se deberán volver a imprimir y pintar todas las áreas con metal expuesto con el mismo tipo de espesor de la pintura como la indicada en el procedimiento. En aquellas zonas con recubrimiento antiguo que requieran incrementar el espesor, se deberá suavizar la superficie con lija N° 80, luego activar el recubrimiento antiguo con el diluyente recomendado por el fabricante y finalmente aplicar recubrimiento nuevo. La nueva aplicación debe ser tal que el espesor definitivo no quede afectado en su aspecto o en su vida útil.

k. Monitoreo e inspección

El contratista y el inspector deberán prestar atención y documentar a los siguientes parámetros: - Control de polvo en la superficie metálica - El perfil de anclaje oscile entre 1.5 – 3.0 mils





(38 – 76 micras) - Monitoreo permanente de las condiciones climáticas según ítem e.2 - Realizar inspección visual y detección de discontinuidades en la superficie del sustrato a inspeccionar; el voltaje de prueba a aplicar con Holiday detector será de acuerdo con la norma NACE SP-0188. El producto final debe ser una superficie suave y uniforme con el espesor especificado (en mils) que se encuentra muy adherido a la superficie pintada. No se permitirá ninguna discontinuidad.

Se repararán todas las discontinuidades luego se volverá a someter a prueba a la superficie reparada para detectar discontinuidades. Techint S.A.C., debe proporcionarle al cliente una certificación del fabricante del detector de discontinuidades o de una agencia de prueba aceptable para el cliente de que la unidad ha sido ajustada de manera adecuada y el voltaje establecido dentro del rango necesario para la detección de discontinuidades en el tipo de revestimiento aplicado de acuerdo con esta especificación. Debe sellarse el mecanismo de regulación.

Se deberá revisar diariamente el detector de discontinuidades con un multímetro Techint S.A.C., debe realizar una prueba de adherencia de acuerdo con la norma ASTM recomendada por el fabricante. Para realizar las actividades también se tienen que considerar que Techint S.A.C., estará a cargo de la reparación en si del cuerpo de la válvula XV 10010 y el ducto de 32" aguas arriba y aguas abajo, teniendo como referencia los siguientes documentos legales que exigen estos trabajos:

- ✓ ASTM 6677 Standard Test Method for Evaluating Adhesion by Knife. Este código se aplica para los requerimientos de la ingeniería, en la seguridad del diseño y la construcción.





- ✓ NACE No. 2 / SSPC SP 10 Near White Blast Cleaning.
- ✓ NACE SP0188 Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates.
- ✓ SSPC-PA 2 Measurement of Dry Coating Thickness.
- ✓ SSPC-SP 11 Power Tool Cleaning to Bare metal.
- ✓ SSPC-Vis 01 Guide to Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning.
- ✓ Hojas técnicas de pinturas.
- ✓ Hojas de seguridad de pinturas.
- ✓ Especificaciones del cliente.

Fotografía 19

Señalización de los Puntos ya Reparados



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Los puntos blancos que visualizamos en la fotografía son aquellos que ya fueron reparados en un inicio o también lo llamamos como la





aplicación de la primera capa de pintura que en si este procedimiento de reparación de pintura cuenta con tres aplicaciones que se irán detallando en la parte de abajo del trabajo de suficiencia. Durante las actividades o al momento de realizar la aplicación de la primera capa de pintura se tiene que pasar el equipo Holiday para de esta manera asegurar que la pintura se haya adherido a la parte en reparación, este equipo es manejado por el personal de calidad de Techint S.A.C., estos a su vez cuentan con la certificación en el manejo de los equipos de medición realizados por la empresa con anticipación.

Fotografía 20

Equipo Holiday Para Medición Micra del Revestimiento



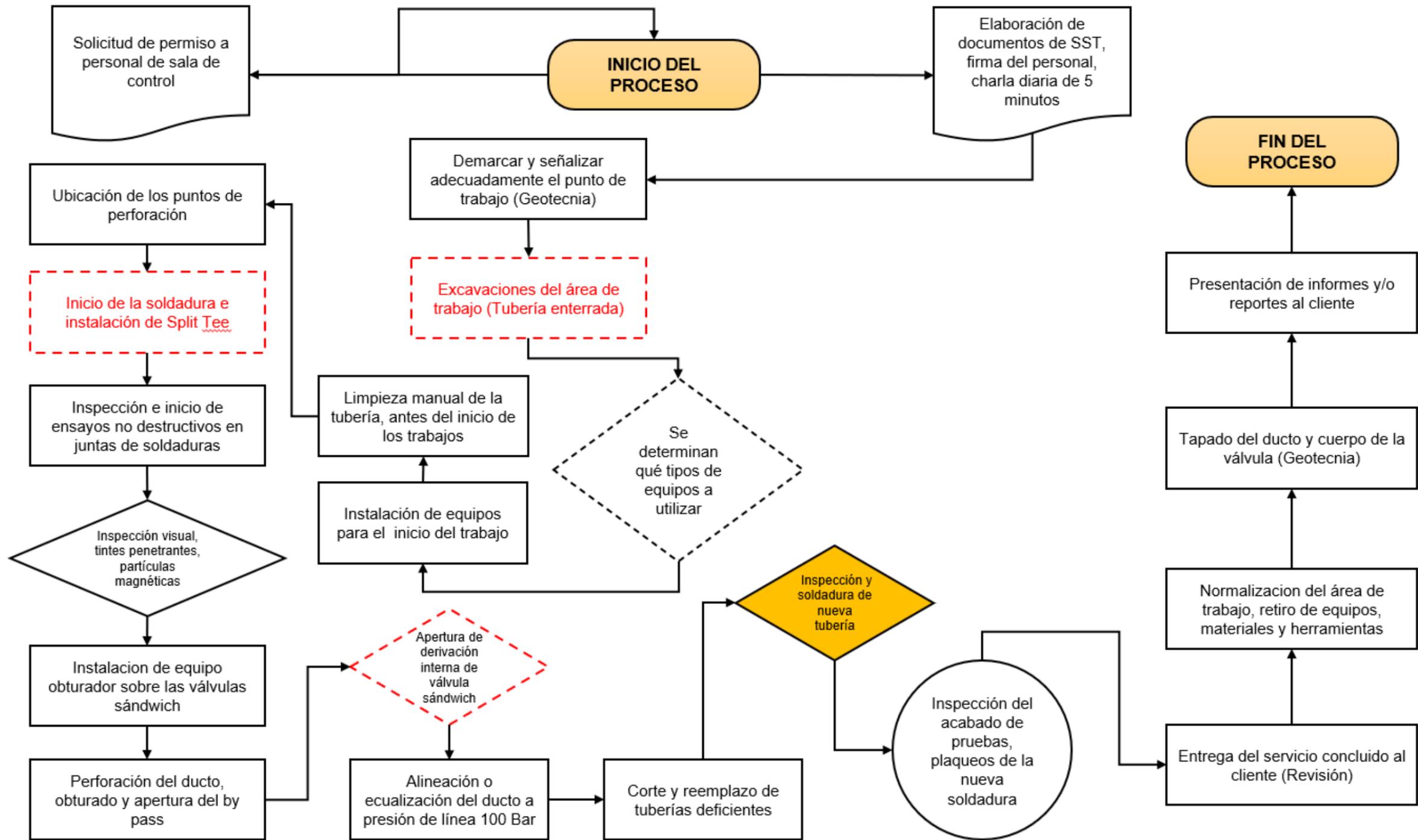
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

El equipo Holiday es usado en este tipo de actividades para realizar las mediciones de los puntos que tienen alta corrosividad en los ductos, mediante este equipo se hace más fácil poder encontrar y definir los puntos a reparar, es un equipo muy manejable, además de este equipo también se usa un medidor de perfil de anclaje o rugosímetro, el termohigrómetro, el medidor de película seca, entre otros equipos que facilitan los trabajos al personal de campo. El detalle de los equipos se describe en líneas arriba (3.2.2).





Figura 8
Proceso de Mantenimiento de las Tuberías



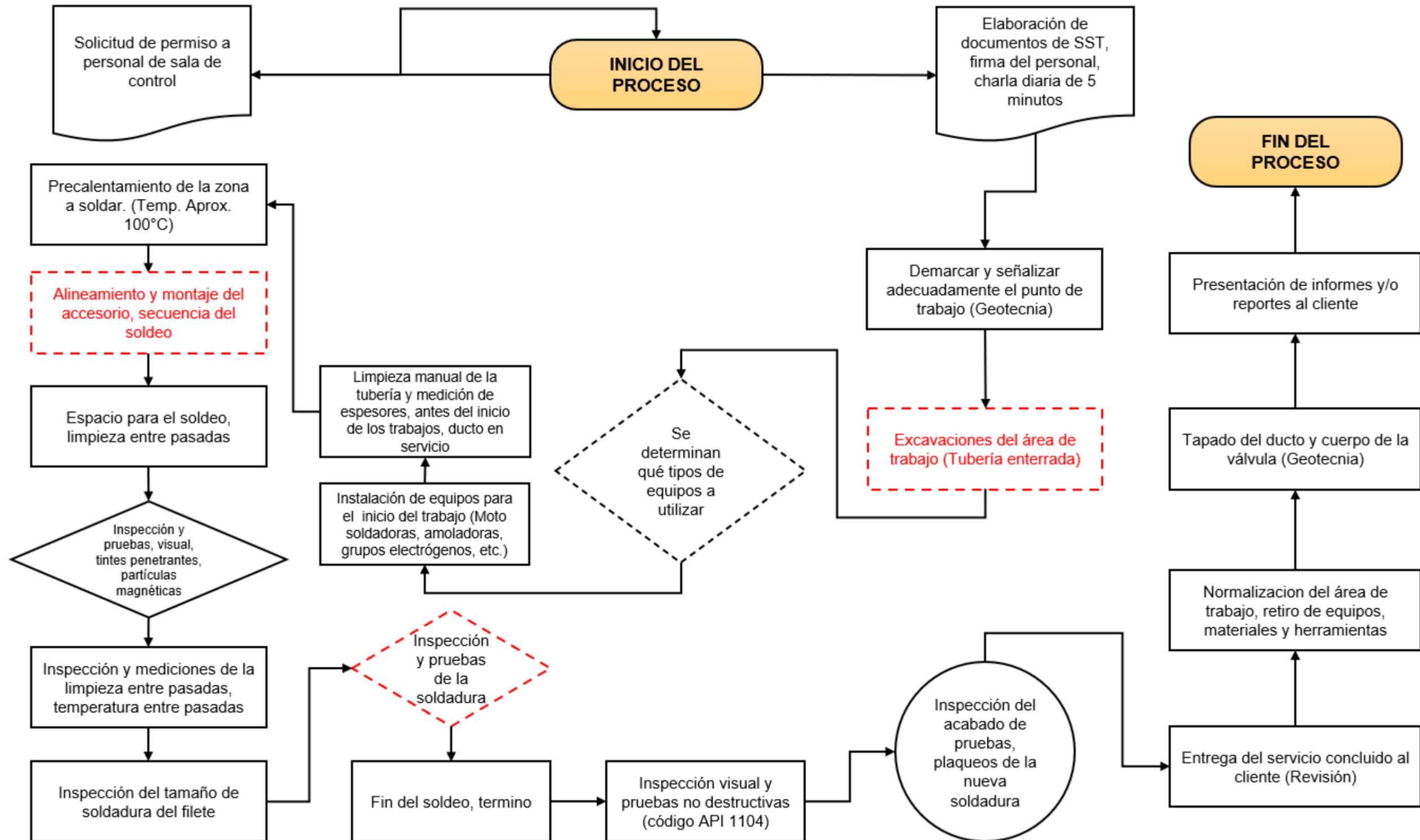
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Figura 9

Proceso de Mantenimiento en Caliente - Soldadura



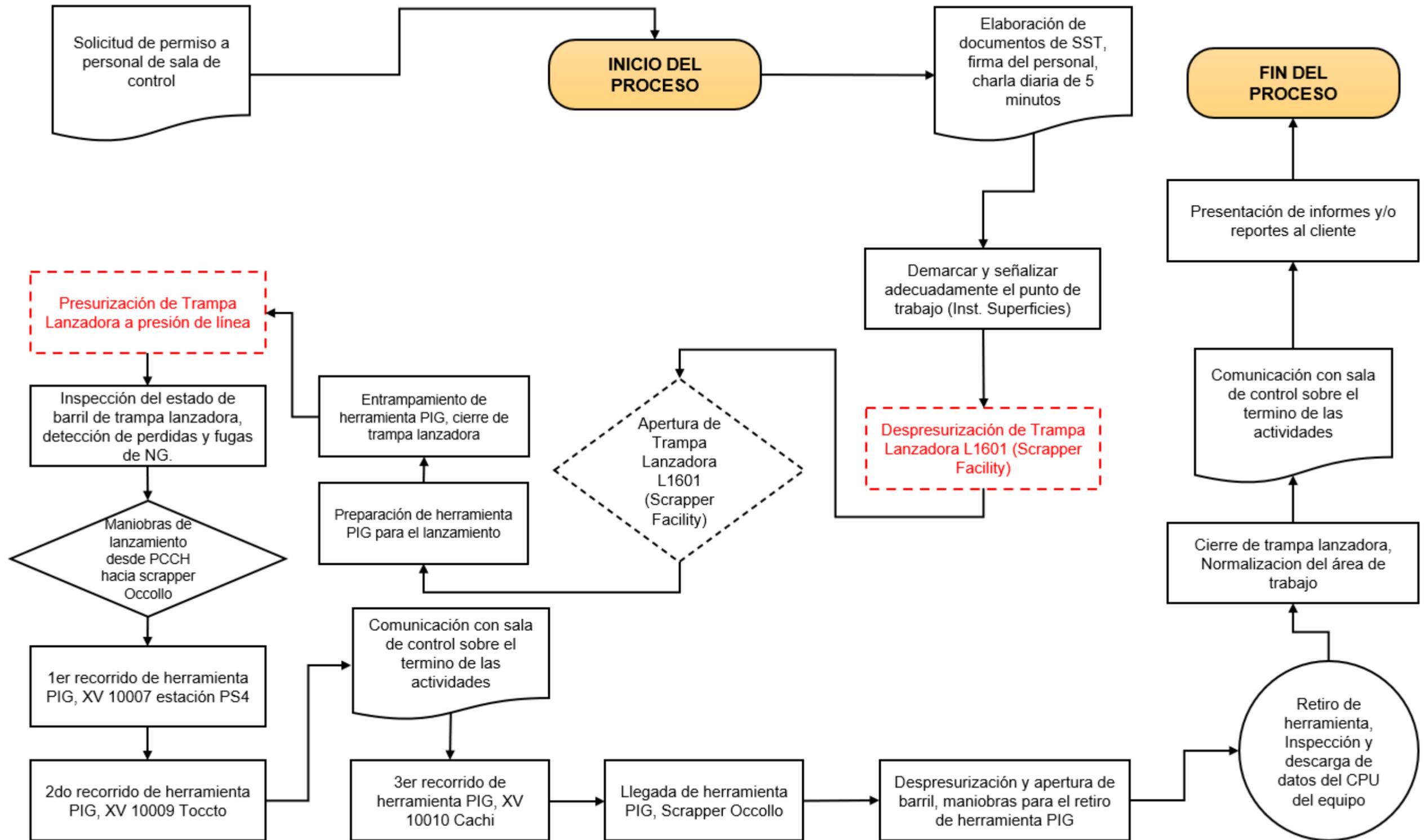
Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Figura 10

Proceso de Mantenimiento a Través de la Herramienta PIG



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





A. Del proceso de perforación de tuberías en caliente

El proceso de perforación de la tubería en caliente se realiza siguiendo los procedimientos que otorga el cliente, estas actividades incluyen soldadura y corte que se efectúa con la tubería transportando GN y en servicio. Los trabajos para realizar son los siguientes:

Cuando la continuidad del servicio es esencial, el corte del sistema no es práctico, se siguen procedimientos documentados, equipo especial es usado que provee efectiva protección a los trabajadores.

Para realizar los trabajos utilizamos los siguientes equipos: Instrumentos de detección, by pass para ecualización, by pass para líneas de derivación, para obturación temporal del flujo del ducto para cambio de un segmento. La operación de los equipos depende del tipo modelo, fabricante y debe de efectuarse por personal Competente y calificado.

A.1 Diseño y soldeo de una conexión para perforación en caliente

Soldeo o Hot Tap no debería ser efectuado a una distancia menor de 18" de una brida o conexión roscada, o aproximadamente a 3" de una junta soldada (incluye la soldadura de fabricación del tubo: longitudinal, helicoidal y la junta soldada circunferencial a menos que sea revisado y sea aceptado por el Coordinador de Ingeniería e Integridad de la tubería. Escoger la ubicación donde se realice el Hot Tap que permita el acceso para la instalación, operación, remoción de la máquina de perforación. Para hacer perforaciones se debe considerar el diseño de conexión dado por el Coordinador de Ingeniería e Integridad de Ducto. El uso de una camisa de derivación o de un Split Tee con brida tipo (lock-o-ring) la que debe ser soldada sobre el tubo de acuerdo con





procedimiento de soldadura calificado, por soldadores calificados y pasar las pruebas de inspección mediante técnicas de ensayos no destructivos los cuales comprenden lo siguientes. Partículas magnéticas, ultrasonido, tintes penetrantes. En las siguientes actividades se deben de tener en cuenta en los trabajos de perforación.

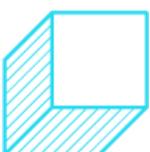
Selección e inspección del equipo de perforación, ensamble y montaje del equipo, cálculo de la distancia de perforación, instalación del equipo, prueba de estanqueidad, perforación, desmontaje del equipo, inspección y marcado del cupón.

A.2 Selección del equipo de perforación

Se hace en función al diámetro de la tubería a intervenir, presión de operación, temperatura y flujo en el ducto, el tipo de cortador apropiado para perforado y/u obturado del ducto. El tipo de válvula a utilizar debe ser de tamaño adecuado, clase adecuada, de apertura total y debe ser probada por prueba de fugas antes de la instalación de acuerdo con API 598. Tipo sándwich o de bola. Antes de hacer el perforado en caliente, la máquina, el cortador y la broca guía deberán ser cuidadosamente inspeccionados para asegurar que están en buena condición y capaces de quedar en servicio si fuera necesario, en el evento de problemas mecánicos o fugas en la válvula. Todas las máquinas de perforado en caliente tienen un rango máximo y mínimo de presión de trabajo y rangos de temperatura.

A.3 Ensamblado y montaje del equipo

Estos deben ser ejecutados de acuerdo con las instrucciones brindadas por el fabricante.





- ✓ Sobre la superficie del tubo en la zona donde se va a realizar el corte (cupón), marcar indicando la dirección del flujo en posición horaria (12:00 horas)
- ✓ Revisar la concentricidad del adaptador y la cortadora midiendo la distancia del adaptador
- ✓ Operar la válvula sándwich y asegurarse que abra y cierre libremente, tomar medidas del diámetro interior de la válvula
- ✓ Pasar la barra de perforación con el cortador por la válvula abierta y verificar que pasa libremente
- ✓ Abrir la válvula totalmente y anotar el número de vueltas (requerido para su uso posterior)
- ✓ Siempre instalar la máquina perforadora y el adaptador de la válvula cerrada. Asegurarse que la broca del piloto y la cortadora no interfieran al abrir y cerrar la válvula sándwich
- ✓ La válvula sándwich es bidireccional y puede instalarse paralela y o perpendicular a la tubería
- ✓ Revisar que las empaquetaduras a utilizar no interfieran con el avance del cortador
- ✓ Durante la instalación la válvula deberá ser centrada sobre la brida
- ✓ El torque de los pernos de conexión debe ser de acuerdo al diámetro del mismo y a las instrucciones de ajuste dadas por el fabricante





A.4 Perforación

En este proceso se tiene que tomar en cuenta que cuando ya se inició no tiene que ser interrumpido debido a que es un trabajo crítico, y este debe ser completado desde el principio hasta el fin. Para realizar este trabajo se tiene que tomar como referencia la longitud que ha sido calculada de la perforación, casi siempre es existe la posibilidad de saber cuándo ya está en la fase final y este ya está completado es decir cuando hay una reducción de la resistencia de la manija también cuando el motor del equipo comienza a acelerarse es ahí cuando el proceso de perforación ya está terminado.

Se tienen que considerar las instrucciones de fabricación del equipo al momento de retraer el vástago de perforar, posteriormente realizar el apagado de la unidad de potencia y también cerrar la válvula sándwich.

A.5 Desmontaje de la máquina perforadora

Despresurizar el adaptador del equipo y verificar la estanqueidad de la válvula, desmontar el equipo, realizar la inspección y limpieza e instalar brida ciega con válvula de 1/2" de purga. Retirar el cupón de corte y guardar para su posterior uso si fuera necesario.

B. Del proceso de trabajo en caliente – Soldaduras

El propósito de este proceso es el de realizar los trabajos de soldadura en distintos tipos de trabajo en el proyecto ya sea en la instalación de accesorios para realizar actividades de perforación, obturado y sellado en la tubería principal estando en servicio.





Para realizar las labores se tienen que seleccionar los equipos adecuados, materiales, electrodos, almacenamiento, se debe tener en cuenta el manipuleo de los electrodos, además considerar que las actividades van de la mano con la seguridad y el cuidado del medio ambiente. Por otra parte, este mismo proceso es utilizado durante la instalación de instrumentos de detección, medición, by pass de equalización, líneas de derivación, obturado temporal del flujo, cuando se requiera un cambio de segmento en la tubería principal.

B.1 Selección y manejo de electrodos de soldadura

Para soldaduras hechas en líneas en servicio se deben tener en cuenta dos consideraciones, la primera es el riesgo del quemón producido en la tubería cuando se efectúa el soldeo y la segunda son las grietas producidas por hidrogeno atrapado entre el primer pase de soldadura y el material de la tubería, ya que el enfriamiento de la soldadura es acelerado, lo que no permite que tenga el tiempo necesario para que el hidrogeno salga a la superficie. Esto se disminuye y/o evita realizando un precalentamiento antes de iniciar el soldeo y manteniendo la misma temperatura durante todo el proceso.

B.2 Verificación del accesorio a utilizar

Se tiene que verificar en el campo el accesorio que se va a utilizar incluyendo la inspección de la superficie, revisión de los biseles (si es necesario modificar los biseles, esto se puede hacer utilizando oxicorte y/o esmerilado con disco de desbaste), control dimensional, presentación sobre la tubería y análisis de la complejidad de instalación. También se tiene que considerar para estos trabajos la conservación y buen uso de los electrodos debe hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, estos vienen en paquetes sellados que cuando se van a utilizar





deben ser colocados dentro de un contenedor porta electrodos a una temperatura de 90°C. No se debe manipular los electrodos con las manos sucias o guantes que pueden tener restos de grasas, aceite u otro contaminante.

B.3 Preparación para efectuar los trabajos de soldadura con la tubería en servicio

Antes de empezar los trabajos de soldadura se debe de coordinar con el personal de sala de control. Un nivel máximo de presión de la tubería, condiciones de flujo, espesor de pared de la tubería en la zona de soldeo verificar que los soldadores estén calificados de acuerdo con el procedimiento calificado de soldadura (WPQ) y se deben considerar todos los aspectos que afecten la seguridad.

El proceso del soldeo en caliente inicia de la siguiente manera:

Limpieza de la tubería: en la zona donde se van a realizar los trabajos de soldadura se debe retirar el revestimiento de poliuretano tricapa, y/o pintura, oxido, grasa mediante la utilización de solventes y/o cepillo mecánico.

Inspección de la Superficie: mediante el uso de un medidor de espesores de ultrasonido determinar el espesor actual, presencia de laminaciones o cualquier discontinuidad que pueda afectar los trabajos de soldadura, verificar la distancia entre la soldadura circunferencial y el accesorio, así como la posición de la soldadura longitudinal.

Alineamiento y montaje del accesorio: el espacio entre el tubo y la camisa no debe ser excesivo. Se deberán usar dispositivos mecánicos para el alineamiento con el fin de lograr el ajuste adecuado. Si fuera necesario, se puede rellenar parte de la superficie del tubo para minimizar la abertura. En las juntas a tope





longitudinales con abertura en la raíz cuando se requiera 100% de penetración, la separación debe ser de entre 1/16" y 1/32" y debe ser colocada una platina de acero de respaldo para prever la penetración de la soldadura dentro del tubo. Para detalles de ubicación y distancias mínimas del accesorio con respecto a otras conexiones y/o soldaduras de fabricación de tubería o de unión entre tubería y tubería.

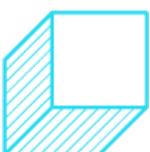
Precaentamiento: Se debe precalentar la zona a soldar hasta alcanzar la temperatura de 100° C. Se necesitan dos antorchas de calentamiento con gas propano. El control de temperatura se puede realizar con crayón térmico, pirómetro infrarrojo o pirómetro de contacto haciendo la medición a 3" de la soldadura. Se debe mantener el calentamiento durante todo el proceso de soldeo hasta que termine la junta.

Secuencia de soldeo: Son necesarios dos soldadores. Se sugiere secuencias de soldeo de acuerdo con el tipo de accesorio que se está utilizando y si es para derivación o refuerzo y con el control de parámetros de soldeo (corriente, voltaje, velocidad) y cuidar en todo momento de no proceder a hacer quemones de arco sobre la superficie del tubo. Siempre iniciar el arco en el ángulo del filete. Atención, un quemón de arco en la superficie del tubo es considerado un defecto perjudicial.

Espacio para soldeo: Cuando el soldeo se realiza en zanja, debe haber el espacio necesario para que el soldador tenga acceso fácil a la junta y el espacio alrededor no debe ser menor a 40 cm.

Limpieza entre pasadas: Debe usarse una amoladora circular con disco y cepillo de alambre.

Temperatura entre pasadas: Debe ser entre 100°C y 250°C.





Fin de soldeo: Al término de la soldadura se debe realizar la limpieza mecánica con escobilla circular para eliminar escorias y salpicaduras con el fin de lograr una apariencia uniforme. Cubrir con mantas resistentes al calor para disminuir la velocidad de enfriamiento.

Inspección y pruebas de la soldadura: Debido a que la soldadura efectuada sobre el ducto en servicio es susceptible al agrietamiento por hidrogeno entre el metal de soldadura (metal de aporte) y el metal del tubo (metal base), se debe usar una técnica de inspección capaz de detectar estas grietas, especialmente en el pie de la soldadura. Se pueden utilizar pruebas por partículas magnéticas, ultrasonido o una combinación de las dos de acuerdo con un adecuado procedimiento calificado para detectar la presencia de grietas entre el tubo y el refuerzo.

C. Del proceso de lanzamiento de la herramienta PIG

Se tiene como objetivo en el proceso de despresurización, apertura, entrapamiento, presurización y lanzamiento de la herramienta de limpieza PIG en el ducto de NG, también se describe la secuencia de actividades y el equipamiento mínimo necesario para asegurar las correctas maniobras de que se realiza durante las actividades y el retiro de los distintos tipos de PIG durante las corridas en el proyecto.

C.1 Preparación de las instalaciones para los lanzamientos o recepción de la herramienta PIG

Todas las maniobras de Lanzamiento y recepción están a cargo del Supervisor responsable de campo. Este es responsable por designar responsabilidades durante las actividades.





Previo al inicio de las actividades, en la Instalación, se deberá contar con todos los requisitos de seguridad y MA (Permisos de trabajo seguro -los que apliquen-, ATS -que se llenará contando con la participación de todos los involucrados y donde se identificará las tareas críticas y las medidas de control para eliminar o minimizar los riesgos-, etc.)

El supervisor responsable de campo comunicara a la sala de control el inicio de los preparativos, las comunicaciones con sala de control se efectuarán exclusivamente a través del supervisor de responsable de campo. Los distintos equipos de trabajo, tanto el cliente como de la contratista deberán reportar las novedades al supervisor responsable de campo. previo al inicio de las tareas, se verificará el correcto funcionamiento de los equipos de comunicación, con la sala de control.

El personal designado por el Supervisor responsable de campo debe completar las documentaciones solicitadas antes de realizar los trabajos (obligatorio), dependiendo de la actividad. En las Instalaciones donde se recibirán los PIG debe verificarse con anticipación el estado del sello de la tapa de la trampa, con la autorización de sala de control se procede a liberar el área de trabajo con la medición de mezcla explosiva.

Debe contarse con banderines de viento para conocer la dirección de este, además deben instalarse “bandejas de contención” al pie de las Trampas para contener el líquido y la basura extraída de la línea. Estas bandejas deben tener, como mínimo, las siguientes dimensiones: 3.0x4.0x0.4m y deben estar cubiertas de una capa hermética. Las bandejas deberán estar fijadas al suelo por medio de los accesorios autorizados y estar conectadas sus partes metálicas al sistema de puesta a tierra con el fin de realizar descargas por corrientes estáticas acumuladas.





No está permitido el ingreso de equipos celulares a las Instalaciones, solo se podrán tomar fotos si la cámara fotográfica es proof-explosion o con cámaras que no son proof-explosion, pero con la confirmación de no mezcla explosiva en la zona, de ninguna manera se tomará fotos directamente a la boca de la trampa. En caso de necesitarse linternas estas deben ser proof-explosion, también se tiene que verificar que los detectores de pase de PIG se encuentran en posición de lanzamiento o recepción según aplique.

Se deberá restringir el ingreso y permanencia dentro de la Instalación a los vehículos y equipos (camiones, grúas, hidrogrúas, etc.) que fueran estrictamente necesarios para el transporte, carga y descarga del PIG, los mismos que deben estar equipados con arresta-llamas; el resto de los vehículos y equipos deberán permanecer fuera de la Instalación. El ingreso de los vehículos debe ser previo monitoreo de mezcla explosiva del área donde el equipo transitara. Los vehículos y equipos deberán ser localizados de manera tal que, de producirse perdidas de gas, el viento no lleve el gas hacia los vehículos y equipos. Los vehículos/equipos que se utilizaran en la carga/descarga del PIG se ubicaran frente a la tapa del barril dejando suficiente espacio para la apertura de esta.

Cuando el horario lo amerite se deberá contar con grupo electrógeno y equipo de iluminación antiexplosivo para las maniobras de lanzamiento y recepción de PIG, esto como respaldo en caso el PIG demora su recorrido más de lo esperado.

Cuando se contratarán los servicios de pasaje de PIG, y fuera necesaria la colocación de marcadores de superficie, la contratista estará a cargo de la colocación de estos, los marcadores de superficie deberán ser instalados de acuerdo con las especificaciones del fabricante, procedimientos del contratista





e instrucciones emitidas por integridad. Cuando dichos marcadores sean colocados en el DDV por la contratista, el supervisor responsable de campo o el personal de la zona podrían acompañar a este, solo cuando así este estipulado en el pliego de condiciones, sin que esto exima al contratista de la responsabilidad de su correcto funcionamiento.

C.2 Entrampamiento y lanzamiento del PIG

Antes de iniciar las maniobras de entrampamiento se debe verificar el correcto funcionamiento del manómetro de la trampa, que tenga una escala adecuada, para comprobar la presión de la trampa, verificar que todos los motores de combustión interna (camiones, vehículos, generadores, etc.) se encuentran apagados. Se debe disponer de los KIT de paños absorbentes para usarlos en caso se presentase algún tipo de derrame.

El supervisor responsable de la Contratista deberá asegurar que no haya personal ni equipos situados o circulando frente a la tapa de la trampa. Todos los equipos utilizados deben estar puestos a tierra, incluyendo la cuna del PIG. Tener monitoreo constante al nivel de piso para la detección de propano butano, verificar la presión a la que se encuentra la trampa y proceder con la despresurización.

Si al abrir la tapa de la trampa se detectara la presencia de mezcla explosiva (frente a la tapa), como consecuencia de pérdidas en la válvula kicker, by pass de kicker o de Lanzamiento, se deberán eliminar dichas pérdidas mediante el mantenimiento correctivo adecuado. En caso de persistir la pérdida, se podrán colocar eyectores en los lugares más apropiados.





Si aún con la colocación de eyectores se detectara mezcla explosiva en el área de trabajo, frente a la boca de la trampa, se procederá al cierre de la tapa de la trampa y la suspensión de las tareas hasta que se tomen las acciones necesarias para obtener una condición segura. se cierra la válvula de drenaje y la válvula de venteo y se repone la instalación a sus condiciones originales o las que indique sala de control, si no se presentase problemas de aislamiento o el pase es mínimo, controlado, se procederá con las actividades, está terminantemente prohibido el ingreso del cuerpo del operador adentro de la trampa. verificar estado del sello y evaluar reemplazo. No retirar el sello de no ser necesario. Inspeccionar el asiento buscando grietas, deformaciones, etc. Limpiar la trampa utilizando grasa siliconada.

En caso de necesitarse la ayuda de un vehículo, camión grúa, etc. Este debe ser encendido cuando se tenga el área totalmente liberada de mezcla explosiva. El vehículo debe tener su puesta a tierra. En caso de utilizar barras de acero para empujar el PIG, las mismas deberán estar totalmente recubiertas por material aislante o la maniobra debe hacerse con herramientas no metálicas. Los dispositivos que se utilicen para empujar al PIG, deberán ser tales que permitan la maniobra desde fuera de la trampa.

C.3 Retiro y recepción del PIG

Antes de iniciar las maniobras de recepción se debe verificar el correcto funcionamiento del manómetro de la trampa, que tenga una escala adecuada, para comprobar la presión de la trampa,

Verificar que todos los motores de combustión interna (camiones, vehículos, generadores, etc.) se encuentran apagados. Se debe disponer de los KIT de paños absorbentes (tela oleofilicas). El supervisor responsable de la contratista deberá asegurar que no





haya personal ni equipos situados o circulando frente a la tapa de la trampa. Todos los equipos utilizados deben estar puestos a tierra, incluyendo la cuna del PIG. Tener monitoreo constante al nivel de piso para la detección de propano butano.

Verificar la presión a la que se encuentra la trampa y proceder con el alineamiento de la trampa.

Proceder con el retiro del PIG de la trampa, proceder con la limpieza de la trampa retirando toda la mugre/barro que pueda llegar. Está terminantemente prohibido el ingreso del cuerpo del operador adentro de la trampa. Verificar estado del sello y evaluar reemplazo. No retirar el sello de no ser necesario. Inspeccionar el asiento buscando grietas, deformaciones, etc. Limpiar la trampa utilizando grasa siliconada.

En caso de necesitarse la ayuda de un vehículo, camión grúa, etc. Este debe ser encendido cuando se tenga el área totalmente liberada de mezcla explosiva. El vehículo debe tener su puesta a tierra. En caso de utilizar barras de acero para enganchar al PIG, las mismas deberán estar totalmente recubiertas por material aislante o la maniobra debe hacerse con herramientas no metálicas. Los dispositivos que se utilicen para enganchar al PIG, deberán ser tales que permitan la maniobra desde fuera de la trampa.

Una vez se tenga el PIG fuera de la trampa se debe hacer un registro fotográfico de cómo se recibe la herramienta con la mayor cantidad de detalles, Debe recolectarse y pesarse la mugre/barro que pueda llegar a la trampa junto con el PIG. Separar una muestra significativa (un kilogramo, si lo hubiera) y enviar para su análisis. Reportar en caso de encontrarse residuos sólidos. Hacer un reporte fotográfico. Los elementos extraídos de los ductos serán depositados en contenedores y serán dispuestos de





acuerdo con el procedimiento gestión de residuos sólidos, el instructivo de trasvase y transporte de NG y el plan de contingencias operacionales. Será responsabilidad del cliente, su manipuleo y disposición final.

3.2.4. Verificación del cumplimiento del nuevo proceso⁷

En comparación con las reparaciones anteriores de los ductos para estos trabajos se necesitaban más días, se utilizaba más personal calificado, los costos por las atenciones se triplicaban se tomaban en consideración a otra contratista que tenía un presupuesto más costoso. En fin, con este plan de mejora se disminuyeron los costos y los trabajos se realizaron con Techint la cual es la contratista del mantenimiento lo más resaltante es que las actividades se cumplieron y se entregaron en tiempo y forma según el contrato.

Para evaluar las diversas causas y consecuencias partimos con una interrogante que nos permitirá acceder a un diagnóstico del cumplimiento del nuevo proceso que tenga el fundamento y la viabilidad para mejorar el proceso. Se adjunta la fotografía de la hoja de excavación en donde se refleja el punto de abolladura a reparar en el spool. el acondicionamiento del área de trabajo, la preparación de la superficie, remoción de restos de la preparación de la superficie, preparación y limpieza entre capas y la aplicación del recubrimiento y curado.

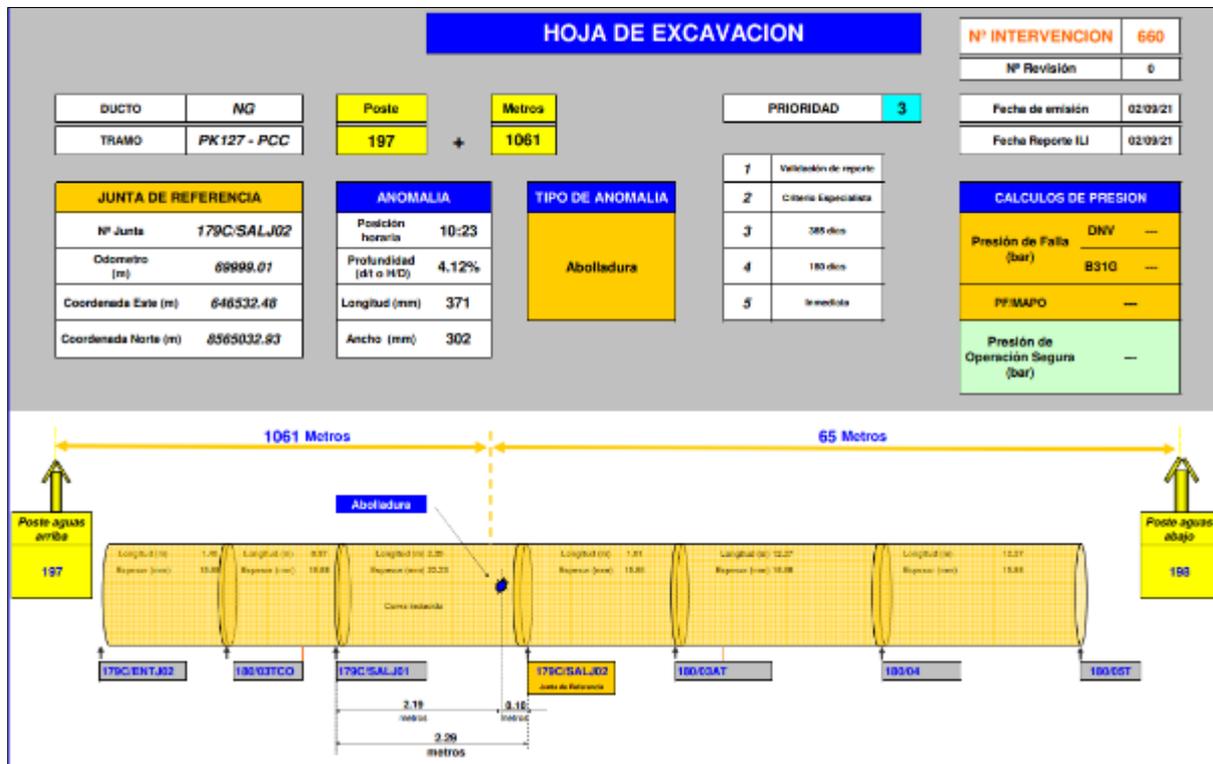
⁷ Se refiere a la verificación del cumplimiento del proceso de mantenimiento para la factibilidad e la mejora.





Figura 11

Información de Scada Sobre el Recorrido del PIG



Fuente: (Techint, 2022)

En la fotografía se visualiza un tramo de la tubería la cual presenta una abolladura cerca del lomo esta se produjo por el desplazamiento del terreno, durante los trabajos del lanzamiento del PIG la inspección que realiza esta herramienta es muy útil ya que de esta manera se puede encontrar desperfectos en el ducto con mucha precisión y la empresa puede organizar los trabajos de una mejor manera con tiempo y con los recursos necesarios.

La información que se muestra se recepciona mediante un GPS que va dentro de la herramienta PIG este a su vez envía o carga la información a un CPU interno del equipo posteriormente es descargado por el personal encargado de los trabajos de esta manera las actividades se cumplen según las normas y los procedimientos que el cliente exige.





Fotografía 21

Sensores en el Ducto Para Recolección de Datos



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

En la fotografía se visualiza la instalación de sensores de deformación (strain gauges) la función de estos sensores es de recolectar información sobre los desplazamientos que se puedan presentar en el terreno por donde está instalada la tubería, los sensores se basan en el efecto piezo resistivo que es la propiedad que tienen ciertos materiales que cambian su valor nominal de su resistencia eléctrica cuando son sometidos a ciertos esfuerzos mecánicos que causan deformación.





3.3. COSTOS DEL PROYECTO

3.3.1. Costos diario, mensual y anual

El plan de ejecución de la reparación tiene costos tienen costos fijos por partidas en el tipo del mantenimiento a realizar, por el cual, para una mejor visión para el costo total anual, se realizará la separación de los costos partiendo de forma diaria, mensual para luego tener el total anual, esto en el caso de la actividad de mantenimiento de tubería y por otra parte lo que conciernen los costos (de igual modo), al mantenimiento del gaseoducto.

No se realizan los costos generales o particulares por lo siguiente:

La empresa Techint, asume al ingeniero, técnico o ayudante técnico o profesional al perfil que requiere las labores del mantenimiento, donde ya la empresa adjunta de forma individual los diversos gastos generales que implica un trabajador; es decir, si un ingeniero tiene el sueldo de 2500 dólares al mes, dentro de ese monto se incluyen los gastos generales sea de alojamiento, comida, transporte y otros gastos aproximados que podría ser el 10% de dicho sueldo total.

Por tal razón, en este caso se describen los costos operativos de nivel directo incluyendo a la mano de obra donde se encuentran dichos gastos general o particulares.

A continuación, se describen las tablas de los costos y el impacto que tendría solo por una hora o un día de mantenimiento en toda la línea del gaseoducto:





Tabla 7

Desarrollo del Costo Diario de Reparación de Tuberías

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS - IMPACTO ECONÓMICO POR MANTENIMIENTO CRÍTICO				
	COSTO DIARIO		DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL
PERSONAL			Reparación del Revestimiento del Ducto	
	Capataz.	\$ 90.00	El trabajo de reparación de revestimiento consta de el retiro de la parte dañada y la aplicación de pintura duraplay, este material será entregado por el cliente. El aproximado para el cumplimiento de estas actividades es de 15 días.	\$ 520.00
	Operador Múltiple	\$ 140.00		
	Ing. De SST	\$ 100.00		
	Supervisor Res.	\$ 120.00		
	Enfermero	\$ 70.00		
EQUIPOS				
	Moto compresora 185 CFM	\$ 80.00	Los equipos para utilizar tienen un aproximado por 15 días de trabajo.	\$ 267.00
	Generador portátil	\$ 70.00		
	Equipos de calidad	\$ 100.00		
	Amoladoras 4" 1/2	\$ 7.00		
	Amoladoras 7"	\$ 10.00		
HERRAMIENTAS				
	Escobillas de bronce	\$ 3.00	Las herramientas para utilizar en las actividades tienen que ser inspeccionadas y estar en buenas condiciones para desarrollar los trabajos.	\$ 26.00
	Palas intrínsecas	\$ 5.00		
	Picos Intrínsecos	\$ 5.00		
	Espátulas	\$ 3.00		
	Herramientas varias	\$ 10.00		
MATERIALES				
	Solventes para limpieza de superficie tubería	\$ 40.00	Los materiales y consumibles serán costeados por la empresa contratista posteriormente se incluirán en el costo total de los trabajos	\$ 130.00
	Lija para Fierro, 80, 60	\$ 10.00		
	Medidor, Cloruro, CHLORRID	\$ 30.00		
	Materiales varios	\$ 50.00		
			COSTO TOTAL DIARIO	\$ 943.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 9

Desarrollo del Costo Anual de Reparación de Tuberías

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS - IMPACTO ECONÓMICO POR MANTENIMIENTO CRÍTICO			
	COSTO ANUAL	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	
PERSONAL			
	Capataz.	\$ 32,400.00	
	Operador Múltiple	\$ 50,400.00	
	Ing. De SST	\$ 36,000.00	Consolidado de los gastos anuales, personal operativo para las actividades de reparación
	Supervisor Res.	\$ 43,200.00	
	Enfermero	\$ 25,200.00	\$ 187,200.00
EQUIPOS			
	Moto compresora 185 CFM	\$ 28,800.00	
	Generador portátil	\$ 25,200.00	
	Equipos de calidad	\$ 36,000.00	Consolidado de los gastos anuales, equipos operativos para las actividades de reparación
	Amoladoras 4" 1/2	\$ 25,200.00	
	Amoladoras 7"	\$ 36,000.00	\$ 151,200.00
HERRAMIENTAS			
	Escobillas de bronce	\$ 1,080.00	
	Palas intrínsecas	\$ 1,800.00	
	Picos Intrínsecos	\$ 1,800.00	Consolidado de los gastos anuales, Herramientas utilizadas en las actividades de reparación
	Espátulas	\$ 1,800.00	
	Herramientas varias	\$ 1,200.00	\$ 7,680.00
MATERIALES			
	Solventes para limpieza de superficie tubería	\$ 14,400.00	
	Lija para Fierro, 80, 60	\$ 3,600.00	Consolidado de los gastos anuales, materiales y consumibles para las actividades de reparación
	Medidor, Cloruro, CHLORRID	\$ 10,800.00	
	Materiales varios	\$ 18,000.00	\$ 46,800.00
COSTO TOTAL ANUAL			\$ 392,880.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 10

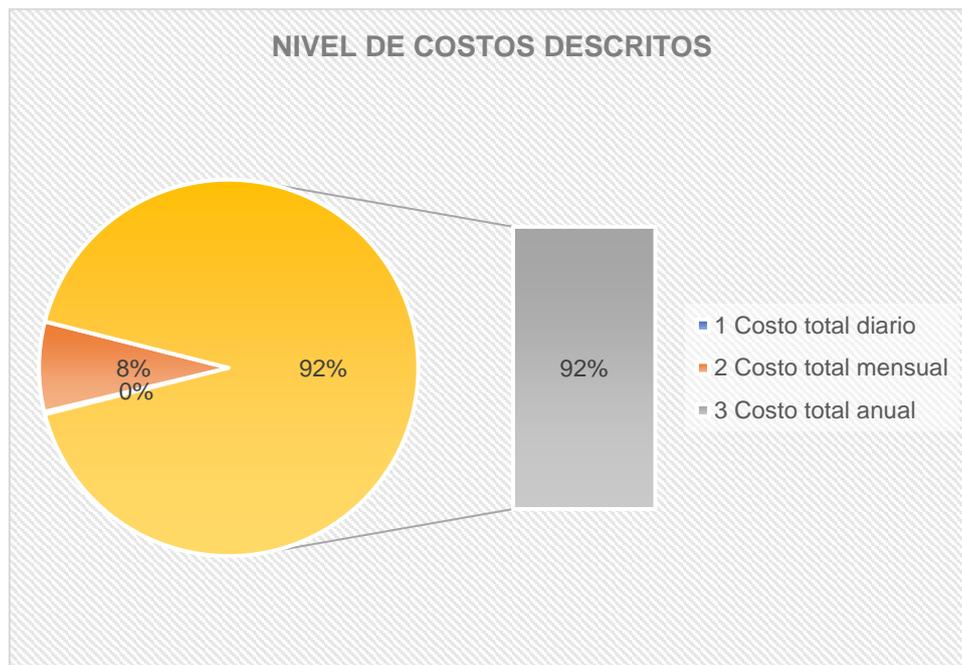
Niveles de los Costos en Reparación de Tuberías

NIVEL DE COSTOS DESCRITOS		
N°	DESCRIPCIÓN DEL COSTO	MONTO
1	Costo total diario	\$ 943.00
2	Costo total mensual	\$ 32,940.00
3	Costo total anual	\$ 392,880.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Figura 12

Visualización Gráfica del Nivel del Costo



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

3.3.2. Costos de mantenimiento de corrosión

Los costos que se realizan a continuación tienen que ver con otra actividad que está dentro del PIMA, y es parte de su cumplimiento:

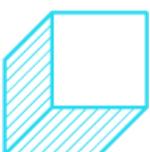




Tabla 11

Desarrollo del Costo Diario de Reparación de Corrosión en el Ducto

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS - IMPACTO ECONÓMICO POR MANTENIMIENTO CRÍTICO				
	COSTO DIARIO		DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL
PERSONAL			Reparación en puntos de corrosión en el ducto	
	Capataz	\$ 98.00	El trabajo de reparación de los puntos de corrosión es una actividad puntual la cual es desarrollada por el personal de mantenimiento y consta en realizar en realizar la inspección, limpieza y eliminación de los puntos de corrosión adhiriendo un nuevo revestimiento.	\$ 439.00
	Amoladores y revestidores	\$ 90.00		
	Ayudante múltiple	\$ 80.00		
	Ayudantes de tareas general	\$ 76.00		
	Inspector QA&QC	\$ 95.00		
EQUIPOS				
	Grupo elect. 6.5 KVA	\$ 47.00	Los equipos para utilizar tienen un aproximado por 7 días de trabajo.	\$ 324.00
	Amoladoras de 7"	\$ 45.00		
	Amoladoras de 4"	\$ 41.00		
	Minibús 12 PAX	\$ 105.00		
	PICK UP Doble cabina 4X4	\$ 86.00		
HERRAMIENTAS				
	Escobillas de bronce	\$ 5.00	Las herramientas para utilizar en las actividades tienen que ser inspeccionadas y estar en buenas condiciones para desarrollar los trabajos.	\$ 41.00
	Palas intrínsecas	\$ 9.00		
	Picos Intrínsecos	\$ 7.00		
	Espátulas	\$ 5.00		
	Herramientas varias	\$ 15.00		
MATERIALES				
	Solventes para limpieza de superficie tubería	\$ 43.00	Los materiales y consumibles serán costeados por la empresa contratista posteriormente se incluirán en el costo total de los trabajos.	\$ 165.00
	Lija para Fierro, 80, 60	\$ 12.00		
	Alcohol izopropilico	\$ 21.00		
	Materiales varios	\$ 89.00		
			COSTO TOTAL DIARIO	\$ 969.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 12

Desarrollo del Costo Mensual de Reparación de Corrosión en el Ducto

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS - IMPACTO ECONÓMICO POR MANTENIMIENTO CRÍTICO			
	COSTO MENSUAL	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL
PERSONAL		Reparación en puntos de corrosión en el ducto	
	Capataz \$ 2700.00		
	Amoladores y revestidores \$ 2940.00	Se consideran los costos mensuales del personal en la ejecución de las actividades de reparación de los puntos de corrosión	\$ 13.170.00
	Ayudante múltiple \$ 2400.00		
	Ayudantes de tareas general \$ 2280.00		
	Inspector QA&QC \$ 2850.00		
EQUIPOS			
	Grupo elect. 6.5 KVA \$ 1410.00	Se consideran los costos mensuales de los equipos a utilizar en la ejecución de las actividades de reparación.	\$ 9720.00
	Amoladoras de 7" \$ 1350.00		
	Amoladoras de 4" \$ 1230.00		
	Minibús 12 PAX \$ 3150.00		
	PICK UP Doble cabina 4X4 \$ 2580.00		
HERRAMIENTAS			
	Escobillas de bronce \$ 150.00	Considerar los costos mensuales de las herramientas a utilizar en las actividades de reparación.	\$ 1230.00
	Palas intrínsecas \$ 270.00		
	Picos Intrínsecos \$ 210.00		
	Espátulas \$ 150.00		
	Herramientas varias \$ 450.00		
MATERIALES			
	Solventes para limpieza de superficie tubería \$ 1290.00	Gastos de los materiales a utilizar en los trabajos de reparación mensualmente.	\$ 4950.00
	Lija para Fierro, 80, 60 \$ 360.00		
	Alcohol isopropílico \$ 630.00		
	Materiales varios \$ 2670.00		
COSTO TOTAL MENSUAL			\$ 29.070.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)



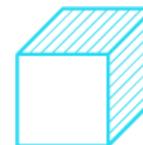


Tabla 13

Desarrollo del Costo Mensual de Reparación de Corrosión en el Ducto

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS - IMPACTO ECONÓMICO POR MANTENIMIENTO CRÍTICO			
	COSTO ANUAL	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO	COSTO TOTAL
PERSONAL		Reparación en puntos de corrosión en el ducto	
	Capataz \$ 32.400.00		
	Amoladores y revestidores \$ 81.000.00		
	Ayudante múltiple \$ 88.000.00	Consolidado de los gastos anuales, personal operativo para las actividades de reparación de los puntos de corrosión.	\$ 342.000.00
	Ayudantes de tareas general \$ 72.000.00		
	Inspector QA&QC \$ 68.000.00		
EQUIPOS			
	Grupo elect. 6.5 KVA \$ 16.920.00		
	Amoladoras de 7" \$ 16.200.00		
	Amoladoras de 4" \$ 14.760.00	Consolidado de los gastos anuales, equipos operativos para las actividades de reparación.	\$ 116.640.00
	Minibús 12 PAX \$ 37.800.00		
	PICK UP Doble cabina 4X4 \$ 30.960.00		
HERRAMIENTAS			
	Escobillas de bronce \$ 1800.00		
	Palas intrínsecas \$ 3240.00		
	Picos Intrínsecos \$ 2520.00	Consolidado de los gastos anuales, Herramientas utilizadas en las actividades de reparación.	\$ 14.760.00
	Espátulas \$ 1800.00		
	Herramientas varias \$ 5400.00		
MATERIALES			
	Solventes para limpieza de superficie tubería \$ 15.480.00		
	Lija para Fierro, 80, 60 \$ 4320.00	Consolidado de los gastos anuales, materiales y consumibles para las actividades de reparación.	\$ 59.400.00
	Alcohol isopropílico \$ 7560.00		
	Materiales varios \$ 32.040.00		
COSTO TOTAL ANUAL			\$ 532.800.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 11

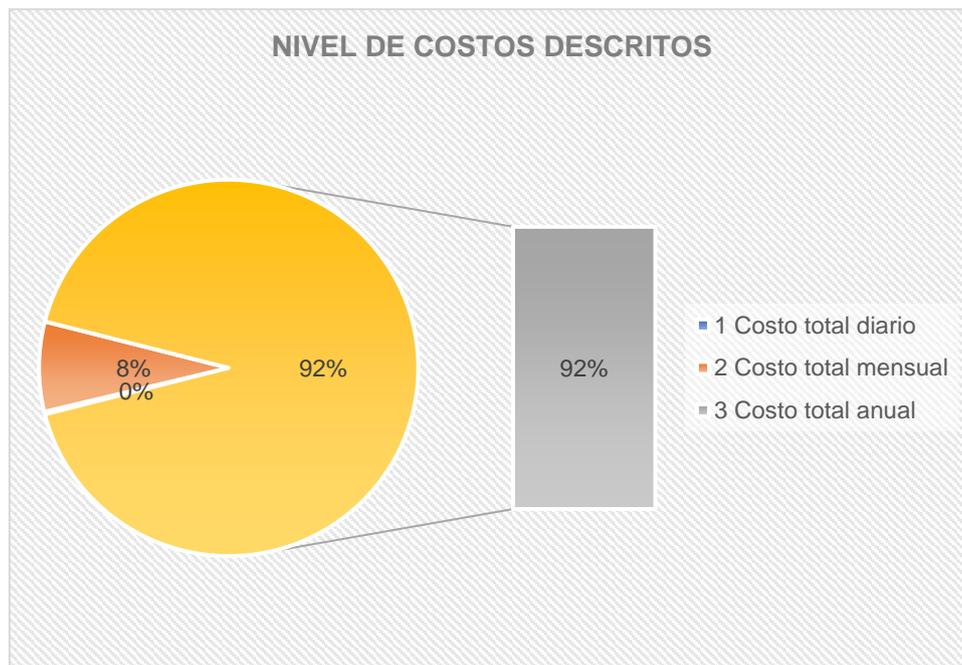
Niveles de los Costos en Reparación de Corrosión del Ducto

NIVEL DE COSTOS DESCRITOS		
Nº	DESCRIPCIÓN DEL COSTO	MONTO
1	Costo total diario	\$ 969.00
2	Costo total mensual	\$ 329.070.00
3	Costo total anual	\$ 532,800.00

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Figura 13

Visualización Gráfica del Nivel del Costo



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

3.3.3. Cálculo de proyectado de los costos

Para el desarrollo de las actividades de mantenimiento tanto de las tuberías como para efectos de corrección de la corrosión, se considerarán los costos proyectados por un periodo de 6 meses:





Tabla 12

Cálculo del Flujo de Caja y Retorno de la Inversión

**CÁLCULO DE GASTOS POR MANTENIMIENTO Y RETORNO DE LA INVERSIÓN
PROYECTADA**



Monto total por invertir:	\$	28,680.00	PERÍODO PROYECTADO DE LA INVERSIÓN A SEIS MESES					
Periodo:	0	1	2	3	4	5	6	
Inversión inicial:	-	28,680.00	8,500.00	8,500.00	8,500.00	8,500.00	8,500.00	8,500.00
Saldo actualizado al 10%:	-	28,680.00	7,391.30	6,427.22	5,588.89	4,859.90	4,226.00	3,674.78
Flujo de caja:	-	28,680.00	- 21,288.70	- 14,861.47	- 9,272.59	- 4,412.68	- 186.68	3,488.10

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 13

Desglose de Cálculos en Base al Periodo de Inversión

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
1	NIVEL DE TASA:	15.00%
2	CÁLCULO DEL VNA:	S/. 32,168.10
3	CÁLCULO DEL VAN:	\$. 3,488.10
4	CÁLCULO DEL TIR	19%
5	CÁLCULO DEL PR:	5.05
6	TASA VERSUS TIR:	4%
7	CÁLCULO DEL ROI:	12.16%

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

Se hace una inversión total de \$. 26,680.00 con un flujo de caja de \$. 22,320.00 mil dólares al mes, donde de acuerdo con el cálculo con el periodo de seis meses con una tasa del 15%, se obtiene lo siguiente:

- a. Una Tasa Interna de Retorno (TIR) que es del 19%. Es decir 4% positivo sobre la tasa del 15% que se proyecta al monto total.
- b. El Periodo de Retorno (PR), de acuerdo con el cálculo indica que antes que concluya el mes de octubre se tendría ya un nivel positivo invertido con el monto de \$. 3,488.10.
- c. El Valor Actual Neto (VAN) sería de \$. 3,488.10. Siendo un monto aceptable del proyecto.
- d. Y por último se hizo el cálculo del Retorno Sobre la Inversión (ROI), que nos daría un 12.16%. Por el cual se concluye que entre los gastos que se generarían en todo el proceso de mantenimiento por cada mes nos daría como positivo tanto en la inversión como sus resultados.





3.4 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El cronograma y el avance del proyecto se basa en 15 días aproximadamente de trabajos para la reparación, estas actividades se desarrollarán de acuerdo con el avance del personal en campo teniendo en cuenta el factor climático y los temas ambientales ya que en la mayor parte de la sierra son adversos y se tiene que cumplir en tiempo y forma según el contrato en los días establecidos.

Para el inicio de los trabajos se tendrán que considerar los procedimientos del cliente. Estos avances se harán de acuerdo con las actividades específicas que se requiere para el mantenimiento, a continuación, se adjunta el cronograma proyectado:





Tabla 14
Cronograma de Actividades del Proyecto

CALENDARIO DEL PROYECTO

Proyecto: **Mantenimiento de Válvulas y Tuberías**
 Fecha de inicio: **1/08/2022**
 Días planeados de trabajo: **15**
 Fecha de fin: **16/08/2022**

Si se completó

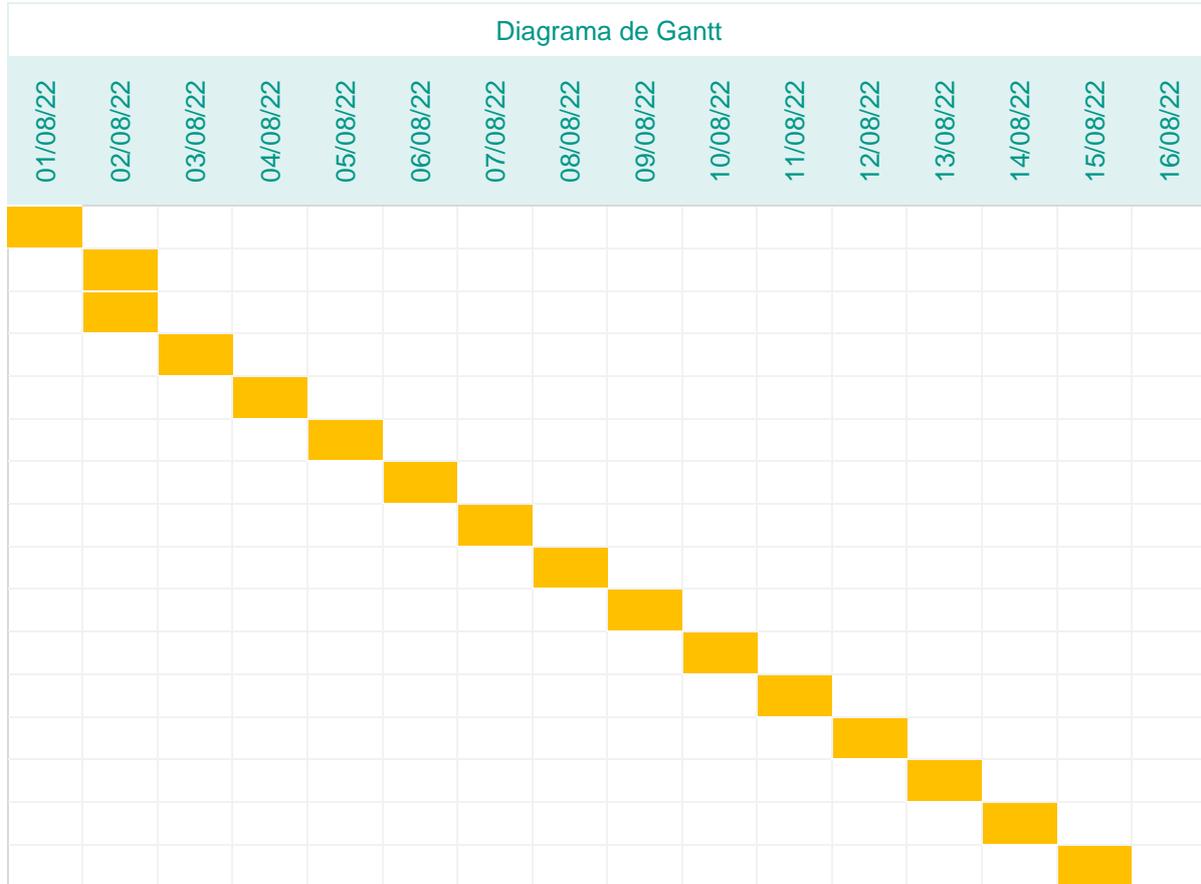
N°	Descripción de la etapa	Duración de la etapa (días)	Tarea dependiente	Tipo de Dependencia	Días de dependencia	Comienzo	Fin	Responsable	Estatus	Fecha de finalización	Días que efectivamente llevó la etapa
1	Reunión previa al inicio	1	No Aplica	No Aplica	+0	01/08/22	01/08/22	Valentín	Completado	01/08/22	1
2	Traslado de persona, equipos y herramientas	1	1	CC	+1	02/08/22	02/08/22	Víctor	Completado	02/08/22	1
3	Acondicionamiento del área de trabajo	1	1	FC	+1	02/08/22	02/08/22	Víctor	Completado	02/08/22	1
4	Instalación de equipos y herramientas	1	1	CC	+2	03/08/22	03/08/22	Valentín	Completado	03/08/22	1
5	Limpieza del ducto y/o cuerpo de válvula	1	N/A	CC	+1	04/08/22	04/08/22	Valentín	Completado	04/08/22	1
6	Paso de equipo Holiday por el cuerpo y spool	1	N/A	CC	+1	05/08/22	05/08/22	Valentín	Completado	05/08/22	1
7	Retiro del revestimiento dañado del spool	1	N/A	CC	+1	06/08/22	06/08/22	Valentín	Completado	06/08/22	1
8	Retiro del revestimiento dañado de válvula	1	N/A	CC	+1	07/08/22	07/08/22	Valentín	Completado	07/08/22	1
9	Retiro del revestimiento dañado en líneas de 1"	1	N/A	CC	+1	08/08/22	08/08/22	Valentín	Completado	08/08/22	1
10	Aplicación de pintura duraplay base 1ra capa	1	N/A	CC	+1	09/08/22	09/08/22	Valentín	Completado	09/08/22	1
11	Aplicación de pintura duraplay 2da capa	1	N/A	CC	+1	10/08/22	10/08/22	Valentín	Completado	10/08/22	1
12	Paso de equipo Holiday por el cuerpo y spool	1	N/A	CC	+1	11/08/22	11/08/22	Valentín	Completado	11/08/22	1
13	Aplicación de pintura duraplay 3ra capa	1	N/A	CC	+1	12/08/22	12/08/22	Valentín	Completado	12/08/22	1
14	Inspeccion de los trabajos por parte del cliente (entrega)	1	N/A	CC	+1	13/08/22	13/08/22	Víctor	Completado	13/08/22	1
15	Cierre y termino de los trabajos, normalización del área	1	N/A	CC	+1	14/08/22	14/08/22	Víctor	Completado	14/08/22	1
16	Retiro y traslado del personal, equipos y herramientas	1	N/A	CC	+1	15/08/22	15/08/22	Víctor	Completado	15/08/22	1

Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)





Tabla 15
Diagrama de Gantt del Proyecto



Fuente propia: (Velasquez Cauper, 2022)

3.5. CONCLUSIONES

- ✓ Para proteger los ductos y válvulas en el proyecto, y no tener pérdidas de inversión, el estudio presentado de este trabajo fundamental es necesario analizar, modificar cualquier diseño del sistema.
- ✓ Se precisa realizar la reparación del cuerpo de la válvula y la tubería enterrada, debido a que existe demasiada filtración por el tiempo de servicio, estas anomalías podrían causar daños severos a la integridad del ducto y cuerpo de la válvula.
- ✓ Se comprobó que la pintura y los materiales a utilizar en los trabajos de reparación tienen un tiempo de vida más prolongado y son más



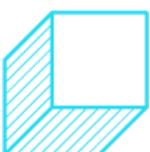


amigables con el medio ambiente, de esta manera se asegura y alarga el tiempo de vida del ducto y la válvula.

- ✓ Se opta por un tipo de granalla que se usó anteriormente en trabajos de reparación, la cual según estudios y pruebas realizadas es biodegradable además el costo de esta es mucho menor a la que se utilizaba.
- ✓ Se muestran evidencias de que la herramienta de limpieza PIG si nos brinda con exactitud los puntos de corrosión y abolladuras en el ducto, es un equipo confiable para realizar los trabajos durante el mantenimiento.
- ✓ Es muy importante cumplir con las programaciones del PIMA que nos envía el cliente, realizar el mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos instalados en tiempo y forma es una manera de predecir posibles fallas.
- ✓ La importancia de utilizar equipos confiables y mano de obra calificada aseguran que de esta manera los trabajos se cumplan sin ningún inconveniente, sin afectar el transporte de NG y principalmente sin causar incidentes y accidentes.
- ✓ La seguridad y los años de experiencia que Techint S.A.C como empresa contratista brinda mucha satisfacción hacia el cliente, de esta manera se comprueba el compromiso que la empresa mantiene en el cumplimiento de los objetivos.

3.3 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar el mantenimiento preventivo y correctivo adecuado, existen distintas herramientas para realizar el mantenimiento como se ha mencionado durante el proyecto, es necesario realizar el mantenimiento interno y externo.





- ✓ Cumplir con las especificaciones según las normas, leyes de regulación ambientales y locales garantizando un control constante para las actividades consideradas de alto riesgo, una de estas es el transporte de hidrocarburos.
- ✓ Si no se moderniza y realiza el mantenimiento, reparaciones a todos los equipos del gaseoducto, con el tiempo se obtendrá el resultado de grandes pérdidas económicas, la posible paralización del transporte y del proceso.
- ✓ Este proyecto contiene métricas muy importantes y la empresa de servicio es confiable, actualmente se viene trabajando en proyectos de construcción en el sur del país en la construcción de específicamente de la mina Quellaveco en Moquegua.
- ✓ Se recomienda realizar las inspecciones constantes a los equipos del proyecto. Monitorear y comunicar al cliente las deficiencias encontradas a su debido momento para de esta manera evitar trabajos fuera de tiempo y horarios.





CAPÍTULO IV

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borrás Brucart, E. (2000). *Gas Natural, características, distribución y aplicaciones industriales*. Barcelona: Técnicos Asociados.
- Montero Albán, R. (2019). "Gestión del mantenimiento del gaseoducto del proyecto camisea en el tramo de Pisco a Lurín, para disminuir las pérdidas económicas de la empresa Coga SAC, Lima 2019". Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/>:
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6561>
- Osinergmin. (2021). *La industria del gas natural en el Perú, mirando al Bicentenario y perspectivas recientes*. Obtenido de www.osinergmin.gob.pe:
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro-Industria-Gas-Natural-Peru-bicentenario.pdf
- Petroblogger. (2009). www.ingenieriadepetroleo.com. Obtenido de <http://www.ingenieriadepetroleo.com/gas-de-camisea-maqueta/>
- Petroperu. (2018). *Unidad de ingeniería de mantenimiento*. Talara: Petroperu.
- Techint. (2022). www.amiseaesenergia.pe. Obtenido de www.techint.com:
<https://www.techint.com/es>
- Velasquez Cauper, L. A. (2022). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP. Para obtener el título de Ingeniero Industrial. "Eficiencia del pima con la mejora del proceso en el mantenimiento de ductos de gas natural en el Consorcio Camisea – Techint 2022". Ayacucho, Perú: Electrónico&Digital.





CAPÍTULO V

GLOSARIO DE TÉRMINOS

PIMA: Se refiere al “Plan de Integral de Mantenimiento Anual”

XV 10010: Válvula con actuador hidráulico / neumático.

DUCTO PRINCIPAL: Conjunto de tuberías, equipos e instalaciones destinados a transportar hidrocarburos.

BY PASS: Dispositivo de conexión compuesto por tubos, accesorios, válvulas que permiten presurizar la cámara de perforar, obturado y continuar con el transporte del gas natural mientras se realizan los trabajos de obturado, reparación o remplazo de un tramo.

HOLIDAY DETECTOR: Dispositivo para localizar discontinuidades en un recubrimiento.

PERFIL DE ANCLAJE: Nivel de rugosidad que la superficie debe tener para que el recubrimiento que se vaya a aplicar se adhiera fácilmente a la superficie

PERSONAL CALIFICADO: Aquel personal que sabe aplicar recubrimiento con equipo y/o brocha y cuenta con la homologación vigente en el sistema de pintura solicitado.

CURADO: Proceso de obtención de las características finales del recubrimiento, la mayoría de los recubrimientos industriales y marinos el curado implica reacciones químicas, sin embargo, algunos tipos de recubrimientos pueden curar simplemente por evaporación de solventes. Hay dos clasificaciones generales de los mecanismos de curado: - No reversible – Conversible.

AMPOLLAMIENTO: Desprendimiento e hinchamiento del recubrimiento, desde el sustrato, debido a la pérdida de adherencia en zonas localizadas. Por lo general son de forma circular o domo, también pueden adoptar formas irregulares dependiendo de la causa. Pueden estar llenas con agua pura, gas, solvente, sustancias cáusticas, oxígeno, cristales o herrumbre.





DISCONTINUIDAD: Interrupción de la continuidad física de un material o sustancia. También se entiende como aquellas áreas expuestas del sustrato o de la capa anterior causadas por una mala técnica de aplicación, falta de o una pobre inspección.





CAPÍTULO VI

ANEXOS

Anexo 1

Permiso Para Realizar Trabajos en General

	FORMULARIO PERMISO DE TRABAJO SEGURO PARA INSTALACIONES EN GENERAL	0072595 SECCIÓN/GERENCIA																		
		Obra N° _____ Fecha de Emisión ____/____/____																		
1. Este permiso sólo es válido por el tiempo especificado (La duración no excederá 12 Horas). 2. De cambiar las Condiciones de Trabajo, se deberá emitir un nuevo permiso. 3. Todo los permisos debe ser emitido en este permiso deberán ser completados antes de emitir el mismo. 4. El original del permiso de trabajo debe estar en el lugar de trabajo. 5. Una vez finalizado el permiso o el trabajo deberá devolverse el Permiso a la persona que lo emitió o a la persona designada. Estos últimos lo archivarán en la carpeta de "Permisos Corridos".																				
El Receptor del permiso está autorizado para:																				
ÁREA DE TRABAJO: _____	DÍA DE COMPLETAR EN EL PRESENTE PERMISO: _____																			
RIESGOS POTENCIALES Identificados en las Actividades Previstas al Trabajo	<table border="0"> <tr> <td>Fugas alta presión <input type="checkbox"/></td> <td>Gas inflamable <input type="checkbox"/></td> <td>Voltajes no planeados <input type="checkbox"/></td> <td>Peso de materiales <input type="checkbox"/></td> <td>Peso de equipos <input type="checkbox"/></td> <td>Peso y volumen de cables <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Interrupción de suministro <input type="checkbox"/></td> <td>Interrupción de energía <input type="checkbox"/></td> <td>Aferrar cables de control <input type="checkbox"/></td> <td>Contacto eléctrico <input type="checkbox"/></td> <td>Interrupción de gases <input type="checkbox"/></td> <td>Contacto con superficies opuestas <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Aferrar partes de suministro <input type="checkbox"/></td> <td>Otros: Especificar _____ <input type="checkbox"/></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>		Fugas alta presión <input type="checkbox"/>	Gas inflamable <input type="checkbox"/>	Voltajes no planeados <input type="checkbox"/>	Peso de materiales <input type="checkbox"/>	Peso de equipos <input type="checkbox"/>	Peso y volumen de cables <input type="checkbox"/>	Interrupción de suministro <input type="checkbox"/>	Interrupción de energía <input type="checkbox"/>	Aferrar cables de control <input type="checkbox"/>	Contacto eléctrico <input type="checkbox"/>	Interrupción de gases <input type="checkbox"/>	Contacto con superficies opuestas <input type="checkbox"/>	Aferrar partes de suministro <input type="checkbox"/>	Otros: Especificar _____ <input type="checkbox"/>				
Fugas alta presión <input type="checkbox"/>	Gas inflamable <input type="checkbox"/>	Voltajes no planeados <input type="checkbox"/>	Peso de materiales <input type="checkbox"/>	Peso de equipos <input type="checkbox"/>	Peso y volumen de cables <input type="checkbox"/>															
Interrupción de suministro <input type="checkbox"/>	Interrupción de energía <input type="checkbox"/>	Aferrar cables de control <input type="checkbox"/>	Contacto eléctrico <input type="checkbox"/>	Interrupción de gases <input type="checkbox"/>	Contacto con superficies opuestas <input type="checkbox"/>															
Aferrar partes de suministro <input type="checkbox"/>	Otros: Especificar _____ <input type="checkbox"/>																			
DURACIÓN máx. 12 hrs. HORA EMISOR: ____:____	HORA DE VENCIMIENTO DEL PERMISO: ____:____																			
REQUISITOS PARA EMITIR EL PERMISO (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a cada pregunta)																				
1. ¿Se informó sobre el trabajo a la Sección de SEGURIDAD correspondiente y a Solo de Control? <input type="checkbox"/>	¿Se tuvieron en cuenta los siguientes Sistemas? Fugas alta presión <input type="checkbox"/> Fugas baja presión <input type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> Refrigeración <input type="checkbox"/> Energía eléctrica <input type="checkbox"/> Circ. Eléctricas <input type="checkbox"/> Seguridad <input type="checkbox"/> Alarmas/Perros <input type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>																			
2. ¿Se requiere una tarifa de servicio emitida por Sala de Control para realizar este trabajo? <input type="checkbox"/>	8. ¿El personal involucrado conoce todas las instrucciones para desactivar y activar los Sistemas interconectados y hacer la línea un punto seguro? <input type="checkbox"/>																			
¿Se cumplen los requerimientos? <input type="checkbox"/>	9. ¿Se inspeccionó la zona de trabajo para asegurar que los peligros potenciales identificados han sido controlados? <input type="checkbox"/>																			
3. ¿Se revisaron los planes existentes del lugar de trabajo? <input type="checkbox"/>	10. ¿Se requiere la revisión de hojas de salud y seguridad de materiales peligrosas para realizar la tarea? <input type="checkbox"/>																			
4. ¿Se requiere de un plan de abastecimiento, Maq. y material para realizar la tarea? <input type="checkbox"/>	11. ¿Se identificaron y revisaron los procedimientos de emergencia? <input type="checkbox"/>																			
5. ¿Se avisó al Coordinador de actividades? <input type="checkbox"/>	12. ¿Se adoptaron las precauciones necesarias para asegurar que no se están realizando otros trabajos que puedan ser peligrosos para las personas involucradas en esta tarea? <input type="checkbox"/>																			
6. ¿Cuál es (Así que indique cómo será la sociedad para realizar la instalación)? <input type="checkbox"/>																				
7. ¿Se verificó el cumplimiento del plan de abastecimiento, Maq. y material? <input type="checkbox"/>																				
MANEJE CON UNA X EL ELEMENTO O EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO PARA LA TAREA.																				
Casaca de Seguridad <input type="checkbox"/> Tapa de Oídos <input type="checkbox"/> Protección Facial <input type="checkbox"/> Protección Auditiva <input type="checkbox"/> Arnes <input type="checkbox"/> Cuentas de Seguridad <input type="checkbox"/> Botas de Seguridad <input type="checkbox"/> Tapa de Frente <input type="checkbox"/> Bata <input type="checkbox"/>																				
PRUEBAS ATMOSFÉRICAS (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a cada pregunta)																				
1. ¿Se requieren pruebas de las condiciones atmosféricas para detectar la presencia de gas residual? <input type="checkbox"/>	4. ¿Se requiere monitorear la presencia de otros gases? <input type="checkbox"/>																			
¿Los equipos de detección están calibrados según la frecuencia y precisión del fabricante? <input type="checkbox"/>	¿Especifique cuál? _____																			
FECHA DE ÚLTIMA CALIBRACIÓN ____/____/____	5. ¿Los análisis de condiciones atmosféricas previos al inicio del trabajo en sus mediciones menores a 10% de L.E.L.? <input type="checkbox"/>																			
2. ¿Se requiere un monitoreo continuo de las condiciones atmosféricas durante la tarea? <input type="checkbox"/>	Registre los valores máximos medidos punto al inicio del trabajo. % O ₂ _____ % L.E.L. _____																			
APROBACIONES																				
EMISOR DEL PERMISO NOMBRE Y APELLIDO _____ COORDINADOR _____ CARGO _____	RECEPTOR DEL PERMISO NOMBRE Y APELLIDO _____ CONTRA S/TA SECCIÓN/GERENCIA _____ FIRMA _____																			
FINALIZACIÓN DEL TRABAJO (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a la pregunta)																				
1. ¿Ha finalizado el trabajo y el permiso devuelto al Emisor o persona designada? <input type="checkbox"/>																				
2. En caso de que el trabajo está inconcluso ¿Qué tareas quedan pendientes? _____																				
FIRMA del EMISOR _____	FIRMA del RECEPTOR _____																			
DISTRIBUCIÓN Original: Grupo de Trabajo/Controlada. En el lugar de trabajo, devolviendo al Emisor o persona designada. Duplicado: Emisor. Al recibir en devolución el original, lo archivarán en la carpeta "Permisos Corridos".																				
COG 866 SA SE FO 0622 - Vrs 0																				

Fuente: (COGA, 2022)





Anexo 2

Permiso Para Realizar Trabajos Seguros de Excavación

	FORMULARIO PERMISO DE TRABAJO SEGURO PARA EXCAVACIÓN		062224 SECCIÓN GERENCIA
	1. Este permiso sólo es válido por el tiempo especificado (La duración no excederá 12 horas). 2. De cambiar las Condiciones de Trabajo, se deberá emitir un nuevo permiso. 3. Toda las precauciones exigidas en este permiso deberán ser acompañadas antes de emitir el mismo. 4. El original del permiso de trabajo debe estar en el lugar de trabajo. 5. Una vez finalizado el permiso o el trabajo deberá devolverse al Permiso o la persona que lo emitió o a la persona designada. Entre otras cosas se archivarán en la carpeta de "Permisos Caratula".		Obra N° _____ Fecha de Emisión ____ / ____ / ____
El Receptor del permiso está autorizado para:			
ÁREA DE TRABAJO	_____		
TAREA correspondiente en el presente Permiso	_____		
PECUARIOS POSIBLES Identifíquese en las Manifiestas Previas al Trabajo	Puntos de alta presión <input type="checkbox"/> Torres eléctricas <input type="checkbox"/> Esqueles <input type="checkbox"/> Zonas altas <input type="checkbox"/> Líneas <input type="checkbox"/> Mecanismos de elevación <input type="checkbox"/> Cables eléctricos <input type="checkbox"/> Desconectores <input type="checkbox"/> Señaladores <input type="checkbox"/> Poles verticales <input type="checkbox"/> Torres <input type="checkbox"/> Conductos eléctricos <input type="checkbox"/> Otros peligros eléctricos <input type="checkbox"/> Otros Equipos <input type="checkbox"/>		
DURACIÓN máx. 12 hs.	HORA EMISOR: _____	HORA DE VENCIMIENTO DEL PERMISO: _____	
SEGURIDAD EN EL AREA DE TRABAJO (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a cada pregunta)			
1. ¿Se revisaron los planos anteriores del lugar de trabajo?	<input type="checkbox"/>	9. ¿Se verificó en la instalación el valor de presión segura para excavación?	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se informó a la Sección de PERMISO correspondiente?	<input type="checkbox"/>	10. ¿Se colocaron y retiraron los cables, cables o pedregos enterrados?	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se cumplieron las precauciones establecidas en la carta del permiso emitido por Sala de Control?	<input type="checkbox"/>	11. ¿Se diligenció en su caso la conformidad con el permiso?	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se informó a sus proveedores del permiso?	<input type="checkbox"/>	12. ¿Se estableció el área de trabajo?	<input type="checkbox"/>
5. ¿Se informó a otros Contratistas?	<input type="checkbox"/>	13. ¿Se mantuvieron y retiraron los procedimientos de emergencia?	<input type="checkbox"/>
6. ¿Se realizó un Análisis de Trabajo Seguro (ATS)?	<input type="checkbox"/>	14. ¿Se adoptaron las precauciones necesarias para asegurar que no se emita radiación por el trabajo que pueden ser peligrosos para las personas involucradas en esta tarea?	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se inspeccionó la zona de trabajo para asegurarse que los peligros, potencialmente identificables, han sido eliminados?	<input type="checkbox"/>		
MARQUE CON UNA X EL ELEMENTO O EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO PARA LA TAREA			
Casaca de Seguridad <input type="checkbox"/> Calzado de Seguridad <input type="checkbox"/> Protección Visual (Gafas de Seguridad) <input type="checkbox"/> Protección Auditiva <input type="checkbox"/> Arnes (Cinturón de seguridad) <input type="checkbox"/> Protección Respiratoria <input type="checkbox"/> Equipo de ascenso <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Botas <input type="checkbox"/> Otro: _____			
PRUEBAS ATMOSFERICAS (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a cada pregunta)			
1. ¿Se requieren pruebas de las condiciones atmosféricas para detectar la presencia de gas?	<input type="checkbox"/>	4. ¿Se requiere monitorear la presencia de otros gases?	<input type="checkbox"/>
2. ¿Las pruebas de detección están calibradas según la frecuencia y procedimiento de fabricación?	<input type="checkbox"/>	5. ¿Se verificó de condiciones atmosféricas antes de iniciar el trabajo a 10% de LEL?	<input type="checkbox"/>
FECHA DE LA ÚLTIMA CALIBRACIÓN: _____			
3. ¿Se requiere un monitoreo continuo de las condiciones atmosféricas durante la excavación?	<input type="checkbox"/>		
APROBACIONES			
EMISOR DEL PERMISO NOMBRE Y APELLIDOS _____ CARGO/GERENCIA _____ FIRMA _____	RECEPTOR DEL PERMISO NOMBRE Y APELLIDO _____ CARGO/GERENCIA _____ FIRMA _____		
FINALIZACIÓN DEL TRABAJO (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a la pregunta)			
1. Una finalizado el trabajo y el permiso devuelto al Emisor o persona designada? <input type="checkbox"/>			
2. En caso de que el trabajo está incompleto ¿Qué tareas quedan pendientes? _____			
FIRMA del EMISOR: _____	FIRMA del RECEPTOR: _____		
DISTRIBUCIÓN	Original: (Lugar de Trabajo/Contratista). En el lugar de trabajo, devolverse al Emisor al trabajo al Emisor o persona designada. Duplicado: Emisor. Al recibir en devolución el original, lo archivarán en la carpeta "Permisos Caratula".		

COG 000 SA SE FO 0020 - Vers 0

Fuente: (COGA, 2022)





Anexo 3

Permiso de Trabajo Seguro en Espacios Confinados

	FORMULARIO PERMISO DE TRABAJO SEGURO INGRESO A ESPACIOS CONFINADOS		0041422 SECCIÓN/GERENCIA _____ Otro N° _____ Fecha de Emisión ____/____/____
	1. Este permiso sólo es válido por el tiempo especificado (La duración no excederá 12 horas). 2. De cambiarse las Condiciones de Trabajo, se deberá emitir un nuevo permiso. 3. Todo los procedimientos exigidos en este permiso deberán ser completados antes de emitir el mismo. 4. El original del permiso de trabajo debe estar en el lugar de trabajo. 5. Una vez finalizado el permiso o el trabajo deberá devolverse al Emisor a la persona que lo emitió o a la persona designada. En los últimos lo archivarán en la carpeta de "Permisos Cercados".		
El Receptor del permiso está autorizado para:			
ÁREA DE TRABAJO _____			
TAREA contemplada en el presente Permiso _____			
RECURSOS POTENCIALES Identificados en los Recursos Previos al Trabajo:			
Deficiencia de Equipo (Menor de 10%) <input type="checkbox"/> Gases y vapores inflamables (Menor de 10%) <input type="checkbox"/> Gases y vapores tóxicos <input type="checkbox"/> Peligros Mecánicos <input type="checkbox"/> Condiciones atmosféricas <input type="checkbox"/> Resquebraje <input type="checkbox"/>			
Otro Tipo/Equipos <input type="checkbox"/>			
DURACIÓN máx. 12 hs. HORA EMISIÓN: ____:____ HORA DE VENCIMIENTO DEL PERMISO: ____:____			
SEGURIDAD EN EL AREA DE TRABAJO (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a cada pregunta)			
1. ¿Se realizó un Análisis de Trabajo Seguro (ATS)?		7. ¿Está disponible el equipo de ventilación adecuado?	
2. ¿Se realizó a todos los grupos de trabajo que intervienen en la tarea?		8. ¿Están disponibles los instrumentos para monitoreo de condiciones atmosféricas?	
3. ¿Se asignaron tareas específicas a cada persona?		9. ¿Se obtienen todas las instalaciones necesarias?	
4. ¿Está disponible el equipo de rescate apropiado?		10. ¿Se requieren otros permisos?	
5. ¿Se repasa con el personal los peligros específicos y los formas de controlarlos?		11. ¿Se revisaron los procedimientos de emergencia?	
6. ¿Se probaron los equipos de comunicación?		12. ¿Están disponibles los números telefónicos para caso de emergencia?	
PERSONAS AUTORIZADAS A ENTRAR 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____		PERSONAS AUTORIZADAS A ASISTIR A QUIENES ENTRAN 1. _____ 2. _____	
MARQUE CON UNA X EL ELEMENTO O EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO PARA LA TAREA			
Casaca de Seguridad <input type="checkbox"/> Calzado de Seguridad <input type="checkbox"/> Protección Visual (Goggles o Gafas) <input type="checkbox"/> Protección Auditiva <input type="checkbox"/> Arnés / Cinturón de seguridad <input type="checkbox"/> Protección Respiratoria <input type="checkbox"/> Tapadera de cabeza <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/>			
Arrollado <input type="checkbox"/> Otros, Especificar: _____			
PRUEBAS ATMOSFERICAS (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a cada pregunta)			
1. ¿Se requieren pruebas de las condiciones atmosféricas para detectar la presencia de gases y la presencia atmosférica (Oxígeno)?		Oxígeno Mínimo: <input type="checkbox"/> Mayor 19.5 % Inflammables: <input type="checkbox"/> Menor 10 % LEL CO: <input type="checkbox"/> Menor 35 ppm Otro: _____ Resquebraje de Instrumentos: <input type="checkbox"/>	
2. ¿Los equipos de detección están calibrados según la frecuencia y procedimientos de fabricación?		RESULTADO DE PRUEBAS ATMOSFERICAS Hora: ____:____ Fecha: ____/____/____	
3. ¿Se requiere un monitoreo continuo de las condiciones atmosféricas durante la tarea?		NOTA: Si es necesario utilizar una lista adicional	
APROBACIONES			
EMISOR DEL PERMISO NOMBRE Y APELLIDO: _____ SOCIO/GERENCIA: _____ FIRMA: _____		RECEPTOR DEL PERMISO NOMBRE Y APELLIDO: _____ CONTRA/ISTA/SECCIÓN/GERENCIA: _____ FIRMA: _____	
FINALIZACIÓN DEL TRABAJO (CIRCULAR <input type="radio"/> la respuesta correcta a la pregunta)			
1. ¿Ha finalizado el trabajo y el permiso devuelto al Emisor o persona designada?			
2. En caso de que el trabajo sea incompleto ¿Qué tareas quedan pendientes?			
FIRMA del EMISOR _____		FIRMA del RECEPTOR _____	
DISTRIBUCIÓN Original: Grupo de Trabajo/Centralista. En el lugar de trabajo, devuelto al finalizar el trabajo al Emisor o persona designada. Duplicado: Emisor. Al recibir se devuelve el original, lo archivará en la carpeta "Permisos Cercados".			

COG 666-SA SE FO 6617 - V0 9

Fuente: (COGA, 2022)





Anexo 4
Análisis Seguro del Trabajo

COGA				Análisis de Trabajo Seguro	
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Agrandar 1/16" los agujeros de 1" de la base del poste del paramayo				Ubicación: Almacén Carmen Alto.	
Generador del ATS	Nombre: Meliza Quenaya	Puesto: Supervisor	Fecha:	Firma: M02	Número de FTW:
Revisor/Ejecutor de ATS en campo	Nombre: Willy Rosas	Puesto: Instrumentista	Fecha:	Firma:	N/A
Paso No. Secuencia	* Secuencia de pasos básicos de trabajo	** Peligros/Riesgos en la Seguridad y Medio Ambiente	*** Procedimientos o Acciones Correctivas Recomendadas	**** Actividades a realizar (Check)	
1	Inspección del área de trabajo y coordinación de actividades en general	1.1 Presencia de insectos, arácnidos. 1.2 Presencia de obstáculos, caídas a nivel. 1.3 Falta en la coordinación. 1.4 Desconocimiento en tareas. 1.5 Radiación solar, exposición al sol.	1.1 Inspección y limpieza previo contacto de superficies. 1.2 Tránsito por zonas seguras y señalizadas. 1.3 Reunión previa a la actividad. 1.4 Cumplimiento del instructivo actualizado. 1.5 Uso de bloqueador y capucha cortaviento ignífuga.		
2	Contagio de (COVID-19 / todas las actividades).	2.1 Exposición al virus SARS CoV2. 2.2 Coordinación de trabajo, exposición al hablar. 2.3 Contacto con superficies. 2.4 Aglomeración del personal de trabajo 2.5 Contraer y/o contagio del virus. 2.6 Infección respiratorio.	2.1 Pasar obligatoriamente el control de tamizaje realizado por personal de salud. 2.2 Uso constante de mascarilla reutilizables, lentes, careta facial. 2.3 Lavado de manos y uso de guantes. 2.4 Mantener la distancia de 2 metros. 2.5 Evitar contacto con las comunidades. 2.6 Practicar la higiene respiratoria al toser o estornudar.		
3	Desinfección tablet , instrumento y herramientas de trabajo.	3.1 Manipulación y/o intercambio de Tablet , instrumentos, herramientas con virus. 3.2 Contacto con superficies. 3.3 Contraer y/o contagio del virus. 3.4 Contacto con productos químicos	3.1 Desinfección de tablet , instrumentos, herramientas antes y después de las actividades. 3.2 Lavado de manos con agua y jabón. 3.3 Mantener el distanciamiento. 3.4 Uso adecuado de los productos, y contar con la hojas MSDS.		
4	Uso de tablet y toma de fotografías de actividades (Todas las actividades).	4.1 Uso de cámaras fotográficas. 4.2 Presencia de insectos y otros animales. 4.3 Exposición al sol 4.4 Arreglo de incendio. 4.5 Uso de tablet para registrar mantenimiento. 4.6 Caídas a nivel, desnivel, tropiezos, golpes. 4.7 Descargas atmosféricas.	4.1 Cuidado de equipos, no exponer a línea de fuego o posibles caídas. 4.2 Uso de repelente, evitara alterar el hábita de los animales de la zona. 4.3 Uso de bloqueador y capucha cortaviento ignífuga. 4.4 Uso de extintores 4.5 Uso adecuado del equipo. 4.6 Uso de EPPs: bota de caña alta, casco, guantes, manguitos. 4.6 Tránsito por zonas libres de obstáculos. 4.7 Suspensión de tareas.		
5	Traslado de herramientas y materiales.	5.1 Presencia de obstáculos. 5.2 Equipos pesados, chancos. 5.3 Exposición al sol. 5.4 Tropiezos, caídas a nivel. 5.5 Sobreesfuerzo, posturas inadecuadas. 5.6 Presencia de insectos y otros animales.	5.1 Traslado con precaución por zonas seguras. 5.2 Uso de guantes de badana. 5.3 Uso de bloqueador y capucha cortaviento ignífuga. 5.4 Tránsito por zonas seguras y mantener el área ordenada. 5.5 No exceder levantamiento de cargas (25 Kg). 5.6 Uso de repelente, evitara alterar el hábita de los animales de la zona.		

Fuente: (COGA, 2022)





Anexo 5

Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales

IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDAD			 <small>Compañía Operadora de LNG del Perú</small>
Name Unit	: Todas las Areas	Elaborated by	: Edgar Galarza/Jorge Dominguez
Name Procedure	: PLM-000-PRO-0013S Mantto. de TEGs y GPRS	Position	: Surface Facilities Inspector
Name Task	: Mantenimiento de Termogeneradores y GPRS	Operator	: N/A
Date	: 13/08/2013		
Tareas	Aspecto	Impacto	Mecanismo de Control
Revisar y contar en campo con los permisos de trabajo respectivo	Generación de residuos no peligrosos	Contaminación del suelo, del aire, del agua.	Los residuos que se generen deben de ser dispuestos en zonas autorizadas. Requerimientos ESHS para Contratistas(HSE-000-PRO-0001S) Pipeline Waste & Effluent Management Procedure (ENV-000-PRO-0006)
Desplazamiento vehicular	Generación de Emisiones	Contaminación del aire	Control de emisión de gases del vehículo y mantener el control vehículo acorde a su plan de mantenimiento. Cumplir con el procedimiento "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S)
	Generación de Polvo	Contaminación del aire y suelo	Control de velocidades del vehículo. Cumplir con el procedimiento "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S)
	Generación de Ruidos	Contaminación acústica y perturbación de la fauna.	Los vehículos deben tener un mantenimiento mecánico con la frecuencia establecida por el fabricante. Requerimientos ESHS para Contratistas(HSE-000-PRO-0001S)
	Disturbación del suelo	Compactación del suelo	Transitar solo por zonas autorizadas por área de medio ambiente. Requerimientos ESHS para Contratistas(HSE-000-PRO-0001S)
	Generación de Residuos no peligrosos	Contaminación del aire y suelo	Control de velocidades del vehículo. Cumplir con el procedimiento "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S)
	Potencial de derrame de hidrocarburo	Contaminación del aire y suelo y agua	Contar con Kit antiderrames, uso de bandejas de contención. Mantener el control vehículo acorde a su plan de mantenimiento. Inspecciones rutinarias al vehículo. "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S)"
Detección de pérdidas de GN	Generación de residuos no peligrosos	Contaminación del suelo	Manejo adecuado de los residuos recolectados durante los trabajos. "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S) "Pipeline Waste & Effluent Management Procedure "(ENV-000-PRO-0006)
Limpieza general de TEG y GPRS	Generación de Residuos no peligrosos	Contaminación del suelo	Manejo adecuado de los residuos recolectados durante los trabajos. "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S) "Pipeline Waste & Effluent Management Procedure "(ENV-000-PRO-0006)
Inspección y mantenimientos de conexiones eléctricos	Generación de Residuos no peligrosos	Contaminación del suelo	Manejo adecuado de los residuos recolectados durante los trabajos. "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S) "Pipeline Waste & Effluent Management Procedure "(ENV-000-PRO-0006)
Despresurización de línea de suministro de gas 1" y tubings	Generación de Emisiones	Contaminación del aire	Actividad planificada y volúmenes controlados. "Air, Noise and Vibration Management Plan" (ENV-000-PLN-0009)
	Generación de ruidos	Disturbación de fauna	Actividad planificada y con volúmenes controlados. "Biodiversity Monitoring & Assessment Program" (ENV-000-PRG-1330)
Reemplazo de cartucho de filtros y de componentes internos de reguladores de presión de TEGs y GPRS.	Generación de residuos No peligrosos	Contaminación de suelo y agua	Manejo adecuado de los residuos recolectados durante los trabajos de mantenimiento "Requerimiento ESHS para Contratista" (HSE-000-PRO-0001S) "Pipeline Waste & Effluent Management Procedure "(ENV-000-PRO-0006)

Fuente: (Techint, 2022)

