



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

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PLAN DE MEJORA PARA REPARACIÓN DE TUBERÍAS DE GAS
NATURAL LICUADO EN LA EMPRESA TECHINT SAC”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR

FRANCISCO JAVIER YANCCE MARTÍNEZ BACHILLER

ASESOR

MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS

LIMA – PERÚ, 2021

DEDICATORIA

El siguiente trabajo va dedicado a mis padres Esteban Yancce y Benigna Martínez, a mi familia por el apoyo incondicional, a los amigos por sus aportes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, a mis padres por su apoyo, a la Universidad Alas Peruanas, a nuestro docente, quien guio de manera extraordinaria el proceso de enseñanza y elaboración del trabajo de suficiencia profesional.

INTRODUCCIÓN

La exploración del gas de Camisea, realizado por la empresa Shell inicia entre los años 1983 – 1985; el estudio realizado por esta empresa considera que la ciudad de Lima es un mercado reducido para este megaproyecto, a la vez la ciudad de Cuzco pide un gasoducto que económicamente no era viable, razón por la cual la empresa Shell se retira del Perú en 1988 dejando todo el estudio realizado al estado peruano; para el año de 1994 Shell retorna al Perú firmando un contrato con Perupetro y se realiza la primera fase que es la explotación de Camisea, nuevamente el estudio de factibilidad hace desistir a la empresa Shell de continuar la segunda fase que consistía en la construcción del proyecto, en el año 1988 llega a devolver el lote 88, con 8 pozos perforados, el estado peruano en el año 2000 luego de una licitación adjudicó al consorcio Camisea la explotación, transporte y distribución, la construcción del megaproyecto se realizó durante cuatro años aproximadamente, Camisea se encuentra en la selva de Cuzco, cruza los andes y llega a nuestras costas del Perú, el gas es transportado mediante tuberías.

El líquido de gas natural llega a la planta de fraccionamiento Ilo-Ilo que se encuentra en el departamento de Pisco.

El gas natural llega a Pisco y Lima donde es comercializado para generar electricidad, combustible vehicular, para uso domiciliario, comercial e industrial.

Al ser una fuente de energía para las necesidades del país, debemos garantizar el transporte por ductos, cuando la tubería que transporta el líquido de gas natural falla por diversos factores entre ellos geológicos, hurtos, se debe realizar una intervención para reparar, porque la demora ocasionaría un desabastecimiento en el mercado interno y la paralización del servicio a todos los consumidores de gas.

RESUMEN

El presente trabajo desarrollado de suficiencia profesional, está referido al rubro de hidrocarburos de Gas Natural NG y Líquido de Gas Natural NGL, para permitir una mejora en el proceso de reparación de tuberías de gas presurizados, sin necesidad de poner fuera de servicio las líneas de gas, se aislará una sección del sistema sin la necesidad de utilizar válvulas principales, el sistema se mantendrá en servicio gracias a un bypass que es instalado previamente durante el proceso de reparación, mediante la utilización de equipos, accesorios para perforación, corte en caliente y otros equipos de obturación que realiza el sellado temporal de la línea principal, actualmente para el sellado de la línea principal de gas se realiza 6 perforaciones, la propuesta de mejora es disminuir las perforaciones, mejorando el tiempo y evitando el riesgo al personal, para realizar esta mejora se debe realizar un cambio del equipo obturador (cabezal de sellado), que garantice el sellado del ducto con el fin de reparar un tramo de tubería dañado.

ABSTRACT

The present work developed of professional sufficiency, is referred to the category of Hydrocarbons of Natural Gas and Natural Gas Liquid NGL, to allow an improvement in the repair process of pressurized gas pipes, without the need to take the gas lines out of service , a section of the system will be isolated without the need to use main valves, the system will remain in service thanks to a bypass that is previously installed during the repair process, through the use of equipment, accessories for drilling and hot cutting and others obturation equipment that performs the temporary sealing of the main line, currently 6 holes are made to seal the main gas line, the improvement proposal is to reduce the perforations, improving the quality system, for this a change of shutter equipment, which will be selected according to pipe diameter, operating pressure, pipe thickness, flow transported, in order to repair a damaged pipe section.

INDICE

1	CAPÍTULO I:	11
	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	11
	1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	11
	1.2 PERFIL DE LA EMPRESA	13
	1.3 ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	14
	1.3.1 Misión	14
	1.3.2 Visión	14
	1.3.3 Objetivo	15
	1.4 ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	15
	2.3.2 Organigrama de la empresa Techint	16
	1.5 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA	17
2	CAPÍTULO II:	18
	REALIDAD PROBLEMÁTICA.	18
	2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	18
	2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA	20
	2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO	21
	2.3.1 Objetivo General:	21
	2.3.2 Objetivos específicos:	21
3	CAPÍTULO III:	22
	DESARROLLO DEL PROYECTO	22
	3.1 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO	22
	3.1.1 Proceso de reparación en tubería de transporte de gas	22

3.1.2	Descripción de la mejora.	29
3.1.3	Procedimiento para uso de equipo obturador.	32
3.2	CONCLUSIONES	45
3.3	RECOMENDACIONES.....	45
4	CAPÍTULO IV:.....	46
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
	BIBLIOGRAFÍA	46
5	CAPÍTULO V:.....	47
	GLOSARIO Y TÉRMINOS	47
6	CAPÍTULO VI:.....	49
	ANEXOS.	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad de equipos para obturado.....	28
Tabla 2 Materiales Instalados en la Tubería	29
Tabla 3 Menor Cantidad de Equipos Para Obturado.....	31
Tabla 4 Menor Cantidad de Materiales Instalados.....	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Transporte de Gas Camisea.....	12
Figura 2	Estructura Organizacional Techint Perú.....	16
Figura 3	Elemento Sellante	19
Figura 4	Split Tee Instalado en Tubería de Gas.....	22
Figura 5	Tintes Penetrantes.....	23
Figura 6	Perforación del ducto.....	24
Figura 7	Obturado.....	24
Figura 8	Obturado y Retiro de Tubería Dañada.....	27
Figura 9	Plano de Perforación	27
Figura 10	Cabeza Obturadora simple.....	28
Figura 11	Cabeza Obturadora Doble.....	29
Figura 12	Cabeza Obturadora Instalada.....	30
Figura 13	Cabeza Obturadora Simple.....	32
Figura 14	Cabeza Obturadora Doble.....	33
Figura 15	Split Tee.....	33
Figura 16	Tapón de Complemento.....	34
Figura 17	Válvula Sándwich.....	35
Figura 18	Housing o Adaptador.....	35
Figura 19	Equipo Obturador.....	36
Figura 20	Cabeza Obturadora	37
Figura 21	Elemento Sellante	38
Figura 22	Montaje Típico de Máquina Obturadora.....	41
Figura 23	Targeta Para Cálculo de Medidas.....	43

1 CAPÍTULO I:

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

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 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.

La 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.

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.

En el Perú Techint ingresa en el año 1976 construyendo el oleoducto del norte, conocido como oleoducto Norperuano, construyó un ducto de 32" de diámetro con una longitud de 391 km y 2 estaciones de bombeo para el transporte

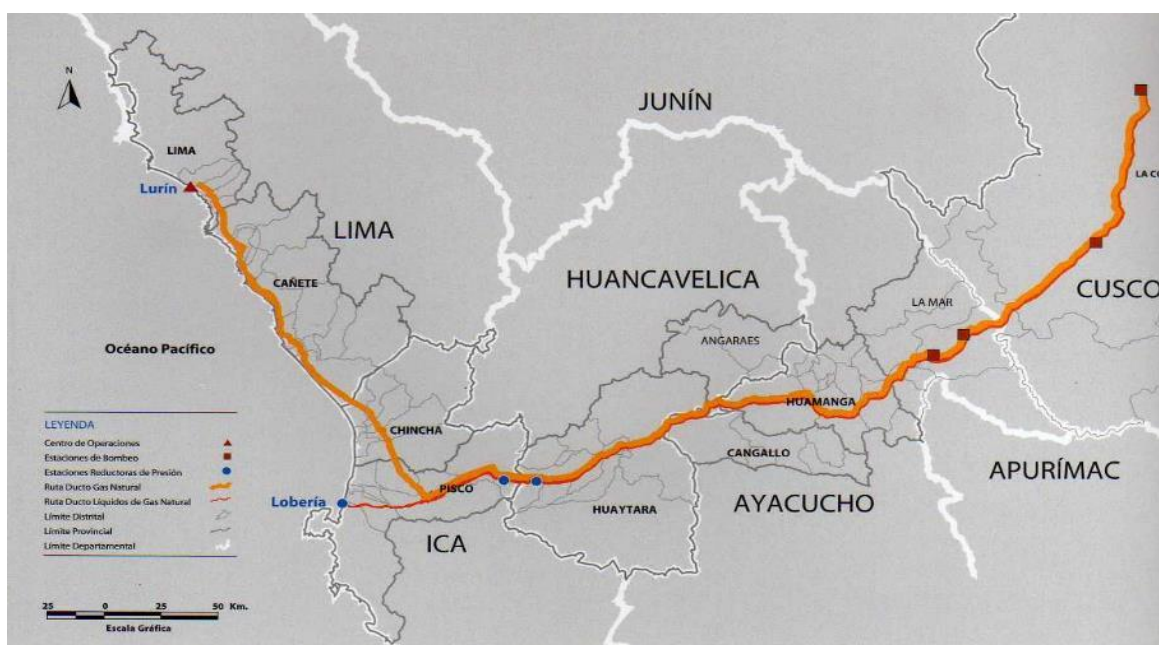
del petróleo desde la selva nororiental hasta la costa norte, terminado este tramo se retira del Perú.

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

El ducto NG tiene una longitud de 730 km, y el ducto NGL tiene una longitud de 558 km.

Figura 1

Mapa de Transporte de Gas Camisea



Fuente: (Petroblogger.com, 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.

Un nuevo desafío Techint construye en el año 2009 una planta compresora en Chiquintirca- Ayacucho, luego 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 consolidó 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 transporte de gas de Camisea y uno de los puntos más delicados es la reparación de los ductos en pleno proceso de transporte.

1.2 PERFIL DE LA EMPRESA

Techint es una compañía que brinda servicios en los 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 pre comisionado 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)

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 bypass 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)

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

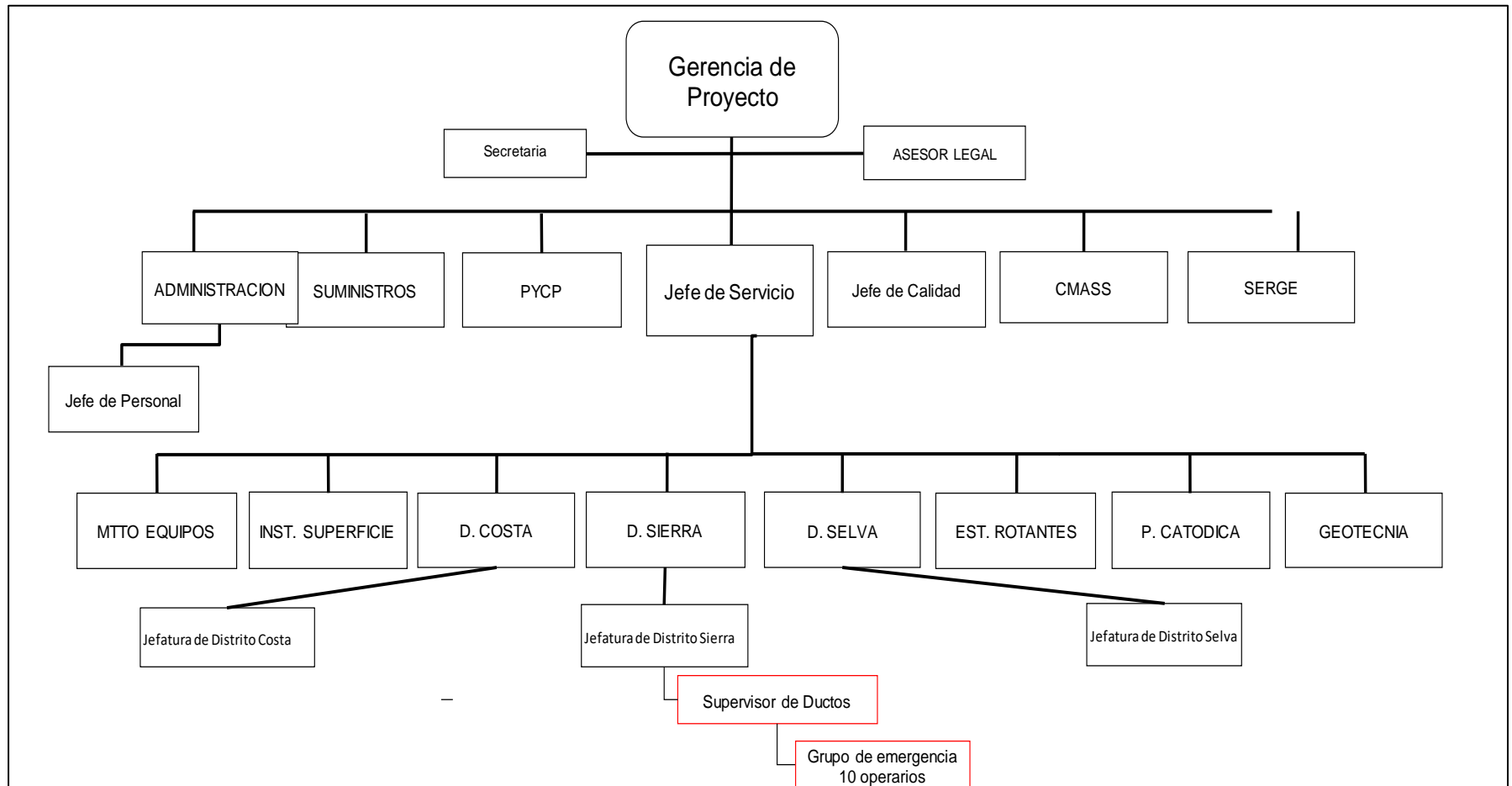
Alcanzar un mayor posicionamiento en el sector minero, convertirnos en los socios estratégicos de nuestros clientes y desarrollo de los recursos humanos para el crecimiento de la empresa.

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.

2.3.2 Organigrama de la empresa Techint

Figura 2
Estructura Organizacional Techint Perú



Fuente: (Yancce, 2020)

1.5 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

La empresa 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 (Supervisión, Control y adquisición de datos) 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.

2 CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA.

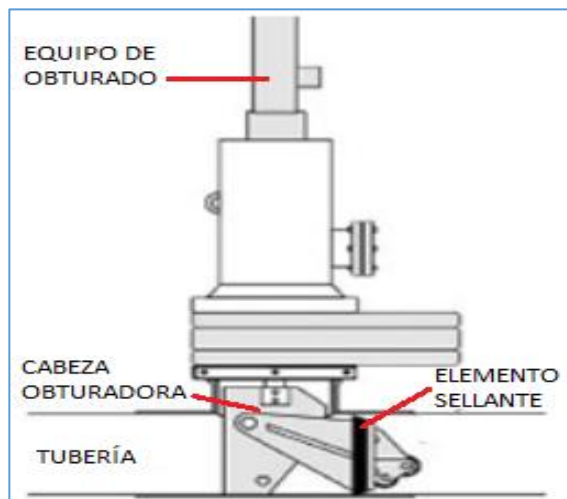
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El proyecto de hidrocarburos en el Perú se inicia con mayor fuerza desde la construcción de Camisea, logrando un cambio en la matriz energética, en la industria, en transporte y el hogar, el estado peruano para la supervisión y cumplimiento, decretó el Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, Decreto Supremo N° 081-2007-EM.

Durante los 15 años que es transportando el gas se ha evidenciado 13 fallas en el ducto, los informes se encuentran en la página web de osinergmin https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/gas_natural/reporte-emergencias/fallas-en-gas-natural# para realizar las reparaciones se toma acciones inmediatas y se comunica la emergencia a los entes gubernamentales como DGH Y Osinergmin.

La empresa cuenta con equipos de perforación y obturado que tienen una antigüedad de 15 años a mas, la confiabilidad de los equipos por los años de servicio ha disminuido, razón por la cual existe la probabilidad que pueda ocurrir fuga de gas al momento de realizar el obturado o sellado, el equipo de obturado de 14” cuenta con un accesorio llamado cabeza obturadora y elemento sellante, que se desplaza a la parte interna del ducto, para sellar el flujo de gas natural licuado, zona probable de fuga de gas.

Figura 3
Elemento Sellante



Fuente: (Yancce, 2020)

La norma API RP 2201-Practica segura de perforación de ductos en servicio en la industria del petróleo y petroquímica, recomienda aspectos de seguridad durante el proceso de perforación.

Para garantizar el sellado del ducto durante la reparación se realiza una serie de perforaciones, llegando a realizar cuatro perforaciones e instalar cuatro obturadores esto sin considerar las dos perforaciones para el bypass, haciendo un total de seis perforaciones, el cual incrementa mayor tiempo de trabajo, factores de alto riesgo y utilizar más equipos y accesorios.

La propuesta se basará en la reparación de los ductos con nuevo accesorio de obturado para optimizar el tiempo, reducir las perforaciones y reducir el uso de equipos; es importante mencionar que las tuberías que transportan el gas cumplen una serie de requisitos.

Según API (Instituto Americano del Petróleo) los tubos recomendados para el transporte de hidrocarburos es de especificación API 5L y para el transporte en camisea está instalado con API 5L X70, quiere decir grado 70, que tiene un límite elástico de 70.000 psi y una carga de rotura de 82.000 psi.

La tubería empleada tiene una resistencia de material de acuerdo al API, pero aun así los factores ambientales, como el deslizamiento de terreno a ocasionado fisuras y roturas del ducto, causando la fuga de gas.

En un artículo del diario Gestión publicado en el año 2018 nos dice lo siguiente: Las lluvias ocasionaron un derrumbe intempestivo del terreno que habría generado una fisura en el ducto de líquidos de gas natural, ubicado a la altura del KP 8+900 del sistema de transporte por ductos, en la denominada quebrada Kemariato. (Gestión, 2018)

El producto transportado por una de las tuberías es NGL, es el gas natural, pero en estado líquido, es enfriado hasta un punto que se condensa a líquido aproximadamente a $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$, este proceso de licuefacción reduce 600 veces su volumen, por sus características extremadamente inflamable, puede producir quemaduras por congelamiento, causar irritación ocular, dermatitis; contiene benceno puede causar cáncer, puede originar irritación del tracto respiratorio, la inhalación produce cefalea, mareos, somnolencia y puede llevar hasta la inconciencia.

Las propiedades físicas del Gas Natural Licuado

- ✓ Densidad: 0.47 gr/cc (3.9 lb/ gl).
- ✓ Auto ignición: 540°C (1000°F).
- ✓ Inflamabilidad: 5 a 15 % vol. en aire

(Pocomucha, 2020)

El gas natural licuado que se transporta desde Camisea llega a la planta de fraccionamiento Pisco el cual producen propano, Butano y las unidades de destilación producen nafta y diésel.

2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

El transporte de Gas Natural Licuado, por su característica de haber pasado por un proceso de licuefacción, el cual llega a una baja temperatura, requiere ¿Un plan de reparación de las tuberías que optimizaría el suministro de GNL a la empresa Techint S.A.C.?

2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO.

2.3.1 Objetivo General:

Mejorar el sistema de reparación de ductos para el transporte de Gas Natural Licuado, en el menor tiempo posible y con menos recursos.

2.3.2 Objetivos específicos:

- ✓ Análisis y diagnóstico del proceso de reparación de tuberías existente.
- ✓ Descripción de la mejora para el proceso de reparación de tuberías.
- ✓ Elaboración del procedimiento para uso del equipo obturador.

3 CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.

3.1 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

3.1.1 Proceso de reparación en tubería de transporte de gas

- ✓ Las reparaciones se realizan de acuerdo a la norma ASME B31.4 Sistemas de Transporte por Tuberías de Hidrocarburos Líquidos y Otros líquidos; este código constituye los requerimientos de ingeniería para la seguridad del diseño y construcción.
- ✓ Una vez ubicado la zona a intervenir, inicia la excavación.
- ✓ En el ducto se ubica los puntos de perforación.
- ✓ Inicia la soldadura de los Split Tee

Figura 4
Split Tee Instalado en Tubería de Gas



Fuente: (Yancee, 2020)

- ✓ La soldadura realizada está de acuerdo a la norma API 1104, aplicada a construcciones nuevas y en tuberías que están en servicio, esta norma usa procesos de soldadura manual, semiautomática, mecanizado y automático.
- ✓ La soldadura se realiza en el by pass o derivación y en los Split Tee

- ✓ Los ensayos no destructivos (END) en juntas de soldadura, hace referencia en la norma ASME B31.4 y API 1104, estos ensayos no alteran las propiedades físicas, químicas o mecánica del material. El ensayo contempla los siguientes procesos.
 - a) Inspección visual.
 - b) Tintes penetrantes
 - c) Partículas magnéticas
 - d) Prueba por ultrasonido
 - e) Prueba de placas gamma gráficas

Figura 5
Tintes Penetrantes



Fuente: (Yancce, 2020)

- ✓ La prueba hidrostática al by pass es realizada de acuerdo a la norma ASME B31.4 se realiza en tres fases porcentuales de 70%; 90% y 100%, el tiempo empleado es de cuatro horas, el área de ingeniería determina la presión de trabajo 105 Bar; se realiza la prueba hidrostática a 1.25 veces la máxima presión de operación 131.25 Bar, si las tuberías aprueban el ensayo están listas para el servicio.
- ✓ Una vez instalado todos los Split Tee se inicia con las perforaciones.

Figura 6
Perforación del ducto



Fuente: (Yancce, 2020)

- ✓ Se continua con el obturado y apertura de by pass.

Figura 7
Obturado



Fuente: (Yancce, 2020)

- ✓ Una vez desviado el gas por el by pass se realiza el cambio del ducto afectado.
- ✓ Concluido la reparación se inicia el retiro de los equipos obturadores.
- ✓ Se instala los tapones de complemento dentro de los Split Tee, estos accesorios quedan de manera permanente.

Proceso de obturación en tuberías de gas natural licuado

a. El proceso inicia desde la perforación

- ✓ Una vez que se ha iniciado la perforación, proceder sin interrupción hasta que la perforación sea completada, tomando como referencia la longitud calculada de perforación.
- ✓ A menudo es posible saber cuándo el corte ha sido completado cuando se reduce la resistencia de la manija o cuando la velocidad del motor se incrementa.
- ✓ Las instrucciones del fabricante deben ser seguidas cuando se retrae el vástago de perforar luego apagar la unidad hidráulica de potencia y cerrar la válvula sándwich.

b. Proceso de Obturación.

Las máquinas de obturación sirven como válvulas de bloqueo temporales instaladas en cualquier parte de un sistema de tuberías. Ellas son utilizadas para aislar una sección de la línea para reparaciones o adiciones sin interrupción del servicio.

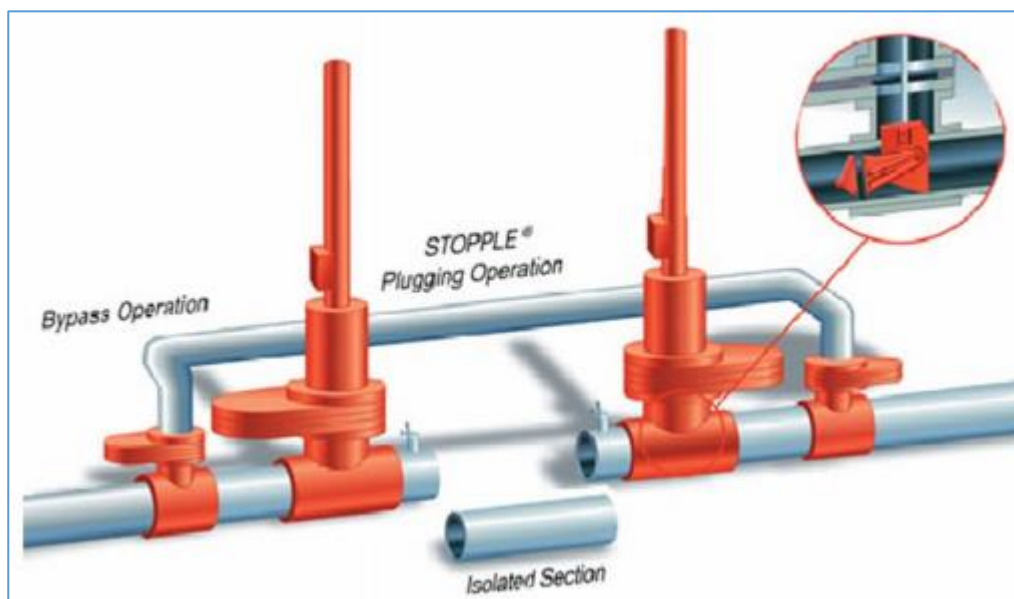
Instalar la cabeza obturadora

- ✓ Las caras de la brida de las máquinas obturadoras y de las Válvulas sándwich deben estar limpias.
- ✓ Los empaques, entre bridas, utilizados en la operación de perforación, deben ser reemplazados cada vez que se reinstale el equipo.
- ✓ Instalar las máquinas obturadoras sobre las válvulas sándwich con las salidas de 2" en los adaptadores y los suplementos de nariz de la cabeza obturadora mirando uno al otro y alineados con la tubería principal, apretar los tornillos uniformemente.
- ✓ Instalar válvulas de 2" de drenaje en ambas máquinas de obturación y dejar válvulas de drenaje abiertas. Conectar tubería de ecualización y dejar abierta la válvula de 2" en la máquina de obturación.

- ✓ Purgar el aire del adaptador de la cabeza obturadora. Para ello se debe abrir la derivación interna de la válvula sándwich. Hacer un barrido con nitrógeno y cuando el producto haya sido reemplazado por el fluido de la línea, cierre la válvula de drenaje en las máquinas obturadoras. Abrir válvula de 2" de la tubería para conseguir la ecualización.
- ✓ Las válvulas sándwich deben ser abiertas totalmente y las vueltas deben ser contadas para asegurar que efectivamente lo están
- ✓ Antes de asentar las cabezas obturadoras en la tubería, debería estar completamente familiarizado con los caudales de flujo máximos permisibles.
- ✓ Bajar primero la Cabeza Obturadora aguas abajo¹ la distancia calculada será mostrada en la barra de control a través del orificio en el cuerpo del cilindro.
- ✓ Realizar la acción de barrido de la viruta.
- ✓ Extender la cabeza obturadora tres cuartos la distancia "fijada".
- ✓ Retraer hasta la dimensión de referencia.
- ✓ Extender la cabeza obturadora hasta la distancia fijada.
- ✓ Anclar las cabezas de obturación utilizando el freno del cilindro hidráulico.
- ✓ Cerrar la válvula de 2" en el adaptador del obturador.
- ✓ Bajar la Cabeza Obturadora aguas arriba utilizando el mismo procedimiento. Una vez instaladas, verificar ambas máquinas obturadoras para asegurarse de que permanezcan bien ancladas en su lugar. Cerrar las válvulas de 2" en el adaptador.
- ✓ Luego del obturado se retira la tubería dañada para ser reemplazada.

¹ Se debe evaluar el procedimiento de bajado de las cabezas obturadoras teniendo en cuenta las condiciones de flujo. Sin embargo, siempre debe quedar posicionada la cabeza aguas abajo primero.

Figura 8
Obturado y Retiro de Tubería Dañada



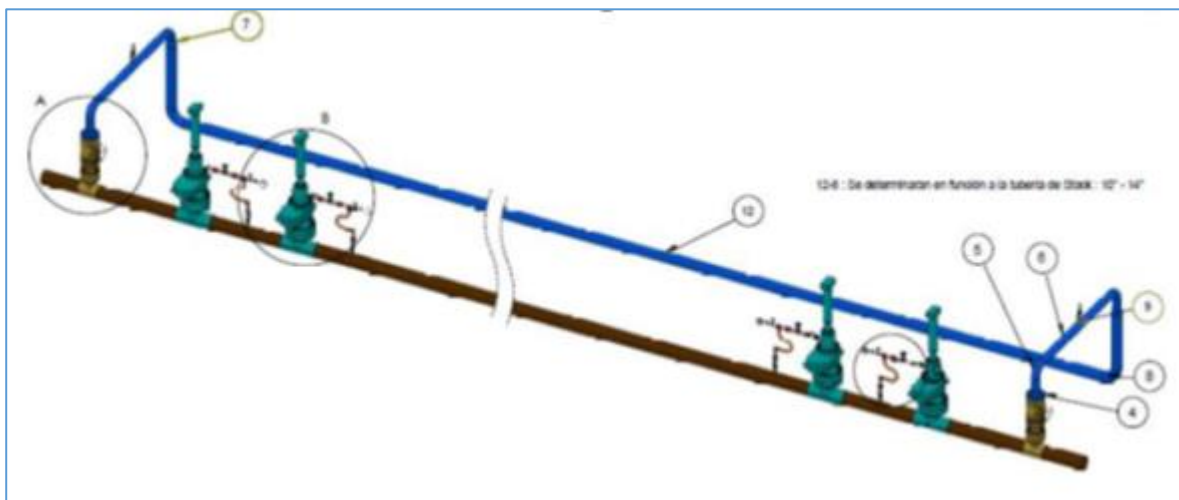
Fuente: (TDW, 2020)

Proceso de Obturación actual

Actualmente se realiza 6 perforaciones en el punto de intervención.

- ✓ 2 perforación utilizados para el bypass.
- ✓ 4 perforaciones para la obturación o sellado del ducto, como se muestra en la figura 9.

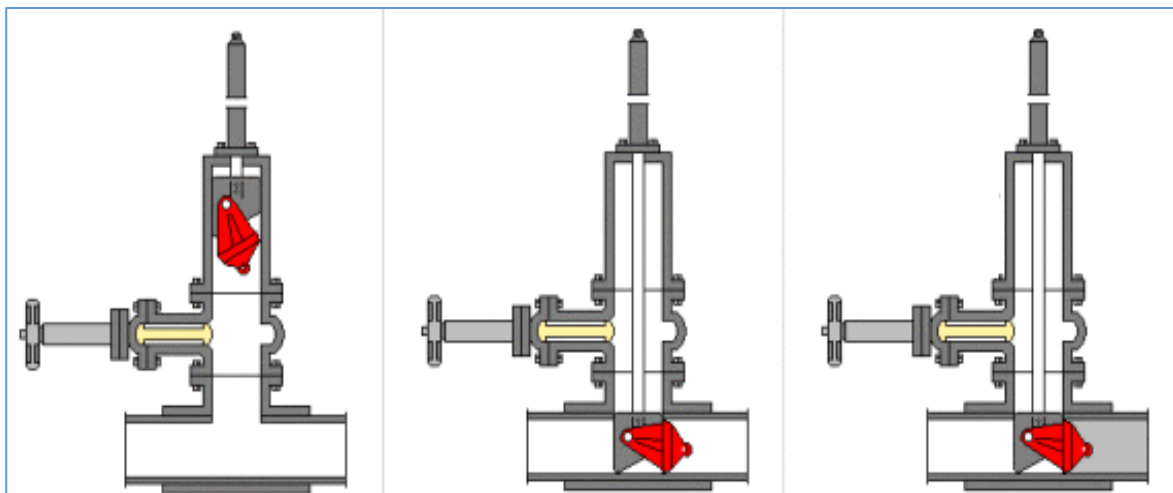
Figura 9
Plano de Perforación



Fuente: (COGA, 2020)

- ✓ Actualmente se utiliza una cabeza obturada simple, ver figura 10.

Figura 10
Cabeza Obturadora simple



Fuente: (Connelly, 2014)

- ✓ La cantidad de equipos actualmente utilizados en la obturación, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1

Cantidad de equipos para obturado

Equipos y Materiales	Unidad	Cantidad
Equipo perforador	Pza.	2
Equipo obturador	Pza.	4
Cabeza obturadora	Pza.	4
Elemento sellante	Pza.	4
Unidad de potencia (Generador)	Pza.	2
Válvula sándwich 14"	Pza.	4
Válvula esférica 10"	Pza.	2

Nota: Una vez terminado la obturación se recuperan los equipos.

Tabla 2*Materiales Instalados en la Tubería*

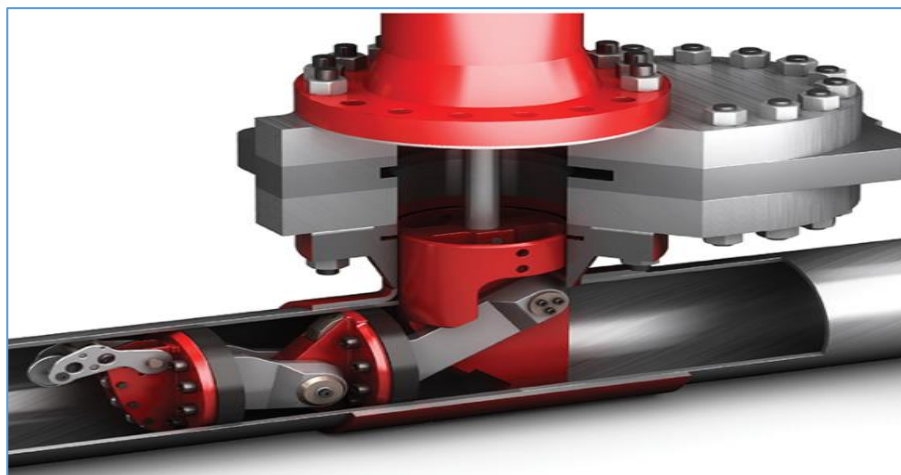
Materiales	Unida	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Split Tee 14" X 14"	PZA	4	3000	12000
Split Tee 14" X 10"	PZA	2	2500	5000
Tapón de completamiento	PZA	6	1500	9000
Brida ciega de 14"	PZA	4	1300	5200
Brida ciega de 10"	PZA	2	1100	2200

Nota: Los siguientes materiales permanecen adheridos a la tubería y por lo tanto no se recuperan.

3.1.2 Descripción de la mejora.

- a) La planificación involucra diferentes áreas del proyecto, la oportunidad de mejora propuesta corresponde a un accesorio llamado cabeza obturadora doble, como se muestra en la figura 11.

Figura 11
Cabeza Obturadora Doble



Fuente: (TDW, 2020)

- ✓ Este nuevo accesorio reduciría la cantidad de perforaciones.

- ✓ De cuatro perforaciones para obturado, se reduciría a dos.
- ✓ Optimiza el tiempo y reduce el uso de equipos.

Figura 12
Cabeza Obturadora Instalada



Fuente: (TDW, 2020)

- b) Hacer la implementación del nuevo accesorio, cabeza obturadora doble.
 - ✓ Se realizaría la adquisición del accesorio.
 - ✓ Se instalaría el accesorio en el equipo obturador.
 - ✓ Realizar pruebas de hermeticidad.
 - ✓ Registrar y documentar lo realizado.

- c) Verificar el proceso planteado.
 - ✓ El nuevo accesorio debe presentar un certificado de calidad.
 - ✓ Debe ser compatible con el equipo obturador.
 - ✓ Evidenciar la prueba realizada
 - ✓ Presurizado de la línea
 - ✓ Ecuilibrado de la línea

- d) Actuaremos de acuerdo a los resultados obtenidos.
 - ✓ Se asignaría responsables para todo el proceso.
 - ✓ Si realizaría entrenamiento si es necesario

- ✓ Implementar el nuevo método de trabajo
- ✓ Difundir la información

Las tablas que se muestran a continuación reflejan una reducción de equipos y materiales a ser utilizados, la propuesta de mejora ayudaría a este resultado.

Tabla 3

Menor Cantidad de Equipos Para Obturado

Equipos y Materiales	Unidad	Cantidad
Equipo perforador	Pza.	2
Equipo obturador	Pza.	2
Cabeza obturadora	Pza.	2
Elemento sellante	Pza.	4
Unidad de potencia (Generador)	Pza.	2
Válvula sándwich 14"	Pza.	2
Válvula esférica 10"	Pza.	2

Nota: El uso de menos equipos reduce el tiempo de trabajo.

Tabla 4

Menor Cantidad de Materiales Instalados

Materiales	Unida	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Split Tee 14" X 14"	PZA	2	3000	6000
Split Tee 14" X 10"	PZA	2	2500	5000
Tapón de completamiento	PZA	4	1500	6000
Brida ciega de 14"	PZA	2	1300	2600
Brida ciega de 10"	PZA	2	1100	2200

Nota: Se reduce los materiales no recuperables y que formarían parte de la tubería.

3.1.3 Procedimiento para uso de equipo obturador.

a) Objetivo

Establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para la obturación de líneas en servicio, del transporte de Líquidos de Gas Natural por Ductos.

b) Alcance

El presente procedimiento aplica para obturaciones en los ductos que opera o mantiene el proyecto

c) Accesorios y equipos

- ✓ Line Stopping u Obturación: Consiste en insertar una cabeza obturadora que tiene un elemento sellante dentro de la tubería, con un equipo obturador especialmente diseñado para este tipo de operaciones, después de haber realizado la perforación, sin necesidad de drenar o desocupar toda la línea para su reparación, sin parar la producción mediante un bypass o derivación.

Figura 13
Cabeza Obturadora Simple



Fuente: (TDW, 2020)

Figura 14
Cabeza Obturadora Doble



Fuente: (TDW, 2020)

- ✓ Accesorio de conexión Tee: camisa de refuerzo en dos mitades uno con la brida para montaje de la válvula sándwich, para perforación y cortes, los que deben ser soldados longitudinalmente y circunferencialmente sobre la tubería.

Figura 15
Split Tee



Fuente: (Yancce, 2020)

- ✓ Bypass o Derivación: Consiste en desviar el producto después de haber obturado la línea, estas derivaciones son temporales.

- ✓ Tapón de complemento: Accesorio utilizado para la finalización de una operación, tiene una ranura circunferencial en la cual entran los segmentos que están dentro de las bridas de obturación para sostenerlo. Este accesorio cuenta con una junta tórica u O-Ring para evitar fuga del producto por el tapón.

Figura 16
Tapón de Complemento



Fuente: (TDW, 2020)

- ✓ Válvula Sándwich o Slim: Esta válvula es especial para obturaciones y derivaciones, se recupera después de haber colocado el tapón de complemento. Esta válvula funciona con igualación de presiones para poderla abrir, su compuerta es flotante. Con la presencia de un diferencial de presión es casi imposible abrirla.

Figura 17
Válvula Sándwich



Fuente: (Yancee, 2020)

- ✓ Housing: Este adaptador va acoplado al cilindro hidráulico y dentro de este se aloja la cabeza obturadora y el elemento sellante.

Figura 18
Housing o Adaptador



Fuente: (Yancee, 2020)

- ✓ Equipo Obturador: Este equipo consiste en un cilindro hidráulico, el cual se conecta a la unidad de potencia por medio de las mangueras hidráulicas y por medio de la válvula de control la cabeza obturadora baja a través del Housing, de

la válvula *sándwich* o *slim*, de la silleta de obturación y llega al fondo de la tubería para obturar el flujo.

Figura 19
Equipo Obturador



Fuente: (TDW, 2020)

- ✓ Cabeza Obturadora: Este accesorio es el que ingresa a la tubería y hace la obturación con el elemento sellante. para conseguir su posición y bloquear el fluido.

Figura 20
Cabeza Obturadora



Fuente: (Yancce, 2020)

- ✓ Elemento sellante o de sello: Es un elastómero, se adapta a la forma del tubo y por medio de diferencial de presiones logra el sello. Existen varios elastómeros para la realización de obturaciones. Algunos ejemplos de materiales para fabricación de los elementos de sello son: Buna-N, Nitrilo, Vitón, Neopreno, EPDM, entre otros.

Figura 21
Elemento Sellante



Fuente: (Yancce, 2020)

d) Responsabilidades

✓ **Gerente de Operaciones**

Asignar los recursos necesarios para la ejecución de la actividad en concordancia con las políticas de Seguridad, Medio Ambiente.

✓ **Supervisor de Ducto:**

Supervisar la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento.

Verificar las condiciones operativas de los equipos.

Verificar las condiciones establecidas en los permisos de trabajo.

Seguir los lineamientos de este procedimiento para la ejecución de los trabajos.

Completar los formatos requeridos por el presente procedimiento.

Contar con personal calificado y competente.

Revisar y difundir procedimiento antes del inicio de la actividad

Asegurar la disponibilidad de los equipos y personal necesario.

✓ **Supervisor de Calidad:**

Supervisar permanentemente las actividades.

✓ **Coordinador de Medio Ambiente Seguridad y Salud:**

Difundir conjuntamente con los responsables de las actividades los procedimientos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente específicos.

e) Verificación de los accesorios.

- ✓ Verificar el cumplimiento con las pruebas y ensayos realizados a los accesorios de derivación, nipples y envolventes (Split tee).
- ✓ Verificar el apoyo instalado debajo del accesorio para soportar el peso del equipo y demás elementos.
- ✓ Verificar dimensiones y alineación de los accesorios.
- ✓ Limpiar internamente el accesorio y la cara de la brida Lock-O´Ring.
- ✓ Extender y retraer segmentos para comprobar que operan libremente, y contar y registrar el número de vueltas requeridas para operar los segmentos.

f) Instalar el elemento sellante.

- ✓ El diámetro externo del elemento de sello debe corresponder con el diámetro interno de la tubería más 1/16”.
- ✓ Instalar elemento de sello y suplemento de nariz y apretar uniformemente. Vea “Procedimientos de Instalación del Elemento de Sello” en el Manual del fabricante del equipo. Chequear la posición del suplemento de nariz en relación con el contrapeso de la barra de control.
- ✓ Lubricar la circunferencia entera del elemento sello.
- ✓ Retraer la cabeza obturadora dentro del adaptador, teniendo cuidado de no dañar el elemento de sello².

² Para retraer la cabeza obturadora dentro del housing se debe utilizar algún elemento (lámina metálica) que evite dar el elemento de sello con el borde interno del housing.

g) Inicio de la Obturación

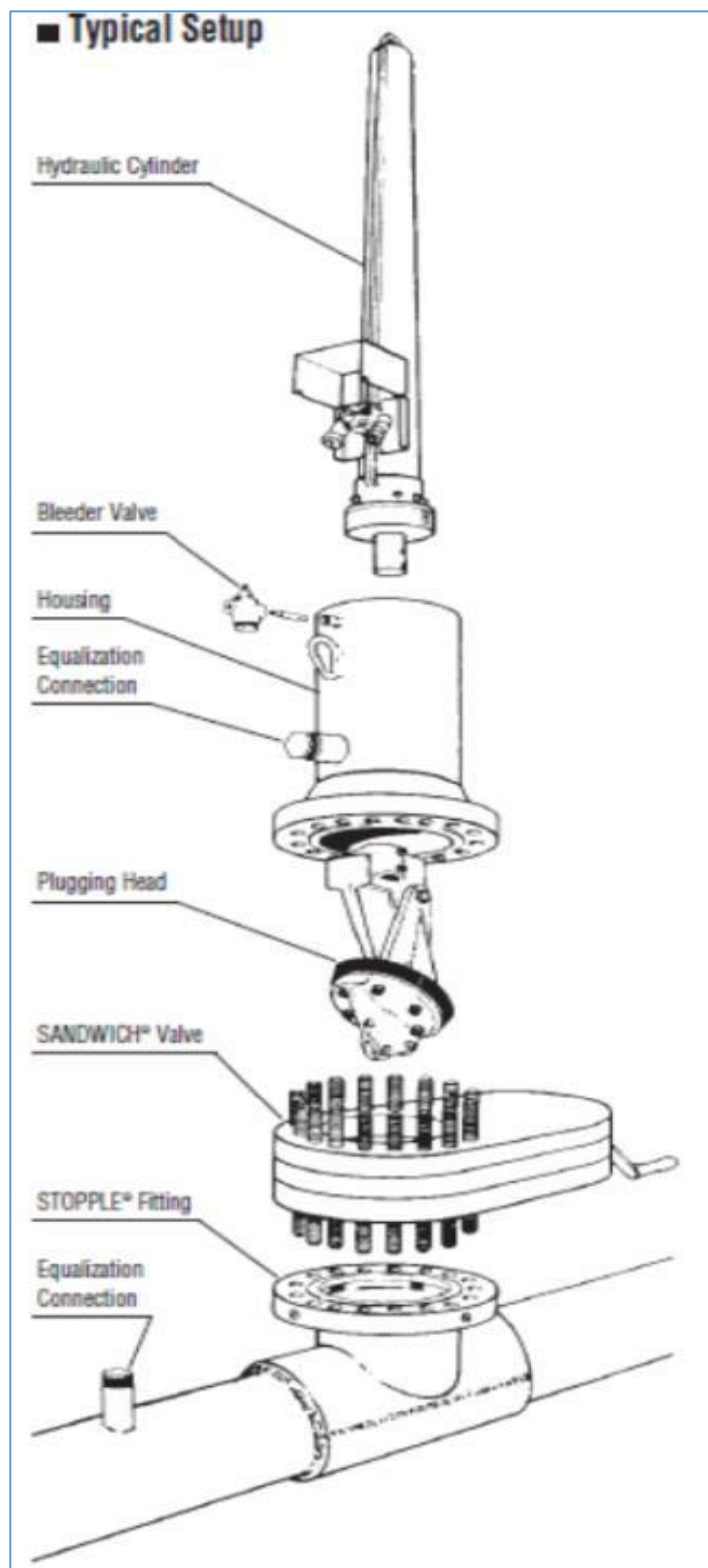
La máquina de obturación está compuesta de tres secciones principales:

- ✓ Un cilindro hidráulico o tornillo nivelador.
- ✓ Una carcasa de la cabeza de obturación
- ✓ Una cabeza de obturación

La operación de la máquina de obturación hidráulica es fácil debido a la ubicación de la válvula de control, la cual está posicionada en el extremo inferior del cilindro hidráulico. La barra de control operada hidráulicamente tiene una escala de lectura directa visible para el operador que le permite a este conocer la posición de la cabeza de obturación en todo momento.

Todos los elementos de obturación son pesados, por tanto, los trabajos deben ser con grúa para evitar posibles lesiones al personal y al equipo.

Figura 22
Montaje Típico de Máquina Obturadora



Fuente: (TDW, 2020)

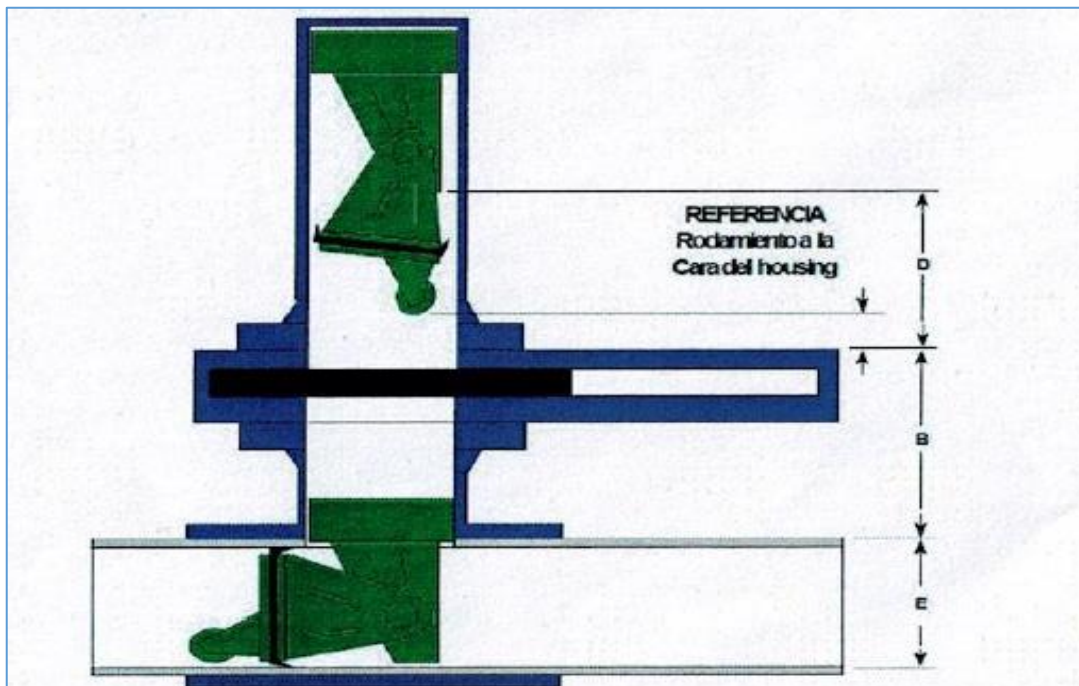
h) Calcular la distancia para instalar la cabeza obturadora en tubería

Las medidas se toman antes del montaje de los equipos,

- ✓ Medir y registrar la distancia desde la parte superior de la válvula hasta la parte superior de la tubería. (Dimensión B en la tarjeta de medición para Perforación y Obturación).
- ✓ El total de B + el diámetro interno de la tubería menos un (1) espesor de la pared (Dimensión E en la tarjeta de medición y Obturación) es la medida requerida para que el rodillo de la cabeza obturadora toque el fondo de la tubería. Esta es la dimensión de la referencia si se quiere barrido.
- ✓ Medir y registrar la distancia desde la cara de la brida del alojamiento hasta el borde de la barra de control de la Cabeza Obturadora. (Dimensión D en la tarjeta de medición para Perforación y Obturación).
- ✓ El total de B + D + el diámetro interno de la tubería más un (1) espesor de la pared (Dimensión E en la tarjeta de medición para Perforación y Obturación) será la distancia requerida para asentar completamente la cabeza obturadora en posición.

Registrar todas las mediciones en la tarjeta, figura 23.

Figura 23
Targeta Para Cálculo de Medidas



<i>Colocación de la Cabeza Obturadora</i>	<i>Fecha:</i> _____	<i>Hora:</i> _____	<i>Aprobación:</i> _____
<i>Retiro de la Cabeza Obturadora</i>	<i>Fecha:</i> _____	<i>Hora:</i> _____	<i>Aprobación:</i> _____

	<i>Aguas Arriba</i>	<i>Aguas Abajo</i>
Ref₂ Rodamiento a la cara del Housing	_____	_____
+ B Cara superior de la válvula al lomo del tubo	_____	_____
+ E Diámetro exterior Espesor de la Tubería	_____	_____
Rodamiento al centro de la tubería $Ref_2 + B + (Pipe\ O.D. \div 2)$	_____	_____
Rodamiento al fondo de la Tubería $Ref_2 + B + E$	_____	_____
D Pié de Cabeza a la cara del Housing	_____	_____
Distancia Total de Colocación $D + B + E$	_____	_____

Fuente: (Techint, 2020)

i) Retirar la máquina obturadora

- ✓ Retirar válvulas de drenaje y válvulas de 2" del adaptador del obturador.
- ✓ Retirar máquinas obturadoras de la válvula sándwich.
- ✓ Para diámetros de 14" o mayores, retirar las cabezas obturadoras del cilindro hidráulico para su traslado³.

j) Consideraciones

- ✓ Los elementos sellantes deben de almacenarse en el interior y mantenerse entre 4°C y 37°C.
- ✓ Para trabajos en ducto de NGL contar con un tanque temporal para el almacenamiento de los líquidos (GNL) y el sistema de quemado adecuado al proceso.
- ✓ Para cada actividad se deberá contar con AST elaborado.
- ✓ Planificar detalladamente los trabajos y la logística requerida.
- ✓ Uso de herramientas intrínsecas
- ✓ Solo podrá intervenir en el proceso personal calificado (operarios hot tap)
- ✓ El personal solo seguirá ordenes de la supervisión de Techint que lidera la actividad.
- ✓ Todos los elementos de izaje a utilizarse deben estar certificados.
- ✓ Para izajes con camión grúa o excavadora el personal debe estar habilitado.
- ✓ No realizar trabajos en calientes paralelos o cercanos al punto de trabajo.
- ✓ Contar con equipo contraincendios.
- ✓ Contar con un plan de contingencias para la actividad.
- ✓ Vehículos y equipos deben contar con arresta llamas
- ✓ Uso de EPP básicos, Overol ignifugo y capucha ignifuga
- ✓ Monitoreo de gases constante

³ El peso de la cabeza obturadora puede deformar la barra principal del cilindro hidráulico.

3.2 CONCLUSIONES

- ✓ El equipo que se describe como parte fundamental para el mantenimiento de las tuberías, cumpliría un rol determinante, porque permitiría agilizar con precisión, y brindaría la seguridad sobre el desarrollo de la actividad, además cumple con la seguridad y con la norma que no afecta o pone en riesgo a los operarios que lo utilizan.
- ✓ El doble obturador permitiría mejorar el sellado del fluido en las tuberías, reduciendo la cantidad de perforaciones.
- ✓ El tiempo de instalación del equipo y accesorio en la tubería disminuiría un 50% porque se utiliza un doble obturador con una sola perforación.

3.3 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda establecer que el equipo sea estandarizado en el mantenimiento de las tuberías, porque cumple las especificaciones y por los otros factores que se menciona en el punto de las conclusiones.
- ✓ Se recomienda la implementación y los cambios con accesorios innovadores y beneficiosos que permite reducir el uso de equipos y materiales.
- ✓ Se recomienda el equipo doble obturador porque reduce el traslado de equipos y accesorios al punto de reparación.

4 CAPÍTULO IV:

BIBLIOGRAFÍA

COGA. (Setiembre de 2020). *Plano de Bypass y perforación*. Ayacucho, Perú.

Connelly, M. (Enero de 2014). *SUBSEA PIPELINE*. Obtenido de

<https://farizqa037.wordpress.com/2014/01/>

Gestión, D. (6 de Febrero de 2018). TGP: Derrumbe ocasionado por lluvias intensas dañó

gasoducto de Camisea. *Gestión*. Obtenido de [https://gestion.pe/economia/empresas/tgp-](https://gestion.pe/economia/empresas/tgp-derrumbe-ocasionado-lluvias-intensas-dano-gasoducto-camisea-226662-noticia/?ref=ges)

[derrumbe-ocasionado-lluvias-intensas-dano-gasoducto-camisea-226662-noticia/?ref=ges](https://gestion.pe/economia/empresas/tgp-derrumbe-ocasionado-lluvias-intensas-dano-gasoducto-camisea-226662-noticia/?ref=ges)

Petroblogger.com. (1 de Febrero de 2009). *Blog del petróleo y gas*. Obtenido de

<http://www.ingenieriadepetroleo.com/gas-de-camisea-maqueta/>

Pocomucha, J. G. (20-9-20 de Setiembre de 2020). *OSINERMINING*. Obtenido de

[http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Operacion_Plantas_Procesam-](http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Operacion_Plantas_Procesamiento_de_Gas_Natural.pdf)

[iento_de_Gas_Natural.pdf](http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Operacion_Plantas_Procesamiento_de_Gas_Natural.pdf)

TDW. (Octubre de 2020). *T.D. Williamson*. Obtenido de

<http://www.tdwilliamson.com/resources/product-bulletins>

Techint. (Setiembre de 2020). Obtenido de <http://www.techint-ingenieria.com/es>

Techint. (Agosto de 2020). Ayacucho, Perú. Obtenido de [http://www.techint-](http://www.techint-ingenieria.com/es/segments/plantas-industriales)

[ingenieria.com/es/segments/plantas-industriales](http://www.techint-ingenieria.com/es/segments/plantas-industriales)

Yancee. (20 de Agosto de 2020). Ayacucho, Perú: Digital propia.

**5 CAPÍTULO V:
GLOSARIO Y TÉRMINOS**

Término	Significado
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OSINERMINING	Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minas
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
DGH	Dirección General de Hidrocarburos
API	Instituto americano del Petróleo
PSI	Libra por pulgada cuadrada
Licuefacción	Proceso que permite que el gas natural cambie de estado gaseoso a líquido.
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
END	Ensayos no destructivo
Ignífuga	Material que tiene resistencia al fuego y a las altas temperaturas
Intrínsecas	Equipos proyectados para zonas peligrosas. La idea es reducir la energía

	disponible a un nivel en el que es demasiado baja para provocar la ignición.
AST	Análisis de seguridad en el trabajo
Elastómeros	Los elastómeros suelen ser normalmente polímeros termoestables, pero también pueden ser termoplásticos

6 CAPÍTULO VI: ANEXOS.



INFORME SOBRE PRIMERA FALLA OCURRIDA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LÍQUIDOS DE GAS NATURAL POR DUCTOS DE CAMISEA A LA COSTA DE LA EMPRESA CONCECIONARIA TRANSPORTADORA DEL GAS DEL PERU S.A.

FECHA : 22 de diciembre de 2004

UBICACIÓN : KP 8+800
Asentamiento Rural Túpac Amaru, Provincia La Convención,
Departamento Cusco

COORDENADAS UTM : E 725 404 m
N 8681 484 m

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL INCIDENTE

El área donde se produjo el incidente se encuentra en la ladera Norte de la Quebrada Quemariato, afluente del Río Urubamba.



Imagen 01: Vista panorámica de la zona donde se detectó incidente de falla en el ducto de transporte de líquidos de gas natural.

ACCIONES REALIZADAS POR AL EMPRESA

La empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (en adelante, TGP) informó el hecho a las Autoridades Competentes y sobre la activación de su Plan de Contingencias.

- **Implementación de Controles Ambientales**

INVESTIGACIÓN DE LA FALLA

Para la evaluación de las causas de la falla, OSINERGMIN contrató los servicios de consultoría de las siguientes empresas:

- TechnoGas International Ltd. (Canadá), especialista en operación y mantenimiento de gasoductos.
- Cia. Consultora de Petróleo S.A. (Perú), especialista en geología y geotecnia.
- AH Inspectweld NTD (Perú), especialista en inspección de soldaduras.



TGP presentó a OSINERGMIN el **Reporte N° 0156-05-16079 Análisis de Falla del gasoducto de LGN de Camisea** elaborado por *Metallurgical Consultants Inc. (MIC)* para *Gulf Interstate Engineering*, empresa contratada para realizar ensayos metalográficos a las muestras de tubería fallada.

CAUSA DE LA FALLA

El informe de MIC indica que la rotura de la soldadura coincide con una reparación de soldadura y una grieta se formó a lo largo del borde de la reparación de la soldadura. Se declaró que la grieta fue causada por flexión cíclica del ducto durante el acarreo y el tendido, después de la soldadura, y continuó creciendo debido a esfuerzos del suelo hasta pque penetró en el espesor de la pared del ducto. (Report No GLP/GLM/MEMP/726-07 Rev. 1 – Germanischer Lloyd)

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Como resultado de las investigaciones realizadas se concluye que la causa probable de la rajadura del ducto fue el sobre esfuerzos de flexión originados por el hundimiento y desplazamiento del suelo.

Imagen 04: Esquema de la zona donde se detectó incidente de falla en el ducto de transporte de líquidos de gas natural.



Imagen 05: Vista panorámica del DDV.

Imagen 06: Trabajos de reparación en el área del derrame.



Imagen 07, 08 y 09: Trabajos de reparación del ducto fallado.



Imagen 02: Quebrada de Kemariato. Nótase las barreras de contención y absorbentes.



Imagen 03: Desembocadura al Río Urubamba.

ACCIONES DEL OSINERGMIN

OSINERGMIN destacó supervisores especialistas en los aspectos técnicos, de seguridad, medio ambiente y social, a la zona del incidente, para verificar las labores del Plan de Contingencias de la Empresa y los trabajos de ubicación de la falla, reparación del ducto y reparación del DDV.

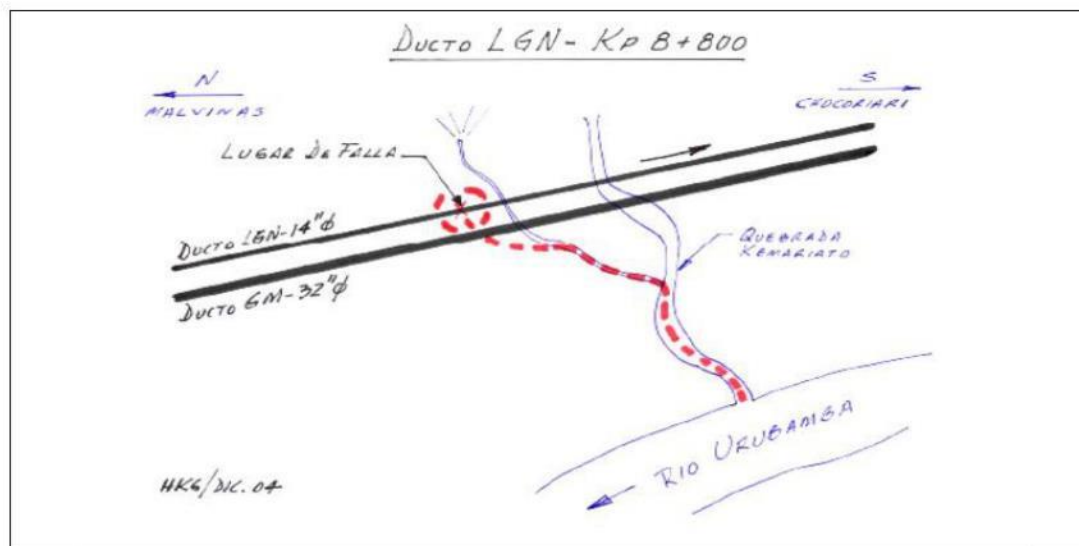
Se sancionó a la empresa Transportadora de Gas del Perú S.A. (en adelante, TGP) con:

- Multa de 302 UIT por su responsabilidad en la aplicación del Plan de Contingencias y control geotécnico de la zona.
- Multa de 113 UIT por su responsabilidad en el accidente fatal ocurrido el 01 enero del 2005, durante la reparación de la falla.

DESCRIPCION DE LA FALLA

Rotura parcial sobre la sección inferior del tubo en la junta identificada como 8/66R1, a la orilla del cordón de soldadura en la corona. (**Report No GLP/GLM/MEMP/726-07 Rev. 1 – Germanischer Lloyd**)

REPARACIÓN DE LA FALLA



INFORME SOBRE LA DÉCIMA TERCERA FALLA OCURRIDA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LÍQUIDOS DE GAS NATURAL POR DUCTOS DE CAMISEA A LA COSTA DE LA EMPRESA CONCESIONARIA TRANSPORTADORA DEL GAS DEL PERU S.A.

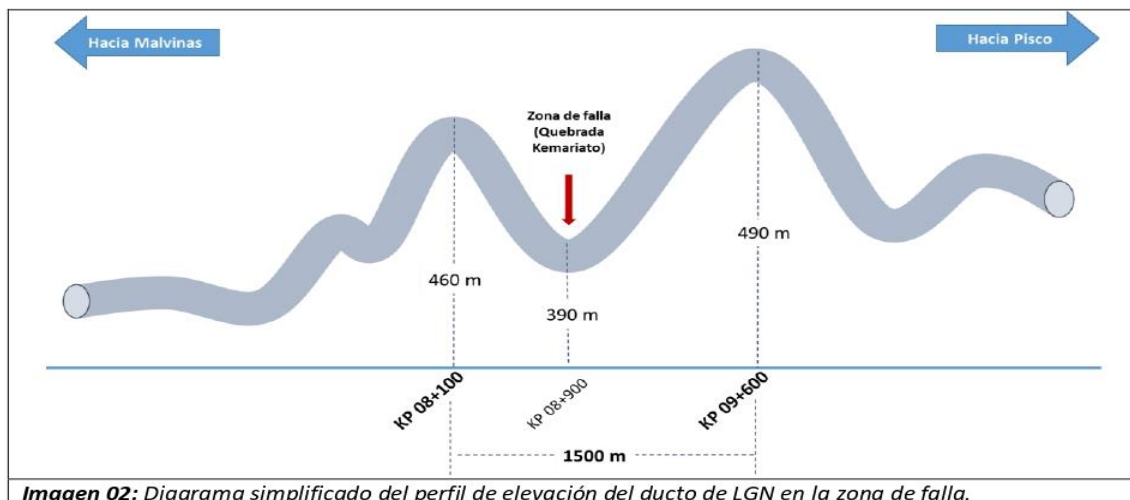
UBICACIÓN	:	KP 8+900 Quebrada Kemariato, distrito de Megantoni, provincia de La Convención, departamento de Cusco.			
COORDENADAS UTM, WGS84, 18L	:	E 725447 N 8681340	ZONA GEOGRÁFICA DE LA FALLA	:	Selva
FECHA Y HORA DEL EVENTO	:	03 de Febrero del 2018, a las 13:17 horas			
FECHA Y HORA DE LA RESTITUCIÓN DEL SERVICIO	:	15 de Febrero del 2018, a las 11:00 horas			

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL INCIDENTE

La zona del incidente, ubicada en la quebrada Kemariato, se encuentra en el lado derecho del río Urubamba. Este cruce de quebrada se localiza en el punto más bajo entre 02 elevaciones ubicadas en las progresivas KP 08+100 y KP 09+600. El área corresponde a una zona de selva baja y se caracteriza por la presencia de vegetación natural propia de la zona.



Imagen 01: Vista satelital de la ubicación de la zona donde se detectó incidente de falla en el ducto de transporte de líquidos de gas natural.



DESCRIPCION DE LA FALLA

El día 03 de febrero del 2018, a las 13:17 horas, se activó el cierre automático de la válvula XV-50001 (KP-12) por muy baja presión de línea (detectada mediante el sistema SCADA), inmediatamente después de generó el paro de la estación PS1 por activación de muy baja presión de la válvula XV-51006 (válvula de salida de la Estación PS1). Luego se procedió al cierre de emergencia en todo el ducto de LGN, cabe precisar que la presión registrada en la válvula XV-50001 antes de ocurrir el evento era de 108 barg; la cual sufrió una caída drástica, hasta alcanzar los 6 barg.

Posteriormente al cierre automático, una cuadrilla de vigilancia confirmó in-situ la ocurrencia del evento, a la altura del KP 8+900 del Sistema de Transporte por Ductos (STD) de LGN de Transportadora de Gas del Perú (en adelante, TGP), en el cruce con la quebrada Kemariato, ubicado en el distrito de Megantoni, provincia de la Convención, departamento de Cusco.



Imagen 03: KP 8+900, Vista de zona de la rotura de la tubería de LGN, con burbujeo de vapores de LGN. (07.02.2018)



Imagen 04: KP 09+070, Vista de tuberías expuestas de GN y LGN, en una longitud de 10 metros. (05.02.2018)

ACCIONES REALIZADAS POR LA EMPRESA

A partir de la detección de la caída de presión en el ducto de LGN, se realizó el cierre automático de las válvulas XV-51006 y XV-50001 (válvulas ubicadas antes y después del punto de evento, respectivamente), por lo que TGP procedió a realizar el paro del Sistema de Transporte de Líquidos de Gas Natural por Ductos de Camisea a la Costa (STD-LGN). De inmediato, TGP activó el Plan de Contingencias Operacional, conformándose el Comité de Emergencias en Lurín y Kiteni.

Posteriormente, el personal de patrullaje de TGP confirmó la ocurrencia de una fuga de LGN, a la altura del KP-8+900 del STD-LGN.

- **Acciones Inmediatas de Control y Mitigación**

TGP estableció zonas de seguridad (zona caliente, zona tibia y zona fría) las cuales fueron acordonadas y señalizadas con cintas de seguridad. Así mismo, TGP implementó señalización de seguridad en la zona y distribuyó extintores en las zonas caliente y tibia, realizó monitoreo permanentemente del nivel de concentración de vapores de LGN en los alrededores del punto de fuga.

Del mismo modo, TGP realizó los trabajos de logística necesarios, para la movilización de recursos hacia la zona del evento: trasladó de personal, equipos, materiales y otros, entre los que destaca el kit de emergencia conteniendo equipos de seguridad y salud ocupacional.



Imagen 05: KP 8+900, Vista de los trabajos de delimitación del área del evento. (03.02.2018)



Imagen 06: KP 8+900, Vista de los trabajos de señalización del área del evento. (03.02.2018)



Imagen 07: KP 8+350, Construcción de campamento provisional para el personal que trabajó en la reparación del ducto de LGN.



Imagen 08: KP 8+900, kits de emergencias de seguridad y salud ocupacional, trasladados al área del evento. (04.02.2018)

- **Implementación de Controles Ambientales**

TGP instaló puntos de control con barreras de contención a lo largo del cauce de la quebrada Kemariato, con la finalidad de contener el flujo de LGN derramado y evitar que desemboque en el río Urubamba.



ACCIONES DEL OSINERGMIN

Supervisión Online mediante sistema SCADA

Como parte de la supervisión online de Osinergmin, mediante el sistema SCADA se recibieron las alarmas referentes a una caída súbita de presión en la válvula XV-50001. Desde ese momento, el personal de Osinergmin que labora en su sede Lima, realizó labores de monitoreo en línea permanente a través del sistema SCADA, hasta la restitución del servicio de transporte de LGN. No obstante, posterior a ello, se continúa con el monitoreo a las condiciones operativas del Sistema de Transporte de LGN de TGP.

Cabe precisar que, el sistema SCADA de Osinergmin, recibe las señales en tiempo real de los parámetros operativos (presión, temperatura, flujo, estado) de los principales elementos de los sistemas de transporte por ductos de las empresas supervisadas.

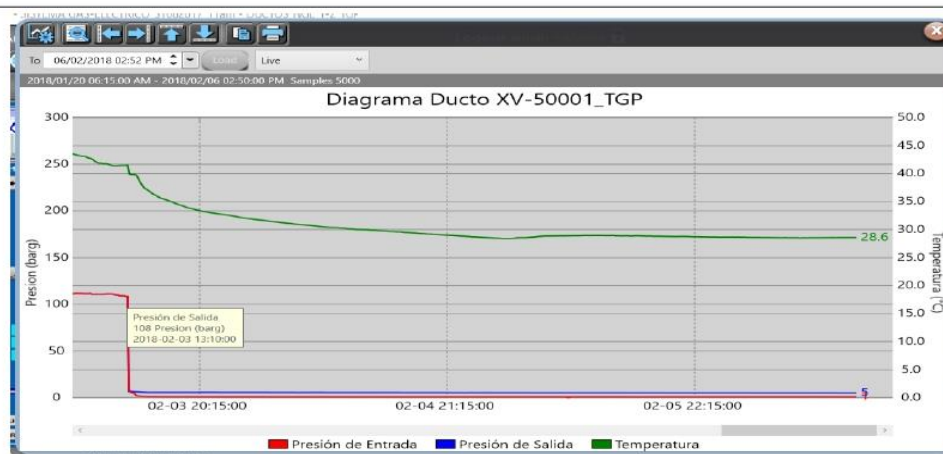


Imagen 11: Sistema SCADA de Osinergmin, se evidencia la súbita caída de presión ocurrida el día 03.02.2018 en la

válvula XV-50001 del STD-LGN de TGP.

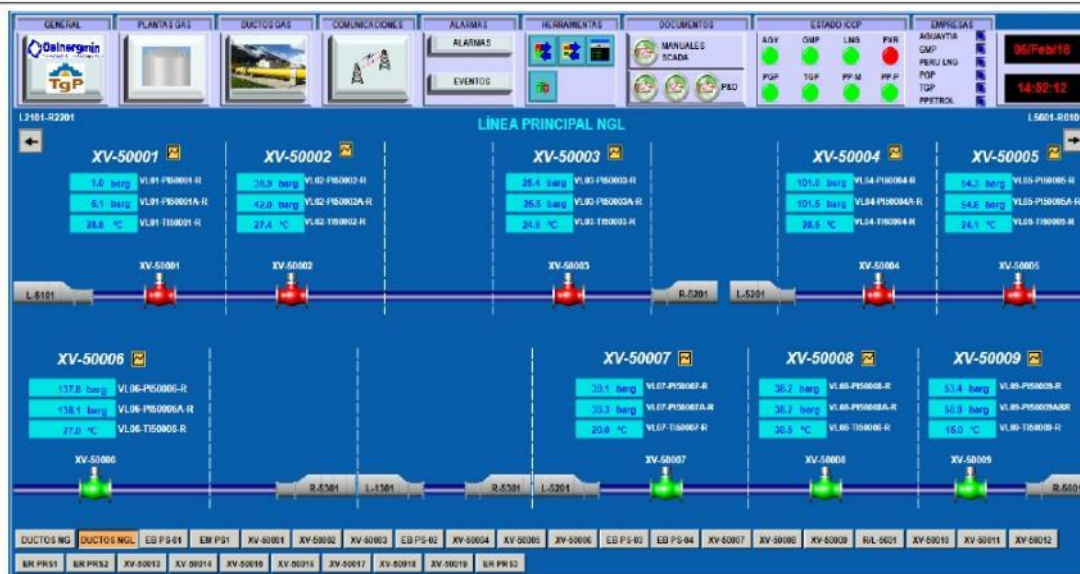


Imagen 12: Sistema SCADA de Osinerghmin, se evidencia que las válvulas del STD-LGN permanecen cerradas, hasta que se produzca la restitución del servicio de LGN.

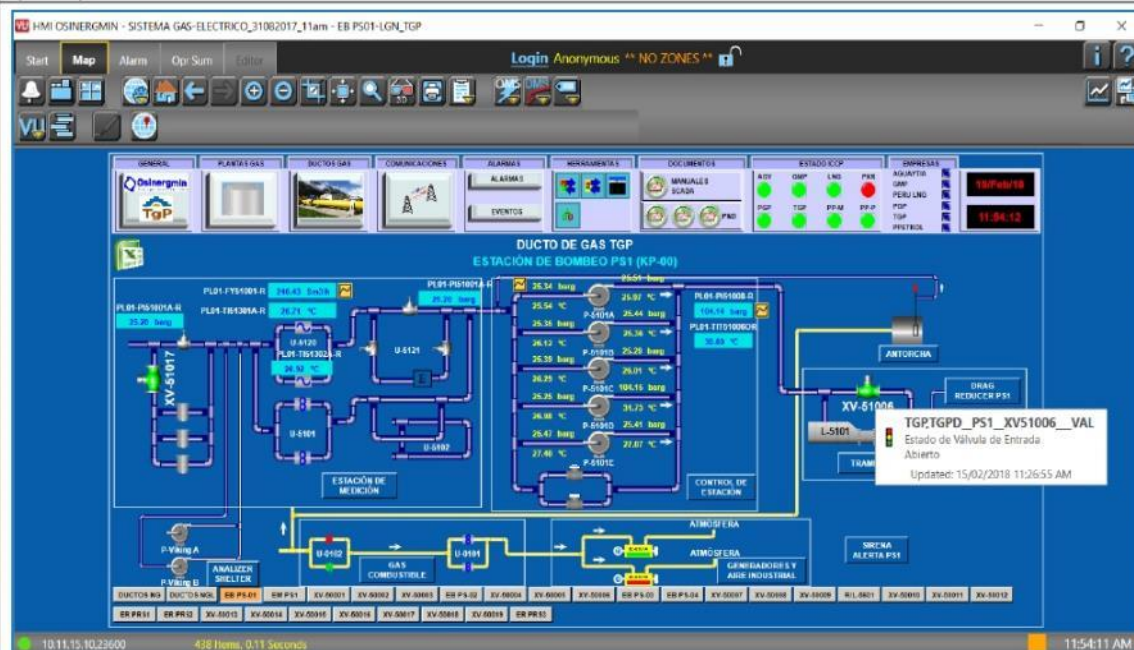


Imagen 13: Sistema SCADA de Osinerghmin, se evidencia la apertura de la válvula de entrada XV-51006 ubicada en la Estación PS1 (Planta Malvinas), ocurrida el día 15.02.2018.

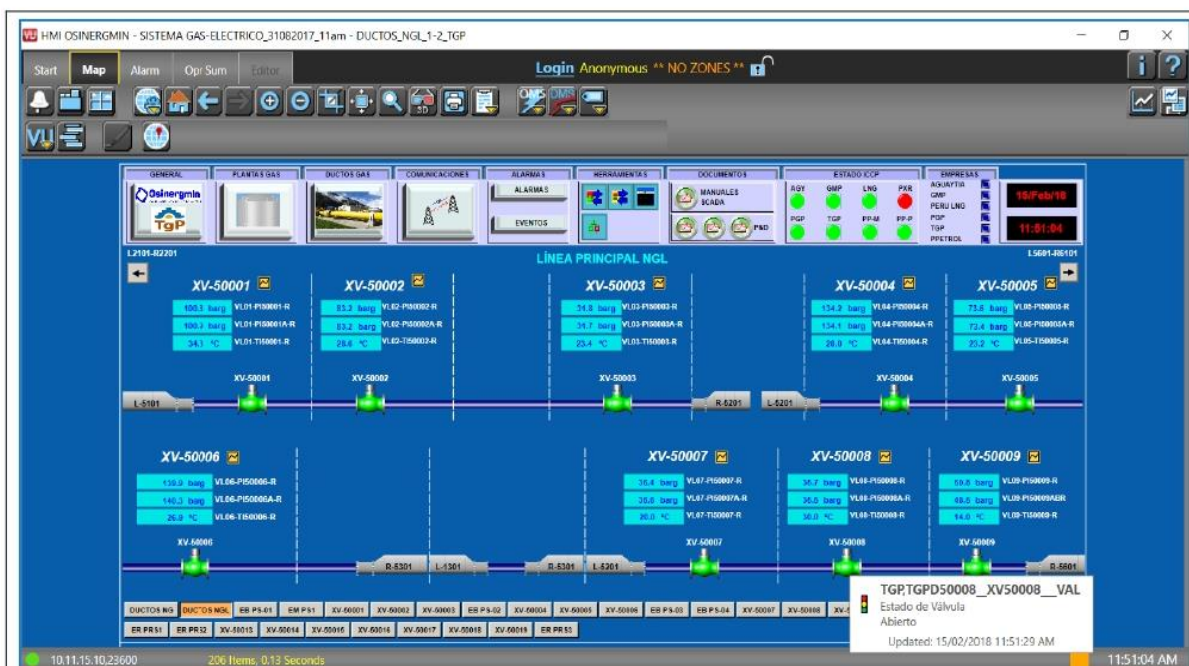


Imagen 14: Sistema SCADA de Osinerghmin, el día 15.02.2018 se evidencia la apertura de las válvulas del STD-LGN en su totalidad, con lo que se confirma la restitución del servicio de LGN.

Supervisión en campo

Osinerghmin, en el marco de sus funciones, destacó supervisores de los aspectos de geotecnia y técnico y de seguridad, para verificar las actividades relacionadas con la operatividad del Plan de Contingencias del concesionario y la reparación del ducto de transporte de LGN, hasta la restitución de servicio de transporte. No obstante, posterior a la restitución del servicio, se continúan con las visitas de supervisión, para realizar seguimiento a las actividades realizadas por TGP, en orden de asegurar la integridad de los Sistemas de Transporte en la zona del evento.





16, 17, 18, 19 y 20: Vista de la presencia permanente de Osinergmin en la zona del incidente.

Mandato legal

Notificó a TGP con Resolución N° 6-2018-OS-DSGN, un Mandato Legal, donde se le ordenó implementar lo siguiente: 1) Un estudio técnico en el que se identifiquen en la zona los puntos de riesgos por condiciones geológicas del terreno por las que discurre los STC desde el KP 0+000 al KP 210+000 y 2) Un sistema de monitoreo que siga la trayectoria de los STC.

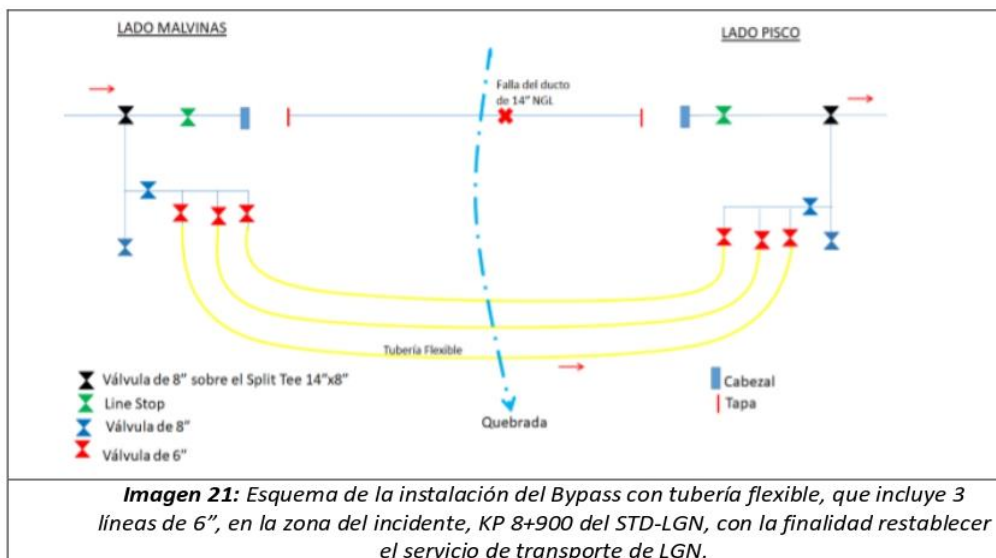


Imagen 22: Vista de las actividades de excavación de tubería de 14" en dirección a Malvinas. (10.02.2018)



Imagen 23: KP 9+170, Vista de trabajos de instalación del spool, manifold, válvulas y tuberías flexibles. (14.02.2018)



Imagen 24: Vista del tendido de las tres (03) líneas de tubería flexible de 6", a lo largo de la variante. (14.02.2018)



Imagen 25: Vista general de la derivación, lado Malvinas, del bypass instalado. (15.02.2018)

El restablecimiento del servicio del STD-LGN se dio el 15.02.2018 a las 11:00 horas.

Reparación Definitiva

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Transporte de Hidrocarburos por Ductos, TGP debe presentar al OSINERGRMIN la propuesta técnica de reparación definitiva del Ducto y su respectivo cronograma de ejecución.

Al respecto, corresponde indicar que, Osinergrmin aprobó¹ la prórroga del plazo para la presentación de la propuesta técnica de reparación definitiva solicitada² por TGP, con lo cual la nueva fecha límite para la presentación es el día 27 de junio del 2018. Esta prórroga se sustenta en la necesidad de culminar una serie de estudios técnicos, los cuales permiten una correcta evaluación del Derecho de Vía (DdV), a fin de determinar una solución óptima para asegurar la integridad de los Sistemas de Transporte en la zona.

Por otro lado, en relación al cronograma de ejecución, TGP presentó un cronograma preliminar de actividades en la zona del KP 8+900. Al respecto, se resalta: La instalación de líneas de bypass temporal de GN con tuberías de acero de 14", que es necesaria antes de realizar cualquier movimiento de suelo para el retiro de la sección del ducto de LGN afectado por la rotura; y el reemplazo del bypass temporal de tubería flexible por bypass temporal de tubería de acero de LGN, lo cual permitiría darle mayor confiabilidad a la integridad de sus instalaciones.

Finalmente, a la fecha del presente informe, TGP culminó la construcción del *bypass* de GN, cuya operación se desarrolla con normalidad. Asimismo, se encuentra realizando la instalación del *bypass* de tubería de acero de LGN (para el reemplazo del *bypass* de tubería flexible).



Imagen 26: KP 8+900, vista de las líneas de *bypass* de GN, con tubería rígida de 14".



Imagen 27: KP 8+900, Vista de los trabajos de construcción del *bypass* de 14" para transporte de LGN.

¹ Aprobado por Osinergrmin mediante Oficio N° 175-2018-OS-DSGN, del día 23 de marzo del 2018.

² Siguiendo las disposiciones del Reglamento de Transporte, TGP solicitó se amplíe el plazo para la presentación de la citada información en setenta (70) días hábiles mediante Carta N° TGP/GELE/INT-17190-2018, del día 16 de marzo del 2018.

INVESTIGACIÓN DE LA FALLA

TGP presentó a Osinergmin el "*Informe de evaluación geológico-geotécnica del tramo KP 08+800 a KP 09+080*" elaborado por la empresa consultora especializada *Geotellus S.R.L.*, empresa contratada para determinar las causas raíz que dieron origen al derrame de LGN en la zona del KP 8+900 del STD-LGN desde el punto de vista geológico.

En dicho informe se menciona que la falla en el Derecho de Vía (DdV) se debe a un fenómeno de inestabilidad de ladera de carácter regional, que excedió el DdV, generando un proceso de remoción en masa con afectación del ducto de LGN.

No obstante, para complementar el análisis de causa raíz, es necesario contar con los resultados de los ensayos metalográficos de laboratorio que se debe realizar al niple afectado de LGN. Al respecto, dicho niple podrá ser retirado una vez que TGP culmine con la instalación del *bypass* temporal y que se finalicen los estudios geológicos-geotécnicos en la zona.

Por lo tanto, las causas que han originado la falla en el ducto de 14" de diámetro, a la altura del KP 08+900 del Sistema de Transporte de LGN de TGP son motivo de investigación.