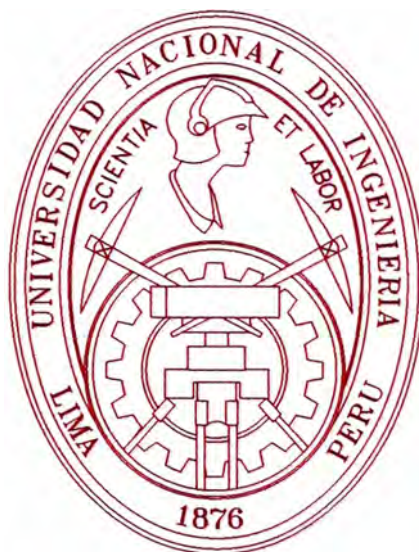


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“APLICACIÓN DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE LA
SOLDADURA DEL PROYECTO DEL GAS DE CAMISEA
(ETAPA LIMA – CALLAO)”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

JORGE ANTONIO DE LA FLOR CARBAJAL

PROMOCION 1996-I

LIMA-PERU

2005

Dedicado a mis Padres Carlos y Hilda,
a mi esposa Elsa, a mis hijos Víctor y
Cristina porque siempre he encontrado
el apoyo en ellos y culminar con éxito
la meta trazada.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	01
PROLOGO	03
CAPITULO I	06
INTRODUCCION	06
1.1 Antecedentes	06
1.2 Objetivos	07
1.3 Alcances	08
CAPITULO II	10
GENERALIDADES DEL GAS NATURAL	10
2.1 Definición del Gas Natural	11
2.1.1 Principales componentes del Gas Natural	11
2.2 El yacimiento del Gas de Camisea	12
2.2.1 Ubicación geográfica de los yacimientos de Camisea	12
2.2.2 ¿Cuál es el esquema del proyecto?	19
2.2.3 ¿Qué empresas serán los consumidores iniciales del gas natural?	20
2.3 Distribución del gas en Lima y Callao.	23
2.3.1 Consideraciones básicas para el diseño del sistema de distribución	25
2.3.2 Planteamiento del proyecto	25

CAPITULO III	28
PREMISAS	28
3.1 Definición de las premisas	28
3.2 Acontecimientos sucedidos en otros gasoductos	33
3.3 Fallas presentadas en las tuberías del gasoducto de Camisea	35
CAPITULO IV	37
FUNDAMENTO TEORICO	37
4.1 Análisis de riesgos	37
4.1.1 Objetivos	37
4.1.2 Metodología	37
4.2 Identificación de amenazas	38
4.3 Definición de posibles escenarios	40
4.4 Estimación de la probabilidad	41
4.4.1 Construcción	42
4.4.2 Operación	43
4.5 Definición de vulnerabilidad	44
4.6 Estimación de la gravedad	45
4.7 Calculo del riesgo	46
4.7.1 Aceptabilidad	47
4.7.2 Niveles de Planeación	48
4.8 Resultado del análisis por escenario	52
4.8.1 Construcción	52
4.8.2 Operación	53

4.9	Lineamientos del Plan de Contingencias	54
4.9.1	Plan Estratégico	54
4.9.2	Responsabilidad en Caso de Emergencias	55
4.9.3	Organización y Recursos	56
4.10	Estrategias	57
4.10.1	Estrategias de Respuesta a Emergencias	57
4.10.2	Estrategias de Control	57
4.10.3	Estrategias de Prevención	59
4.11	Comunicaciones y Centro de alto mando	59
4.12	Programa de entrenamiento.	61
	CAPITULO V	63
	MARCO TEORICO	63
5.1	Procesos de Soldadura	63
5.1.1	SMAW (Soldadura de Arco Manual con electrodo revestido)	63
5.1.1.1	Ventajas y Limitaciones	64
5.1.2	GMAW (Soldadura Semiautomática con protección de Gas - MIG- MAG)	65
5.1.2.1	Ventajas y Limitaciones	66
5.2	Electrodos revestidos (Proceso SMAW)	67
5.2.1	Núcleo del electrodo	67
5.2.2	Revestimiento del electrodo	68
5.2.3	Identificación del electrodo	68
5.2.4	Electrodos no consumibles (Proceso GMAW)	72

5.2.4.1	Simbolización	73
5.2.5	Metales de aportación	74
5.2.5.1	Varillas	74
5.2.2.2	Gases de Protección	75
5.3	Proceso de soldadura en el Gasoducto	75
5.3.1	Calificación del Proceso de soldadura (WPS)	76
5.3.2	Registro de Calificación del Procedimiento (PQR)	78
5.3.3	Calificación de soldadores por pareja	79
5.3.4	Preparación de Probetas para ensayo	80
5.4	Detalles de Soldaduras de juntas	89
5.4.1	Alineamiento	89
5.4.2	Verificación de Juntas	89
5.4.3	Precalementamiento	90
5.4.4	Diámetro del electrodo	90
5.4.5	Velocidad de recorrido	91
5.4.6	Selección del tipo de corriente	91
5.5	Producción de soldadura y mano de obra	92
5.6	Inspección de la Soldadura	97
5.6.1	Inspección visual de soldadura	97
5.6.2	Inspección anterior a la soldadura	98
5.6.3	Inspección durante la soldadura	99
5.6.4	Inspección después de la soldadura	101
5.6.5	Inspección por ultrasonido	102
5.6.5.1	Sistemas del ensayo mediante ultrasonidos	105

5.7	Defectos mas usuales en producción de Soldadura	106
5.7.1	Cebado al arco	106
5.7.2	Grietas en caliente	107
5.7.3	Falta de acoplamiento en los topes de soldadura (HIW LOW)	107
5.7.4	Concavidad	108
5.7.5	Inclusiones de escoria	108
5.7.6	Sobrepresión del Cordón	109
5.7.7	Soldadura por arco sumergido	109
5.7.8	Chorreado con granalla	109
5.7.9	Esmerilado de soldaduras	110
5.8	Roturas en Servicio, Esfuerzos y Fatiga	110
5.8.1	Causas de roturas	110
5.8.2	Esfuerzos excesivos	111
5.8.3	Fatiga y choque térmicos	111
5.8.4	Corrosión por el terreno	112
5.9	Reparación de soldaduras	112
5.10	Referencias	115
	CAPITULO VI	117
	SISTEMAS DE CALIDAD	117
6.1	Introducción	117
6.2	La calidad, evolución conceptual y enfoques de gestión	120
6.2.1	Conceptos de calidad	121
6.2.2	Evolución de los enfoques de gestión de la calidad	123

6.2.3	Control de la calidad por inspección y control de la calidad	124
6.2.3.1	Control de la calidad por inspección	124
6.2.3.2	Control de la calidad	125
6.2.4	El aseguramiento de la calidad	126
6.2.5	Características de la gestión de la calidad total	129
6.3	Sistema de gestión de la calidad	130
6.3.1	Manual de la calidad	130
CAPITULO VII		152
COSTOS DE LA CALIDAD		152
7.1	Introducción	152
7.2	Costos de calidad	155
7.2.1	Costos de prevención	156
7.2.2	Costos de evaluación	159
7.3	Costos de no calidad	163
7.3.1	Costos de fallas internas	163
7.3.2	Costos de fallas externas	166
7.4	Análisis de costo de soldadura	168
7.4.1	Constantes, Parámetro y Nomenclaturas	169
7.4.1.1	Peso metal depositado (Pmd)	170
7.4.1.2	Eficiencia de deposición (Ed)	174
7.4.1.3	Velocidad de deposición (Vd)	175
7.4.1.4	Factor de operación (Fo)	175
7.4.1.5	Costo de materiales	176
7.4.1.6	Costo de mano de obra (CMO)	176

se encuentra en la tabla 7.15	214
7.5.4.3 Cálculo de costo de reparación en zona de cobertura	
se encuentra en la tabla 7.16	214
7.6 Análisis de costos para el corte de tuberías	215
7.6.1 Cálculo de costo para el corte de una junta de 20 in	216
7.6.1.1 Costo de materiales	216
7.6.1.2 Costo de mano de obra	217
7.6.1.3 Costo de equipo & herramienta	218
7.6.2 Resumen de costo de corte por junta	219
7.7 Costo total del proyecto	220
7.7.1 Análisis de los resultados obtenidos	223
7.7.2 Definición del Proyecto Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao	223
7.7.3 Definición del Proyecto Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto "X"	223
7.7.4 Modelo óptimo de los costos de calidad	228
7.7.5 Costo total de calidad y grado de control	230
7.7.6 Costo tener y no tener implantado un sistema de gestión de calidad para un proceso de soldadura.	231
7.7.7 Sistema de gestión de la calidad	239
CONCLUSIONES	242
BIBLIOGRAFIA	244

APENDICES**246**

Apéndice “A” Manual de Calidad del Proyecto

Apéndice “B” Instrucciones técnicas Complementarias

Apéndice “C” Registros

Apéndice “D” Hoja técnica del metal de aporte

Apéndice “E” Fotos de la obra

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe tiene por finalidad informar la importancia de la implantación de un buen Sistema de Gestión de la calidad en todo el proyecto que en este caso será en el proceso de Soldadura.

La necesidad de implantar un sistema se basa en el estudio que se presenta en el Informe debido a las consecuencias analizadas en otros gasoductos por haber tenido muchos incidentes debidos específicamente a la corrosión, fallas en el material, fisuras en la soldadura, golpes de la maquinarias y otros no especificados.

Debido a esto se presenta un análisis de riesgos que será la base para la preparación de un plan de contingencia y un programa de prevención para la construcción y operación de Red de Distribución del Gas Natural en Lima y Callao.

Una de las conclusiones que se llega en este informe es que al tener implantado un Sistema de Gestión de Calidad los costos de calidad serán bajos en comparación con los costos de no calidad al no haberlo implantado y se corre el riesgo de tener fallas en el sistema, por lo tanto graves consecuencias. Todo esto es demostrado más

adelante en el capítulo de costos de calidad de este Informe.

Todo el proyecto se basa específicamente en la aplicación correcta de la Norma ASME B31.8 (Sistema de tuberías de Transporte), Norma API 1104 (Soldadura de tuberías), Código ASME Sección IX (Estándar de Calificación para Procedimiento de la Soldadura) y el Reglamento de distribución de Gas Natural por red de ductos (DS.042.99), en donde estos asegurarán la viabilidad del proyecto de la construcción y operación de la Red de distribución del Gas Natural en Lima y Callao.

PROLOGO

Usualmente los países que descubren yacimientos de gas natural centran su importancia en los múltiples usos que este puede tener para su desarrollo, tales como su utilización como combustible en centrales térmicas, reemplazarlo como combustible en todo el sistema automotor, desarrollar una industria petroquímica, transformar su industria propiciando el uso del gas natural o también desarrollar su industria siderúrgica.

Se ha enumerado algunas de las múltiples aplicaciones que puede tener el gas natural, que indudablemente deben implementarse en cualquier país que cuente con dicha fuente de energía por constituir su utilización un ahorro en el costo y adicionalmente un medio de preservar el medio ambiente.

En nuestro país que espera ansiosamente obtener un desarrollo integral, este pasa necesariamente por la energía, y en la actualidad el gas natural constituye dentro del sector energético la fuente de energía de mayor crecimiento por sus múltiples ventajas.

Dentro de este contexto juega un papel importantísimo el inmenso yacimiento del gas de Camisea , cuya explotación y uso será por muchos años, convirtiéndose así en

un elemento de primer orden para alcanzar el desarrollo del país. Ante esto se hace necesario promover una cultura gasífera que nos muestre las ventajas que nos brinda este recurso como fuente energética.

También hay que tener presente que así como nos traerá grandes beneficios económicos también nos puede traer grandes pérdidas como ambientales, estructurales y humanas, para esto el presente Informe de Suficiencia permitirá conocer la importancia de la aplicación de un sistema de calidad en el proceso de la soldadura de la red de 20 in en la distribución del Gas Natural en Lima y Callao.

El presente informe está dividido en 7 capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el **capítulo I**, Introducción, se indica los objetivos que se persiguen en el presente informe, los alcances y limitaciones en el desarrollo del mismo

En el **capítulo II**, Generalidades del gas, se indica el proyecto integral del Gas de Camisea desde el yacimiento hasta la distribución del gas en Lima hasta el Callao

En el **capítulo III** Premisas, se muestra un resumen de los incidentes de las diferentes fallas ocurridas en otros gasoductos de Latinoamérica mediante tablas y gráficos estadísticos.

En el **capítulo IV**, Fundamento teórico, se indica un análisis de riesgos y un plan de

contingencia que se podría utilizar en el ducto principal del gas en Lima y Callao, así como una estimación de probabilidades.

En el **capítulo V**, Marco Teórico, se detallan los procesos de soldadura y electrodos que fueron utilizados en la soldadura de producción y reparación de los ductos de la red principal. Además se da una descripción del proceso desde una calificación del procedimiento de la soldadura hasta la etapa final del control de la soldadura.

En el **capítulo VI**, Aplicación de la Calidad, donde se indica todos los registros utilizados en asegurar la calidad en la construcción del gasoducto de la red principal en Lima y Callao de acuerdo a la Norma ISO 9001-2000

En el **capítulo VII**, Costos de calidad aplicados al proceso de soldadura, en donde se indica cuales fueron los costos de prevención, costos de evaluación, costos de fallas internas, costos de fallas externas, así como también el costo total de la calidad

Conclusiones y Recomendaciones, en donde anotamos las conclusiones del presente informe y cuales serian las recomendaciones fundamentales que el presente informe sugiere con respecto al gasoducto de Lima y callao.

Además se anexa algunos formatos que fueron utilizados en el proyecto y fotos del proyecto del gas de camisea en Lima y Callao.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Debido a la enorme importancia que tiene el Gas Natural para el desarrollo de nuestro país , por el inmenso yacimiento del Gas de Camisea , es que el presente informe trata sobre el mismo y como también asegurar mediante el control de calidad el buen funcionamiento de los ductos del gasoducto referente a Lima y Callao.

1.1 Antecedentes

Actualmente existen muchos países que son productores de gas natural , el cual es usado en diversos sectores como en la industria, en la generación de energía eléctrica, en el sector residencial, en el de transporte , etc., siendo la fuente de energía mas ventajosa dado de que no solamente es un combustible limpio y de bajo costo, sino que se ha convertido en un competidor excelente con las otras fuentes de energía, adaptándose a la necesidades del mundo moderno haciendo posible un mayor desarrollo del país que lo posee y explota. Debido a ello es que se ha constituido en una de las fuentes energéticas principales de mayor consumo en el Mundo.

En nuestro país el consumo del gas será muy importante ya que nos

beneficiará. Económicamente en el sector industrial, comercial y residencial. El nivel de reservas de gas natural que cuenta el Perú es una pieza clave para la puesta en marcha del anillo energético a través de una red para abastecer del hidrocarburo a Chile y los países del MERCOSUR ya que el volumen de gas probado es de 8,7 trillones de pies cúbicos (TPC).

Estas reservas son diez veces más grandes que cualquier otra reserva de gas natural en el Perú.

El resumen de las reservas obtenidas nivel país, se muestra en la siguiente tabla 1.1

Tabla N° 1.1 Reservas de Petróleo y Gas Natural

CLASIFICACIÓN	PETRÓLEO (MMSTB)	GAS NATURAL (TCF)	LGN (MMSTB)
Probadas	352,5	8,7	577,0
Probables	353,8	7,3	348,6
Probadas + Probables	706,3	16,0	925,6
Posibles	5 113,5	12,6	454,5
Probadas + Probables + Posibles	5 819,8	28,6	1 380,1

Unidades: MMSTB = Millón de Barriles (10^6 Barriles)

TCF = Tera Pies Cúbicos (10^{12} Barriles)

1.2 Objetivos

Dentro de la promoción a una cultura gasífera en el país, se persigue consolidar la información del uso del gas natural como combustible en la

utilización doméstica e industrial, mostrando las ventajas competitivas frente a otras formas de energía, que la convierten en estratégica para alcanzar un desarrollo del país.

En la actualidad todavía se tiene cierto desconocimiento de las bondades técnicas, económicas y ambientales de esta fuente energética que adquiere importancia con el descubrimiento del yacimiento enorme de Camisea, cuya explotación nos acompañará por muchos años.

Si bien el uso del gas natural nos va a beneficiar enormemente también hay que tener presente que el uso no adecuado nos puede traer consecuencias realmente desastrosas es por eso que este informe revelará como fue construido la red distribución de gas natural en Lima y Callao asegurando mediante el control de calidad la construcción en el aspecto de la soldadura y como se puede implantar un plan de emergencia o contingencia para evitar algún posible desastre y demostrar que a través de la implantación de un sistema de control de calidad en el proceso de la soldadura el proyecto va a ser viable y no se generará costos de no calidad.

1.3 Alcances

El informe comprende un estudio de la importancia de la calidad en la soldadura del ducto principal de la distribución del gas natural en Lima Callao. Si bien es cierto el uso del gas beneficia al sector industrial, comercial y domestico, también es cierto que seria catastrófico si hubiera fallas en su

construcción, entonces es muy importante la aplicación de un sistema de calidad para asegurar su buen funcionamiento.

El informe presenta algunos aspectos de la construcción del gaseoducto, pero se describe con más detalle la soldadura y el sistema de calidad que se utilizó en el ducto principal de 20 in de diámetro.

El trabajo se ha dividido en dos partes, uno de ellas en la que se detallan las generalidades del gas natural y del proyecto de Camisea, así como algunas premisas, análisis de riesgos y un plan de contingencia; y la otra parte se centra sobre el proceso de soldadura, la aplicación del sistema de calidad en la construcción y el análisis de costos de calidad.

Actualmente en nuestro país todavía no existe una cultura gasífera, por lo que diferentes instituciones se encuentran abocadas a la promoción de la misma ya que su uso es muy importante en la economía de nuestro país.

El presente trabajo se realizó en informes de otros gasoductos construidos (México, Argentina), así como información de las especificaciones de construcción, la norma ASME B31.8, ASME sección IX, norma API 1104, y el Reglamento de Distribución de Gas Natural para Red de Ductos, además de otros organismos que colaboraron para la elaboración de este informe.

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL GAS NATURAL

El gas natural ha sido aceptado como una energía con un gran potencial de desarrollo futuro y de hecho la conferencia mundial de energía celebrada en Tokio el año de 1995 declaro al gas natural como combustible alternativo con mejores opciones de desarrollo para su masificación a futuro, debido a su abundancia, comodidad, seguridad, bajo costo de extracción, transporte y distribución, y el bajo nivel de contaminación que genera.

El gas natural se encuentra:

- a) En los reservorios de petróleo, donde, el gas esta disuelto o separado pero en contacto con el petróleo (gas asociado)
- b) En reservorios de gas seco, cuyo nombre proviene del bajo contenido de líquidos disueltos en el gas (menos a 10 barriles de líquidos por millón de pies cúbicos de gas), gas no asociado.
- c) En reservorios de gas condensado, cuyo nombre proviene por la cantidad apreciable de líquidos contenidos en fase vapor en el reservorio (entre 10 a 250 barriles de líquidos por millón de pies cúbicos de gas), también es gas no asociado.

El Perú fue el primer país en iniciar la explotación de petróleo en América latina (1860). El desarrollo de la industria del gas en nuestro país pasa por tres etapas diferenciadas, la primera en Talara, con una dimensión local reducida, la segunda en Aguaytia con una dimensión regional extendida a otras áreas y la tercera con Camisea con una dimensión nacional extendida hacia el mercado internacional.

2.1 Definición del Gas Natural

El Gas Natural es un combustible fósil formado por un conjunto de hidrocarburos, se encuentran en estado gaseoso o en disolución con el petróleo. El metano (CH_4) es su principal componente, que usualmente el 80 %, aunque su composición puede incluir cantidades variables de otros hidrocarburos y de sustancias que no son hidrocarburos. Sus otros componentes son el etano, el propano, el butano y otras fracciones más pesadas como el pentano, el hexano y el heptano, lo que se muestra en la tabla 2.1

Tabla 2.1 Composición del gas natural

Nomenclatura	Nombre	Estado Natural
CH_4	Metano	Gás
C_2H_6	Etano	Gás
C_3H_8	Propano	Gas licuable
C_4H_{10}	Butano	Gas licuable
C_5H_{16}	Pentano	Líquido gasificable
C_6H_{14}	Hexano	Líquido gasificable
C_7H_{16}	Heptano	líquido
C_8H_{18}	Octano	líquido

2.1.1 Principales componentes del Gas Natural

Es incoloro, inodoro, insípido y no tóxico. Generalmente contiene 1 %

de impurezas como el nitrógeno, bióxido de carbono, vapor de agua y otras que son también de combustión limpia. A diferencia del petróleo, el gas natural no requiere de plantas de refinación para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener el gas natural son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos.

A continuación se muestra la composición aproximada de los reservorios de Camisea:

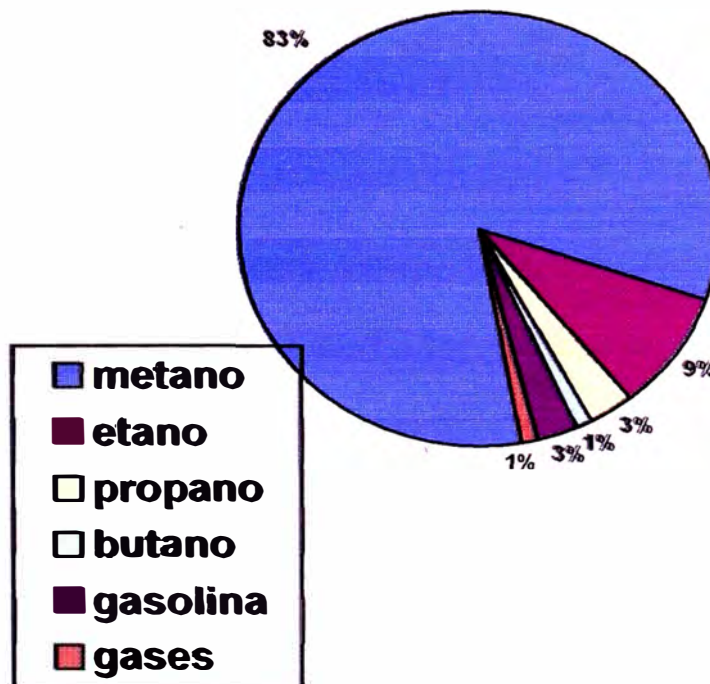


Figura 2.1: Composición aproximada de los reservorios de Camisea

2.2 El Yacimiento del Gas de Camisea

2.2.1 Ubicación geográfica de los yacimientos de Camisea

Los yacimientos de gas están ubicados aproximadamente a 500

kilómetros al este de Lima, en la Cuenca Ucayali, dentro del departamento del Cusco, provincia de la Convención, distrito de Echarate. Para los efectos del Lote 88 solo se consideran los yacimientos San Martín y Cashiriari.

Los yacimientos de San Martín y Cashiriari, conjuntamente conocidos como Lote - 88, Camisea, albergan una de las más importantes reservas de gas natural no asociado en América Latina. Sus reservas probadas y probables de gas natural ascienden a 11 trillones de pies cúbicos, con líquidos asociados por alrededor de 600 millones de barriles. Estas reservas son diez veces más grandes que cualquier otra en el Perú.

El Proyecto Camisea consiste en la explotación de estas reservas; la construcción y operación de dos ductos, uno para gas natural y otro para líquidos de gas natural; y el sistema de distribución de gas natural en Lima y Callao

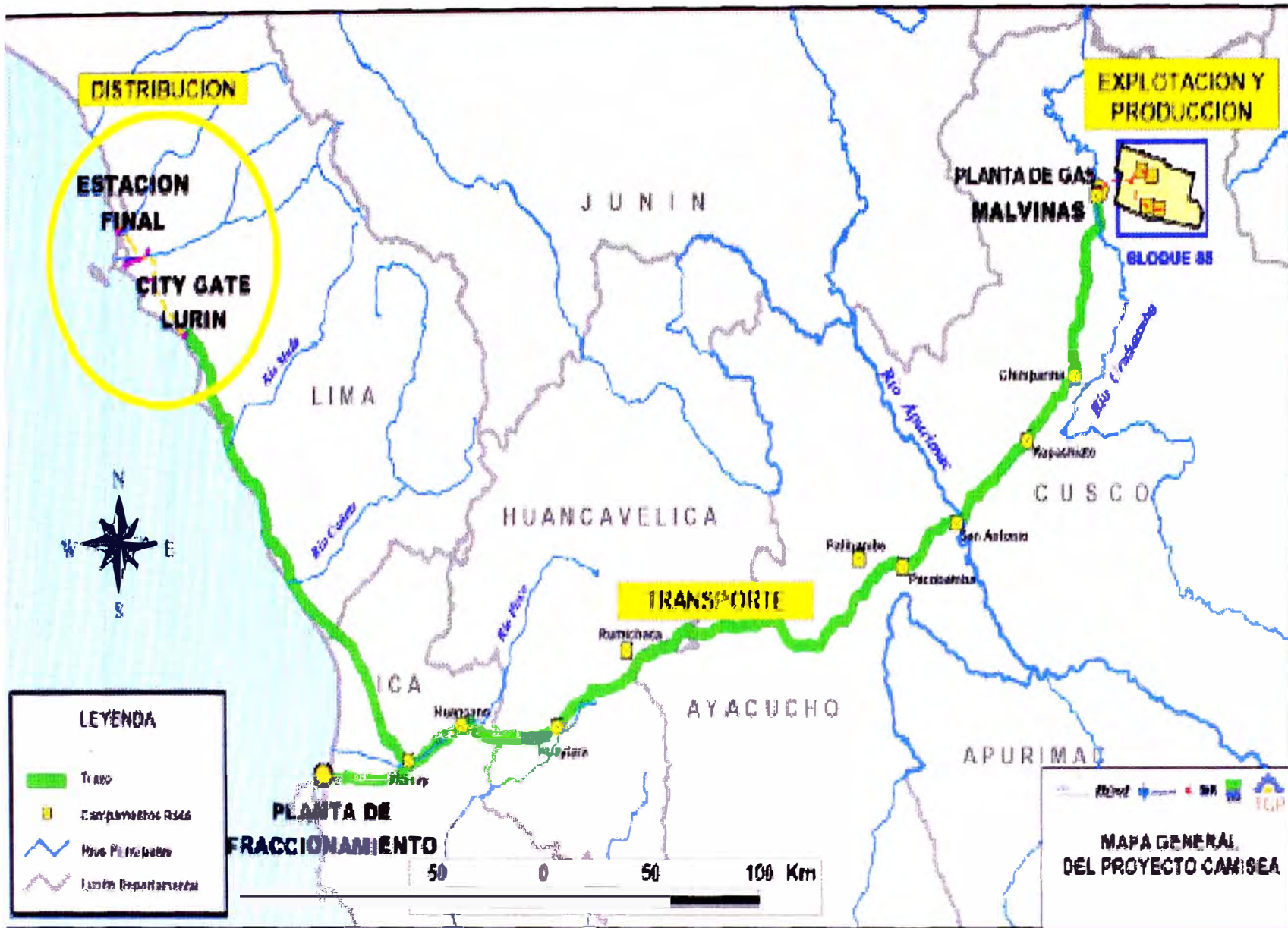


Figura 2.2 Ubicación geográfica del yacimiento de Camisea

Los ductos transportarán a la costa el gas natural y los líquidos para ser utilizados como productos de consumo local, así como para su exportación. El gas natural será transportado a Lima, el principal centro de consumo, donde será utilizado para fines residenciales e industriales y para generar electricidad, que luego se distribuirá a nivel nacional a través de la infraestructura de transmisión existente en el Perú. Los líquidos de gas natural permitirán abastecer al mercado local de gas licuado de petróleo y constituirán una importante fuente de ingreso de divisas.

El Proyecto del Transporte comprendió la construcción y operación de dos ductos, uno para gas natural (714 km.) y uno para líquidos de gas natural (540 km.). Los dos ductos correrán en paralelo desde los campos de Camisea, ubicados a 431 km. al este de Lima, hasta la costa central, al sur de la misma ciudad, donde el ducto de líquidos terminará en una planta de fraccionamiento de líquidos (propiedad del consorcio a cargo de la Explotación). Desde la costa central, el gasoducto se dirigirá hacia el norte, en un recorrido paralelo a la costa, hasta el City Gate en Lima. El gasoducto está diseñado para el transporte inicial de 285 millones de pies cúbicos de gas por día. El poliducto será diseñado para el transporte inicial de 50 000 barriles de líquidos de gas por día. La operación comercial empezó en agosto de 2 004, según los contratos de concesión. La ruta de los ductos seleccionada por TGP empezó en Camisea, en el departamento de Cusco, y cruza los departamentos de

Ayacucho, Huancavelica, Ica y Lima. El perfil de elevación para los ductos llega a su punto más alto a los 4 800 metros sobre el nivel del mar en la Cordillera de los Andes. La ruta fue seleccionada en base a la maximización de la estabilidad, seguridad confiabilidad del sistema y la minimización de los impactos sociales, culturales y de medio ambiente. El trazo evita las zonas de importancia histórica y arqueológica y reduce el número de cruces de agua así como el volumen de remoción de los bosques primarios.

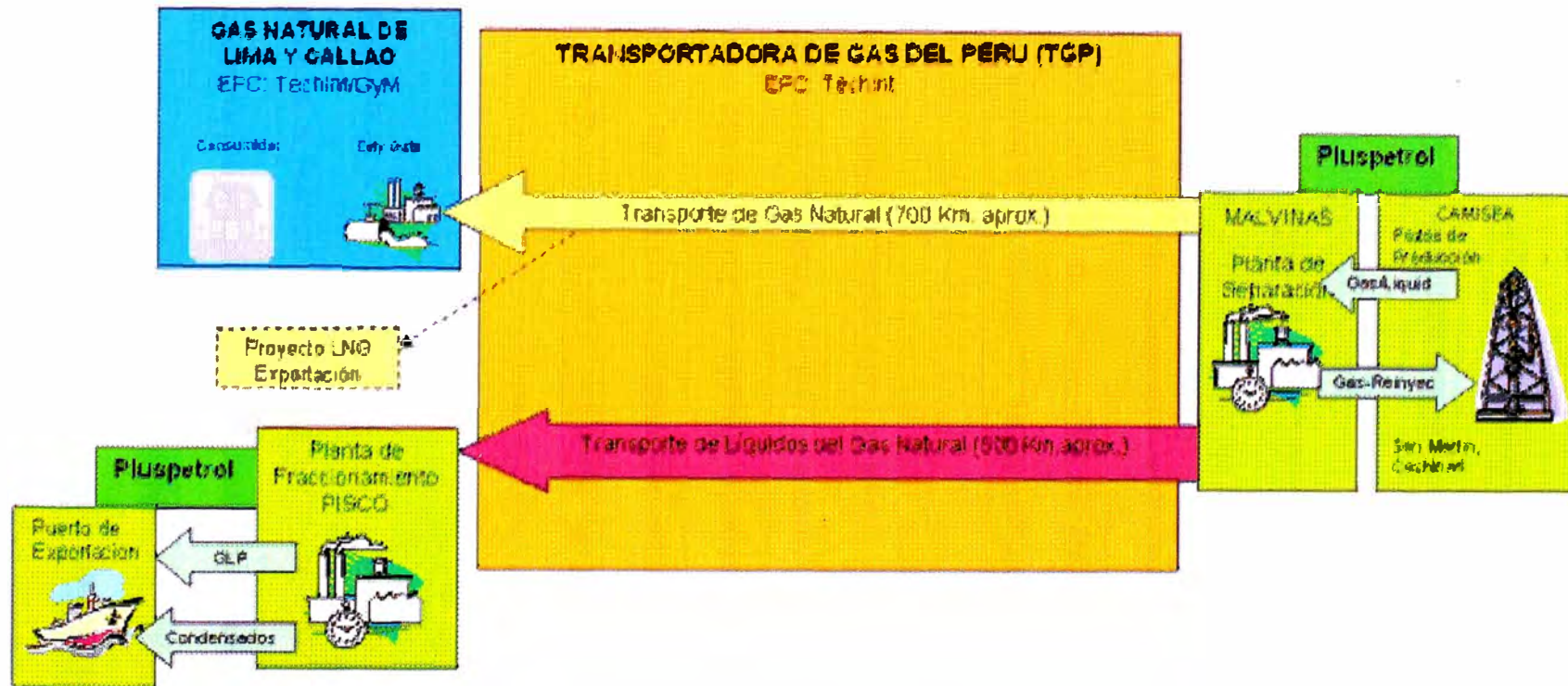
El desarrollo del Proyecto Camisea constituye un componente fundamental de la estrategia peruana en el campo de la energía. Al representar una fuente de energía confiable y a bajo costo, el gas de Camisea proporcionará importantes beneficios directos a los usuarios finales de electricidad y mejorará la competitividad de la industria, aumentando el estándar de vida. Además, la utilización de gas natural en lugar de otros combustibles fósiles como el diesel residual o el carbón, generará beneficios ambientales, mejorando la calidad del aire a través de menores emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero.

Camisea también ayudará a reducir el actual déficit en la balanza comercial de hidrocarburos en el Perú, sustituyendo importaciones principalmente de diesel y gas licuado de petróleo y abriendo nuevas oportunidades de exportaciones (nafta y excedentes de gas licuado de

petróleo). Más aún, Camisea tendrá una serie de importantes beneficios económicos, incluyendo flujos significativos de inversión extranjera; el desarrollo potencial de una industria petroquímica a base de gas y otras industrias globalmente competitivas; así como nuevas oportunidades de trabajo.

Camisea constituye un elemento clave en el desarrollo de una industria de gas en el Perú. La creación de un eficiente sector de gas constituirá la base de una estructura industrial competitiva y establecerá el marco de trabajo para el aprovechamiento de nuevas reservas.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL PROYECTO CAMISEA



LEYENDA:

GAS NATURAL DE LIMA Y CALLAO	TRANSPORTADORA DE GAS DEL PERU	Operación liderada por PLUSPETROL
Contrato de Distribución	Contratos de Transporte de Gas y Líquidos	Contrato de Licencia para la Explotación
Operador TRACTEBEL	Operador TEGAS	Operador PLUSPETROL

Figura 2.3 Diagrama esquemático del proyecto de Camisea

2.2.2 ¿Cuál es el esquema del proyecto?

El Proyecto consiste en extraer el gas natural de los yacimientos San Martín y Cashiriari para ser procesados en una Planta de Separación ubicada en Malvinas (Orillas del río Urubamba). En esta planta se separarán los líquidos de gas natural y se eliminarán el agua y las impurezas. El GN se acondicionará y se transportará por un gasoducto hasta la costa.

Por otro lado, los líquidos del gas obtenidos en la Planta de Separación serán conducidos mediante un Ducto de Líquidos hasta una planta de fraccionamiento ubicada en Pisco, donde se obtendrán productos de calidad comercial (GLP, Gasolina natural) para despacharlos al mercado a través de buques y/o camiones cisterna.

Finalmente en Lima y Callao se instalará una red de ductos para distribución del gas natural, la que en primera instancia se orientará principalmente al suministro de gas a la industria y a las plantas de generación de electricidad, más adelante se ampliará esta red para suministro residencial, comercial y transporte.

Para transportar los hidrocarburos de Camisea hasta la Costa Central deberán construirse dos ductos, los cuales deberán atravesar zonas de selva, luego los Andes superando alturas de más de 4 500 metros para finalmente llegar a la costa, estos ductos son:

- Un gasoducto de aproximadamente 730 km de longitud, desde los yacimientos hasta el “City Gate” en Lima.
- Un poliducto para los LGN (líquidos de gas natural) de aproximadamente 560 km de longitud, desde los yacimientos hasta la planta de fraccionamiento y terminal de exportación (Pisco).

2.2.3 ¿Qué empresas serán los consumidores iniciales del gas natural?

Se presenta a continuación la tabla 2.2, en donde se muestra los principales consumidores del Gas de Camisea aquí en Lima.

Tabla 2.2 Consumidores iniciales del gas natural

Empresa	Capacidad diaria contractual Total (*) en miles de metros cúbicos por día	Número de plantas
Electro Perú S.A.	1 982,0	(**)
Alicorp. S.A.	56,5	2
Sudamericana de Fibras S.A.	79,0	1
Cerámica Lima S.A.	100,0	2
Vidrios industriales S.A.	58,2	2
Corporación Cerámica S.A.	31,0	2
Cerámicas San Lorenzo S.A.C.	36,8	1

(*) Capacidad contratada total en contratos de suministro de Gas con el Productor.

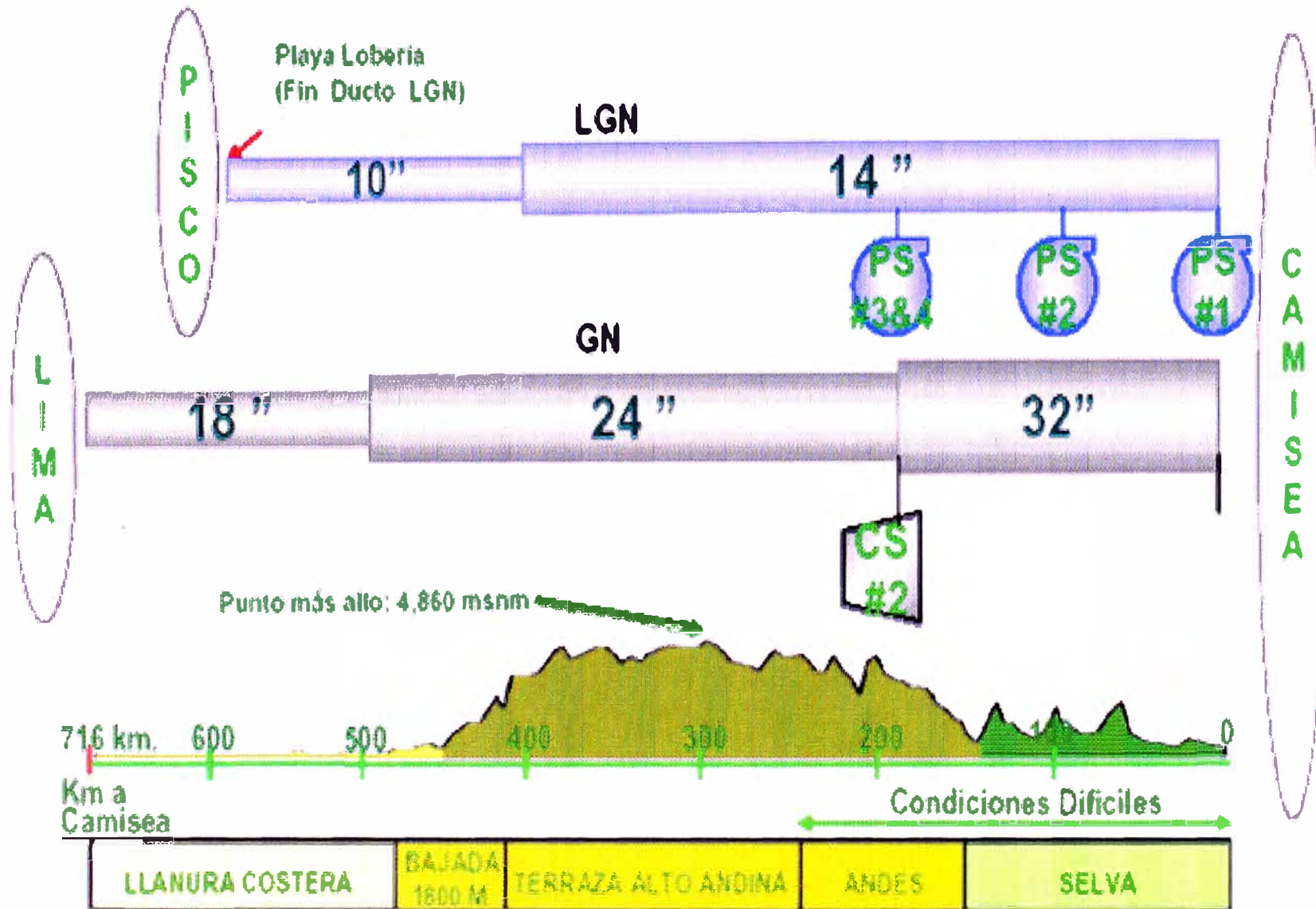
(**) A ser determinado posteriormente.

Actualmente el gas es consumido por otras empresas industriales, como por ejemplo:

- Fábrica Peruana Eternit S.A.
- Industrias Electroquímicas S.A.

- Nestlé Perú S.A.
- Owens Illinois Perú S.A.
- Cobatex
- Compañía Universal Textil S.A.
- Devanley
- ETEVENSA
- Industrial Alpamayo S.A.
- Molino Italia S.A. - MOLITALIA
- Panificadora Bimbo del Perú S.A.
- Perupima
- San Miguel Industrial S.A.
- Textil Océano
- Enafer
- Vitrio

Figura 2.4 Longitud de los ductos del gas de Camisea tanto para el gasoducto como para el poliducto desde el Cuzco hasta Lima



2.3 Distribución del gas en Lima y Callao

En Lima y Callao se instaló una red de ductos para la distribución del gas natural, la que en primera instancia se orientara principalmente al suministro de gas a la industria y a las plantas de generación de electricidad y mas adelante se ampliará esta red para suministro residencial y comercial.

El Sistema de Distribución está conformado por la Red de Alta Presión y Conexiones (red de distribución), City Gate (distrito Lurin) y el Terminal Station (distrito Ventanilla). La Red de Alta Presión consiste en un ducto principal en alta presión que conecta el City Gate con el Terminal Station y las conexiones o ramales que unen a los consumidores iniciales con el ducto principal.

La red de distribución consiste de un ducto principal de una longitud de 61,6 km de longitud la cual atraviesa los distritos de Lurín, Pachacamac, Villa el Salvador; Villa Maria del Triunfo, San Juan de Miraflores, Santiago de surco, Santa Anita, El Agustino, San Juan de Lurigancho, Cercado de Lima, San Martín de Porres, Carmen de la Legua, Reynoso, Ventanilla y El Callao

Los ramales y conexiones del gasoducto troncal atenderán zonas industriales en la Av. Argentina, Av. Universitaria, San Juan de Lurigancho, Lurín, Callao y Ventanilla y están constituidos por tuberías de acero desde 3 in a 10 in de diámetro.

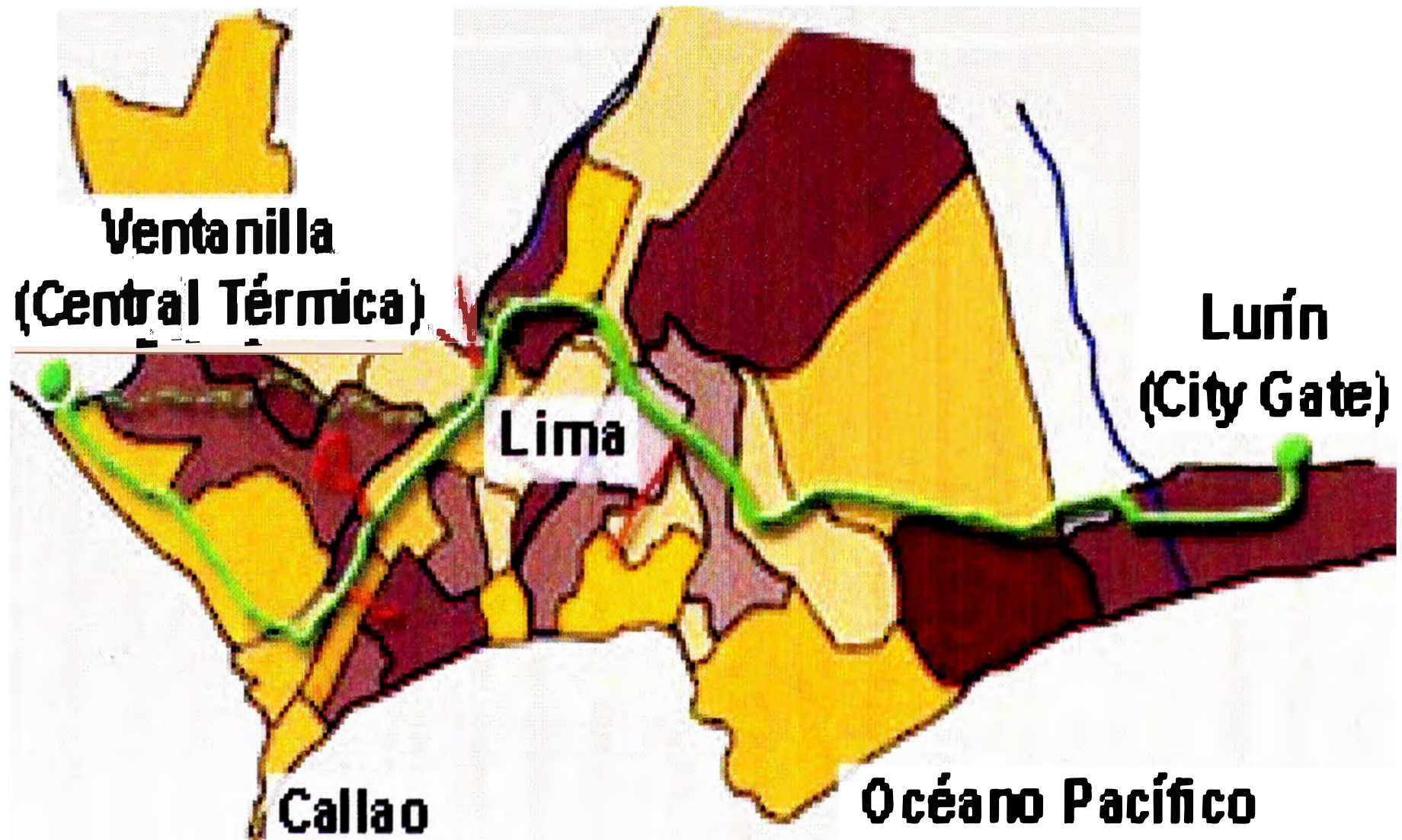


Figura 2.5 Ubicación geográfica en lima y callao del Gas de Camisea en su red principal

2.3.1 Consideraciones básicas para el diseño del sistema de distribución

Según el contrato BOOT se debe tomar por base las siguientes condiciones y criterios:

- Capacidad mínima del sistema de distribución de $1,44 \times 10^6$ m³/día (155 MMPCD).
- Presión mínima de operación en la entrada del City Gate por el Transportador de 40 bar absoluto bajo temperatura ambiental.
- Presión mínima de operación en los puntos de entrega a las plantas de Generación eléctrica de 32 bar absoluto bajo temperatura ambiental.
- El poder calórico bruto del gas distribuido estará entre 8 800 y 10 300 kcal/Nm³ (36,84 y 43,12 MJ/m³).

El ducto principal es de acero clase API 5L – X 56 y cumplieron con los requerimientos señalados en la Norma para el Sistema de Tuberías para Transmisión y Distribución de Gas de la American National Standards Institute / American Society Mechanical Engineer (ANSI/ASME B31.8).

El diámetro nominal de tubería para el ducto principal es de 20 in cuyo espesor de pared de los tubos es de 11,13 mm.

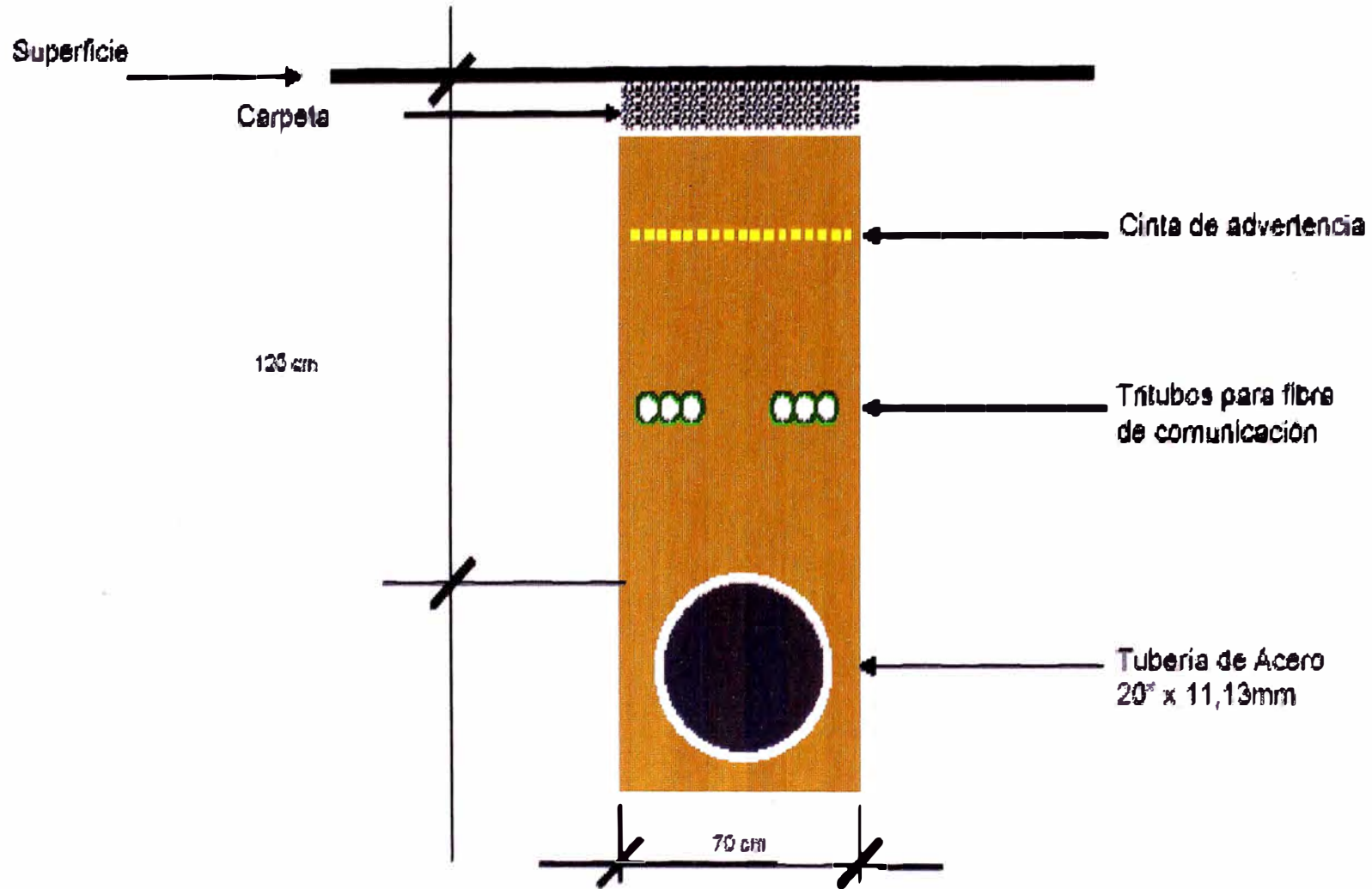
2.3.2 Planteamiento del proyecto

El proyecto de ejecución tuvo como actividad principal la construcción de 61,6 km. de ducto principal con un diámetro de 20 in y de 24,5 km. de ramales de diámetros entre 4 in hasta 10 in .

Se limitó el impacto de la construcción, a la vida urbana, al tráfico peatonal y automotriz, ya que se recomendó como promedio de un tramo individual de construcción una longitud de 300 m. El plazo de ejecución para cada tramo, incluyendo los trabajos de zanqueo, instalación de los ductos, prueba de la tubería, relleno de la zanja y restauración de la infraestructura urbana se estimó entre 6 y 10 días con un promedio de 8 días calendario.

Considerando este rendimiento se requirió que la construcción del ducto principal se ejecutará paralelamente en 4 frentes (4 equipos) y los ramales en dos frentes. Cada frente tuvo un equipo de maquinaria y personal completo, para la instalación del ducto en este tramo.

Figura 2.6 Diagrama esquemático de la tubería de alta presión del gas de camisea de 20 in



CAPITULO III

PREMISAS

3.1 Definición de las premisas

Así como los ductos del Gas de Camisea nos trae el Gas Natural y esta beneficiando a las industrias y viviendas en Lima y Callao, también hay que pensar las consecuencias que tendríamos si hubiera fallas en los ductos del gas, entonces se presenta un resumen de algunos incidentes ocurridos en otros gasoductos de EEUU.

Las estadísticas obtenidas a partir de las exigencias mínimas de información sobre incidentes en sistemas de gasoductos indican lo siguiente: El transporte de mercancías y productos por tubería es con mucho el medio de transporte más seguro que existe hoy en día ; más del 50 % de los incidentes de fallas en las tuberías son debidos a actividades de excavación, seguidos a continuación por corrosión interna y exterior; el número total de incidentes comunicados cada año y sus causas se mantiene relativamente estable para todo tipo de conducciones, los requisitos de reglamentación promulgados hasta la fecha han contribuido a reducir al mínimo las potenciales consecuencias de

seguridad en la explotación de una infraestructura de gasoductos que esta creciendo en América.

La experiencia para las tuberías de transporte de gas natural se presenta en esta tabla 3.1 que fue realizado para un período de 12 años:

Tabla 3.1 Resumen de incidentes entre los años 1 990-2 002

Año	Nº de incidentes	Muertes	Heridos	Materiales (\$)
1 990	203	12	57	3 956 642
1 991	205	22	96	9 470 452
1 992	142	29	104	11 078 800
1 994	164	11	115	11 786 125
1 995	201	23	114	12 131 436
1 996	177	20	91	8 675 816
1 997	109	6	52	7 594 040
1 998	162	14	77	7 765 749
1 999	103	7	65	6 777 500
2 000	121	16	84	15 346 655
2 001	141	21	91	53 260 166
2 002	97	16	43	10 950 673
Total	1 825	197	989	158 794 034
Medias	152	16	82	13 232 837

El resumen de incidentes por causa par la distribución de gas correspondiente a 2 002 es representativo de los años anteriores, siendo la principal causa de los daños de las fuerzas del exterior, con un 68%, se presenta la siguiente tabla 3.2

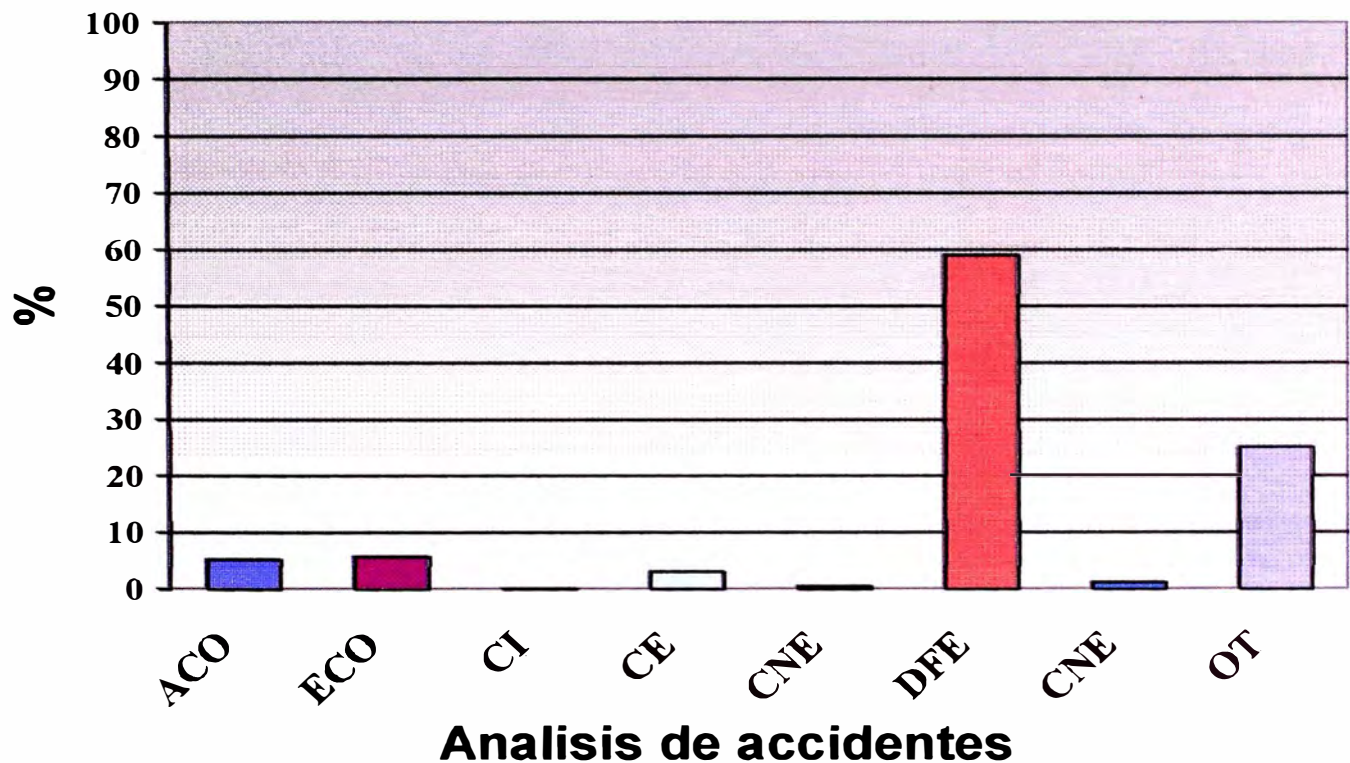
Causa	Nº de incidentes	% del total	Daños materiales	% del total	Muertes	Heridos
Corrosión interna	0	0	0	0	0	0
Corrosión externa	3	3,1	31 000	0,3	1	2
Daños debido a fuerzas del exterior	66	68,0	8 957 046	81,8	6	24
Error de construcción/ explotación	5	5,2	1 027 127	9,4	0	4
Accidentes causado por el operador	6	6,2	90 000	0,8	1	8
Otros	17	17,5	845 500	7,7	8	5
Total	97	100,0	10 950 673	100,0	16	43

Tabla 3.2 Resumen de algunas causas en la explosión de un ducto de transporte de gas natural

De acuerdo a la oficina de seguridad de líneas de conducción (OPS- Office of Pipeline Safety) la industria de transporte del gas tiene un envidiable record de seguridad siendo para ello las estadísticas de seguridad de Ductos del Departamento de transporte de los Estados unidos quienes muestran la causas mas comunes de incidentes en lineras de conducción, así por ejemplo:

Fig. 3.1 Análisis estadístico de accidentes ocurridos en líneas de distribución de gas natural

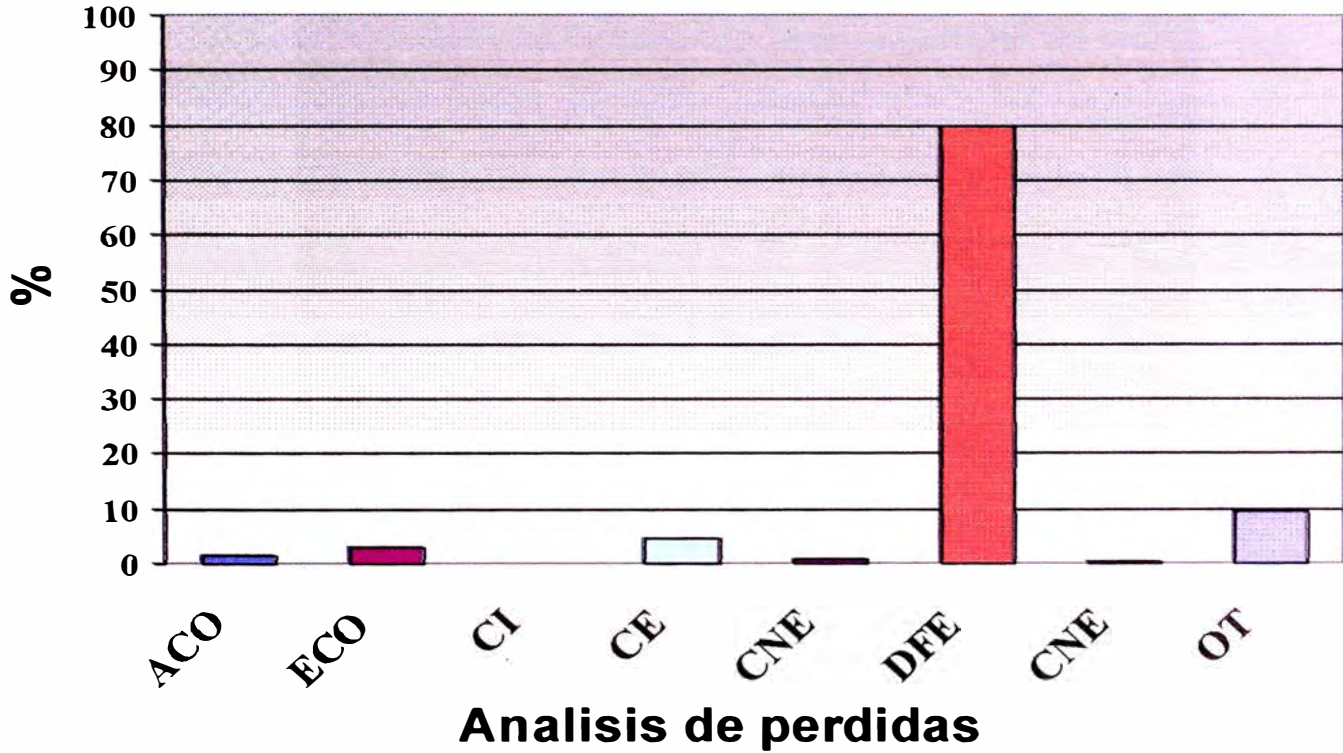
(1994-2002)



- **ACO** Accidentes causados por el operador (5.3 %)
- **ECO** Error de construcción/operación (5.8 %)
- **CI** Corrosión interna (0.1 %)
- **CE** Corrosión externa (3.0 %)
- **CNE** Corrosión no especificada (0.5 %)
- **DFE** Daños por fuerzas externas (59.0 %)
- **CNE** Causa no especificada (1.2 %)
- **OT** Otras (25.1 %)

Fig. 3.2 Análisis estadístico de pérdidas económicas ocurridas en líneas de distribución de gas natural

(1994-2002)



- **ACO** Accidentes causados por el operador (5.3 %)
- **ECO** Error de construcción/operación (5.8 %)
- **CI** Corrosión interna (0.1 %)
- **CE** Corrosión externa (3.0 %)
- **CNE** Corrosión no especificada (0.5 %)
- **DFE** Daños por fuerzas externas (59.0 %)
- **CNE** Causa no especificada (12.0 %)
- **OT** Otras (25.1 %)

3.2 Acontecimientos sucedidos en otros gasoductos

En otros gasoductos argentinos, ocurrieron similares casos, por ejemplo



Imagen de archivo donde se aprecia el tubo de El Oculito (Orán – Argentina –Chile), en el año 2 002.

Figura 3.3: Imagen de la explosión de un ducto de gas natural en Argentina

En poco más de tres años, dos gasoductos que atraviesan suelo salteño, han explotado en dos ocasiones cada uno, la primera de las tragedias, sucedió el once de diciembre de 1 998, en las inmediaciones del accidente ocurrido en la víspera. Fue en el mismo conducto de la empresa TGN, que lleva gas a la zona Sur del país y dejó un dramático saldo: nueve operarios muertos calcinados. Las explicaciones entregadas posteriormente, señalaron que el siniestro se había originado a raíz de la presencia de una corrosión inusual en la tubería.

El martes seis de marzo del 2 001, un suceso similar conmovió al departamento Orán: un ducto del gasoducto Norandino, que lleva el fluido a Chile y alimenta a las dos centrales termoeléctricas que suministran energía a las dos primeras regiones del país trasandino, explotó causando serios daño al ecosistema.

Las autoridades de Norandino dijeron que la rotura se había provocado por la presión ejercida por un río desbordado.

En el año 2 002, el 29 de enero, en la zona de El Oculito, a 13 kilómetros de la ciudad Orán y en la misma zona del anterior, nuevamente colapsó el gasoducto Norandino, provocando, de la misma manera, serios daños a la flora silvestre y generando una espiral de cuestionamientos públicos.

La explicación esta vez, señaló que las causas del siniestro estaban en el deslizamiento de tierras producida por la presencia de cauces fluviales subterráneos. Las autoridades de TGN, se encuentran analizando ahora, los por qué del fenómeno acaecido en la víspera y los estudios se están centrando en los análisis metalográficos ante la eventualidad de hallarse ante un problema de fatiga de los materiales.

En los gasoductos Mexicanos construidos por petróleos mexicanos (PEMEX), según un diagnóstico realizado por la Secretaria de Seguridad Pública del Estado: “Veracruz es posiblemente la ciudad por donde cruza el

el mayor número de ductos que alimentan las necesidades nacionales. La red de ductos de servicios de PEMEX no tiene un marco de seguridad adecuado, esto es, carece de un esquema de protección que permita prevenir, diagnosticar y resolver desde emergencias hasta accidentes y posibles atentados “.

Debido a ello, detectaron que el 41,0 % de los accidentes en tuberías de conducción fueron generados por la corrosión, 25,0 % por fallas de material, 13,0 % por golpes de maquinarias, 4,5 % por tomas clandestinas y 16,5% por fisuras en soldadura y otras causas no especificadas

3.3 Fallas presentadas en las tuberías del gasoducto de Camisea

Las tuberías del gasoducto de Camisea a más de un año de funcionamiento ha presentado tres fallas que son de mucha importancia, estas son

- a) El pasado 22 de diciembre del 2004 en la provincia de La Convención, y de inmediato se procedió a la suspensión del bombeo de líquidos y gas, pues se trata de un aproximado de 500 barriles de gas natural (se considera derrame menor cuando se trata de menos de 50 barriles) debido al cordón de soldadura y que las principales causas del percance fueron problemas en el proceso de construcción, manipuleo de la tubería y sobrecarga del área afectada.
- b) La segunda vino para festejar el aniversario de las válvulas, el 29 de agosto de este año. La constructora informó que los derrames fueron

mínimos y que no contaminaron a las zonas afectadas. Sin embargo habían evidencias de que el río arrastraba peces muertos.

- c) En el último incidente, en la madrugada del 16 de septiembre de este año, se informó que una rotura del ducto de líquidos de gas causó el derrame de 300 metros cúbicos y la evacuación de 200 personas.



Figura 3.4 : Rotura del gasoducto en la Provincia de la Convención

Para evitar todo esto se necesita implantar un plan de contingencia para evitar cualquier desastre al no tenerlo implantado.

CAPITULO IV

FUNDAMENTO TEORICO

4.1 Análisis de riesgos

El análisis de riesgos es muy importante en la medida de las consecuencias que podría tener al no prevenir y no tener un plan de contingencia en la construcción y operación del gasoducto.

4.1.1 Objetivos

Identificar y analizar los diferentes factores de riesgo que potencialmente podrán afectar las condiciones socio-ambientales circunvecinas al proyecto tanto para la construcción como para la operación del gasoducto.

Establecer, con fundamento en el análisis de riesgo, las bases para la preparación del plan de contingencia y el programa de prevención de accidentes para la construcción y operación del gasoducto.

4.1.2 Metodología

La metodología utilizada se basa en experiencias de otros gasoductos en

donde las etapas de riesgo se presentan en forma grafica en la figura 1.

4.2 Identificación de Amenazas

Una amenaza se define como el evento de posible ocurrencia con capacidad de afectar negativamente las instalaciones y actividades tanto de la construcción, como de la operación y el medio ambiente del área de influencia del proyecto.

En la construcción y operación de un gasoducto existen amenazas que se le conocen con el nombre de endógenas y requieren de un plan de contingencias para su prevención y atención, entre ellas se consideran: fuga de producto, incendios o explosiones y derrumbes.

Otras actividades ajenas a la construcción o a la operación del gasoducto sumado a los fenómenos naturales pueden llegar a constituirse en elementos perturbadores del medio ambiente y posibles generadores de emergencia. Estas amenazas son del tipo exógeno y entre ellas se consideran: incendios por quemas no controladas, sismos, inundaciones, deslizamiento de terrenos y atentados. Las amenazas que podrían afectar el área y sus posibles causas se explican a continuación:

DESARROLLO METODOLOGICO DEL ANÁLISIS DE RIESGO

INICIO

Identificación de actividades que implican riesgos

Construcción	Operación
Frentes de construcción -Cruces de vías -Cruces de líneas -Cruces de corrientes	Transporte de fluidos (crudo, agua o gas) a través de la línea.

Identificación de amenazas

Endógenas	Exógenas
-Fuga de productos -Incendios y explosiones -Derrumbes	-Sismos -Inundaciones -Deslizamientos -Atentados

Definición de Escenarios

Escenarios	Amenazas Endógenas	Amenazas Exógenas
Construcción	X	X
Operación	X	X

Estimación de la probabilidad

Probabilidad 6 frecuente 1 al mes	Probabilidad 5 Moderado 1 entre 6 y 12 meses	Probabilidad 4 Ocasional 1 entre 1 a 5 años
Probabilidad 3 Remoto 1 entre 6 a 10 años	Probabilidad 2 Improbable 1 entre 11 a 9 años	Probabilidad 1 Imposible 1 en 20 años o más

Estimación de la gravedad

Factores de vulnerabilidad	Víctimas	Perdidas Materiales	Suspensiones
	Daño ambiental	Imagen empresarial	
Criterios de calificación	1 Insignificante		3 Crítica
	2 Marginal		4 Catastróficas

Cálculo de Riesgo

$$R = P \cdot G$$

R: Riesgo
P: Probabilidad
G: Gravedad

Matriz de Aceptabilidad

Aceptabilidad de riesgo

Aceptable	Tolerable	Inaceptable
-----------	-----------	-------------

Niveles de Planeación

No Plan	General	Detallado
---------	---------	-----------

Consideraciones para la elaboración del Plan de Emergencias del Proyecto

FIN

- a) **Fuga del producto**, es la salida incontrolada de producto desde la infraestructura empleada para su transporte.
- b) **Incendios o Explosiones**, un incendio se define como un fuego incontrolado o un proceso de combustión sobre el cual se ha perdido el control.
- c) **Derrumbes**, la intervención de áreas durante la construcción puede provocar derrumbes por la inestabilidad de los terrenos por donde pasará el gasoducto.
- d) **Sismos**: Son movimientos de la corteza terrestre causados por fenómenos naturales, en nuestro caso es considerada como amenaza sísmica baja.
- e) **Inundaciones**: Son el cubrimiento de un terreno con cantidades anormales de agua producto de una precipitación abundante.
- f) **Deslizamientos**: Son los movimientos del terreno causados por factores exógenos, tales como una alta precipitación.
- g) **Atentados**: Son actos criminales efectuados por personas o grupos al margen de la ley.

4.3 Definición de posibles escenarios

Un escenario es la combinación de una amenaza con una actividad Se muestra una tabla 4.1 de escenarios de emergencia:

Tabla 4.1 Escenarios de emergencia

Amenazas		Actividad	
		Construcción	Operación
Endógenas	Fugas de gas	X	X
	Incendios y explosiones	X	X
	Derrumbes	X	X
Exógenos	Sismos	X	X
	Inundaciones	X	X
	Deslizamientos	X	X
	Atentados	X	X

4.4 Estimación de la probabilidad

Dado que el concepto de riesgo se basa en la probabilidad de ocurrencia de los eventos, una parte importante del análisis es la determinación de las probabilidades. La probabilidad de ocurrencia se define en la siguiente tabla 4.2, asignando a cada clase un puntaje numérico:

Tabla 4.2 Probabilidad de los siniestros

Probabilidad	Definición	Ocurrencia Eventos	Puntaje
Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta. Sucedee en forma reiterada	1 al mes	6
Moderado	Posibilidad de ocurrencia Media. Sucedee algunas veces	1 entre 6 y 12 meses	5
Ocasional	Posibilidad de ocurrencia limitada. Sucedee pocas veces	1 entre 1 a 5 años	4
Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja. Sucedee en formas esporádicas.	1 entre 6 a 10 años	3
Improbable	Posibilidad de ocurrencia muy baja. Sucedee en forma excepcional.	1 entre 11 a 19 años	2
Imposible	De difícil posibilidad de Ocurrencia. No ha sucedido hasta ahora.	1 en 20 años o más	1

Los valores de probabilidad asignados a cada uno de los escenarios definidos se presentan en la tabla 4.3 se explican a continuación:

4.4.1 Construcción

- a) **Fuga de gas:** Se considera como una probabilidad moderada
- b) **Incendio o explosión:** La probabilidad de ocurrencia de un incendio o explosión en los frentes de construcción se considera ocasional.
- c) **Derrumbes:** Los derrumbes en el corredor pueden ocurrir a causa de problemas geotécnicos inadecuadamente manejados por lo cual

se le estima una probabilidad moderada.

- d) **Sismos:** La ocurrencia de una emergencia en este escenario es imposible, puesto que la construcción se realizara en un área de bajo riesgo sísmico.
- e) **Inundaciones:** el corredor en donde se instalara el gasoducto es interceptado por cuerpos de agua menores cuyas características le infieren una probabilidad moderada.
- f) **Deslizamientos:** Los deslizamientos por causas naturales durante la construcción del gasoducto tienen una probabilidad de ocurrencia moderada.
- g) **Atentados:** La construcción estará en un área en donde la probabilidad de este evento es improbable.

4.4.2 Operación

- a) **Fuga de gas:** Se considera como una probabilidad remota.
- b) **Incendio o explosión:** La ocurrencia de un incendio durante la operación del gasoducto es consecuencia de una fuga incontrolada del gas, La probabilidad de este evento es imposible.
- c) **Sismos:** La probabilidad para este escenario es la misma considerada para sismos durante la construcción.
- d) **Inundaciones:** La probabilidad en este tipo de eventos es similar a la establecida para la etapa de construcción.
- e) **Deslizamientos:** Los deslizamientos durante la operación del gasoducto tienen una probabilidad de ocurrencia moderada.
- f) **Atentados:** La operación estará en un área en donde la probabilidad

de este evento es improbable.

Tabla 4.3 Estimación de Probabilidades

Escenario	Código	Probabilidad	
Fuga de gas durante la construcción	FP-1	Moderado	5
Fuga de gas durante la operación	FP-2	Remoto	3
Incendios o explosiones en el corredor durante la construcción	IE-1	Ocasional	4
Incendios o explosiones en el corredor durante la operación	IE-2	Imposible	1
Derrumbes en el corredor del durante la construcción	DR-1	Moderado	5
Sismos en el corredor durante la construcción	SM-1	Imposible	1
Sismos durante la operación	SM-2	Imposible	1
Inundaciones en el corredor durante la construcción	IN-1	Moderado	5
Inundaciones durante la operación	IN-2	Moderado	5
Deslizamientos en el corredor durante la construcción	DZ-1	Moderado	5
Deslizamientos durante la operación	DZ-2	Moderado	5
Atentados en el corredor durante la construcción	AT-1	Improbable	2
Atentados durante la operación	AT-2	Improbable	2

4.5 Definición de vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado relativo de sensibilidad, que un sistema tiene respecto a una amenaza determinada. Los factores de vulnerabilidad dentro de un análisis de riesgos, permite determinar cuales son los efectos negativos, que sobre un escenario y sus zonas de posible impacto pueden tener los eventos que se presenten.

Para efectos del análisis de riesgo, se consideran los siguientes factores de Vulnerabilidad:

- a) **Víctimas**, se refiere al número y clase de afectados, considera también el tipo y la gravedad de las lesiones.
- b) **Daño ambiental**, incluye los impactos sobre cuerpos de agua, fauna, flora, aire, suelos y comunidad a consecuencia de la emergencia.
- c) **Pérdidas materiales o económicas**: representadas en instalaciones, equipos, valor de las operaciones de emergencia, atención médica entre otros.
- d) **Imagen Empresarial**: califica el nivel de deterioro de la imagen corporativa de la empresa como consecuencia de la emergencia.
- e) **Suspensiones**: determina los efectos de la emergencia sobre el desarrollo normal de las actividades del proyecto (construcción y operación) en términos de días perdidos.

4.6 Estimación de la gravedad

La gravedad de las consecuencias de un evento se evalúa sobre los factores de vulnerabilidad, y se califica dentro de una escala que establece cuatro niveles. Los niveles corresponden a gravedad nivel 1 o insignificante, nivel 2 o marginal, nivel 3 o crítica, y nivel 4 o catastrófica. Los criterios de calificación para los factores de vulnerabilidad se presentan en la Tabla 4.4

Tabla 4.4: Calificación de la gravedad

Factor de Vulnerabilidad	Insignificante 1	Marginal 2	Critica 3	Catastrófica 4
Victimas	No hay lesiones, o no se requiere atención hospitalaria.	Lesiones leves que requieren atención	Lesiones con necesidad de hospitalización.	Muertes.
Daño Ambiental	No hay impactos ambientales significativos.	Impactos ambientales dentro del área del escenario de emergencia.	Impactos en las áreas aledañas al escenario..	Impactos con consecuencias sobre la comunidad.
Perdidas materiales	Menos de US\$ 0.5 millones	Entre US\$ 0.5 y US\$ 3 millones	Entre US\$ 3 y 5 millones	Mas de US\$ 5 millones
Imagen de la empresa Contratista	Conocimiento interno Solamente.	Conocimiento local	Conocimiento nacional	Conocimiento internacional
Suspensiones (construcción o en operación)	Suspensión de un día.	Suspensión de 2 a 4 días.	Suspensión de 5 a 10 días.	Suspensión mayor a 10 días.

4.7 Cálculo del riesgo

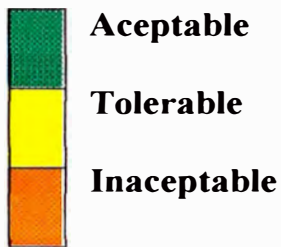
El riesgo es producto de la combinación de dos factores, la probabilidad de ocurrencia de una amenaza y la gravedad de las consecuencias de la misma. Matemáticamente el riesgo R puede expresarse como el producto de la probabilidad de ocurrencia P por la gravedad G.

$$R = P \times G$$

En la Tabla 4.5 se presenta un resumen de la aceptabilidad de riesgos combinación la probabilidad de ocurrencia

Tabla 4.5 Aceptabilidad de Riesgo según Combinación de probabilidad-Gravedad

			GRAVEDAD			
			1	2	3	4
			INSIGNIFICANTE	MARGINAL	CRITICA	CATASTROFICA
PROBABI LIDAD DE SINIESTR	1	IMPOSIBLE				
	2	IMPROBABLE				
	3	REMOTO				
	4	OCASIONAL				
	5	MODERADO				



4.7.1 Aceptabilidad

En cuanto a la aceptabilidad a los riesgos, los escenarios se clasifican como:

- a) **Aceptable:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que la combinación de probabilidad-gravedad no representa una amenaza significativa. Cuantitativamente representa riesgos con valores menores o iguales a tres puntos.
- b) **Tolerable:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que, aunque deben desarrollarse actividades para la gestión sobre el riesgo, éstas tienen una prioridad de segundo nivel. Cuantitativamente representa riesgos con valores entre cuatro y seis puntos.
- c) **Inaceptable:** Un escenario situado en esta región de la matriz

significa que se requiere siempre desarrollar acciones prioritarias e inmediatas para su gestión, debido al alto impacto que tendrían sobre el sistema. Cuantitativamente representa valores de riesgo entre ocho y veinticuatro puntos.

4.7.2 Niveles de Planeación

La aceptabilidad de riesgos está directamente relacionada con los niveles de planeación de contingencias requeridos específicamente para el gasoducto de la siguiente manera:

- a) **No plan:** Un escenario situado en esta región de la matriz, significa que la combinación de probabilidad-gravedad no representa una amenaza significativa.
- b) **General:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que, aunque debe diseñarse una respuesta para dichos casos, ésta debe ser sólo de carácter general.
- c) **Detallada:** Un escenario situado en esta región de la matriz significa que se requiere siempre diseñar una respuesta detallada a las contingencias y que es preciso realizar inversiones particulares para cada uno de estos escenarios. Los resultados de la estimación de gravedad para los escenarios de emergencia del proyecto son presentados en la Tabla 4.6, en la Tabla 4.7 se presentan los resultados del cálculo de riesgo y la aceptabilidad de los riesgos y en la Tabla 4.8 se muestra el nivel de planeación que podría ser requerido para cada uno de los escenarios identificados.

Tabla 4.6 Valores de Gravedad y Riesgo para los diferentes Factores de Vulnerabilidad

ESCENARIO	PROBABILIDAD	VICTIMAS		DAÑO AMBIENTAL		PERDIDAS ECONOMICAS		IMAGEN COMPAÑIA		SUSPENSIONES	
		G	R	G	R	G	R	G	R	G	R
FP-1	5	1	5	1	5	2	10	1	5	2	10
FP-2	3	1	3	1	3	2	6	1	3	2	6
IE-1	4	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
IE-2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DR-1	5	1	5	2	10	2	10	2	10	1	5
SM-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SM-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IN-1	5	1	5	2	10	3	15	3	15	2	10
IN-2	5	1	5	2	10	3	15	3	15	2	10
DZ-1	5	1	5	2	10	3	15	2	10	2	10
DZ-2	5	1	5	2	10	3	15	2	10	2	10
AT-1	2	3	6	3	6	3	6	1	2	2	4
AT-2	2	3	6	4	8	3	6	3	6	2	4

Tabla 4.7 Matriz de Niveles de Aceptabilidad del Riesgo para los Factores de Vulnerabilidad

ESCENARIO	FACTORES DE VULNERABILIDAD				
	VICTIMAS	DAÑO AMBIENTAL	PERDIDAS ECONOMICAS	IMAGEN COMPAÑIA	SUSPENSIONES
FP-1	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO
FP-2	NO PLAN	NO PLAN	PLAN GENERAL	NO PLAN	PLAN GENERAL
IE-1	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO
IE-2	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN
DR-1	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL
SM-1	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN
SM-2	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN	NO PLAN
IN-1	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO
IN-2	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO
DZ-1	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO
DZ-2	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO
AT-1	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	NO PLAN	PLAN GENERAL
AT-2	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL

Tabla 4.8 Matriz de Niveles de Planeación requeridos para los Factores de Vulnerabilidad

NIVELES DE PLANEACION POR ACTIVIDAD					
ESCENARIO	VICTIMAS	DAÑO AMBIENTAL	PERDIDAS ECONOMICAS	IMAGEN COMPAÑIA	SUSPENSIONES
CONSTRUCCION					
FP-1	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO
IE-1	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL
DR-1	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL
SM-1	NO PLAN	NO PLAN	PLAN GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
IN-1	NO PLAN	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
DZ-1	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL
AT-1	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	NO PLAN	PLAN GENERAL
OPERACIÓN					
FP-2	PLAN GENERAL	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO
IE-2	NO PLAN	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
SM-2	NO PLAN	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
IN-2	NO PLAN	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	NO PLAN	NO PLAN
DZ-2	NO PLAN	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	PLAN GENERAL	NO PLAN
AT-2	NO PLAN	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN DETALLADO	PLAN GENERAL

4.8 Resultado del análisis por escenario

Los resultados del análisis para los escenarios evaluados y algunas recomendaciones generales se presentan a continuación:

4.8.1 Construcción

- a) Fuga de Producto:** La fuga de gas natural se considera como de bajo peligro, ya que las características del producto le permiten rápidamente dispersarse y elevarse en la atmósfera. Los resultados del análisis indican que este escenario requiere ser considerado en un plan general, puesto que la probabilidad para que este tipo de evento se presente es media.
- b) Incendio o Explosión:** el riesgo en este escenario se considera inaceptable. Un evento de incendio y explosión podría manifestarse durante la construcción ante eventuales circunstancias, tales como:
La fuga de gas, generada accidentalmente en la tubería en operación.
- c) Derrumbes:** el riesgo por derrumbes se considera de importancia en esta construcción puesto que ya existe en algunos sectores del corredor y principalmente sobre las márgenes hídricas una afectación originada por la instalación del gasoducto.
- d) Sismos:** el riesgo en este escenario es aceptable, puesto que el área en general se considera como de riesgo sísmico bajo.
- e) Inundaciones:** el riesgo es inaceptable, debido a las condiciones que caracterizan los cuerpos de agua que atraviesan el corredor, por tanto se deberán tomar las previsiones detalladas.

- f) **Deslizamientos:** el riesgo y los niveles de planeación para este escenario son los mismos obtenidos para derrumbes.
- g) **Atentados:** el riesgo por esta emergencia es tolerable, puesto que la probabilidad estimada para este tipo de riesgo en el área del Proyecto es improbable.

4.8.2 Operación

- a) **Fuga de Producto:** los resultados del análisis indican que para este escenario del gasoducto deberán aplicarse los mismos controles aplicados.
- b) **Incendio o Explosión:** está vinculado directamente con la ocurrencia de una fuga de producto, por lo cual es importante que la estrategia para la prevención de fugas y de su manejo se adjunte.
- c) **Sismos:** el riesgo en este escenario es aceptable, puesto que el área en general se considera como de riesgo sísmico bajo.
- d) **Inundaciones:** el riesgo es inaceptable, debido a las condiciones que caracterizan los cuerpos de agua que atraviesan el corredor, por tanto se deberán tomar las provisiones necesarias
- e) **Deslizamientos:** para los diferentes factores de vulnerabilidad analizados el riesgo es inaceptable. Se considera que se debe prestar atención a lo que se refiere a daño ambiental.
- f) **Atentados:** el riesgo por esta emergencia es tolerable, puesto que la probabilidad estimada para este tipo de riesgo en el área del Proyecto es improbable.

4.9 Lineamientos del Plan de Contingencias

Los lineamientos del Plan de Contingencias tienen los siguientes objetivos:

- Orientar la elaboración del correspondiente plan de contingencias para las etapas de construcción y operación del gasoducto.
- Brindar elementos de integración entre el Plan de Contingencia y aquellos planes de contingencia elaborados por los contratistas en las etapas de construcción y operación.

Es importante también considerar que dadas las circunstancias particulares sobre las cuales se diseñará, construirá y operará el gasoducto, el Plan de Contingencia del Gasoducto, deberá integrarse de manera tal que los mecanismos de control definidos para el corredor existente apliquen al presente proyecto, así como la organización y procedimientos propuestos.

4.9.1 Plan Estratégico

El Plan Estratégico define la estructura para la atención de emergencias, las funciones y responsabilidades de las personas encargadas de ejecutar el plan, los recursos necesarios y las estrategias de respuesta a aplicar en cada uno de los escenarios probables, establecidos a partir del análisis de riesgos asociados al proyecto en sus etapas de construcción y operación.

Es importante que los escenarios de emergencia definidos en el análisis de riesgos presentado en este documento se empleen a manera de

referencia para la realización de los análisis de riesgos más detallados y específicos que deberán realizarse, antes de iniciar la etapa constructiva (por parte del contratista de construcción) y antes de iniciar la operación del gasoducto. Asimismo, estos escenarios deberán ser localizados específicamente de acuerdo con el derecho de vía y el área de influencia del proyecto. Los escenarios de emergencia y su respectiva localización podrán ser diferentes tanto para la etapa de construcción como para la de operación.

4.9.2 Responsabilidad en Caso de Emergencias

Independiente del evento que la origina, debe entenderse que una situación de emergencia no termina cuando se haya acabado o controlado el evento que la causó, sino que continua mientras subsista el estado de perturbación.

Cualquier siniestro que se genere durante la construcción o la operación del gasoducto debe ser atendido oportunamente de manera tal que se reduzcan los daños ambientales y los efectos sobre el avance en la construcción del Proyecto o en la operación del mismo.

La evaluación de las pérdidas, tanto las directas como las indirectas y los daños a terceros, es un elemento importante en el establecimiento de responsabilidades.

4.9.3 Organización y Recursos

La atención de las emergencias a presentarse en el gasoducto en su fase de construcción y en la operación, requiere de una organización eficiente y flexible, en la que cada entidad o persona involucrada sea capaz de poner en operación sus funciones y responsabilidades. Igualmente, se debe contar con los recursos mínimos requeridos para garantizar una respuesta eficaz.

1.- Niveles de Respuesta Durante la Etapa de Construcción

- a) **GRADO 1:** emergencias que afecten solamente el área de construcción, y que pueden ser controladas con los recursos disponibles en los frentes de trabajo; sin embargo, se debe activar el grupo del contratista como medida de prevención.
- b) **GRADO 2:** emergencias que por sus características requieren además de los recursos internos del contratista, recursos externos como los del contratista o municipales y cuerpos de socorro. En estos casos la emergencia la administrará directamente el personal del contratista.

2.- Niveles de Respuesta Durante la Etapa Operativa

- a) **GRADO 1:** emergencias que pueden ser controladas con los recursos del contratista
- b) **GRADO 2:** emergencias que por sus características requieren

además de los recursos internos del contratista, recursos externos como los de los municipios del área y cuerpos de socorro de la zona.

4.10 Estrategias

4.10.1 Estrategias de Respuesta a Emergencias

Las estrategias para el control de emergencias se plantean mediante un conjunto de medidas y acciones diseñadas a partir de la evaluación de riesgos, del establecimiento de las características generales del área de influencia y de las condiciones particulares para cada uno de los escenarios posibles de presentarse.

Asimismo, estas incluyen el procedimiento para la evacuación y la atención de lesionados y heridos.

4.10.2 Estrategias de Control

Las estrategias para controlar emergencias buscan cumplir los siguientes objetivos:

- a) Controlar el evento en la fuente, evitando de esta manera un mayor grado de afectación.
- b) Evitar interferencias en las actividades humanas, proteger el medio ambiente, y atender eficientemente las quejas y reclamos que implique la emergencia.
- c) Minimizar los costos ambientales, urbanísticos y financieros de la emergencia.

- d) Optimizar el uso de los recursos disponibles por los contratistas durante la ocurrencia de una emergencia.

Para la definición del tipo de acciones a seguir durante el control de emergencias es importante evaluar las distintas limitaciones que pueden afectar el control, como por ejemplo:

- a) Las condiciones meteorológicas y climáticas prevalecientes durante el desarrollo de la emergencia.
- b) Las condiciones sociales en el área.
- c) El funcionamiento de los comités locales de prevención y atención de desastres.
- d) Las características de las instalaciones.
- e) Las operaciones y características del producto transportado.
- h) Entrenamiento del grupo de respuesta
- g) Eficacia y eficiencia del plan de contingencia
- h) Capacidad operativa y equipos disponibles
- i) Apoyo externo

Las labores iniciales de apoyo a realizar estarán orientadas a informar y organizar a la comunidad localizada en áreas de riesgo, con el propósito de realizar un trabajo conjunto en procura de minimizar los daños que pueda causar la contingencia. En la medida que el control de una emergencia demande mayor cantidad de recursos, se deberán activar los niveles de respuesta contemplados dentro del Plan de Contingencia.

4.10.3 Estrategias de Prevención

Las acciones de prevención hacen parte importante del plan de contingencia ya que reducen la probabilidad de ocurrencia de una emergencia, y durante el desarrollo de ésta, evitan que se extienda hacia otras áreas. El manejo preventivo incluye:

- a) Mantenimiento periódico del gasoducto, accesorios, conexiones, equipos contra incendio, herramientas e implementos relacionados con la ocurrencia o control de una emergencia.
- b) Instalación de sistemas de seguridad y protección en los sitios considerados de alto riesgo.
- c) Definición de los puntos de encuentro, y sitio para la atención de lesionados en caso de emergencia durante la construcción.
- d) Conocimiento de puntos de control en el sistema.
- e) Adquisición de los equipos necesarios para la detección de escapes y para la extinción de incendio, y elaboración de un programa de inspección y mantenimiento que asegure su operabilidad durante la emergencia.
- f) Señalización de los lugares que representen peligro, de los lugares restringidos, y de los sitios de almacenamiento de equipos para control de emergencia.

4.11 Comunicaciones y Centro de alto mando

El centro de comando para cada una de las etapas del proyecto es diferente,

en los dos casos el centro de comando debe cubrir las siguientes necesidades:

- a) Recibir, controlar y definir Ofrecer espacio y recursos para reuniones del personal operativo para evaluar los acontecimientos y tomar decisiones.
- b) Centralizar la información, los registros y los contactos con el personal.
- c) Efectuar un seguimiento permanente y mantener información actualizada Sobre los hechos
- d) Los requerimientos de apoyo de los grupos de trabajo.
- e) Registrar hechos secuenciales importantes para atender los tramites jurídicos y de seguros.
- f) Recibir y activar la atención de reclamos.
- g) Centralizar los comunicados internos y los entregados a los medios de Comunicación.

La oficina estará equipada con el siguiente material de apoyo y equipo de comunicación:

- a) Documento del plan de contingencia.
- b) Planos de la línea (indicando accesos, instalaciones y tiempos de desplazamiento).
- c) Directorio Telefónico interno del personal de respuesta.
- d) Formatos para registrar eventos durante la emergencia.
- e) Radio de comunicaciones.
- f) Teléfono y fax.

4.12 Programa de Entrenamiento.

Para que el plan de contingencia se constituya en una herramienta útil y aplicable, debe ser difundido a todas las personas comprometidas dentro de la organización del mismo, para que se identifiquen con el plan y conozcan claramente las funciones y responsabilidades que les han sido asignadas.

Lo anterior se logrará mediante la realización de un programa básico de capacitación y entrenamiento como el que se describe a continuación:

- a) Tres prácticas al año para brigadas.
- b) Dos entrenamientos anuales en escritorio: dirigidos a jefes de brigada y personal de comando para el desarrollo de habilidades en toma de decisiones operativas.
- c) Una capacitación general al año para todo el personal asignado a planes de contingencia sobre el uso y aplicación de la herramienta que maneje la información, puede ser un documento o un software.
- d) Un curso anual de métodos de prevención y control de emergencias y desarrollo de conocimientos básicos sobre efectos de los incendios y las explosiones.
- e) Un simulacro anual de activación del plan de contingencia para medir niveles de preparación y eficiencia, establecer tiempos de reacción y fijar metas de mejoramiento.
- f) Un simulacro anual de activación de procesos locales de ayuda mutua o sistemas locales-regionales de emergencia para verificar el grado de conocimiento y compromiso de autoridades y comunidades en la atención

de este tipo de emergencias.

- g) Una divulgación al año con todas las entidades de apoyo, autoridades civiles, militares y ambientales.

CAPITULO V

MARCO TEORICO

5.1 Procesos de Soldadura

En el Proyecto de la Red de distribución de gas natural de Lima y Callao se utilizó dos procesos los cuales fueron:

- Soldadura Manual con Electrodo (SMAW)
- Soldadura Semiautomática con protección de Gas (GMAW)

Para las reparaciones de juntas se utilizaron ambos procesos, los cuales se describirán a continuación:

5.1.1 SMAW (Soldadura de Arco Manual con electrodo revestido)

La Soldadura de Arco Manual es también conocida como Soldadura de Electrodo Cubierto, es la mas antigua y mas versátil de todos los diferentes procesos de soldadura de arco.

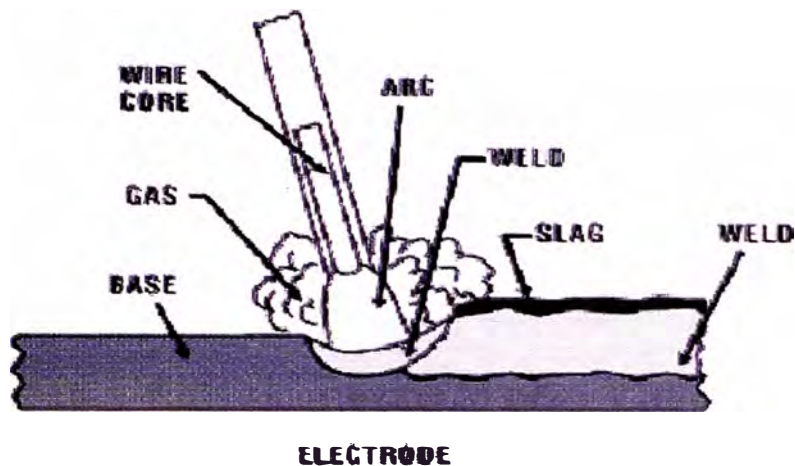


Figura 5.1

Un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto y la pieza a trabajar. Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza (Ver figura 5.1). La escoria debe ser removida después de cada procedimiento

5.1.1.1 Ventajas y Limitaciones

La soldadura por arco con electrodo revestido es uno de los procesos más utilizados, sobre todo para soldaduras cortas en trabajos de producción, mantenimiento, reparación y para construcción en el campo; presentando las siguientes ventajas y limitaciones:

a) Ventajas

1. El electrodo cubierto proporciona el metal de aporte y el mecanismo para proteger dicho metal de soldadura contra una oxidación perjudicial durante la soldadura.
2. No se requiere protección con gas auxiliar ni un fundente granular.
3. El proceso es menos sensible al viento y las corrientes de aire que los procesos de soldadura por arco protegidos con gas.
4. Se puede utilizar en áreas de acceso limitado.

b) Limitaciones

1. Es un proceso lento por la baja tasa de deposición y por la necesidad de retirar la escoria, por lo que en determinadas aplicaciones ha sido desplazado por otros procesos.
2. Requiere gran destreza por parte del soldador (soldadores homologados).

5.1.2 GMAW (Soldadura Semiautomática con protección de Gas - MIG-MAG)

Este procedimiento, conocido también como soldadura MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte (Ver Figura 5.2). El procedimiento es adecuado para unir la mayoría de materiales, disponiéndose de una amplia variedad de metales de aportación.

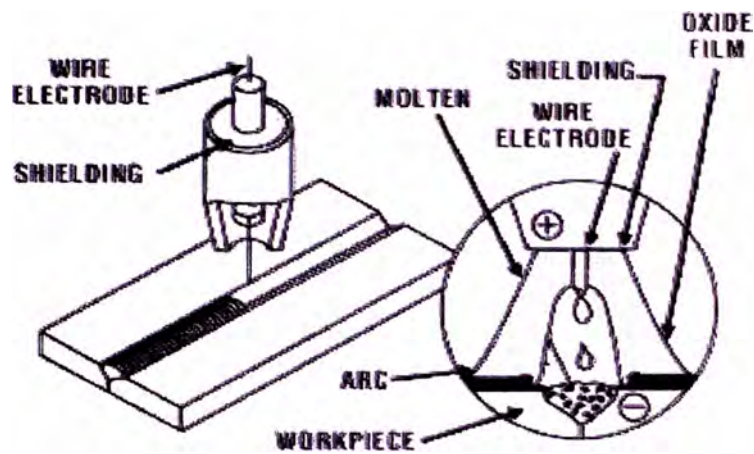


Figura 5.2

La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones. El procedimiento es muy utilizado en espesores delgados y medios, en fabricaciones de acero y estructuras de aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual. La introducción de hilos tubulares está encontrando cada vez más, su aplicación en los espesores fuertes que se dan en estructuras de acero pesadas.

5.1.2.1 Ventajas y Limitaciones

a) Ventajas

1. Proceso adecuado para unir la mayoría de los metales.
2. Arco estable y concentrado.
3. No hay salpicadura, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco
4. No se produce escoria.

5. Puede emplearse en todo tipo de uniones y posiciones.
6. Se pueden conseguir soldaduras de gran calidad.
7. Permite un control excelente de la penetración en la pasada de raíz.

b) Limitaciones

1. La tasa de deposición es menor que la que se puede conseguir con otros procesos de soldeo por arco
2. Su aplicación manual exige, en general que el soldador sea Homologado.
3. No resulta económico para espesores mayores de 10 mm.

5.2 Electrodo revestidos (Proceso SMAW)

El electrodo revestido en el proceso de arco metálico protegido tiene cuatro funciones básicas

- Establecer el arco eléctrico con el metal base.
- Dirigir y controlar el arco eléctrico según lo requieran las piezas por soldar
- Proporcionar el metal de aporte
- Proteger el cordón de soldadura

5.2.1 Núcleo del Electrodo

El núcleo del electrodo está constituido por un alambre metálico que conduce la corriente eléctrica y permite establecer el arco eléctrico. El intenso calor del arco hace que se funda progresivamente la punta del alambre y que en forma de pequeñas gotas se deposite en el cordón de soldadura, proporcionando así el material de aporte.

El metal del núcleo depende del tipo de metal base que se requiere soldar. Si es acero generalmente se usará acero y si es aluminio el núcleo será aluminio. El calibre de diámetro del electrodo se mide en el núcleo y al mismo tiempo determina la intensidad de corriente en amperes en promedio que deben utilizarse.

5.2.2 Revestimiento del electrodo

El revestimiento del electrodo cumple diversas funciones al soldar con arco metálico protegido (eléctrica):

- Estabiliza el arco: facilita el encendido y el mantenimiento constante del arco.
- Genera una pantalla de gases de protección que evita la contaminación del cordón por el oxígeno y nitrógeno del aire.
- Proporciona fuentes que eliminan los óxidos de impurezas de material y forman escoria que retarda el enfriamiento brusco del cordón.
- Determina las condiciones de operación del electrodo.
- Determina las características del cordón.

5.2.3 Identificación del Electrodo

En muchos lugares del mundo, la identificación de electrodos se efectúa utilizando en primer lugar un nombre comercial o sea la identificación particular que arbitrariamente le asigna cada fabricante y en cada

segundo lugar un nombre genérico el cual se forma siguiendo los lineamientos establecidos por la A.W.S (Sociedad Americana de Soldadura)

Los electrodos, en particular, tienen su propio código, el código que AWS usa para esto, y que probablemente sea el mas popular en Latino-América se ha convertido en la referencia que mas comúnmente se usa para clasificar, son el AWS A5.1 para los electrodo de acero “dulce” o de relleno, y el AWS A5.5 para los electrodos de aleación de acero (alto contenido de carbón), muchos los identifican separándolos erróneamente como “Electrodos de Bajo Hidrogeno y Electrodos de Alto Hidrogeno” respectivamente, pero algunas variaciones de los electrodos en ambas clasificaciones contienen en sus fundentes altas o bajas cantidades de Hidrogeno que los excluye de esa referencia.

Tabla 5.2: Clasificación de los electrodos, tipo de corriente, forma de arco

Clasif.	Corriente	Arco	Penetración	Fundente y Escoria
EXX10	DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso-Sodio (0-10 % de polvo de Hierro)
EXXX1	AC o DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso-Potasio (0-10 % de polvo de Hierro)
EXXX2	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Titanio-Sodio (0-10 % de polvo de Hierro)
EXXX3	AC o DCEP o DCEN	Suave		Titanio-Potasio (0-10 % de polvo de Hierro)
EXXX4	AC o DCEP o DCEN	Suave		Titanio-Polvo de Hierro (25-40 % de Polvo de Hierro)
EXXX5	DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno- Sodio (0 % de polvo de Hierro)
EXXX6	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno- Potasio (0 % de polvo de Hierro)
EXXX8	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno- Polvo de Hierro (25 - 40 % de polvo de Hierro)
EXX20	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro – Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX22	AC o DCEP o DCEN	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro – Sodio (0% de Polvo de Hierro)
EXX24	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio-Polvo de Hierro (50 % de Polvo de Hierro)
EXX27	AC o DCEP o DCEN	Mediano	Mediana	Oxido de Hierro-Polvo de Hierro (50 % de polvo de Hierro)
EXX28	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno-Polvo de Hierro (50% de polvo de Hierro)
EXX48	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrogeno-Polvo de Hierro (25-40 % de polvo de Hierro)

DCEP - Corriente Directa Electrodo Positivo

DCEN – Corriente Directa Electrodo Negativo

Nota: el porcentaje de polvo de Hierro esta calculado en base al peso del fundente.

Clasif. Posición

EXX1X = Cualquier Posición (De piso, horizontal, sobre cabeza y vertical)

EXX2X = Horizontal y de piso solamente

EXX3X = De piso solamente

EXX4X = De piso, sobre cabeza, horizontal y vertical hacia abajo

La Norma “ANSI/AWS A5.5” clasifica los electrodos de acero de baja aleación (Ver Tabla 5.3). Los niveles de resistencia mecánica del metal de soldadura van desde 70 hasta 120 kpsi de resistencia a la tensión mínima.

En este respecto, cabe señalar que la liberación de tensiones que prescribe ANSI/AWS A5.5 consiste en mantener el ensamble de prueba a la temperatura indicada durante una hora. Los fabricantes (entiéndase contratistas) que usen tiempos de retención a temperatura significativamente mayores o menores que una hora tal vez tengan que ser más selectivos en cuanto a los electrodos que usan y quizá tengan que efectuar pruebas para demostrar que las propiedades mecánicas del metal de soldadura escogido son adecuadas después de un tratamiento térmico de cierta duración y a cierta temperatura.

La especificación A5.5 fija límites para el contenido de humedad de los electrodos de bajo hidrogeno empacados en recipientes sellados herméticamente. Estos límites van desde 0,2 hasta 0,6 % en peso, dependiendo de la clasificación del electrodo. Cuanto mayor sea el nivel de resistencia mecánica, más bajo será el límite del contenido de humedad. Esto es porque la humedad es una fuente primaria de hidrogeno y el hidrogeno puede producir agrietamiento en la mayor parte de los aceros de baja aleación si no se emplea precalentamiento a temperatura elevada y ciclos de enfriamiento largos y lentos. Cuanto

mayor sea la resistencia mecánica de la soldadura y del metal base. Mayor será la necesidad de niveles bajos de humedad para evitar el agrietamiento. La exposición a entornos húmedos (70 % de humedad o mas) puede elevar el contenido de humedad del electrodo en unas cuantas horas.

Tabla 5.3

Especificaciones de la AWS para electrodos cubiertos

Tipo de electrodo	Especificación de la AWS
Acero al carbono	A5.1
Acero de baja aleación	A5.5
Acero resistente a la corrosión	A5.4
Hierro colado	A5.15
Aluminio y aleaciones de aluminio	A5.3
Cobre y aleaciones de cobre	A5.6
Níquel y aleaciones de níquel	A5.11
Recubrimiento	A5.13 y A5.21

5.2.4 Electrodo no consumibles (Proceso GMAW)

La misión del electrodo en este proceso es únicamente la de mantener el arco sin aportar material al baño de fusión es muy importante que posea una alta temperatura de fusión. Esta es la razón por la que, cuando se emplea c.c., el electrodo se suele conectar al polo negativo, pues el calor generado en el extremo es inferior y permanece más frío que si conectase al polo positivo.

En general, se emplean tres tipos diferentes de electrodos, que se clasifican en función de su composición en:

- Wolframio puro.
- Wolframio aleado con torio.
- Wolframio aleado con circonio

5.2.4.1 Simbolización

La simbolización de los electrodos de wolframio se basa en su composición según las indicaciones que figuran en la tabla 5.4, la primera letra caracteriza el componente principal, wolframio. La segunda representa las adiciones de óxido. La letra elegida es la inicial del elemento que forma el óxido adicionado, el número corresponde al contenido medio de óxido multiplicado por diez. Los electrodos deben marcarse de acuerdo con la tabla, según su composición. con un anillo en el caso de los electrodos normales y con dos anillos en el caso de los electrodos compuestos. El color del anillo será el indicado en la tabla y se situarán en uno de los extremos del electrodo. El ancho de cada anillo será igual o superior a 3 mm.

Tabla 5.4 Simbolización de acuerdo con UNE/EN y AWS de los electrodos de wolframio

Símbolo	Composición		Contenido de wolframio mínimo	Color de identificación mínimo (2)	Equivalencia con la simbolización AWS (3)
	Óxido adicional (1)				
	Naturaleza del óxido adicional	%			
WP	-	-	99.8	verde	EWP
WT4	ThO ₂	0.35 a 0.55	resto	azul	EWTh-3
WT10	ThO ₂	0.80 a 1.20	resto	amarillo	EWTh-1
WT20	ThO ₂	1.70 a 2.20	resto	rojo	EWTh-2
WT30	ThO ₂	2.80 a 3.20	resto	violeta	
WT40	ThO ₂	3.80 a 4.20	resto	naranja	
WZ3	ZrO ₂	0.15 a 0.30	resto	marrón	EWZr-1
WZ8	ZrO ₂	0.70 a 0.90	resto	blanco	
WL10	LaO ₂	0.90 a 1.20	resto	negro	EWLa-1
WL20	CeO ₂	1.80 a 2.20	resto	gris	EWCe-2

5.2.5 Metales de aportación

5.2.5.1 Varillas

Con la finalidad de obtener uniones sin defectos, es muy importante que el metal de aportación se mantenga libre de contaminaciones ya sea en forma de humedad, polvo o suciedad. Debe por tanto, mantenerse en su paquete hasta el momento de ser utilizado. Durante el soldeo es importante que la parte caliente de la varilla este siempre lo suficientemente cerca del baño de fusión como para que lo cubra el gas de protección. Puesto que el GTAW es un proceso que no produce escorias y que se realiza en una atmósfera inerte que no provoca reacciones en el baño, el material de aportación cuando se utilice deberá

tener básicamente una composición química similar a la del material de base. Normalmente, se presentan en forma de varillas de distintos diámetros.

Para el caso del proyecto se esta empleando el ER 70S-6, ver tabla 5.5 y 5.6

Tabla 5.5: Propiedades mecánicas del metal depositado ER 70S-6

Esfuerzo a la fluencia lb/pulg²	Esfuerzo a la tracción lb/pulg²	Elongación en 2 in
60 000	72 000	22%

Tabla 5.6: Composición química del metal depositado ER 70S-6

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cu
0,074	0,858	1,455	0,010	0,011	0,006

5.2.5.2 Gases de protección

Normalmente suele utilizarse de 7 a 16 l/min para el argón y de 14 a 24 l/min para el helio. El empleo excesivo de gas de protección produce turbulencia y favorece la entrada de aire de la atmósfera contaminando la soldadura. La presión de trabajo adecuada debe ser de 2 a 3 bar que es lo mismo de 2 a 3 kg/cm²

5.3 **Proceso de soldadura en el Gasoducto**

El proceso de soldadura será ejecutado de acuerdo con la norma ASME B 31.8 en el cual dice que antes de soldar un tubo se deberá haber establecido un procedimiento de soldadura y se debe haberlo calificado. Cada soldador u

operador de soldadura debe ser calificado en la aplicación del procedimiento establecido. (Ver apéndices).

Se deberán usar los estándares de aceptabilidad para las soldaduras de sistema de tubería que operen a 20 % o más de la tensión mínima especificada de fluencia, según lo establece en la norma API 1104. Previamente al inicio de las actividades de soldadura, todos los procedimientos de soldadura, los registros de procedimientos de calificación, etc., deberán enviarse como un paquete completo al Cliente o su representante para su aprobación. Todas las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura (WPS) deberán estar disponibles en campo.

Todas las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura (WPS) y los Registros de Calificación de Procedimientos (PQR) deberán incluir copias de los registros de los ensayos, los originales de todos los registros de ensayos, incluyendo los registros de los laboratorios de ensayo, deberán estar disponibles para revisión del Cliente, bajo su pedido. Todas las Especificaciones de Procedimientos de Soldadura (WPS) y los Registros de Calificación de Procedimientos (PQR) deberán cumplir los requerimientos de API 1104, así como también los requerimientos de las variables esenciales.

5.3.1 Calificación del Proceso de Soldadura (WPS)

En esta calificación se deberá establecer y calificar una detallada especificación del procedimiento de soldadura que demuestre que se

pueden realizar soldaduras sanas con apropiadas propiedades mecánicas (tales como resistencia, ductilidad y dureza).

Un WPS es un procedimiento preparado para proporcionar la dirección para la ejecución de soldaduras de producción según los requerimientos del código. En este documento se describirá todas las variables esenciales, no esenciales y cuando se requiera las variables esenciales suplementarias para el proceso de soldadura. Las variables esenciales son aquellas en las cuales un cambio afecta las propiedades mecánicas de la soldadura y entonces se requerirá la recalificación del WPS. Las variables esenciales complementarias son requeridas para los metales a los cuales otras secciones del código (ASME) especifican ensayos de tenacidad a la entalla. (ver formatos en Apéndice C) Las variables no esenciales son aquellas en las cuales un cambio en el WPS se puede hacer sin recalificación.

Tabla 5.7

Variables de la Especificación del Procedimiento de la Soldadura (WPS)
Proceso de Soldadura (SMAW)

Párrafo		Nombre de la Variable	Esencial	Esencial Complementaria	No esencial
Juntas	1	-Cambio en el diseño de la junta	X		X
	2	-Cambio en el ángulo de Bisel			
Metal base	1	-Cambio en el material base	X		
Metal de Aporte	1	-Cambio de un grupo de metal de aporte a otro	X	X	
	2	-Cambio en el diámetro (> ¼ ")			
Posición	1	-Cambio en la posición	X	X	X
	2	-Cambio ascendente o descendente			
Espesor de pared	1	-Cambio de un grupo de espesor de pared a otro			
	2	-Disminución en la temperatura min.	X	X	
1	-Aumento en la temperatura minina				
Trat. Térmico Post soldadura	1	-Cambio en el tratamiento térmico.	X	X	
	2	-Rango de temp. del trat. Térmico			
Características Eléctricas	1	-Corriente o polaridad		X	X
	2	-Rango de amperaje y voltaje			
Tiempo entre pases	1	-tiempo máximo entre la aplicación del primer y segundo cordón	X		
Velocidad de Avance	1	-Cambio en el rango de velocidades de avance (m/s) entre pases	X		
Técnica	1	-Cambio en el método de limpieza manual o automática			X

5.3.2 Registro de Calificación del Procedimiento (PQR)

Un PQR es un registro de los datos de soldadura usados para soldar una probeta de ensayo, en este documento se registrara todas las variables esenciales y cuando no se requiera las variables esenciales complementarias para el proceso utilizado. Las variables no esenciales u otras usadas durante la soldadura de la probeta de ensayo pueden ser registradas al criterio del contratista.

El registro debe ser mantenido tanto tiempo como el procedimiento sea

usado, toda la información mostrada en los Registros de Calificación de Procedimientos tal como amperaje, voltaje, velocidad, tiempo de precalentamiento y temperatura, será registrada según se requiera como datos reales usando instrumentos calibrados

Todos los cambios de un PQR se requieren una nueva certificación (incluyendo fecha)

5.3.3 Calificación de soldadores por pareja

La calificación de los soldadores es para determinar la habilidad de estos para ejecutar uniones soldadas sanas, sean estas a tope o filete, usando un procedimiento previamente calificado.

Para esto se requiere la preparación de probetas de ensayo, las cuales deberán soldarse cumpliendo estrictamente con los datos del registro de calificación del procedimiento aplicable al procedimiento de soldadura en conformidad con los criterios de la sección IX del Código ASME y de la Norma API 1104 , la calificación del soldador esta limitada por las variables esenciales del proceso de soldadura. Las máximas tolerancias para procedimientos calificados serán las siguientes:

- Velocidad: +/- 20% del valor real del Registro de Calificación de Procedimientos
- Rango de voltaje: +/- 10% del valor real del Registro de Calificación de Procedimientos
- Rango de corriente: +/- 15% del valor real del Registro de

Calificación de Procedimientos

5.3.4 Preparación de Probetas para ensayo

Los ensayos serán realizados utilizando muestras de tubería soldadas a tope en las posiciones 5G ó 6G ó en la posición a utilizar en producción.

Para calificaciones de soldaduras biseladas, los probetas de ensayo serán radiografiados y deberán cumplir los requerimientos de las normas establecidas.

Para calificaciones de Procedimientos de Soldaduras se realizarán ensayos mecánicos según API 1104. El ensayo de calificación de procedimiento de soldadura cumplirá los requerimientos impuestos por las soldaduras de producción.

Todos los soldadores serán calificados por medio de ensayos no destructivos, previamente al inicio de las actividades de soldadura. Si el resultado radiográfico es aceptable de acuerdo al código especificado, el inspector que presencia la calificación emitirá una tarjeta de calificación del soldador y un certificado, firmado y sellado por la autoridad de inspección, indicando todos los parámetros del ensayo.

Los registros de ensayo de calificación de todos los soldadores serán mantenidos en el campo en todo momento para revisión del Contratista.

ORDEN DE RECORTE

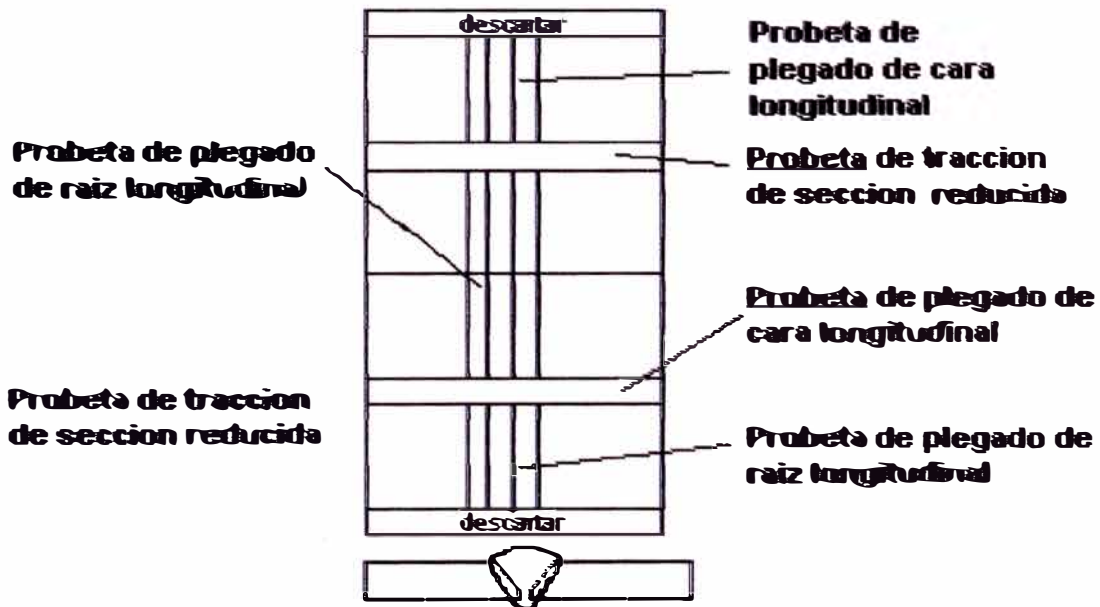
Descartar esta pieza
Probeta de tracción sección reducida
Probeta de plegado de raiz
Probeta de plegado de cara
Probeta de plegado de raiz
Probeta de plegado de cara
Probeta de tracción sección reducida
Descartar esta pieza

Descartar esta pieza
Probeta de plegado lateral
Probeta de tracción sección reducida
Probeta de plegado lateral
Probeta de plegado lateral
Probeta de tracción sección reducida
Probeta de plegado lateral
Descartar esta pieza



Chapas – Calificación de procedimiento en chapas menor a 3/4 “

Chapas -Calificación de procedimiento para espesor de 1/4 “ y más, y alternativamente desde 3/8 “ menos de 3/4”



Chapas – Calificación de Procedimientos Longitudinal

Figura 5.3 Probetas de soldadura para la Calificación de Procedimiento típica del ASME

ORDEN DE CORTE

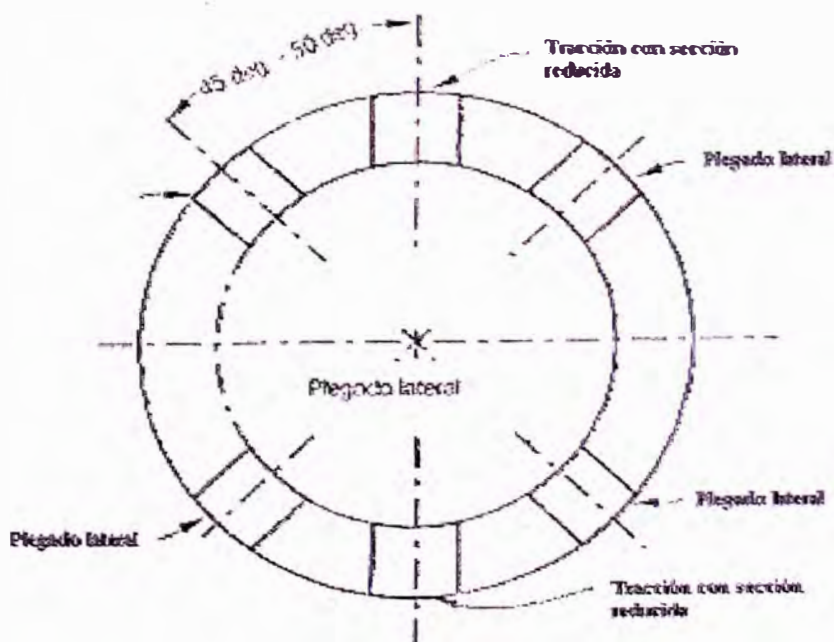
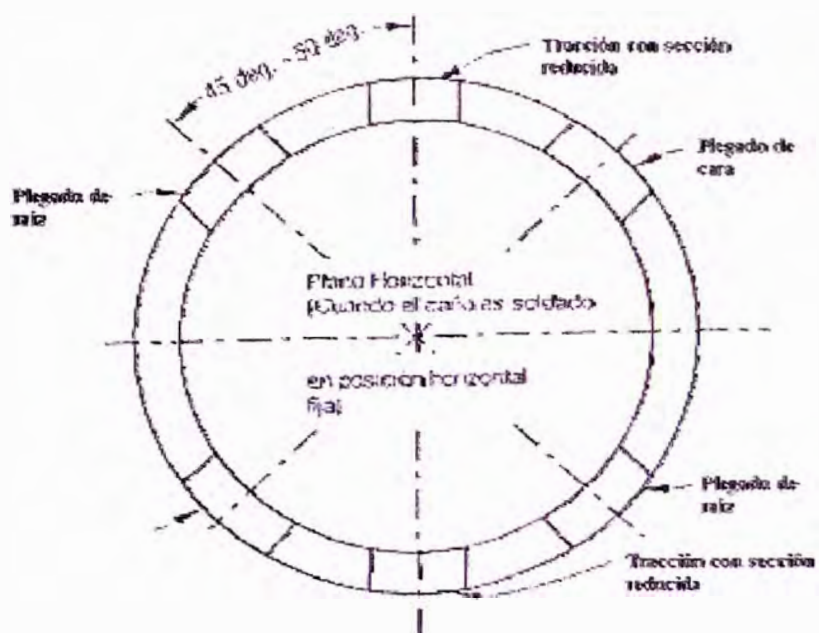
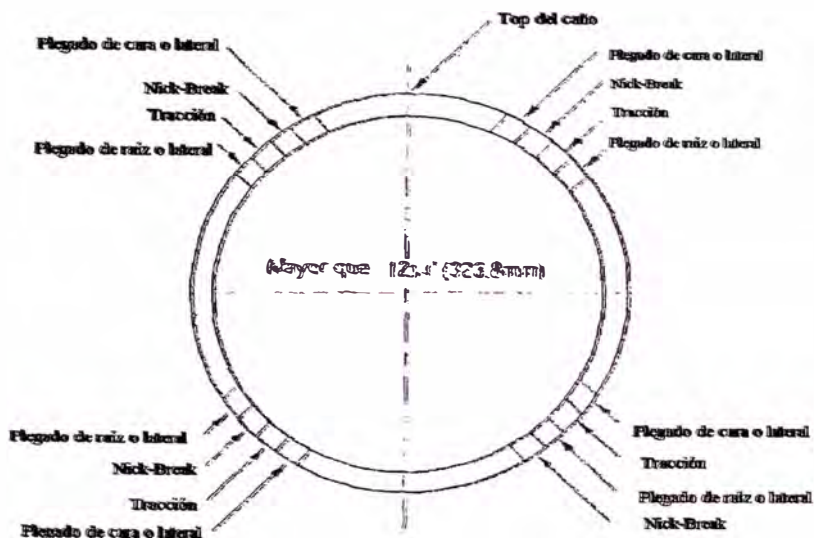
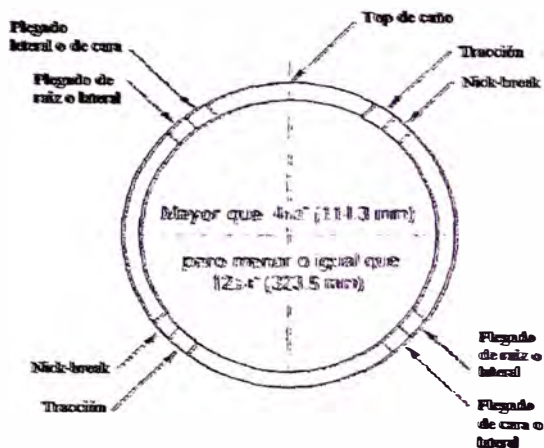
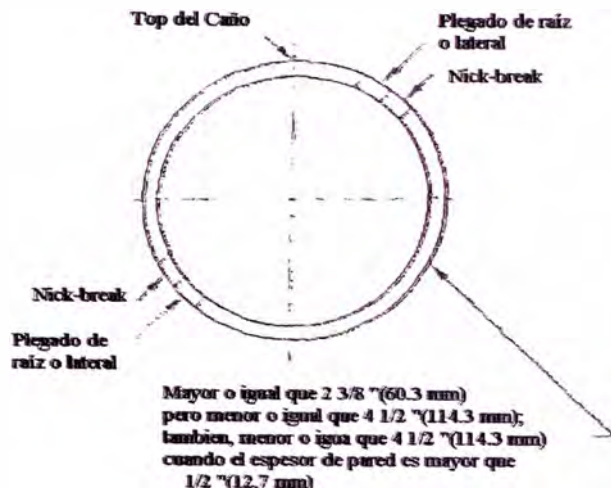


Figura 5.4 Calificación del Procedimiento de Soldadura



Notas :

- 1.- A opción de la empresa, pueden rotarse las ubicaciones con tal que estén con la misma separación alrededor del caño, sin embargo las probetas no deben incluir soldadura longitudinal.
- 2.- Pueden usarse una probeta de tracción de sección completa para un caño con un diámetro menor a 33,4 mm (1 5/16 in)

Figura 5.5 Probetas de ensayo para la Calificación del Procedimiento de Soldadura

Tipo y Numero de probetas para Ensayo de Calificación de Procedimiento							
Diámetro exterior de la tubería		Numero de probetas					
pulgadas	milímetros	resistencia a la tracción	Rotura con entalla	Doblado de raíz	Doblado de cara	Doblado de lado	total
espesor de pared ≤ 0.500 in (12.7mm)							
<2.375	<60.3	0(b)	2	2	0	0	4(a)
2.375-4.500	60.3-114.3	0(b)	2	2	0	0	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	2	2	0	8
>12.750	>323.9	4	4	4	4	0	16
espesor de pared > 0.500 in (12.7 mm)							
≤4.500	≤ 114.3	0(b)	2	0	0	2	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	0	0	4	8
> 12.750	>323.9	4	4	0	0	8	16

- (a) Una probeta de rotura con entalla y una probeta de doblado de raíz deben ser tomada de cada uno de los cupones o para tuberías menores que o igual a 1.315in (33.4 mm) de diámetro , una probeta de sección completa para resistencia a la tracción debe ser tomada.
- (b) Para materiales con especificación de resistencia mínima a la fluencia mayor que 42000 psi (290 Mpa),un mínimo de un ensayo de tracción debe ser requerida

Tipo y Numero de probetas de Soldadura a Tope para soldador para Ensayo de Calificación de soldador y para Ensayos Destructivos de Soldadura de Producción							
Diámetro exterior de la tubería		Número de probetas					
pulgadas	milímetros	resistencia a la tracción	Rotura con entalla	Doblado de raíz	Doblado de cara	Doblado de lado	total
espesor de pared ≤ 0.500 in (12.7mm)							
<2.375	<60.3	0	2	2	0	0	4(a)
2.375-4.500	60.3-114.3	0	2	2	0	0	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	2	0	0	6
>12.750	>323.9	4	4	2	2	0	12
espesor de pared > 0.500 in (12.7 mm)							
≤4.500	≤ 114.3	0	2	0	0	2	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	0	0	2	6
> 12.750	>323.9	4	4	0	0	4	12

- (a) Para tuberías de diámetros exteriores menores que o iguales a 1.315in (33.4 mm), deben ser tomadas probetas de dos soldaduras o una sección completa para resistencia a la tracción.

Tabla 5.8 Número de probetas para calificación de procedimiento de soldadura y Calificación de soldador en soldadura de producción.

La preparación, método y requerimiento de los ensayos de tracción, rotura por entalla, doblado de cara y raíz se detallan a continuación:

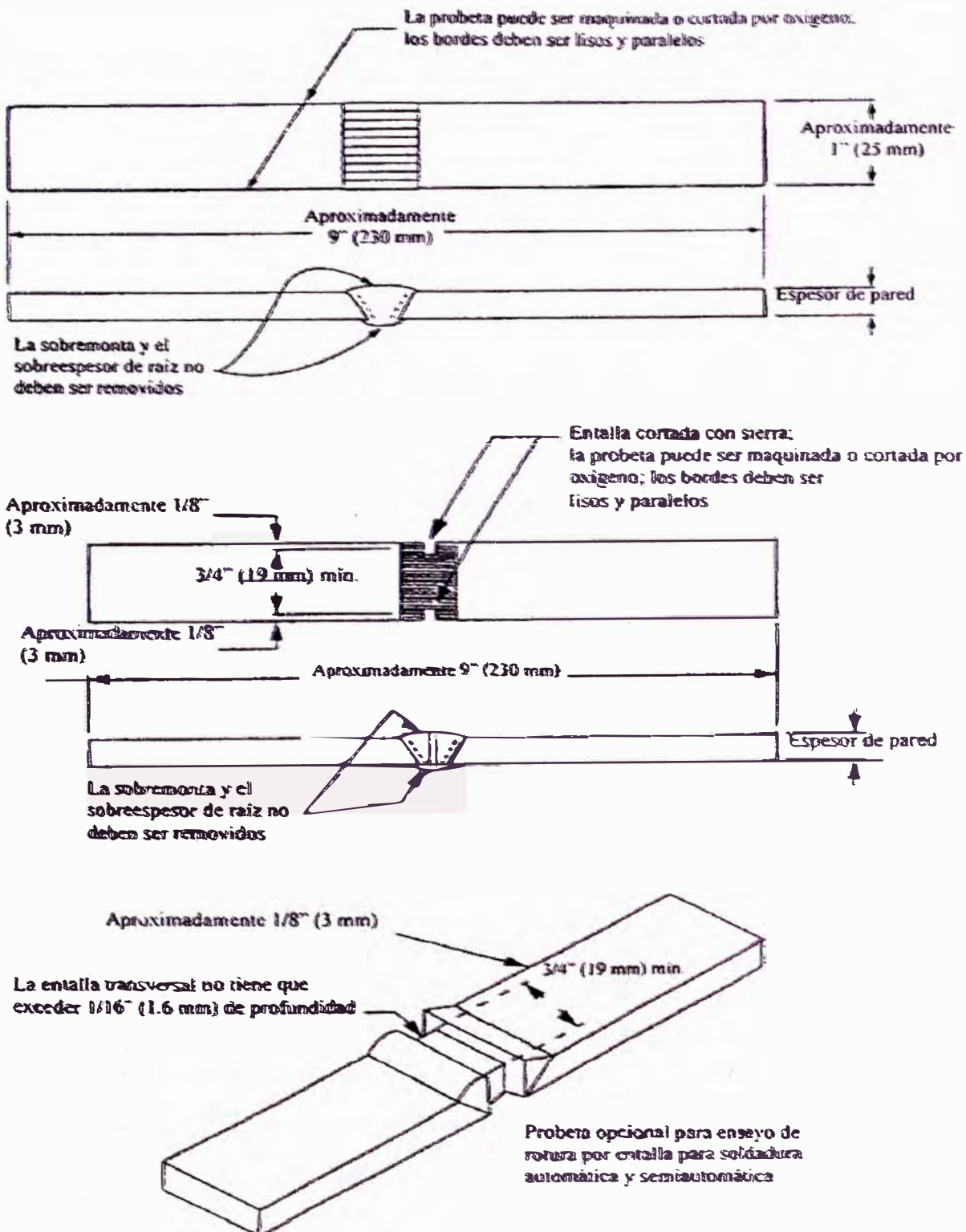


Figura 5.7 Probeta de ensayo de rotura por entalla

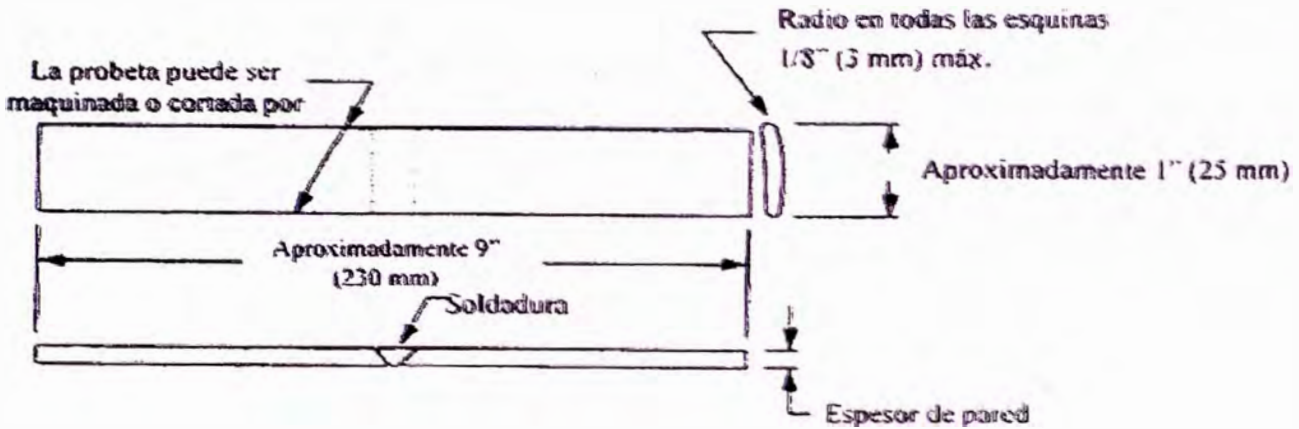


Figura 5.8 Probeta de doblado de raíz y de cara.

Nota . Espesor de pared menos o igual 0.5" (12.7 mm). la sobremonta y sobre espesor de raíz deben ser removidas a ras de la superficie de la probeta. La probeta no debe ser alisada antes del ensayo.

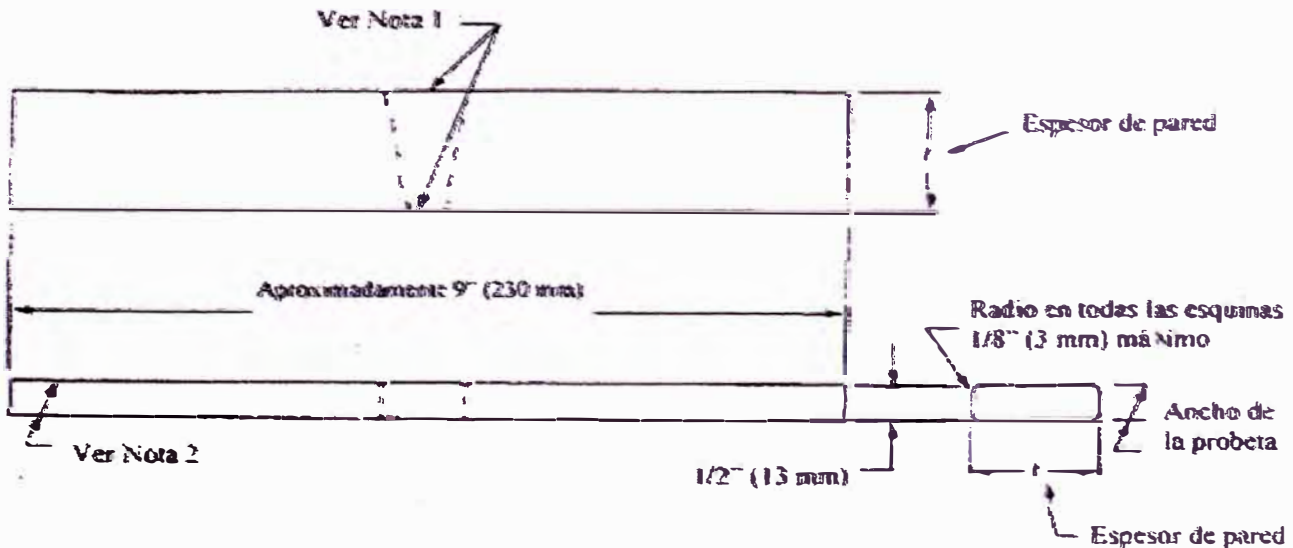


Figura 5.9 Probeta de doblado de lado

Nota. Espesor de pared mayor a 0.5" (13 mm)

- 1) La sobremonta y sobre espesor de la raíz deben ser removidas a ras con la superficie de la probeta.
- 2) Las probetas pueden ser cortadas por máquina a un ancho de 1/2" (13 mm) o pueden ser cortadas por oxígeno a un ancho aproximado de 3/4" (19 mm) y luego maquinados o esmerilados a un ancho de 1/2" (13 mm). Las superficies de corte deben ser lisas y paralelas.

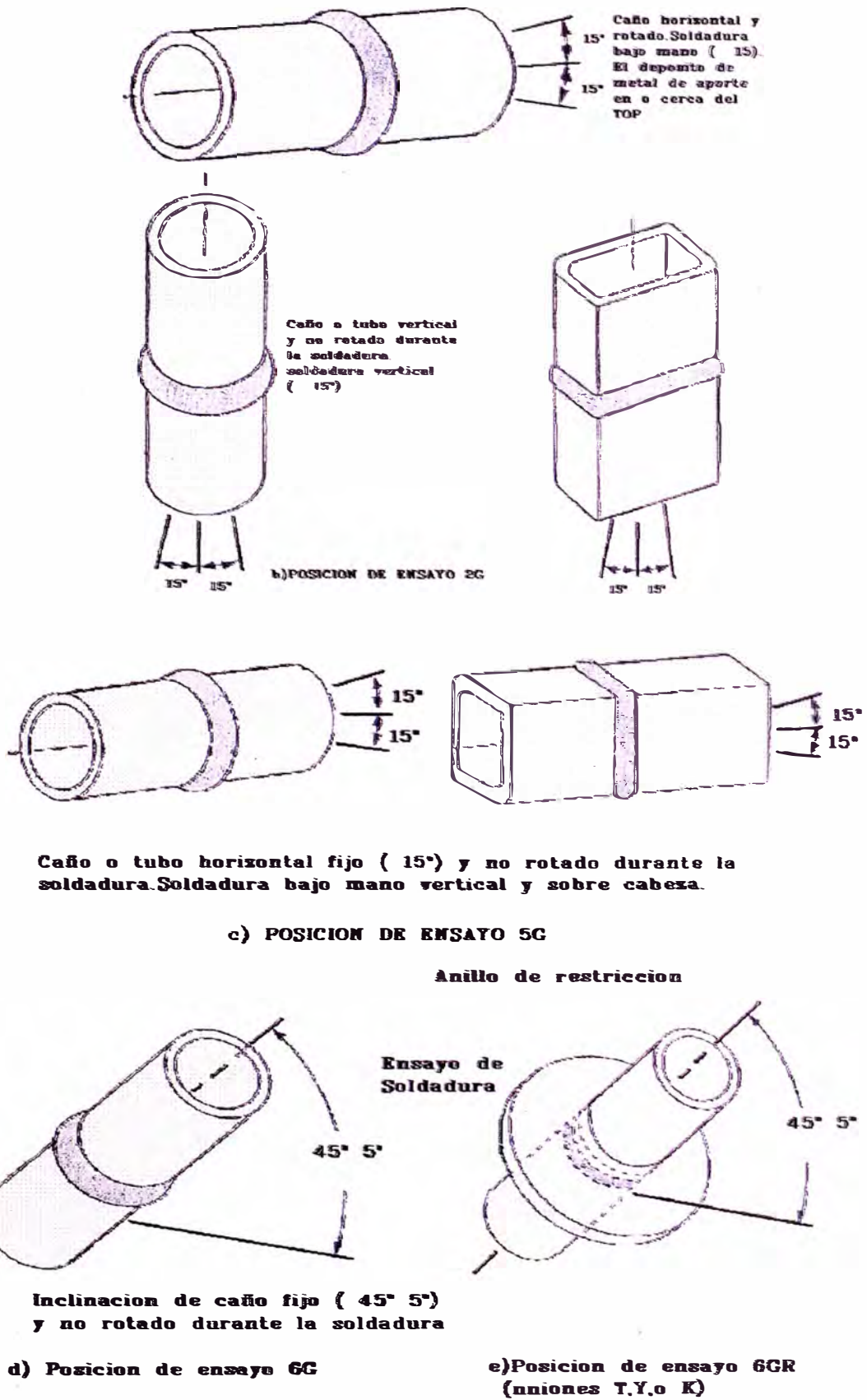
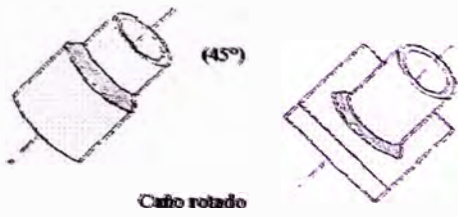
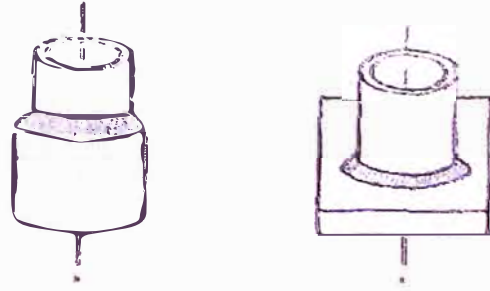


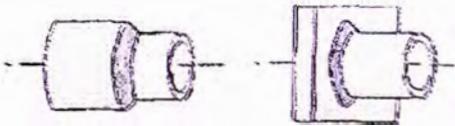
Figura 5.10 a: Posiciones para ensayo de tuberías o cañerías para soldadura de filete



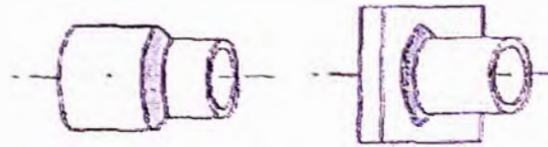
(A) Soldadura Bajo Mano Posición de Ensayo - 1F



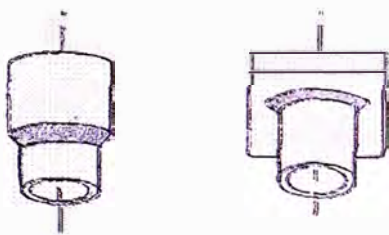
(B) Soldadura Horizontal
Posición de Ensayo - 2F



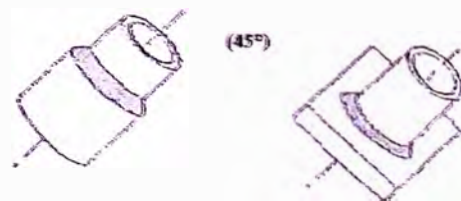
(C) Soldadura Horizontal
Posición de Ensayo - 2FR



(D) Soldadura Sobre Cabeza Posición
de Ensayo - 4F



(E) Soldadura Múltiple
Posición de Ensayo



(C) Soldadura Múltiple
Posición de Ensayo - 6F

Figura 5.10 b: Posiciones para ensayo de tuberías o cañerías para soldadura de filete

5.4 Detalles de Soldaduras de juntas

Todos los detalles de juntas estarán especificados en la correspondiente Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS) de acuerdo con la norma API 1104. Todas las soldaduras hechas sobre elementos que trabajen a alta presión serán con bisel, de penetración total y con pasadas múltiples, excepto cuando se trate de soldaduras embonadas.

5.4.1 Alineamiento

Si la abertura de la raíz no es uniforme, la cantidad de metal de soldadura variara de un lugar a otro a lo largo de la unión. En consecuencia, el encogimiento y por tanto la distorsión, no será uniforme. Un desalineamiento a lo largo de la raíz de la soldadura puede causar falta de penetración en algunas áreas o un perfil deficiente de la superficie de la raíz o ambas cosas. Una abertura insuficiente de la raíz puede ser causa de penetración incompleta en la unión; una abertura demasiado ancha dificulta la soldadura y requiere más metal para llenar la unión.

5.4.2 Verificación de Juntas

Se debe verificar si la junta a soldar reúne las condiciones para poder precalentar la zona a soldar, esta verificación se puede hacer visualmente o mediante algún procedimiento de verificación de la junta.

5.4.3 Pre calentamiento

Hay que evitar todo pre calentamiento innecesario, ya que consume tiempo y energía. Las Temperaturas de pre calentamiento excesivas no justifican el costo y podría degradar las propiedades y la calidad de la unión. La incomodidad del soldador aumenta si el pre calentamiento es muy alto y la calidad del trabajo tiende a bajar. Las temperaturas de pre calentamiento que se usan se basaran en los requisitos de soldaduras preescritos, una evaluación técnica competente o los resultados de prueba, esta temperatura es de 120 ° C a 140 ° C.

5.4.4 Diámetro del electrodo

El diámetro de electrodo correcto es aquel que usado con el amperaje y velocidad de desplazamientos correctos, produce una soldadura del tamaño requerido en el tiempo más corto posible.

Se recomienda usar el electrodo de mayor tamaño que no viole cualesquier limitación de aporte de calor pertinente, ni deposite una franja demasiado grande. Las soldaduras innecesariamente grandes son más costosas en algunos casos, incluso perjudiciales.

Cualquier cambio repentino en el tamaño de la sección o en el perfil de una soldadura, como sería el caso de una unión sobresoldada, crea concentraciones de esfuerzos.

5.4.5 Velocidad de recorrido

La velocidad del recorrido también influye en el aporte de calor y por tanto afecta las estructuras metalúrgicas del metal de soldadura y de la zona térmicamente afectada. Si la velocidad del recorrido es baja, se incrementa el aporte del calor y en consecuencia la anchura de la zona térmicamente afectada, y se reduce la rapidez de enfriamiento de soldadura.

Un aumento en la velocidad de recorrido reduce el tamaño de la zona afectada por el calor y eleva la rapidez de enfriamiento de la soldadura. El aumento en la tasa de enfriamiento puede elevar la resistencia mecánica y la dureza de una soldadura en un acero indurecible, a menos que se precaliente hasta un nivel tal que se evite el endurecimiento.

5.4.6 Selección del tipo de corriente

El soldeo por arco con electrodos revestidos se puede realizar tanto con corriente alterna como con corriente continua, la elección dependerá de la fuente, del electrodo y del material base. En la tabla 5.9 se indica la corriente más adecuada en función de una serie de parámetros.

En cuanto a la polaridad utilizada con corriente continua depende del material a soldar y del electrodo empleado sin embargo sabemos que se obtiene mayor penetración con polaridad directa.

Tabla 5.9 Selección del tipo de corriente

Parámetros	Corriente Continua	Corriente alterna
Soldeo a gran distancia de la fuente de energía		Preferible
Soldeo con electrodos de diámetro pequeño porque requiere bajas intensidades	La operación resulta mas sencillo	Si no se actúa con precaución se puede deteriorar el material
Cebado del arco	Resultado más fácil	Más difícil en especial cuando se emplean electrodos de pequeños diámetros.
Mantenimiento de arco	Más fácil por la mayor estabilidad.	Más difícil, excepto cuando se emplean electrodos con gran rendimiento.
Soplo magnético	Puede resultar un problema en el soldeo de materiales ferromagnéticos.	No se presentan problemas
Posición de soldeo	Se prefiere en el soldeo en posiciones verticales y bajo techo porque deben utilizarse intensidades bajas	Si se utiliza los electrodos adecuados, se pueden realizar soldaduras en cualquier posición.
Tipo de electrodo	Se puede emplear con cualquier tipo de electrodo	No se puede utilizar con todos los electrodos. El revestimiento debe contener sustancias que reestablezcan el arco
Espesor de la pieza	Se prefiere para espesores delgados	Se prefiere para espesores gruesos ya que se puede utilizar un electrodo de mayor diámetro y mayor intensidad, con lo que se consiguen mayores rendimientos

5.5 Producción de soldadura y mano de obra

Todos los tubos vienen biseladas de fabrica, en caso de reparaciones se biselará de acuerdo norma API 1104.

Se utilizarán carpas o protecciones contra el viento cuando el viento sea lo suficientemente fuerte como para afectar la estabilidad del arco.

No se realizarán soldaduras cuando las superficies estén mojadas o húmedas o expuestas a la lluvia cuando los soldadores o operadores estén expuestos a condiciones climáticas extremas.

Se impedirá la contaminación del medio ambiente, tal como la arena, mediante el uso de protecciones adecuadas. Accesorios que sean recortados o rebiselados serán examinados visualmente antes de soldar para detectar laminaciones sobre la superficie de corte. Si se necesita un examen más profundo, se realizará un ensayo no destructivo. La superficie a ser soldada estará libre de aceite, humedad, escamas, arena, pintura o cualquier otra materia extraña, y se removerá al menos 50 mm del metal base adyacente antes de iniciar la soldadura.

Los presentadores internos no deberán ser removidos antes de que el 100% de la soldadura de raíz haya sido completada. Los presentadores externos no serán removidos antes de que el 60% de la soldadura de raíz haya sido completada. La masa a tierra será diseñada, construida y fijada de manera de evitar chispas (salto de arco). Deberá ser fabricada de planchas gruesas, las que deberán ser compatibles con el material a soldar. Deberán permanecer en posición mientras la soldadura está en progreso. El punto de contacto deberá ser mantenido limpio de grasa, aceite o pintura, lo que podría impedir el apropiado contacto metal-metal.

El desplazamiento mínimo horizontal entre soldaduras longitudinales será de 3 in (76 mm). En caso de que sea necesario insertar un niple, la longitud mínima del mismo será de 36 in (1 m.). Cada pasada de soldadura deberá ser muy bien limpiada y deberá removerse toda escoria u otra materia extraña antes de comenzar con la siguiente pasada.

Toda escoria y salpicadura deberá ser removida completamente de la soldadura y áreas adyacentes.

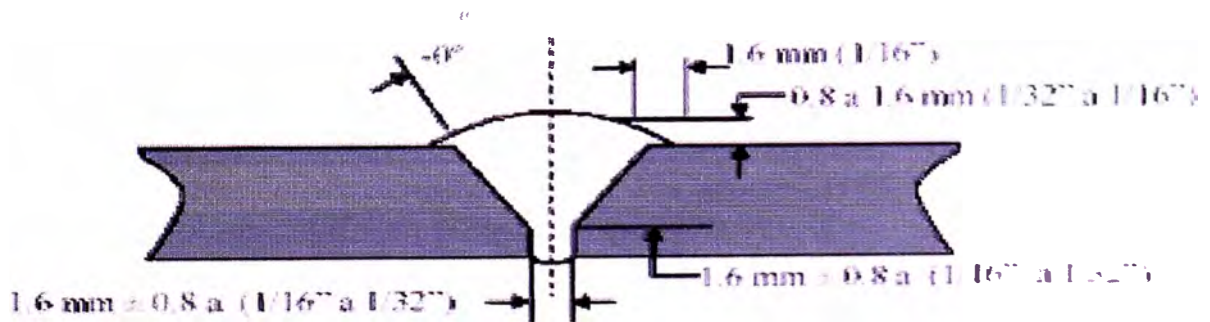
Como la tubería es de 20 in de diámetro se recomienda emplear como mínimo dos soldadores ubicados en lados opuestos de la tubería para mantener la temperatura sin mayor variación.

La segunda pasada o pasada en caliente será realizada tan pronto como sea posible después de completada la soldadura de raíz. Para soldaduras descendentes, la segunda pasada deberá realizarse dentro de los 8 minutos de completada la soldadura de raíz, se utiliza una abrazadera de alineación (grampas) para las soldaduras a tope en los casos en que es posible. Las abrazaderas para alineación interna deben sujetarse firmemente en su lugar hasta que se complete el paso de raíz. Las abrazaderas de alineación externa se sujetan firmemente hasta que el paso de raíz se haya colocado uniformemente alrededor de por lo menos 50% de la circunferencia. No se permiten las soldaduras por puntos o provisionales. No habrá movimiento de la soldadura hasta la terminación del paso caliente. Si la interrupción es inevitable, la

soldadura deberá ser envuelta con mantas y precalentada a 150° C al reiniciar la misma. Se deben utilizar herramientas de poder para retirar la escoria antes de aplicarse el siguiente cordón de soldadura.

Toda soldadura debe tener penetración completa, tener fusión completa, estar libre de socavación excesiva y metal de soldadura indeseable, apegarse a los procedimientos de soldadura aprobados, estar libre de grietas y estar libre de poros no reparados y quemaduras de arco. La tubería no deberá ser levantada o movida durante la soldadura.

Las juntas parcialmente soldadas no serán movidas o bajadas a la zanja. La soldadura de junta deberá ser completada una vez de comenzada de acuerdo a la norma API 1104



Material de Relleno				Número Mínimo de Cordones			
Grado de material	Paso de raíz	Relleno	Cubierta	Espesor de Pared		Unión a Tope	Otras uniones
				mm	in		
Grado X-52	E-6010	E-6010	E-6010	2.9 -6.4	0.113-0.250	3	3
	E-7010	E-7010	E-7010				
Grado X-60	E-7010	E-7010	E-7010	6.5-9.5	0.251-0.375	3	4
	E-7010	E-8010	E-8010				
Grado X-70	E-7010	E-7010	E-7010	9.6-20.8	0.376-0.820	4	4
	E-8010	E-8010	E-8010				

Tabla 5.10: Material de relleno y número de cordones de soldaduras

El área de trabajo deberá estar libre al menos unos 400 mm alrededor del caño. Las soldaduras de presentación serán ejecutadas sólo por soldadores calificados.

Todas las soldaduras de presentación o soldaduras temporarias serán ejecutadas con las mismas precauciones, materiales, electrodos, temperaturas de precalentamiento y procedimientos usados para soldaduras permanentes, estas serán suficientes como para mantener la alineación de la junta, al ser incorporadas como parte de la soldadura final deberán ser completamente limpiadas, preparadas en cada extremo, e inspeccionadas para detectar fisuras, cualquier punto fisurado será removido antes de soldar la junta.

Todo accesorio temporal o soldadura de presentación temporal será removida por amolado. Todas las áreas donde se hayan realizado soldaduras y éstas hayan sido removidas, o áreas reparadas por amolado, deberán ser inspeccionadas por medio de exámenes radiográficos.

Los cordones de soldadura adyacentes serán alternados y no comenzarán desde la misma posición. El desplazamiento de la alineación no excederá 1/8 in (3 mm) de acuerdo a la norma API 1104, es decir que deberá ser compartida (desviación máxima de 1/ 16 in).

El área de precalentamiento se establecerá a una distancia mínima de 3 in (75 mm) a cada lado de la soldadura.

Todas las juntas serán marcadas con la identificación del soldador. Esta Identificación se realizará con un material para marcar indeleble. La tubería deberá ser envuelta con una apropiada manta de tela alrededor del área recubierta, a ambos lados de la soldadura. Dicha manta deberá ser sostenida firmemente contra el área recubierta por medio de un sujetador adecuado, como una cuerda de goma, de manera tal que el recubrimiento no sea dañado por salpicaduras, etc. Para asegurar que la temperatura no exceda los 482°F (250°C) durante la soldadura, esta deberá ser controlada mediante un pirómetro de contacto o Tempilstick (Temperature Sensitive Crayon).

Si una soldadura es rechazada, después de tratar de repararla, la sección de tubería en donde se encuentra la soldadura deberá ser cortada.

5.6 Inspección de la Soldadura

5.6.1 Inspección visual de soldadura

La primera inspección que se realiza es de una inspección visual de la

soldadura, la cual consiste solamente en revelar aquellas discontinuidades que aparecen en la superficie, por eso es importante que el inspector de soldadura observe muchas superficies iniciales e intermedias de la junta y de la soldadura.

Debido a su simplicidad y el equipo reducido que es requerido, la inspección visual es una herramienta de control de calidad con una relación de costo efectiva, es decir, que cuando la inspección revela un defecto inmediatamente debe ser corregido y de forma más económica, por ejemplo, cuando se descubre una fisura en una pasada de raíz la reparación es relativamente simple comparada contra el costo que podría tener si no es descubierta hasta que la soldadura es terminada.

Esta inspección si bien es cierto que es método de evaluación simple, esta no puede ser realizada por cualquier persona ya según AWS debe ser realizada por personas que tengan alto nivel de experiencia y de conocimiento, es decir por un Inspector Certificado de Soldadura el cual pasa exámenes capaz de realizar efectivamente inspecciones de soldaduras y construcciones soldadas.

5.6.2 Inspección antes de la soldadura

La inspección empieza por la preparación de biseles antes del comienzo del proceso de soldeo. Las laminaciones de la plancha pueden ser detectadas en los bordes de soldadura. Las dimensiones de los espesores

de los tubos deben ser verificadas por control dimensional. Una vez que los tubos hayan sido alineados para su posterior soldadura, el supervisor de calidad puede detectar anomalías tales como separación inadecuada, preparación de bordes incorrecta, desalineación, etc.



Figura 5.11: Alineamiento de tubería con grampa externa

Los siguientes puntos deberían ser comprobados como mínimo antes de empezar a soldar para asegurarse de que cumplen con el procedimiento:

1. Preparación de soldadura, dimensiones y acabado (bisel 60°)
2. Separación de talones (2 mm)
3. Alineación de presentación de bordes
4. Limpieza de bordes.

Todo aquello que se sospeche puede originar defectos durante la soldadura debe ser eliminado.

5.6.3 Inspección durante la soldadura

Como mínimo se deben comprobar los siguientes puntos

1. Proceso de soldeo (tensión, amperaje, velocidad, etc.)
2. Limpieza entre pases.
3. Temperaturas de precalentamiento.
4. Preparación de la unión.
5. Metal de aporte.

El supervisor de calidad debe estar familiarizado con todos los detalles de los procedimientos calificados y verificar su cumplimiento, especialmente durante las primeras etapas de soldadura. La inspección de los distintos cordones de soldadura debería ser práctica normal.



Figura 5.12: Inspección del Proceso de Soldadura

La pasada de raíz o primer cordón es el más importante desde el punto de vista de bondad de la soldadura. En él, debido a la gran masa de metal a unir con respecto al espesor de este cordón y por la geometría

de las uniones, se pueden producir enfriamientos rápidos que pueden resultar en escorias y gases atrapados difíciles de eliminar, y lo que es más peligroso, el metal fundido durante esta pasada es susceptible de agrietamiento. Este tipo de grietas son especialmente peligrosas porque pueden propagarse a las capas que posteriormente se depositen. La inspección del pase de raíz ofrece la oportunidad de comprobar laminaciones en los bordes que por el calor aportado durante la soldadura tenderán a abrirse.

5.6.4 Inspección después de la soldadura

Como mínimo se debe comprobar lo siguiente:

1. Control dimensional de la soldadura.
2. Aspecto de la soldadura acabado.
3. Ausencia de cráteres, porosidad superficial, socavación y grietas.
4. Desalineamiento.
5. Identificación y marcado

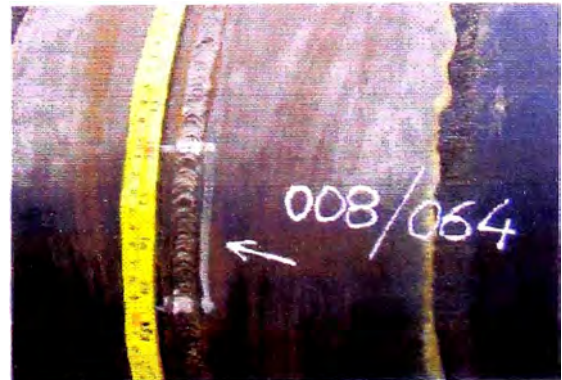


Figura 5.13 : Medición de discontinuidades

Después de terminada totalmente la soldadura de la tubería , esta debe ser inspeccionada por un ensayo no destructivo (END) la cual fue realizada por sistema de RTD Rotoscan, en lugar de la radiográfica en donde se examina la soldadura en toda la circunferencia de la tubería durante la construcción de la misma y obtener un máxima aceptación de la misma.

5.6.5 Inspección por ultrasonido

Para la inspección de ultrasonido en el proyecto red de distribución de gas natural para Lima y Callao, en las tuberías de 20 in, se utilizó el sistema RTD Rotoscan. Rotoscan es un sistema automático sofisticado para la inspección ultrasónica de las soldaduras de la circunferencia de la tubería y se basa en el método el eco del pulso, realizado con un mapeado de imágenes. Básicamente, este ensayo consiste en aportar vibraciones sónicas de baja energía y alta frecuencia al interior de la pieza a ensayar.

Estas vibraciones son alteradas o modificadas por la pieza. Detectando estos cambios en el equipo podremos detectar, localizar, identificar y medir discontinuidades en la soldadura. A partir del límite de 20.000 c.p.s., el sonido no es percibido por el oído humano y recibe el nombre de ultrasonido.

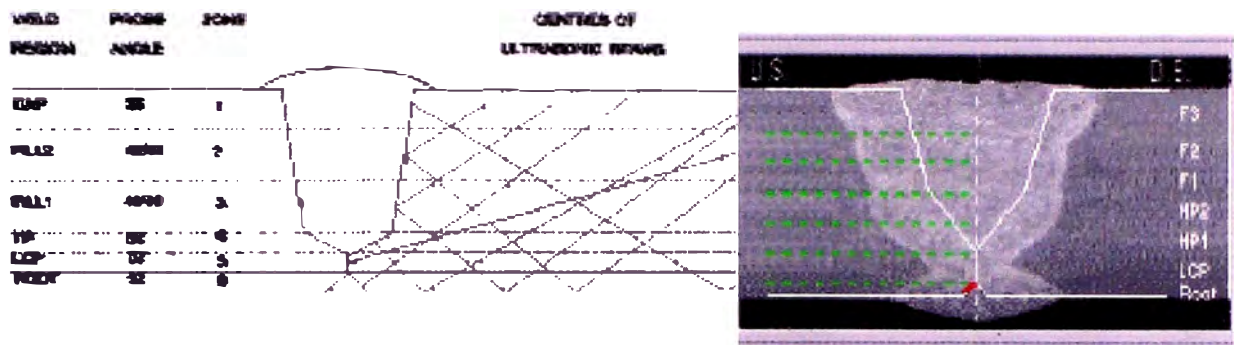


Figura 5.14: Mapeo del Cordón de Soldadura

El uso comercial mundial ha probado que, contrariamente a las expectativas de mucha gente, la inspección ultrasonido no eleva el costo respecto a las tarifas de la reparación que lo hace la radiografía.. El sistema de Rotoscan ha sido calificado en países numerosos por una variedad de clientes y de reguladores para los diversos procesos de la soldadura, diferentes diámetros y diferentes espesores de la pared de la tubería, muchas características beneficiosas del sistema incluyen:

- Ningún peligro de radiación.
- Presentación en línea inmediata de resultados.
- La calidad inmediata de la soldadura retroactúa para reducir tarifas de la reparación
- Reducción substancial en tiempo de la inspección
- Alta inspección a la velocidad de 350 soldadura por día
- Ningún retraso a las paradas de los trabajadores adyacentes a la tubería

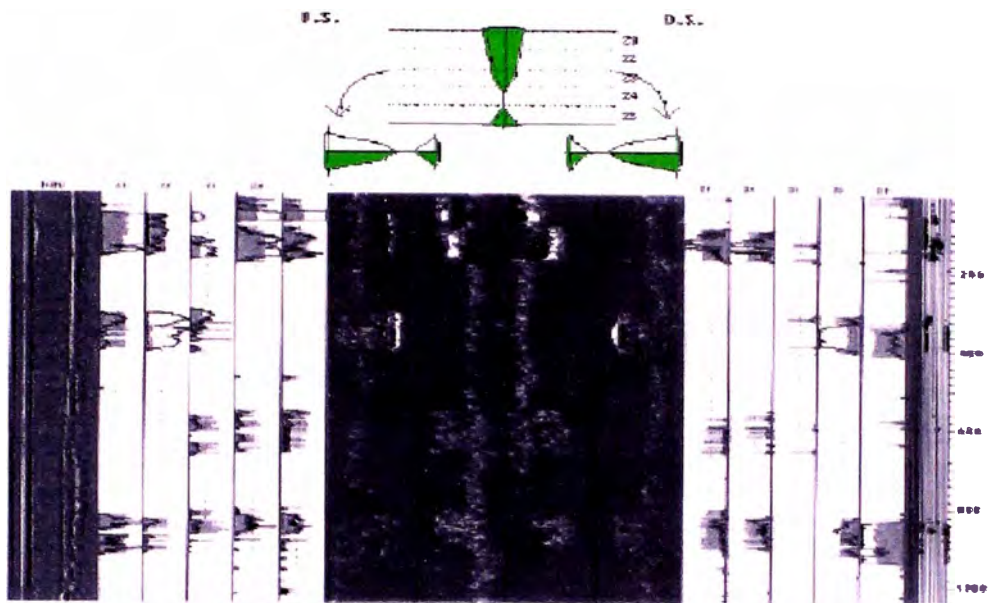


Figura 5.15 : Reporte de Ultrasonido de RTD

La pieza en la que introducimos la energía reaccionará absorbiendo o reflejando esa energía, en cualquier caso, nos facilitará información en medio de estudio para conocer algo sobre ella. Las puntas de prueba del Rotoscan se arreglan de tal manera que el cordón de soldadura son examinadas de ambos lados en una sola exploración circunferencial. La información ultrasónica se transfiere a una computadora para la presentación y el análisis de los datos.

El sistema utilizado fue el Sistema Impulso-Eco, en donde se transmiten. Estos impulsos se reflejan en las discontinuidades que encuentran en su camino y en los contornos de la pieza son captados por un palpador y convertidos en indicaciones analizables en la pantalla

5.6.5.1 Sistemas del ensayo mediante ultrasonidos

El sistema utilizado fue el Sistema Impulso-Eco, en donde se transmiten. Estos impulsos se reflejan en las discontinuidades que encuentran en su camino y en los contornos de la pieza son captados por un palpador y convertidos en indicaciones analizables en la pantalla de un tubo de rayos catódicos (TRC). Generalmente se emplea un sólo palpador que hace las veces de emisor y receptor de los impulsos, aunque pueden emplearse dos palpadores actuando uno sólo como emisor y el otro sólo como receptor.

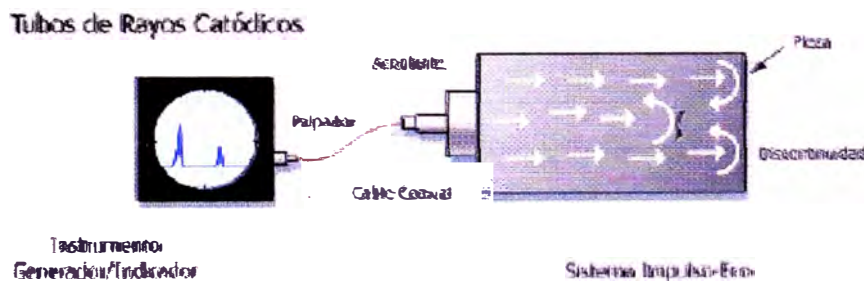


Figura 5.16: Sistema de pulso ECO

La ventaja del ensayo por ultrasonido es que considera como un ensayo verdaderamente volumétrico. Esto es, que es capaz de determinar no sólo la ubicación en longitud y lateral, sino que también provee al operador con una determinación de la profundidad de la discontinuidad debajo de la superficie, la falta de fusión y las fisuras de la soldadura en la cañería.

La mayor limitación de este método de ensayo es que requiere operadores altamente capacitados y experimentados debido a que la interpretación puede ser dificultosa. También la superficie del objeto de ensayo debe ser acoplante para el ensayo de contacto, además que se requieren de normas de referencia y sobre todo que este método normalmente se utiliza para materiales que tienen espesores mayores a 6,0 mm (¼ in).

5.7 Defectos más usuales en producción de Soldadura

5.7.1 Cebado al arco

Representa una zona localizada afectada por el calor o cambio en el contorno de la soldadura o metal base causada por un arco. El cebado del arco puede ser producido por el calor generado al paso de una corriente eléctrica, como resulta de un electrodo de soldadura o un electrodo para inspección por partículas magnéticas.

Algunas veces una pequeña mordedura puede quedar como consecuencia de un cebado de arco. El cebado de arco también tiende a producir endurecimiento, especialmente en aceros altos en carbono y aceros aleados.

Bajo condiciones de ensayo de fatiga estática el cebado del arco ha sido considerado de poca importancia. Con altos esfuerzos un número bajo de ciclos de cebado del arco no llega a ser crítico. Sin embargo, en

ensayos de fatiga a flexión con 5 millones de ciclos, el cebado del arco redujo los esfuerzos de fatiga en un 40 % para aceros efervescentes bajos en carbono (0.04 C) y en 55 % en aceros calmados 0,26 C – 0,62 Mn. La dureza en la zona afectada por el calor de aceros bajos en carbono fue de 285 Brinell. En aceros de baja aleación y suaves. A causa del endurecimiento causado por el cebado del arco, la ductibilidad se ve reducida considerablemente.

En ensayos destructivos por explosión y sobrepresión, las roturas se inician frecuentemente en cebados de arcos o puntos de soldadura. Aunque los puntos afectados por el cebado se hayan esmerilado todavía representan entallas metalúrgicas a menos que un tratamiento térmico reduzca la diferencia de durezas.

5.7.2 Grietas en caliente

Se presenta este tipo de grietas a temperaturas elevadas durante el enfriamiento, cuando se produce la solidificación del metal de soldadura. Normalmente está relacionado con la acritud en caliente. Puesto que el agrietamiento se relaciona con fases o inclusiones en los límites del grano, las grietas en caliente aparecen generalmente como fisuras intergranulares o interdendríticas.

5.7.3 Falta de acoplamiento en los topos de soldadura (HIW LOW)

El Hiw Low es la falta de acoplamiento o desalineación de extremos de

la plancha o tubería en la soldadura de raíz. Su causa puede radicar en que los extremos del depósito o tubería no son circulares, por diferencias entre los diámetros interiores, por problemas de acoplamiento, por preparaciones inadecuadas de bordes o por otras causas.

5.7.4 Concavidad

Se produce por el hundimiento por gravedad del metal fundido o por la tensión superficial del chaflán de soldadura que introduce el metal fundido dentro del mismo. De este modo, la concavidad puede producirse en la posición superior de una soldadura a tope de un tubo horizontal. Demasiado calor en la segunda pasada puede ocasionar perforaciones en la primera pasada de raíz, especialmente cuando esta primera pasada tiene poco metal depositado.

5.7.5 Inclusiones de escoria

A causa de las variadas formas y figuras de las inclusiones de escoria y la dificultad de expresar esta sobre una base cuantitativa, los ensayos de fatiga resultaron contradictorios.

Las muestras de fatiga por tracción pulsatoria han indicado que en las soldaduras de acero, a igualdad de tamaño de los defectos, la escoria reduce la vida de la probeta un 12% por debajo de la reducción producida por la porosidad.

5.7.6 Sobrepresión del Cordón

Mientras que en los depósitos a presión se quita el sobreespesor, es normal dejarlo en las uniones de tuberías. La forma y el aspecto del sobreespesor varían por los distintos procedimientos de soldadura y con el tipo de electrodo utilizado.

Las probetas de ensayo de fatiga han demostrado que el sobreespesor reduce la vida de la probeta. Las roturas de estos ensayos parten generalmente del borde del sobreespesor en la parte alta del cordón.

5.7.7 Soldadura por arco sumergido

La composición del fundente y varilla de aportación influyen sobre la calidad de la soldadura.

Pueden producirse grietas si las condiciones de enfriamiento del balo de soldadura son tales que producen fuertes contracciones. Esto se ha presentado en topes circunferenciales, así como en costuras longitudinales. Estas grietas son a veces difíciles de detectar por métodos no destructivos.

5.7.8 Chorreado con granalla

El aplicado del chorreado que extiende la granalla con un movimiento rotativo sobre la superficie de la tubería, no debe permitir un excesivo ataque en una zona determinada.

Punto a tener en cuenta toda vez que la tubería ya ha sido inspeccionada por ultrasonidos y dada por buena por el Contratista.

5.7.9 Esmerilado de soldaduras

El exceso de esmerilado ha producido pérdida de espesor de depósitos y tuberías por debajo de un mínimo aceptable, particularmente en la zona afectada por el calor.

5.8 Roturas en Servicio, Esfuerzos y Fatiga

5.8.1 Causas de roturas

Las roturas consideradas en este capítulo son de debidas a que las condiciones de servicio eran más severas que las que el depósito, tanque por tubería podría resistir. Por si solas o agrupadas, existen muchas causas que pueden producir estas roturas. Las más corrientes son:

1. Tensiones excesivas
2. Sobrepresión
3. Cargas externas.
4. Fatigas o choques mecánicos.
5. Fatigas o choques térmicos.
6. Sobrecalentamiento.
7. Fragilización por hidrogeno
8. Formación de porosidad por hidrogeno.

En algunos casos el depósito o tubería puede haber sido utilizado a

temperaturas o presiones mayores de las consideradas al proyectarlos. Esto puede ocurrir a veces por indicaciones incorrectas de los aparatos de medida.

5.8.2 Esfuerzos excesivos

Aunque un buen proyecto normalmente evita esfuerzos excesivos, un montaje inadecuado puede producir esfuerzos excesivos con el resultado de rotura en servicio

5.8.3 Fatiga y choque térmicos

Fatiga térmica y choque térmico son términos usados para denotar los efectos de los cambios de temperatura o exposiciones alternativas a altas y bajas temperaturas, sobre la vida del material. Las diferencias entre fatiga térmica y choque térmico se refieren principalmente a los cambios de temperatura y a la severidad del gradiente de temperatura.

Los calentamientos súbitos localizados producen inmediatamente esfuerzos de compresión en la zona calentada, las cuales pueden ocasionar una deformación permanente. Después, cuando desciende la temperatura pueden quedar tensiones residuales. Si son de suficiente magnitud, los esfuerzos se pueden producir rotura por deformación plástica, que normalmente acarrea agrietamiento intergranular o por fatiga térmica o de corrosión, que pueden producir propagación transcristalina de la grieta.

Los enfriamientos o temple súbitos localizados, producen inmediatamente esfuerzos de tracción y pueden causar también deformaciones permanentes. Se puede presentar agrietamiento transcristalino por fatiga térmica, particularmente si tales ciclos se aplican repetidamente. Al equilibrarse la temperatura quedan esfuerzos de compresión en la zona templada, los cuales generalmente se consideran inofensivos.

5.8.4 Corrosión por el terreno

Las causas más corrientes son los aislamientos o cubriciones alrededor de un depósito o tubería. En tuberías bajo tierra, estas roturas pueden ser debidas a las condiciones del terreno.

Normalmente se trata de diferencias de potencial eléctrico entre dos puntos en contacto con un electrolito, fluyendo la corriente generada desde la zona catódica a la anódica. La corrosión en el ánodo se produce por la emisión de iones metálicos. Entre los diversos factores que contribuyen a este ataque, podemos citar la humedad del terreno y la diferencia de aireaciones. La presencia de oxígeno, bacterias y sales solubles también incrementa el ataque.

5.9 Reparación de soldaduras

Todos los defectos inaceptables, como pinchaduras, escoria, falta de penetración o falta de fusión y cualquier otro defecto que no están de acuerdo

a los requerimientos de la norma API 1104 deberán ser reparados. Cuando el END indica que existen discontinuidades en una junta soldada, esta soldadura tendrá que someterse a reparación. La ubicación de la discontinuidad en una junta soldada está definida por tres zonas, según sea la profundidad donde se encuentre la discontinuidad de acuerdo a:

- a) Zona de raíz $0 \leq \text{discontinuidad} < 5 \text{ mm}$
- b) Zona de relleno $5 \text{ mm} \leq \text{discontinuidad} < 9.5 \text{ mm}$
- c) Zona de cobertura $9.5 \text{ mm} \leq \text{discontinuidad} < 11.13 \text{ mm}$

En la figura 5.17 se muestran las tres zonas de discontinuidades.

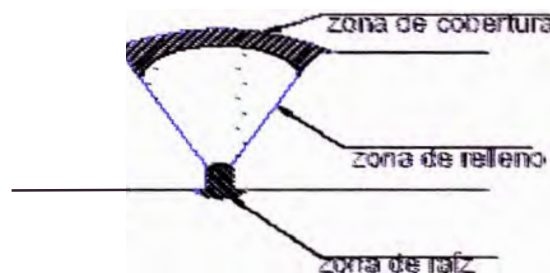


Figura 5.17: Zonas de discontinuidades

Sólo se puede reparar una sola vez. Si luego de la reparación continúa el defecto, la junta tiene que cortarse. De acuerdo con esta división de zonas analizaremos los costos típicos para cada una de las reparaciones, de acuerdo al ítem 9 del API 1104 (estándares de aceptación para ensayos no destructivos), se identifican 11 tipos de defectos por las que una junta soldada no es aceptable, y pasa a reparación. En la tabla 5.11 se detalla la lista de 11 discontinuidades típicas contempladas en el estándar API 1104 y la ubicación típica de estas discontinuidades que pueden estar en la raíz, relleno o cobertura.

Para cuantificar el valor de la reparación dependiendo de la ubicación de la discontinuidad (raíz, relleno o cobertura), se está asumiendo una longitud típica de 4 ½ in puesto que el costo de materiales que se necesita para reparar una longitud representa el 2, 0.4 y 0.2% si se está reparando en la raíz, relleno o cobertura respectivamente. El costo de reparación de una junta no depende del diámetro de la tubería, sino de la ubicación ésta, pudiendo ser de raíz, relleno o cobertura. Las reparaciones de soldadura se realizarán de acuerdo a la Especificación de Procedimiento de Soldadura correspondiente y el Registro de Calificación de Procedimientos relacionado.

Tabla 5.11: Discontinuidades según el estándar API 1104

ITEM	TIPO DE DISCONTINUIDAD	UBICACIÓN
1	Penetración Inadecuada sin desalineamiento	Raíz
2	Penetración Inadecuada debido a desalineamiento	Raíz
3	Penetración transversal Inadecuada	Relleno
4	Fusión Incompleta	Cobertura
5	Fusión Incompleta debido superposición fría	Relleno
6	Concavidad interna	Raíz
7	Quemadura transversal	Raíz
8	Inclusiones de escoria	Raíz, Relleno y Cobertura
9	Porosidad	Raíz, Relleno y Cobertura
10	Rajadura	Cobertura
11	Socavación	Cobertura
12	Acumulación de imperfecciones	_____
13	Imperfección de tubería o accesorio.	_____

Las reparaciones de soldadura realizadas previamente a la finalización de la

junta usando el mismo procedimiento de soldadura que para la producción original no requerirán un procedimiento de reparación especial.

Todas las soldaduras reparadas serán inspeccionadas por medio de ensayos no destructivos y podrán ser reparadas solamente un vez, en caso de que no haya sido reparada se procederá a cortar el tubo un tamaño del doble del diámetro del tubo (40 in) para luego ser una soldadura de producción. Si el nivel de calidad de soldadura no es alcanzado, resultando en más del 10% de soldaduras rechazadas (por días), se tomarán las acciones necesarias para detectar y corregir la causa de los defectos. Si se detectará que la causa es la performance del soldador, no se le permitirá realizar soldaduras hasta que pasado un tiempo sea reexaminado y pruebe que es capaz de producir nuevamente soldaduras aceptables. A este respecto, deberá mantenerse un gráfico individual de performance de soldador durante el proyecto que incluya:

- Cantidad total de soldadura de juntas realizada.
- Cantidad total de soldadura de juntas rechazada.
- Razón del rechazo.
- Porcentaje de rechazo.

5.10 Referencias

Algunas referencias que se tomaron en cuenta en la construcción del gasoducto de la red principal de Lima y Callao fueron:

API 1104	Soldaduras de Tuberías y Facilidades relacionadas
ASME B31.4	Sistema de Cañerías de Transporte de Petróleo Líquido
ASME B31.8	Sistema de Cañerías de Transmisión y Distribución de Gas
ASME SEC II C	Fundentes, Electrodo y Metales de Aporte
ASME SEC V	Ensayos no destructivos
ASME SEC IX	Calificaciones de Soldaduras y Brazing

CAPITULO VI

SISTEMAS DE CALIDAD

6.1 Introducción

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados, el tamaño y estructura de la organización..

La Norma ISO 9001:2000 sustituye a las normas ISO 9001:1994. La diferencia principal de esta nueva norma en relación con las que sustituye a la norma ISO 9001:2000 no sólo contempla el aseguramiento de la calidad, también incluye la necesidad de que las empresas demuestren su capacidad para satisfacer al cliente y mejorar sus procesos de forma continua. El enfoque a la nueva norma es por lo tanto más cercano a la gestión a la calidad total ya que incorpora la aplicación de principios sobre los que se fundamenta esta última, la atención a la satisfacción de los clientes y la mejora continua.

El tema de este informe esta relacionado por la aplicación de un sistema de gestión de calidad en el proceso de la soldadura en la “RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO” en donde se podría decir que es un ejemplo claro del cómo funciona para un proyecto específico y logra resultados importantes que se pueden justificar económicamente, debido a un trabajo de buena calidad sobretodo eficaz y eficiente. Aquí presento un resumen del modo operativo de la gestión que fue necesario para el logro de los resultados alcanzados, en donde el aseguramiento de calidad se inicia con la revisión de las exigencias establecidas en las especificaciones técnicas definidas durante el desarrollo de la ingeniería, es decir, revisión de especificaciones técnicas y planos de construcción. En base a la gerencia del proyecto plantea la política de calidad y los objetivos que se deberá lograr al término del proyecto. Luego los profesionales encargados del aseguramiento y control de calidad elaboran toda la documentación general que recomienda la ISO, las instrucciones técnicas complementarias y los registros de calidad que son desarrollados en los Apéndices A, B y C se muestran en las tablas 6.1 y 6.2:

Tabla 6.1: Instrucciones técnicas complementarias

Item	Descripción
1	Recepción de materiales y equipos
2	Calificación de procedimiento de soldadura
3	Calificación de soldadores
4	Trabajo de soldadura en campo
5	Corte y biselado
6	Inspección y END
7	Reparación de soldadura

Tabla 6.2 : Registros de calidad

Item	Descripción
1	Recepción de materiales y equipos
2	Especificación de procedimiento de soldadura
3	Reg. de calificación de procedimiento de soldadura
4	Toma de datos de soldadura
5	Relación de soldadores calificados
6	Inspección visual de soldadura
7	Corte y biselado de tuberías
8	Reparación de soldadura
9	Registro de no conformidad

Todos los procesos operativos críticos deben ser registrados para administrar los datos de los resultados de cada inspección y prueba. Esta información debe ser almacenada y procesada en una base de datos para obtener periódicamente datos estadísticos del estado de inspección y ensayos de cada proceso crítico de control. Los resultados obtenidos de la información recabada de campo debe ser analizada y evaluada para tomar las acciones correctivas y preventivas a tiempo, además de identificar cuáles son las actividades que están fuera de control. La mejora continua debe ser impulsado por todos los agentes que están comprometidos en el proyecto como supervisores, inspectores y trabajadores directos. El sistema de gestión de la calidad se articula como se indica en la figura 6.1 que se muestra a continuación:

ISO 9001:2000

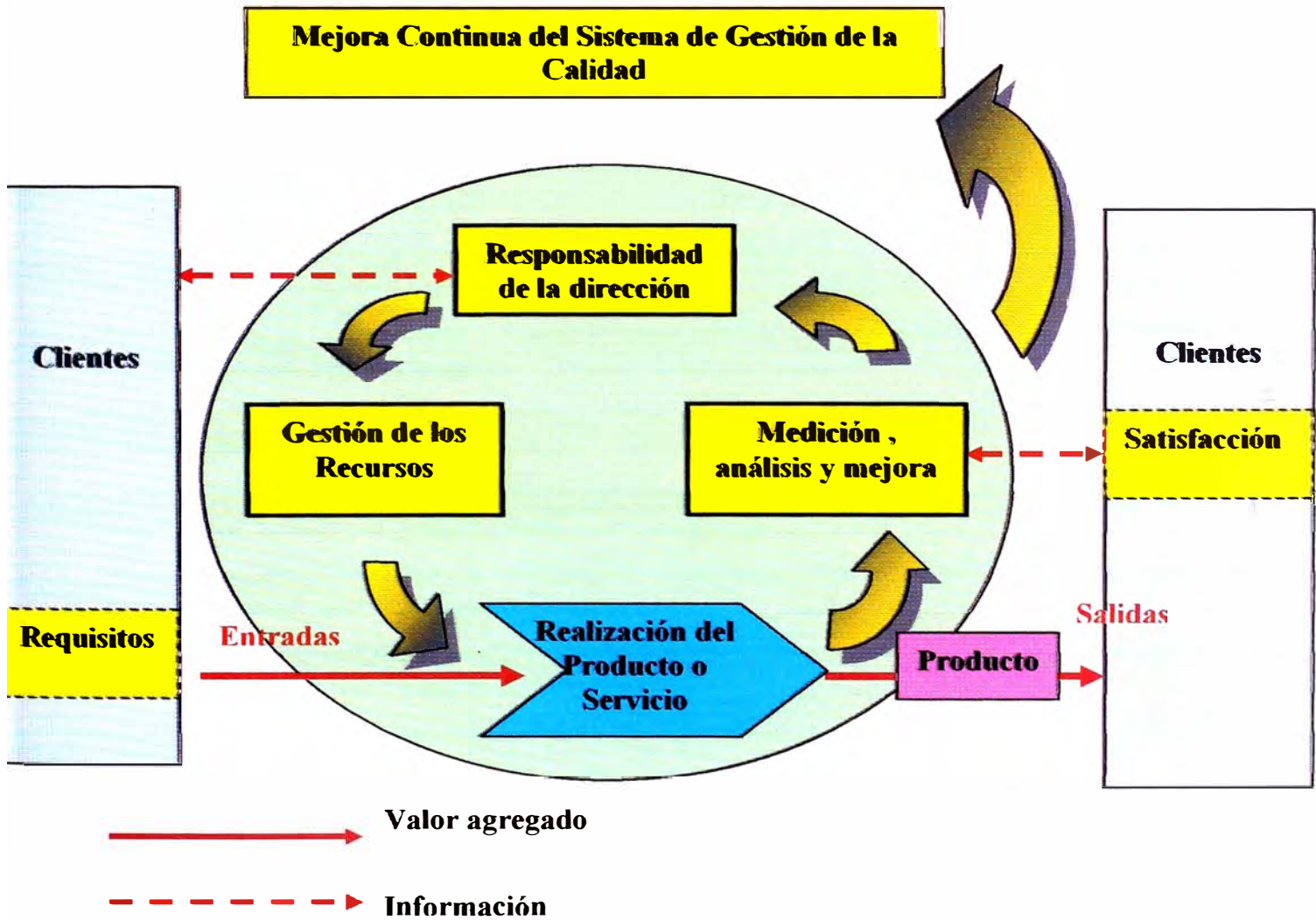


Figura 6.1 Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

6.2 La calidad, evolución conceptual y enfoques de gestión

Una mejor calidad exige un menor costo: buena calidad significa buena utilización de recursos (equipos, materiales, información, recursos humanos, etc.), es decir costos más bajos y mayor productividad.

6.2.1 Conceptos de calidad

Es imprescindible conocer a qué convenciones nos estamos refiriendo cuando hablamos de calidad y acotar exactamente qué estamos definiendo, ya que la diversidad de propuestas existentes en la literatura especializada puede crear cierta confusión. Podemos agrupar las definiciones de calidad dentro de cuatro categorías siguientes:

- a) Calidad como conformidad a unas especificaciones
- b) Calidad como satisfacción de las expectativas del cliente
- c) Calidad como valor
- d) Calidad como excelencia

a) **Calidad como conformidad.** La calidad entendida como conformidad con unas especificaciones es una idea que surge en el ámbito del taller y de la fábrica de manufactureras. Lo importante era conseguir una producción estándar que permitiera obtener piezas y productos idénticos. De esta forma la calidad equivale a la no variabilidad de procesos y productos. La calidad de los productos es medida a través de indicadores cuantitativos, los cuales permiten ver la conformidad de los productos con las especificaciones diseñadas. El mayor inconveniente de esta definición es que es aplicada a productos servicios y procesos, además se centra en la eficiencia pero no en la eficacia.

b) **Calidad como satisfacción de las expectativas del cliente.** La evolución de la gestión de la calidad desde una perspectiva muy centrada en la producción hasta perspectivas que integran la dimensión del mercado, ha tenido como consecuencia el dar cada vez mayor importancia a la satisfacción de las expectativas de los clientes como eje central y principio básico de la calidad. En este sentido un producto o servicio será de calidad cuando satisfaga o exceda las expectativas del cliente. El mayor inconveniente de esta definición es que está basada en expectativas de clientes que son difíciles de detectar, medir y ponderar. Cada cliente puede tener un conjunto de expectativas distintas, con ponderaciones también distintas.

c) **Calidad como valor con relación al precio.** Esta concepción es aplicable, con la anterior, a productos y servicios. Los autores que utilizan esta definición entienden que la noción de valor debe ser incluida en la definición de calidad. Propugnan que tanto precio como calidad deben ser tenidos en cuenta en un mercado competitivo. Significa lo mejor para cierto consumidor en función del uso actual del producto-servicio y de su mejor precio de venta; es decir, la calidad de un producto no puede ser desligada de su costo y de su precio. Tiene la ventaja de que obliga a la empresa a centrarse, al mismo tiempo, en su eficacia con respecto al mercado y en la eficiencia de su gestión económica interna.

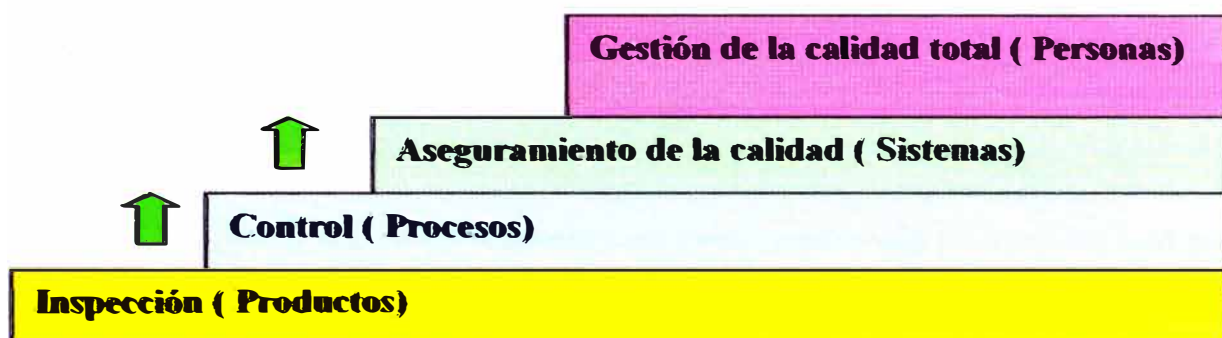
d) **Calidad como excelencia.** Este concepto es el más genérico e integrador de las formas de entender la calidad. Se puede aplicar a productos, servicios, procesos, la empresa en su conjunto. De hecho el término excelencia es el más comúnmente utilizado en referencia a la calidad en contextos muy diversos. Al ser un concepto de uso general y denotar aquello que es lo mejor posible, la calidad como excelencia, es un objetivo que permite y exige incorporar el compromiso de todos los integrantes de la organización; y que si es reconocido por el mercado, será fuente de ventaja competitiva, vía diferenciación.

6.2.2 Evolución de los enfoques de gestión de la calidad

La evolución de la gestión de la calidad se ha producido en 4 grandes saltos o fases: inspección, control de calidad, aseguramiento de la calidad y gestión de la calidad total. En realidad, la inspección y el control de calidad no pueden considerarse como enfoques de dirección propiamente dicha, ya que están únicamente orientados a resolver problemas de carácter operativo y tienen escasa influencia en la dirección. Los dos grandes enfoques de dirección serán por tanto, el aseguramiento y gestión de la calidad total, constituyendo los otros dos mencionados los orígenes de su evolución. Si tuviésemos que definir la orientación de los enfoques con una sola palabra, podríamos, como muestra la tabla 6.3, asociar la inspección con el producto, el control de calidad con los procesos el aseguramiento de la calidad con los sistemas, y la gestión de la calidad total con las personas. Esquema que

no necesariamente tiene que ser interpretado en un sentido excluyente. Así una orientación hacia las personas no excluye, en principio, un interés por los sistemas, procesos y productos.

Tabla 6.3 Enfoques de sistemas de gestión



6.2.3 Control de la calidad por inspección y control de la calidad

El término calidad tradicionalmente estado asociado a la calidad del producto. Esto supone poner toda la atención en la función de producción y reducir a ella el problema. El objetivo era que el producto cumpliera con unos requerimientos y evitar que los defectos llegaran al mercado. El funcionamiento del departamento de calidad quedaba limitado en un principio a la primera función de inspección, es decir que era un problema de los departamentos de producción e inspección.

6.2.3.1 Control de la calidad por inspección

La inspección de la calidad abarcaba una serie de actividades muy limitadas, como era recontar, medir, y separar las piezas defectuosas. Además la actividad de inspección se realizaba sobre el producto final,

y todos aquellos que no tenían conformidad con la especificación eran desechados o reparados. Se trataba, pues, de un sistema que no incorporaba ninguna actividad de prevención ni ningún plan de mejora, lo cual implica elevados costos y no contribuye suficientemente a mejorar la eficiencia y la eficacia.

6.2.3.2 Control de la calidad

El proceso de control de la calidad, basado en métodos estadísticos, sigue siendo responsabilidad del departamento de producción, que debe conseguir que los productos se ajusten a las especificaciones –atributos y características– establecidas. Aquí el proceso de detección de errores se produce una vez finalizado, sin que se propongan actividades de prevención. En este sentido, si bien el control de calidad representa un avance significativo respecto a la inspección, ya que es económicamente más eficiente, adolece todavía de los problemas del enfoque precedente, es rígido y mecánico, no es preventivo, y se limita a las funciones productivas, no implicando al resto de la organización.

Una vez que el control de la variación de los procesos y la detección de los errores se realice de modo efectivo, los especialistas enfocan sus esfuerzos hacia el diseño de métodos de trabajo que permiten evitar los errores antes de que éstos ocurran. Fruto de estos esfuerzos surgen los enfoques de aseguramiento de la calidad y de gestión de calidad total que examinaremos a continuación.

6.2.4 El aseguramiento de la calidad

Este enfoque supone un salto cualitativo importante en la evolución de la gestión de la calidad. En primer lugar pasamos de un enfoque de detección, en el que el objetivo es encontrar el error y el culpable del error, a un enfoque de prevención en el que lo importante es encontrar las raíces del problema y corregirlas, buscando soluciones para evitar que vuelvan a producirse errores. Esto se logra dirigiendo los esfuerzos de la organización hacia la planificación de procedimientos de trabajo y el diseño de productos que permitan prevenir los errores desde su origen. En segundo lugar la calidad pasa de un enfoque limitado a un enfoque más amplio en los que se implican otras partes de la organización. Así, pues, el aseguramiento de la calidad es un sistema que pone el énfasis en los productos, desde su diseño hasta el momento del envío al cliente, y concentra sus esfuerzos en la definición de procesos y actividades que permitan la obtención de productos conforme a unas especificaciones. El objetivo que se persigue con este enfoque es doble, en primer lugar que no pueda llegar al cliente productos y servicios defectuosos y en segundo lugar buscar la manera de evitar que los errores se produzcan de forma repentina. Para conseguir estos objetivos, el establecimiento del sistema de aseguramiento de la calidad desarrolla un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, necesarias para proporcionar a los clientes la confianza de que un producto o servicio satisface determinados

requisitos de calidad. A continuación se detallan algunos conceptos fundamentales del aseguramiento de la calidad:

1. - **Prevención de errores.** El primero de los elementos enunciados asume que es menos costoso evitar los errores que permitir que se produzcan. A lo cual se puede dividir los costos de la calidad en evitables y no evitables, y señalando que los segundos se corresponde con los costos de prevención. Los costos evitables serán los derivados de la falta de calidad en los productos y procesos que provocan pérdidas en materiales, horas de trabajo dedicadas al reprocesamiento y reparación, atención de reclamaciones, las pérdidas financieras y de mercado resultantes de consumidores insatisfechos. Entonces invirtiendo en medios para prevenir los errores, antes de que éstos se produzcan, se van a reducir los costos, de tal modo que los esfuerzos de prevención serán positivos.

2. - **Control total de calidad.** Otro de los conceptos que sustenta el enfoque de aseguramiento de la calidad es el denominado control total de la calidad. Este concepto implica que no pueden obtenerse productos de calidad si el departamento de producción es el único implicado. La calidad es trabajo de todos en consecuencia el control de la misma debe abarcar desde el diseño del producto hasta la entrega del cliente. El control de la calidad exige el diseño de un sistema de calidad que integre e interconecte las diferentes funciones de la empresa con un

objetivo común. El sistema garantiza la coordinación necesaria entre unidades y se convierte en el eje central de la aplicación de este enfoque. El aseguramiento de la calidad supone por tanto una visión sistemática de la gestión de la calidad que no se da en los enfoques vistos anteriormente.

3. - Énfasis en el diseño de los productos. Otro factor en que se apoya el enfoque de aseguramiento de la calidad es el énfasis en el diseño de los productos, que se concreta en una disciplina, la ingeniería de la fiabilidad. El objetivo fundamental de este tipo de diseños es asegurar un funcionamiento aceptable del producto a lo largo del tiempo o de su vida útil.

4.- Uniformidad y conformidad de productos y procesos. Así mismo el diseño del producto y del proceso de producción da lugar a unas especificaciones de trabajo. Si la producción se desarrolla en conformidad con dichas especificaciones, y los procesos se desarrollan de manera uniforme, aseguramos que el producto estará libre de defectos, cumpliéndose los requisitos de fiabilidad, durabilidad y rendimiento.

5.- Compromiso de los trabajadores. Por otra parte tener cero defectos, introduce en el enfoque de aseguramiento la atención a los recursos humanos. Esta propuesta afirma que si la dirección exige un

trabajo perfecto, el camino para obtenerlo es motivando a los trabajadores y monitorizando los procesos. Las tres fuentes de error son: La falta de conocimiento, la falta de atención y la falta de medios.

6.2.5. Características de la gestión de la calidad total

La evolución hacia este nuevo enfoque es consecuencia de los retos que tienen las empresas en los mercados actuales, estos retos pueden ser los siguientes puntos:

- Globalización de los mercados
- Clientes exigentes
- Aceleración del cambio tecnológico
- Éxito de la forma global y participativa de gestión de la calidad.

Para poder hacer frente a esto es necesario un sistema de gestión de la calidad orientado en su totalidad al mercado. Una orientación que, además ha de tener carácter multidimensional y ha de ser dinámica, el carácter multidimensional viene dado porque es necesario competir dentro de cada sector industrial globalizado, en diseño, precio, tiempo, calidad, capacidad de distribución e imagen de marca. La orientación de la calidad ha de ser también dinámica porque todas las variables que configuran las formas de la competencia, en los actuales mercados caracterizados por grados variables del monopolio, están sometidas a cambios frecuentes como consecuencia de la orientación de las

empresas a innovar sus servicios o productos, a diferenciarlos, o a bajar sus costos.

6.3 Sistema de gestión de la calidad

Como sabemos, los cambios en las normas ISO 9000:2000, fueron muy representativos en cuanto a los principios básicos de la Gestión de la Calidad. Los requisitos de la norma ISO 9000:2000 son flexibles y algunos de ellos se pueden omitir dependiendo de las necesidades o características de cada organización. Por ello, se introducen los principios de la gestión de la calidad como requisitos, aclarando por supuesto que son solo los principios de la Gestión de la Calidad, para ello se elabora un manual de calidad en donde se debe especificar claramente la totalidad de actividades que comprende el proyecto y el sistema de la calidad de la organización

6.3.1 Manual de la calidad

Un manual de la calidad es un documento que se puede referir a la totalidad de las actividades de una organización o sólo a una parte de esta. Un manual de la calidad hará referencia a:

- La política de la calidad.
- Las responsabilidades, las autoridades y las relaciones entre las Personas que dirigen, efectúan, verifican o revisan los trabajos que Tienen una incidencia sobre la calidad.
- Los procedimientos y las instrucciones del sistema de la calidad.
- Las disposiciones para la revisión, actualización y el control del

manual.

Un manual de una empresa que ha certificado o desea certificar en ISO 9001, en su estructura debe contener como mínimo los siguientes numerales de la ISO 9001:

1. - Objeto y campo de aplicación
2. - Referencias normativas
3. - Términos y definiciones
4. - Sistema de gestión de la calidad
5. - Responsabilidad de la dirección
6. - Gestión de los recursos
7. - Realización del producto
8. - Medición, análisis y mejora

Describiendo cada numeral a continuación:

PIRAMIDE DEL SISTEMA DOCUMENTARIO DE LA CALIDAD

ISO 9001:2000

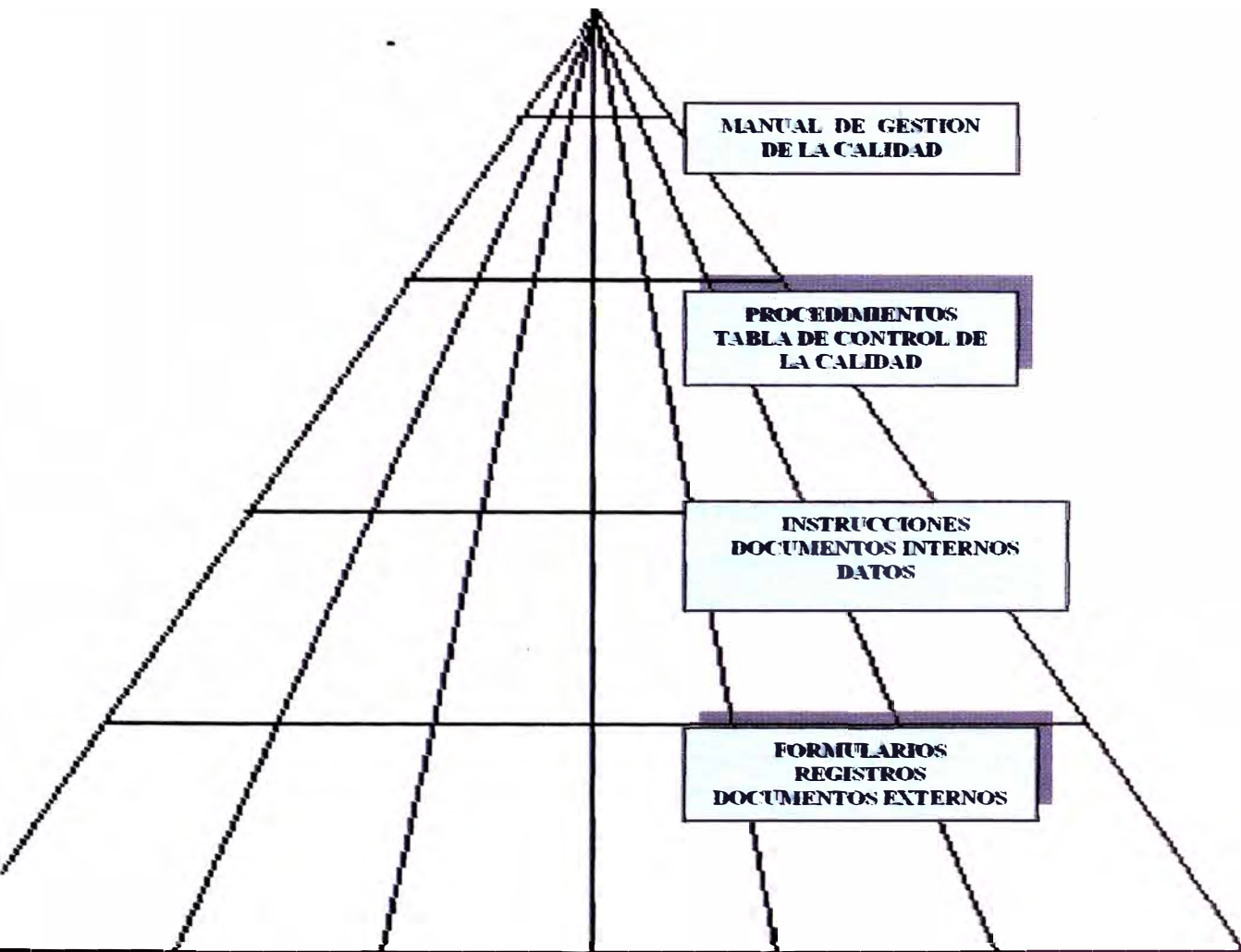


Figura 6.2 Sistema documental del SGC

1. Objeto y campo de aplicación

1.1 Generalidades

La norma especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización necesita demostrar su capacidad

para proporcionar en forma coherente productos que satisfagan los requisitos de los clientes a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para mejora continua y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

1.2 Aplicación

Todas, sin importar el tamaño tipo y producto suministrado.

2. Referencia Normativa

Se toma como referencia la ISO 9000: 2000, Sistemas de Administración de Calidad, Fundamentos y vocabulario.

3. Términos y Definiciones

Estos se basan en el siguiente diagrama:



“ Producto ” puede significar también “ servicio “

- Proveedor: Es el que provee los materiales para ejecutar el proyecto.
- Organización : Es la encargada de aplicar un sistema de calidad para Satisfacción del cliente.
- Cliente : Es la que necesita que el proyecto este completamente apto Para lograr su operatividad.

4. Sistemas de Gestión de la calidad

4.1 Requisitos generales

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo a los requisitos de esta norma:

- Identificar los procesos necesarios para el SGC.
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse que la operación y control de estos procesos sean eficaces.
- Asegurar la disponibilidad de recursos e información necesarios
- Seguimiento, medición y análisis de estos procesos.
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados Planificados y la mejora de los procesos.

4.2 Requisitos de la documentación

4.2.1 Generalidades

Se deberán hacer declaraciones documentadas de una política de calidad y objetivos de calidad. Estas describirán el proceso requerido para implementación del SGC

4.2.2 Manual de calidad

El manual de la calidad deberá incluir:

- a) Descripción de los elementos del sistema administrativo de la calidad
- b) Referencia de los procedimientos del sistema que se usarán

4.2.3 Control de documentos

Los procedimientos a controlar deben asegurar:

- a) Que los documentos son aprobados para su uso adecuado
- b) Que los documentos sean periódicamente revisados y analizados.
- c) Que las versiones actuales de documentos revelantes sean accesibles a todos los niveles donde se realizan las actividades.
- d) Que los documentos obsoletos deberán ser removidos o identificados para evitar su mal uso

La documentación debe ser legible, controlada por revisiones, fácilmente identificable y debe ser archivada en forma ordenada

4.2.4 Control de Registros

Los registros de calidad de la organización deben ser accesibles para demostrar la conformidad con los requisitos y operación efectiva del SGC. Los registros de calidad del proveedor deben ser controlados. Estos registros deberán estar archivados para su después disposición.

5. Responsabilidad de la dirección

5.1 Compromiso de la dirección

La dirección deberá demostrar su compromiso de cumplir los requisitos impuestos por el Cliente con respecto a un servicio / producto. Esto es:

- a) Comunicando a la organización la importancia de los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios
- b) Estableciendo la Política de calidad
- c) Estableciendo los Objetivos de la Calidad
- d) Revisando el SGC
- b) Asegurando la disponibilidad de recursos

5.2 Enfoque al Cliente

La alta dirección deberá asegurarse de que:

- a) Las necesidades y expectativas del cliente sean determinadas y se conviertan en requisitos con la meta de lograr la confianza
- b) los requisitos del cliente son atendidos y llevados a cabo

5.3 Política de calidad

Deberá establecer su política de calidad y asegurarse de que

- a) Ser adecuada al propósito de la organización
- b) Incluir un compromiso de cumplir con los requisitos y mejorar continuamente la eficacia del SGC.
- c) Proporcionar un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos
- d) Sea comunicada y entendida en la organización
- e) Sea revisada para su continua adecuación.

5.4 Planeación

5.4.1 Objetivos de la calidad

Se deberá establecer por escrito los objetivos de calidad, en cada una de las funciones aplicables y sus diferentes niveles dentro de la organización. Los objetivos de calidad deben ser consistentes con la política de calidad.

5.4.2 Planeación de la calidad

Se deberá identificar y planear las actividades y recursos necesarios para lograr los objetivos de calidad. Esta planeación debe ser consistente con otros requisitos del SGC y los resultados deben ser documentados.

La planeación deberá cubrir:

a) Los procesos requeridos en el SGC

Los procesos de realización y recursos necesarios, identificar características de calidad en las diferentes etapas para lograr los resultados deseados.

b) Las actividades de verificación, criterios de aceptación y los requisitos de calidad necesarios. La planeación debe asegurar que los cambios son conducidos de una correcta

5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación

5.5.1 Responsabilidad y Autoridad

Las responsabilidades y los roles deben estar bien definidas y comunicadas para facilitar la efectividad de la administración de la calidad .

5.5.2 Representante de la dirección

Se deberá designar a un miembro de la organización que independientemente hará:

- a) Establecer, implementar y mantener el SGC
- b) Informar a la Dirección el desempeño del SGC
- c) Promover conciencia sobre los requisitos del cliente

5.5.3 Comunicación interna

La organización debe establecer y mantener procedimientos para lograr la comunicación interna entre los diferentes niveles y funciones referidos al sistema administrativo de la calidad y su efectividad

5.5.4 Revisión por la Dirección

La organización deberá establecer un procedimiento para la revisión por la dirección. Esta deberá revisar el sistema de gestión de la calidad en forma continua para su efectividad.

Esta revisión gerencial debe consistir al menos de la comparación y evaluación de:

- a) Resultados de auditorias
- b) Retroalimentación del cliente
- c) Desempeño de los procesos y del producto
- d) Estado de las acciones correctivas y preventivas
- e) Acciones de seguimiento de revisiones de la dirección
- f) Cambios que podrían afectar al SGC
- g) Recomendaciones para la mejora

6. Gestión de los recursos

La organización debe determinar y proveer los recursos en el tiempo necesario para establecer y mejorar el SGC. Dichos recursos deben ser aplicados a la administración de la organización

6.1 Recursos Humanos

6.1.1 Generalidades

El personal que realice trabajos que afecten la calidad del producto debe ser competente en base a: educación, formación, habilidades y experiencia

6.1.2 Competencia, Entrenamiento y Formación

La organización debe establecer y mantener procedimientos para:

- a) Determinar las competencias necesarias para el personal
- b) Proporcionar formación para satisfacer dichas necesidades
- c) Evaluar eficacia de las acciones tomadas
- d) Asegurar que personal es consciente de la importancia de sus actividades
- e) Mantener registros de la educación, habilidades y experiencia.

6.2 Infraestructura

Se deberá definir y proveer la infraestructura necesaria para alcanzar la conformidad del producto/ servicio. Esto deberá incluir:

- a) Edificios, espacio de trabajo y servicios asociados
- b) Equipo para los procesos (hardware, software)
- c) Servicios de apoyo (transporte, comunicación).

6.3 Ambiente de trabajo

La organización deberá definir e implementar los aspectos humanos y físicos en el ambiente de trabajo necesario para alcanzar la conformidad de los productos/ servicios. Esto debe incluir:

- a) Condiciones de higiene y seguridad
- b) Métodos laborales
- c) Ética laboral
- d) Condiciones ambientales de trabajo.

7. - Realización del producto y / o servicio

7.1 Planificación de la realización del producto

La Planificación debe incluir:

- a) Objetivos de calidad y requisitos para el producto
- b) Necesidades de establecer procesos, documentación y recursos
- c) Actividades de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo
- d) Registros necesarios para proporcionar evidencias de los procesos y productos

7.2 Procesos relacionados por el Cliente

7.2.1 Identificación de los requisitos del Cliente

El proceso debe considerar:

- a) La totalidad de los requisitos especificados por el cliente
- b) Los requisitos no especificados por el cliente para el uso previsto

- c) Obligaciones relacionadas al producto, incluyendo requisitos legales y reglamentarios
- d) Los requisitos determinados por la organización

7.2.2 Revisión de los requisitos del Cliente

Los requisitos del cliente incluyendo cualquier cambio deben ser antes revisados para poder comprometerse a proveer un determinado producto. Esta revisión deberá asegurar que:

- a) Que estén bien definidos los requisitos
- b) Que estén bien resueltas las diferencias
- c) Que tengan la capacidad para cumplir
- d) Mantener registrados los registros de la revisión

7.2.3 Comunicación con el Cliente

Se deberá tener un enlace efectivo con el cliente, con la finalidad de su satisfacción y la comunicación debe estar relacionado a:

- a) La información sobre el producto
- b) Las consultas, contratos, pedidos, modificaciones
- c) La retroalimentación y quejas.

7.3 Diseño y desarrollo

7.3.1 Planificación

La organización debe planear, controlar el diseño y desarrollo del Producto que incluyan :

- a) Etapas del diseño y desarrollo
- b) Revisión, verificación y validación de cada etapa
- c) Responsabilidades y autoridades.

7.3.2 Elementos de entrada

Las entradas deben incluir:

- a) Los requisitos funcionales y de desempeño
- b) Los requisitos legales y reglamentarios
- c) La información de diseños previos

7.3.3 Salidas de Diseño y desarrollo

Las salidas del proceso deben ser registrados de manera que se permita la verificación contra los requisitos de entrada. La salida deberá cumplir:

- a) Cumplir los requisitos de entrada
- b) Proporcionar información para la compra, producción y prestación del servicio
- c) Contener los criterios de aceptación
- d) Especificar características del producto

7.3.4 Revisión del diseño y desarrollo

Se deberán llevar a cabo revisiones formales para:

- a) Realizar revisiones sistemáticas y evaluar la capacidad de resultados
- b) Identificar problemas y proponer acciones de solución

7.3.5 Verificación del diseño y producto

Se debe asegurar que los requisitos de entrada se cumplen y mantener los registros del seguimiento del proyecto.

7.3.6 Validación del diseño y desarrollo

La validación nos asegurará que el resultado es capaz de satisfacer los requisitos de uso del cliente. Debe completarse antes de la entrega del producto y mantener los registros del seguimiento del proyecto

7.3.7 Control de cambios

Los cambios o modificaciones deben ser aprobados por el personal autorizado y ser registrado antes de su implantación , esta deberá determinar los cambios en:

- a) La interacción entre los elementos de diseño y desarrollo
- b) La interacción entre las piezas que componen el producto resultante
- c) Productos existentes y en operaciones de servicio no entregado
- d) La necesidad de llevar a cabo una reverificación o revalidación para todo o parte de las salidas del diseño y desarrollo.

7.4 Compras

7.4.1 Proceso de compra

El proceso de compra deberá de:

- a) Asegurar que los productos comprados cumplen los requisitos de compra
- b) Definir el tipo de control aplicado al proveedor y al producto
- c) Evaluar y seleccionar a los proveedores
- d) Mantener registros de las evaluaciones registrados.

7.4.2 Datos de compras

Los documentos de compras deben describir claramente el producto, es decir:

- a) Describir el producto a comprar
- b) los requisitos para la aprobación
- c) Los requisitos para la aprobación del personal
- d) Los requisitos de SGC

7.4.3 Verificación de los productos comprados

La organización debe establecer e implementar inspecciones u otras actividades para la verificación en las instalaciones del proveedor y además establecer las disposiciones de verificación descritos en los documentos de compras.

7.5 Operaciones de producción y servicio

7.5.1 Control de la producción

La organización debe planificar y llevar a cabo la producción bajo condiciones controladas:

- a) La información de las características del producto
- b) Las instrucciones de trabajo
- c) El equipo apropiado
- d) Los dispositivos de seguimiento y medición
- e) La implementación del seguimiento y su medición
- f) La implementación de actividades de liberación, entrega y post-entrega.

7.5.2 Validación de los procesos de producción

Es aplicable a los productos que no pueden verificarse mediante seguimiento o medición posteriores. Es decir:

- a) Demostrar la capacidad de estos procesos
- b) Criterios definidos para la revisión y aprobación
- c) Aprobación de equipos y calificación del personal
- d) Métodos y procedimientos específicos
- e) Requisitos de los registros
- f) Revalidación

7.5.3 Identificación y trazabilidad

La organización cuando sea apropiado:

- a) Identificará el producto a través de toda la realización del producto
- b) Identificará el estado del producto
- c) Controlará la trazabilidad
- d) Registrará la identificación única del producto

7.5.4 Propiedad del cliente

La organización tendrá cuidado con la propiedad del cliente mientras este se encuentre bajo la supervisión de la misma o sea usado. La organización debe asegurar la identificación, verificación, almacenamiento y mantenimiento de la propiedad del cliente.

7.5.5 Manejo, Empaque, Almacenamiento, Preservación y Entrega

La organización deberá asegurarse durante todo el proceso el envío final del producto, la identificación, el empaque, el almacenamiento, la preservación y el manejo no afectan de manera adversa a los requisitos y conformidades del producto. La entrega del producto no debe realizarse hasta que las actividades específicas sean satisfactoriamente completadas y los documentos relacionados hayan sido autorizados y entregados.

7.6 Control de los dispositivos de medida y monitoreo

La organización debe determinar el seguimiento y medición a realizar, también debe determinar los dispositivos de medición y seguimiento. Además establecerá los procesos para realizar el seguimiento y medición.

Se deberá asegurar la validez de los resultados mediante el equipo de medición el cual deberá:

- a) Calibrarse o verificarse a intervalos especificados
- b) Trazarlos con patrones nacionales o internacionales
- c) Ajustarse o reajustarse
- d) Identificar el estado de calibración
- e) Proteger contra ajustes, daños y deterioros
- f) Registrar los resultados de la calibración y la verificación

8.0 Mediciones, análisis y mejora

Establecer procesos de inspección y supervisión para demostrar en todo momento la conformidad del servicio, del sistema de gestión y de la mejora continua

8.1 Generalidades

La organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para:

- a) Demostrar la conformidad del producto
- b) Asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de la calidad
- c) Mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad

8.2 Monitoreo y Medición

8.2.1 Medición y monitoreo de la satisfacción del cliente

La organización debe establecer un proceso para obtener y monitorear los datos resultantes de la investigación de la satisfacción del cliente.

Los métodos y medidas para obtener esta información y la frecuencia de revisiones de los mismos debe ser determinada.

8.2.2 Auditorias internas

La organización deberá establecer un proceso para realizar auditorias internas en el SGC y determinar si el mismo está siendo implantando, es decir:

- a) Ejecutarlas a intervalos planificados
- b) Implantar un programa de auditoria
- c) Definir criterio de auditoria, alcance, frecuencia y metodología.
- d) Seleccionar los auditores
- e) Asegurar la objetividad e imparcialidad
- f) Que sea un Procedimiento documentado
- g) Informar los resultados y registrarlos

Se deben tomar acciones sobre las no conformidades y se verifican, además el personal que realiza la auditoria deberá ser ajena al área.

8.2.3 Medición y monitoreo de los procesos

La organización deberá aplicar métodos apropiados para medir los procesos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente. Dichas mediciones deben ser usadas para monitorear la salida de los procesos que controlan las conformidades de un producto.

8.2.4 Medición y monitoreo del producto

La organización aplicará métodos apropiados para medir las características del producto y verificar que los requisitos se cumplen.

Evidenciar las mediciones requeridas y las actividades de prueba, así como también los criterios de aceptación debe ser registrado.

8.3 Control de no conformidades

La organización debe asegurar que el producto que no cumple con los requisitos sea controlado para prevenir su intencionado, o entrega del mismo.

Deberá hacer arreglos para asegurarse que el producto no conforme es propiamente controlado y deberá ser definido en un procedimiento del sistema.

Estas no conformidades deben ser

- a) Reparados para cumplir con los requisitos
- b) Aceptados bajo concesión, con o sin reparación
- c) Reclassificados para aplicaciones alternativas válidas
- d) Rechazados como no apropiados

La responsabilidad y autoridad para la revisión y resolución de las no conformidades debe ser definida

8.4 Análisis de Datos para mejorar el desempeño

La organización debe analizar los datos aplicables para proveer información de

- a) La Vialidad, efectividad y adecuación del SGC
- b) Tendencias del proceso operacional
- c) Satisfacción o insatisfacción del cliente
- d) Conformidad con los requisitos del cliente
- e) Características de los procesos, productos y servicios

8.5 Mejora

8.5.1 Mejora Continua

La organización debe establecer un procedimiento a nivel sistema que describa el uso de la política de calidad, objetivos, resultados de auditoria interna, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas y revisión gerencial para facilitar la mejora continua

8.5.2 Acciones Correctivas

La organización deberá establecer un proceso para reducir o eliminar las causas de no conformidad para prevenir sus recurrencia. Los procedimientos para el proceso de las acciones correctivas deben incluir, pero no limitarse a

- a) Identificación de las no conformidades
- b) Determinar las causas de las no conformidades
- c) Evaluación de la necesidad de acciones para asegurar que las no conformidades no se repitan
- d) Implantación de las acciones correctivas necesarias para eliminar las causas de las no conformidades
- e) Registrar los resultados de las acciones llevadas a cabo
- f) Hacer un seguimiento para asegurarnos que la acción correctiva que se esta llevando a cabo sea efectiva y además registrado.

8.5.3 Acciones Preventivas

Se deberá establecer un proceso para eliminar las causas potenciales de no conformidades para prevenir su ocurrencia. Los registros del

SGC y los resultados de los análisis de datos deben ser usados como entradas para la acción preventiva según sea aplicable.

El procedimiento para acciones preventivas debe incluir

- a) Identificación de no conformidades
- b) Determinación de las causas de las no conformidades y registrar los resultados e implantar las acciones preventivas necesarias para eliminar las no conformidades
- c) Seguimiento para asegurar que las acciones preventivas tomadas sean efectivas y registrada.

CAPITULO VII

COSTOS DE LA CALIDAD

7.1 Introducción

En años recientes muchas empresas se han encontrado con el fenómeno de que los productos que manufacturan, tienen inferior calidad al ser comparados con los de otros países industrializados como Japón y Alemania.

Muchos de estos defectos han sido resultado de la producción intensiva, la cual trajo como consecuencia un aumento tanto en irregularidades en las partes del producto, así como un incremento en la cantidad de desperdicios en los bienes que se fabrican.

En un intento por mantener el liderazgo en el mercado, las firmas se abocaron a la búsqueda de sistemas, métodos y procedimientos, cuyos objetivos se basaron en el mejoramiento de la calidad y la reducción de costos, y se fijaron una meta Llamada de **cero defectos**.

Como resultado de estos esfuerzos se han desarrollado una serie de programas

tendientes a mejorar sustancialmente la calidad de los productos con lo que ha nacido una nueva filosofía administrativa llamada de *calidad total*, que por supuesto ha requerido el desarrollo de herramientas y procesos que permitan su operación.

Los esfuerzos para obtener productos de alta calidad se transforman inevitablemente en la utilización de recursos financieros, a estos desembolsos se les ha llamado costos de calidad. Aquí se tratarán brevemente las características, su clasificación y posibles tratamientos contables.

Una de las principales dificultades que se encontraron respecto a los costos de calidad es la falta de uniformidad sobre lo que son, y aun más sobre lo que debe ser incluido bajo este término. Tradicionalmente se considera que el costo de calidad lo integran las partidas correspondientes a los factores de aseguramiento como a los de detección de errores y desechos, sin embargo el concepto ha evolucionado ampliándose y ahora se entienden como costos de calidad aquellos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad, incluyendo los referentes a sistemas de mejoramiento continuo.

Figura 7.1: El Costo de la Calidad



Intentando una clasificación que uniforme a los costos de calidad se han distinguido dos tipos de costos de calidad:

1. Los propiamente dichos que vienen a ser los esfuerzos para fabricar un producto con calidad, y
2. Los generados por no hacer las cosas correctamente llamados " Precio del incumplimiento" o "Costo de no calidad".

La combinación de los costos de calidad y los costos de no calidad dan como resultado los costos llamados costos totales de calidad, observar la figura 7.2 :



Figura 7.2: Costos totales de la Calidad

Sin embargo, analizando las diversas partidas que componen los costos de calidad y de acuerdo con las funciones específicas y el propósito a que responden cada una de ellas los costos de calidad se han separado en cuatro grupos básicos que incluyen los dos tipos señalados arriba.

Definiendo cada tipo de costo:

7.2 Costos de calidad

Son los gastos generados por el desarrollo de las actividades necesarias para poder alcanzar los objetivos de la calidad y reflejan el esfuerzo económico de la empresa para asegurar que la soldadura cumpla los requisitos de las especificaciones técnicas y de la Norma API 1109. Estos costos son la suma de los costos de prevención y los costos de evaluación. (Ver Figura 7.2)

7.2.1 Costos de prevención

Son los gastos originados por el desarrollo de actividades necesarias para mejorar el sistema de calidad, y prevenir la aparición de los defectos, asegurando económicamente los niveles de calidad establecidos. Los costos de prevención que se tomaron en cuenta el proceso de soldadura el proyecto de distribución del Gas Natural de Lima y Callao fueron los siguientes:

- a) Planificación y administración de la calidad.
- b) Desarrollo del sistema de calidad.
- c) Desarrollo de los procedimientos de calidad
- d) Capacitación del personal para la calidad.
- e) Gastos administrativos.
- f) Especificación del procedimiento de soldadura.
- g) Calificación del procedimiento de soldadura.
- h) Calificación de los soldadores
- i) Evaluación de los proveedores
- j) Costo de prevención de operaciones
- k) Auditorias del sistema de calidad.

Desarrollando y definiendo cada ítem a continuación:

a) Planificación y administración de la calidad

Son los costos originados por las actividades del análisis de información del proyecto, con el fin de establecer los requisitos que deben cumplirse.

b) Desarrollo del sistema de calidad

Son los costos en plasmar el manual del sistema de calidad del proyecto.

c) Desarrollo de los procedimientos de calidad

Son los costos en la elaboración de los procedimientos de calidad que deberán responder a los requerimientos mínimos del proyecto.

Estos documentos deben considerar las instrucciones de trabajo con sus registros de calidad, por ejemplo: calificación de soldadores, procedimiento de soldadura, reparación, corte, etc.

d) Capacitación del personal para la calidad

Son los costos generados por el desarrollo y realización de programas de formación en los temas de calidad (Charlas , seminarios), con el objeto de prevenir los errores y que hacen valorar el valor de la calidad y el papel que desempeña cada integrante en su labor.

e) Gastos administrativos

Son los gastos generados en la administración global de la función de la calidad.

• **Salarios del personal de calidad**

Costo de pago a todo el personal de la calidad (gerente, supervisores de soldadura, supervisores de control de calidad, ingenieros, etc.)

• **Gastos administrativos**

Son los demás gastos y costos asignados a la función de la gestión

de la calidad que no están cubiertos específicamente, por ejemplo: útiles de oficina, fotocopidora, Internet, luz, teléfono, etc.

- **Informes y reportes de comportamiento de la calidad**

Son los costos generados en el mantenimiento y la administración del sistema de datos, para ver el comportamiento de la calidad, compilación, análisis y publicación de los impresos diseñados para el mejoramiento continuo de la calidad.

- **Educación para la calidad**

Son los costos generados en llevar a cabo los programas de educación para la calidad, donde se hacen resaltar el valor del comportamiento de la calidad y el papel que desempeña cada función en su labor.

f) Especificación del procedimiento de soldadura

Son los costos generados en definir el proceso de soldadura, análisis de diseño, metal de aporte y los ensayos a los cuales serán sometidos de acuerdo al API 1104.

g) Calificación del procedimiento de soldadura

Son los costos generados por

- Ejecución de la especificación del procedimiento.
- La preparación de probetas a ser ensayadas
- Resultados de ensayos destructivos, por un compañía o entidad externa.

h) Calificación de los soldadores

Son los costos generados en verificar la destreza y conocimiento

del personal que se encargará de la soldadura. Esto se realizará por medio de los ensayos no destructivos y la emisión de sus homologaciones.

i) Evaluación de proveedores

Es el costo del personal dedicado a:

- Implantar y aplicar un sistema de evaluación de los suministradores y determinar las correspondientes calificaciones para mejorar la selección
- Seguimiento de los problemas de calidad en los materiales y orientar a los suministradores en el cumplimiento de las acciones correctoras que deben hacer y revisar.

j) Costo de prevención de operaciones

Son los costos generados para garantizar la capacidad y disponibilidad de todas las operaciones y que deben cumplir las normas y requisitos de la calidad especificadas en el proyecto.

k) Auditorias de calidad interna

Son los costos generados por las actividades que tienen el objetivo de determinar la eficacia del sistema de calidad.

7.2.2 Costos de evaluación

Aquellos desembolsos incurridos en la búsqueda y detección de imperfecciones en los productos que por una u otra razón no se apegaron a las especificaciones. Estos costos proceden de actividades por ejemplo Inspección, pruebas, evaluaciones, etc., necesaria para

comprobar que se consiga la calidad especificada. Los elementos de costos de evaluación para el proyecto son los siguientes:

- a) Costo de evaluación de compras
- b) Verificación de recepción de entrada del material
- c) Adquisición de equipos para medir la calidad
- d) Calibración de equipos para medir la calidad
- e) Verificación de producción interna
- f) Costo de evaluación de operaciones
- g) Medida de control del proceso
- h) Inspección y toma de datos de los parámetros de la soldadura
- i) Registros de calidad de la soldadura
- j) Ensayos y pruebas
- k) Ensayos especiales
- l) Revisión del dossier de calidad
- m) Costo de evaluación externa

Desarrollando los ítems a continuación, se tendrá:

a) Costo de evaluación de compras

Son los costos generados en la inspección y/o ensayos de los materiales comprados para determinar su aceptabilidad de uso.

b) Verificación de recepción de entrada de material

Son los costos generados por todas las inspecciones y/o ensayos rutinarios que se someten los materiales y productos adquiridos.

Estos costos representan los costos iniciales de evaluación

c) Adquisición de equipos para medir la calidad

Es el costo de adquisición de equipos e instrumentos de medida utilizados en el proceso.

d) Calidad de equipos para medir la calidad

Son los costos generados por la calibración de los equipos que intervienen en el proceso, estos asegurarían los resultados obtenidos del proceso.

e) Verificación de producción interna

Son los costos generados por las actividades de inspección desarrolladas durante el proceso, donde se incluyen:

- **Costos de inspección realizada por el personal del área de calidad.**
- **Costos de inspección realizada por el personal del área de producción**

f) Costo de evaluación de operaciones

Es el costo de todas las inspecciones y/o ensayos planificados, realizados durante el proceso constructivo y en los puntos seleccionados a lo largo de toda la etapa hasta el final.

g) Medida de control de proceso

Es el costo de todas las medidas planificadas realizadas en el proceso en la línea de producción. (temperatura de precalentamiento, voltaje, amperaje de la soldadura, etc.) para garantizar la conformidad de los trabajos.

h) Inspección y toma de datos de parámetros eléctricos de soldadura

Son los costos de medición y toma de datos necesarios para determinar y aceptar la soldadura

i) Registros de calidad de la soldadura

Es el costo correspondiente a la toma de datos de soldadura, reparación, corte, etc., que garantiza la aceptabilidad de la soldadura

j) Ensayos y pruebas

Es el costo correspondiente a todos los ensayos destructivos, realizadas a juntas soldadas a lo largo de todo el proceso

k) Ensayos especiales

Es el costo generado por las inspecciones y ensayos no rutinarios realizados sobre juntas soldadas, formando parte del plan de evaluación. Estos ensayos se realizaban por cada 15 km de tubería soldada

l) Revisión del dossier de calidad

Es el costo correspondiente al ordenamiento de los registros de calidad en forma cronológica de toda la información.

m) Costo de evaluación externa

Es el costo de evaluación externa siempre que haga falta una preparación o instalación, también cuando son necesarias las pruebas en servicio de nuevos productos.

Costos de no calidad

Son los costos llamados gastos vinculados a las fallas de los productos que no cumplen los requisitos requeridos por el cliente, además reflejan las consecuencias negativas que ocasionan las fallas relacionadas a la calidad. Los costos de no calidad es la suma de los costos de fallas internas y los costos de fallas externas.

7.3.1 Costos de fallas internas

Son los costos asociados a los productos que no cumplen los requisitos de calidad y que se manifiestan antes de la entrega al cliente, estas se pueden clasificar:

- a) Costos de revisión de materiales y acción correctiva.
- b) Costos de reparación de materiales y acción correctiva.
- c) Reelaboración de los registros de calidad.
- d) Identificación y elaboración de registros no elaborados.
- e) Tratamiento y cierre de no conformidades.
- f) Costo de repetición de ensayo.
- g) END de juntas soldadas después del corte.
- h) Productos y materiales rechazados.
- i) Costo de reparación y reproceso de operaciones.
- j) Pérdida de mano de obra de fallas internas.

Definiendo cada uno de los costos de fallas internas:

a) Costos de revisión de materiales y acción correctiva

Es el costo de la investigación de todos los problemas necesarios para resolver completamente las necesidades del producto.

b) Costos de reparación de materiales y acción correctiva

Son los costos incurridos en la revisión y disposición del producto no conforme y las acciones correctivas necesarias para subsanar los defectos, se pueden clasificar por:

- **Reparación de juntas**

Es el costo de todo el trabajo realizado para reparar la junta rechazada y llevar la junta a una condición aceptable de acuerdo a la Norma API 1104.

- **Corte de una junta, teniendo la posibilidad de repararse**

Es el costo que representa la decisión de cortar una junta sin considerar la alternativa que se tiene que reparar la junta antes de llegar al corte.

- **Corte de una junta rechazada por mala practica**

Es el costo de eliminar una junta al ser cortada, por no cumplir los requisitos de los estándares de calidad de la Norma API 1104.

- **Corte de juntas aprobadas por mala planificación**

Es el costo que significa cortar la junta soldada y aprobada, solo por una previsión de los trabajos (mala planificación)

c) Reelaboración de registros de calidad

Son los costos incurridos en el proceso de rehacer los registros de calidad mal elaborados.

d) Identificación y elaboración de registros no elaborados

Son los costos incurridos en la verificación de la trazabilidad y elaboración de registros que no fueron presentados oportunamente por la calidad.

e) Tratamiento y cierre de no conformidades

Es el costo que se incurre para tomar la acción correctiva, y llevar la no conformidad a una situación común y completar la documentación requerida en el cierre respectivo.

f) Costo de repetición de ensayos

Es aquel costo que es parte de la inspección, ensayos y el trabajo a causa de los rechazos, esto significa una de las repeticiones son los ensayos de ultrasonido ya que este se realiza después que ha sido reparada la junta.

g) END de juntas soldadas después del corte

Es el costo generado por los ensayos no destructivos que fueron realizados a las juntas que fueron cortadas y soldadas por segunda vez.

h) Productos y materiales rechazados

Es el costo generado por un producto defectuoso ya que este se desecha debido a que no cumple los requisitos establecidos, estas pérdidas inevitables de material son junto con la soldadura

rechazada.

i) Costo de reparación y reproceso

Son los costos generados por la mano de obra , materiales y gastos generales de reproceso efectuado durante la construcción del troncal del gasoducto.

j) Perdida de mano de obra de fallas internas

Es el costo de la mano de obra que no se aprovecha por estar ocupado en otras tareas de reparaciones y reproceso, cuando se debería de estar avanzando con la construcción.

7.3.2 Costos de fallas externas

Son los costos asociados a los productos que no cumplen los requisitos de calidad, y que se manifiestan después de su entrega al cliente. Entre los costos identificados tenemos:

- a) Costos por garantías.
- b) Garantías comerciales.
- c) Servicio al cliente y al producto.
- d) Levantar observaciones de los registros de calidad.
- e) Investigaciones de reclamaciones.
- f) Tratamiento y cierre de no conformidades.
- g) Costo de reconversión.

Detallando a continuación los costos externos:

a) **Costos por garantías**

Son los costos originados por las actividades de servicio a

clientes para subsanar los defectos de calidad, cuando se ha acordado en el compromiso.

b) Garantías comerciales

Son los costos aceptados por razones de interés comercial , esto es para subsanar defectos de la calidad de sus productos fuera de las condiciones estipuladas.

c) Servicio al cliente y al producto

Son los costos generados por las actividades de investigación de las quejas de los clientes, así como su completa satisfacción.

d) Levantar observaciones de los registros de la calidad

Son los costos de la revisión, comprobación de la trazabilidad de datos, evaluación, rectificación y la emisión de los nuevos registros de la calidad.

e) Investigación de reclamaciones

Es el costo de investigar, resolver y responder a las reclamaciones del Cliente, incluyendo el servicio postventa.

f) Tratamiento y cierre de no conformidades

Son los costos generados por las acciones que hay que hacer para atender las no conformidades, las cuales pueden ser :

- La no conformidad se cierra sin haberlo reparado.
- La no conformidad se cierra sin haber hecho previa reparación.
- La no conformidad se cierra retirando el trabajo mal efectuado.

g) Costos de reconversión

Son los costos generados por modificar o actualizar los productos y ponerlos a un nuevo nivel determinado por un cambio de diseño, basado en una reforma importante en el diseño debido a las deficiencias del mismo. Todo desembolso en una empresa afecta inevitablemente los resultados financieros, los costos de calidad por lo tanto siguen este patrón y repercutirán de manera significativa en el rendimiento sobre la inversión que es uno de los objetivos perseguidos por los dueños de empresas.

A continuación se presenta el análisis del costo de soldadura en el proyecto de “Distribución del gas natural en Lima y Callao “

7.4 Análisis de costo de soldadura

Nuestro análisis del costo de soldadura estará basado en el soldeo de la circunferencia de un empalme entre dos tuberías de 20 in de diámetro. Los costos de soldadura están clasificadas en 3 áreas básicas: Materiales, Mano de obra y Equipo & Herramienta. Para nuestra evaluación tenemos que del 60 al 65% del costo de soldadura está referido al costo de equipos & herramienta y del 25 al 30% con la mano de obra, los costos de materiales hacen la diferencia restante y sin embargo ésta es el área que por lo general más se concentran para hacer reducciones de costos en la calidad de soldadura.



Figura 7.3: Soldadura de la tubería

Para el desarrollo del tema del informe el análisis de costos de soldadura estará en función de la junta soldada (US\$/Junta). Para la junta de tuberías de 20 in consideraremos la siguiente distribución en el análisis de costo de soldadura:

- Costos de Materiales
- Costo de Mano de Obra
- Costo de Equipo & Herramienta

7.4.1 Constantes, Parámetros y Nomenclaturas

Tabla 7.1: Constantes usadas

Item	Constante	Símbolo	Valor	Unidad
1	Densidad	ρ_a	7850	kg/m ³
	Pi	π	3.1416	Cte.

Tabla 7.2: Parámetros y Nomenclaturas

Item	Descripción	Símbolo	Unidad
1	Peso de metal depositado	Pmd	kg/Junta
2	Área de sección Transversal	S_t	mm ²
3	Área de sección de raíz	S_{raiz}	mm ²
4	Área de sección de relleno-cobertura	S_{r-c}	mm ²
5	Longitud de soldadura	L	mm
6	Diámetro nominal	D	mm
7	Eficiencia de deposición	Ed	%
8	Velocidad de deposición	Vd	kg/h
9	Tiempo arco prendido	T_{AP}	
10	Factor de Operación	fo	%
11	Tiempo pagado	T_{Pagado}	
12	Costo de electrodo	Ce	US\$/Junta
13	Valor de electrodo	Ve	US\$/kg
14	Costo de Mano de Obra	CMO	US\$/Junta
15	Valor de Mano de Obra	VMO	US\$/h
16	Costo de Gastos Generales	CGG	US\$/Junta
17	Valor de Gastos Generales	VGG	US\$/h
18	Costo de Equipo	CEq	US\$/Junta
19	Valor de Equipo	VEq	US\$/h
20	Costo de Herramienta	CH	US\$/Junta

Definiendo cada parámetro e indicando las fórmulas a emplearse en el análisis de costo de soldadura para la junta se tendrá:

7.4.1.1 Peso de metal depositado (Pmd)

Es la cantidad de metal de aporte necesario para completar la circunferencia del cordón de soldadura, en donde es importante para determinar los costos de soldadura en el proceso (SMAW). En cada

procedimiento calificado de soldadura se especifica el diseño de la unión soldada y por lo tanto queda establecida la geometría de ésta, la sección transversal (S_t) se calcula geoméricamente. El peso de metal depositado se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$P_{md} \text{ (kg/Junta)} = S_t \times L \times \rho_a \dots\dots\dots(7.1)$$

Si extraemos solamente el metal depositado, el P_{md} estaría representado por la figura 7.4 b, y si a esta junta le hacemos un corte transversal tendríamos la S_t mostrada en la figura 7.4 a. En la figura se muestra el cordón de soldadura de una junta, luego para calcular el peso de metal depositado se tendrá que hallar el área de la sección transversal de la longitud de soldadura.



Figura 7.4 a: Sección transversal

Figura 7.4 b: Peso de metal depositado

a) Área de Sección Transversal (S_t)

De acuerdo al procedimiento calificado de soldadura, la junta se realiza en 7 pases donde el 1er pase es de raíz con el electrodo E6010 de Φ 4mm, luego el pase en caliente, pases de relleno y el pase de cobertura es con electrodo E8010-G de Φ 5mm, por lo tanto para el análisis de costo se debe tener en cuenta que S_t es la suma de las áreas parciales.

Tabla 7.3: Cantidad de pases por sección transversal

Pases	Secuencia	Sección transversal	
Raíz	1 ^{er} Pase	S_{raiz}	S_t
Caliente	2 ^{do} Pase	S_{c-c}	
Relleno 1	3 ^{er} Pase		
Relleno 2	4 ^{to} Pase		
Relleno 3	5 ^{to} Pase		
Relleno 4	6 ^{to} Pase		
Cobertura	7 ^{mo} Pase		

De la tabla 7.3 tendremos que la sección transversal está conformado por la suma de las áreas parciales:

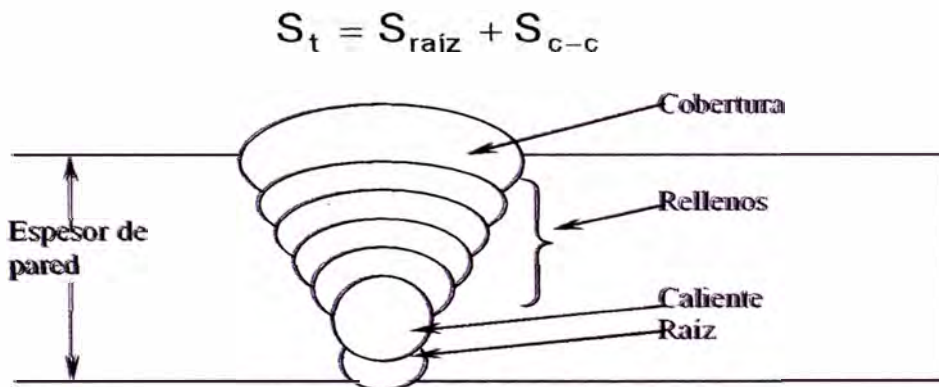


Figura 7.5: Distribución de fases

Para las juntas en donde se van a calcular el análisis de costo de soldadura, el diseño está definido tal como se muestra en la figura 7.6 puesto que las tuberías suministradas vienen de fabricación con un bisel de 30° preparados en ambos extremos.

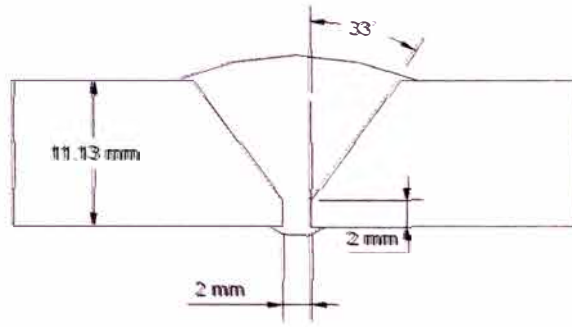


Figura 7.6: Diseño de la junta

b) Longitud de soldadura (L)

La longitud de soldadura está dado por el desarrollo de la circunferencia de la tubería, por lo tanto esta longitud de soldadura está en función del diámetro de la tubería, la figura 7.7 muestra la longitud de la soldadura en un tubería y se calcula como :

$$L \text{ (mm)} = \pi \times D \dots\dots\dots(7.2)$$



Figura 7.7: Longitud de la soldadura

c) Densidad del acero (ρ_a)

La densidad para el material de la tubería (API 5LX56 PSL 2) tiene un valor de 7 850 kg/m³.

7.4.1.2 Eficiencia de deposición (Ed)

Es la relación entre el metal efectivamente depositado y la cantidad en peso de electrodos requeridos para efectuar el depósito de soldadura, y corresponde a la razón entre el peso de metal depositado y el peso total de los electrodos usados, expresada en porcentaje.

Para el peso de electrodo requerido en una junta debemos considerar los desperdicios que existen en la soldadura tales como salpicaduras y residuos de colillas. Por otro lado el procedimiento de soldadura exige el uso de grampa externa de alineamiento de tuberías para realizar el 50% de la longitud del pase de raíz como mínimo. Esta grampa tiene varios puntos de apoyo en la longitud de soldadura. Los puntos de apoyo obligan a realizar paradas durante el pase de raíz generando mayor desperdicio de electrodo hasta retirar la grampa y a partir de este momento hasta el último pase también existen desperdicios de electrodos por los pases que se realizan. En todos los casos se desecha los electrodos sobrantes y por consiguiente tenemos una eficiencia de deposición baja. Una forma práctica de hallar la eficiencia de deposición es teniendo el peso depositado y el peso de electrodos usados para la soldadura de una junta.

También hay recomendaciones para determinar la eficiencia de deposición que muestra en la tabla 7.4.

Tabla 7.4: Eficiencia de deposición

<u>Proceso</u>	<u>Eficiencia Deposición</u>
Electrodo Manual	60 - 70
MIG Sólido	90
MIG Tubular c/protección	83
MIG Tubular s/protección	79
TIG	95
Arco sumergido	98

7.4.1.3 Velocidad de deposición (Vd)

La velocidad de deposición es el peso de metal depositado (Pmd) por unidad de tiempo de arco prendido. Se calcula según la fórmula siguiente:

$$Vd (kg/h) = \frac{Pmd}{T_{AP}} \dots\dots\dots (7.3)$$

7.4.1.4 Factor de operación (fo)

Corresponde a la razón entre el tiempo del arco prendido (tiempo real de deposición) y el tiempo total que utiliza el soldador para realizar la junta soldada (tiempo pagado), expresada en porcentaje.

El factor de operación disminuye con trabajos de retiro de la grampa de alineamiento, limpieza entre pases, cambio de electrodo, etc. Este factor de operación se calcula por la fórmula siguiente:

$$fo(\%) = \frac{T_{AP}}{T_{pagado}} \times 100 \dots\dots\dots (7.4)$$

Existen recomendaciones de fo en función del proceso a emplear tal como muestra la siguiente tabla 7.5:

Tabla 7.5: Factor de operación

<u>Proceso</u>	<u>Factor de Operación (%)</u>
Electrodo Manual	5 – 30
MIG Sólido	10 – 60
MIG Tubular	10 – 60
TIG	5 – 20
Arco Sumergido	50 – 100

7.4.1.5 Costo de materiales

Dentro de los costos de materiales se considera el costo de electrodo empleado en una junta, y está expresado en (US\$/Junta).

El costo de Material se calcula en base al peso de metal depositado (Pmd), valor del electrodo (Ve) y la eficiencia de deposición (Ed), el costo de material se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de Materiales (US$/Junta)} = \frac{\text{Pmd} \times \text{Ve}}{\text{Ed}} \dots\dots\dots(7.5)$$

7.4.1.6 Costo de mano de obra (CMO)

El costo de mano de obra para producir una junta depende del peso de metal depositado, Velocidad de Deposición, Factor de Operación y Valor de Mano de Obra. Dentro del costo de mano de obra, se considera un porcentaje de la participación de cada personal para realizar una junta:

1. Supervisor de línea
2. Supervisor soldadura
3. Supervisor QC de soldadura
4. Soldador calificado
5. Maniobrista de Hiab
6. Operador de Hiab
7. Alineador de tubería
8. Ayudante de soldadura
9. Ayudante de regulación de amperaje
10. Ayudante de alineador

El costo de Mano de Obra está expresado en dólar por junta (US\$/Junta). Se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{CMO (US\$/Junta)} = \frac{\text{Pmd} \times \text{VMO}}{\text{Vd} \times \text{fo}} \dots\dots\dots(7.6)$$

7.4.1.7 Costo de equipo & herramienta

a) Costo de Equipo (CEq)

Es el costo de equipos está representado por el costo de alquiler camión Hiab, motosoldadora, etc. El cálculo del costo de Equipo se calcula según la fórmula siguiente:

$$\text{CEq (US\$/junta)} = \frac{\text{Pmd} \times \text{VEq.}}{\text{Vd} \times \text{fo}} \dots\dots\dots(7.7)$$

b) Costo de herramienta (CH)

Para el costo de herramientas establecemos la depreciación como un porcentaje del Costo de mano de obra (CMO), las herramientas usadas para realizar la soldadura, reparaciones y corte de las juntas, son los siguientes:

- Esmeril angular
- Escobilla circular
- Maletín de calderero
- Tablero eléctrico
- Disco de desbaste.

Fórmula para hallar el costo de herramienta:

$$CH \text{ (US$/Junta)}=5\% \times CMO \dots\dots\dots 7.8$$

7.4.2 Cálculo de costo de soldadura para la tubería de Φ 20 in

En el ítem 7.4.1 se han presentado las fórmulas y los conceptos para el cálculo de los costos de soldadura en tuberías para el proyecto de distribución de gas natural, entonces desarrollando el cálculo en cifras reales para la junta de 20 in de diámetro, que es el ducto principal de la distribución, además hay que tener presente en el calculo del costo las siguientes consideraciones:

1. Jornada de trabajo de 8 horas.
2. El proyecto está dividido en dos frentes 1 y 2, cada frente tiene 4 grupos de trabajo. La cantidad de junta diarias por frente es un

promedio 8 junta, y por grupo de trabajo es de 2 juntas diarias, para la tubería de 20 in (ver el organigrama de participación de trabajo)

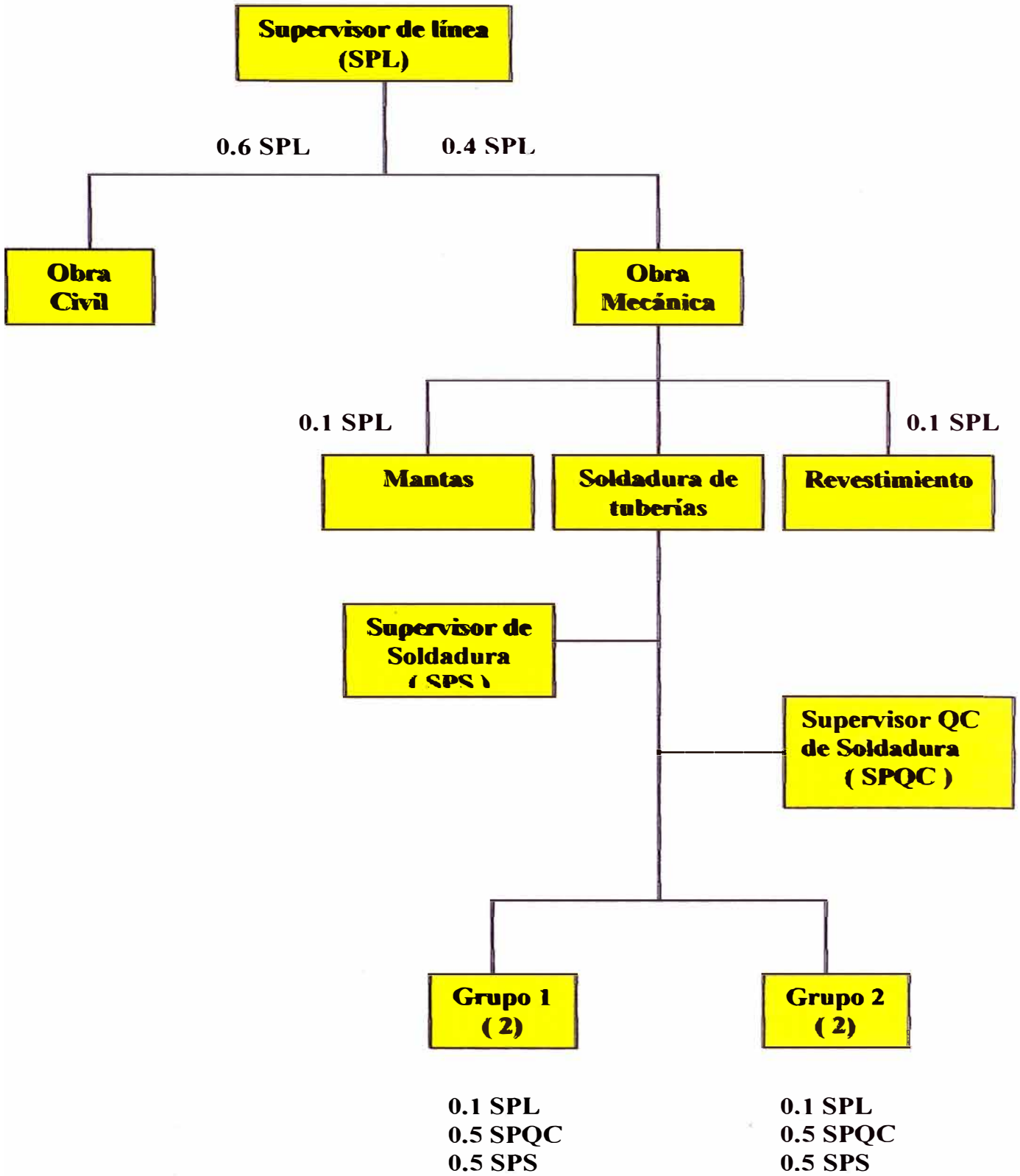
3. Tiempo aproximado para realizar una junta de tubería de Φ 20 in por grupo de trabajo es de 55min.
4. Según el procedimiento de soldadura para soldar una junta se emplea dos tipos de electrodos, el E6010 de 4 mm Φ . para el pase de raíz y E8010-G de 5 mm Φ para los siguientes pases. Realizaremos el cálculo del costos para el E6010 y E8010-G previo cálculo de el peso del metal depositado, y el área de sección transversal.
5. A continuación se define los integrantes para un grupo de trabajo que

Integrante de un grupo de trabajo	
Supervisores	Mano de obra directa
Supervisor de línea	Soldador calificado
Supervisor de soldadura	Alineador de tubería
Supervisor QC de soldadura	Operador de Hiab
	Maniobrista de Hiab
	Ayudante

intervienen en la producción de una junta soldada.

Para efectos del análisis de costo, debemos cuantificar la participación de los supervisores que interviene en la producción de una junta soldada. A continuación se muestra el organigrama de participación del personal para la producción de juntas soldadas.

ORGANIGRAMA DE PARTICIPACIÓN DE TRABAJO



Nota : En la soldadura de la junta del diámetro de 20 in participan 2 soldadores en forma simultan

a) La participación del **supervisor de línea**, es el siguiente:

Item	Supervisión	Factor de participación
1	Obra civil	0.6
2	Obra mecánica	0.4
2.1	Soldadura de Junta	0.2
2.1.1	Grupo 1	0.1
2.1.2	Grupo 2	0.1

Para un grupo de trabajo el factor de participación de un supervisor de línea es 0.1 de la jornada de trabajo de 8h, esto es que el supervisor de línea está dedicando el 10% de su tiempo en la planificación y coordinación en la soldadura de Junta.

b) La participación del **supervisor de soldadura** es la siguiente:

Item	Supervisión	Factor de participación
2.1.1	Grupo 1	0.5
2.1.2	Grupo 2	0.5

Para un grupo de trabajo el factor de participación de un supervisor de soldadura es el 0.5 de la jornada de 8h, esto quiere decir que el supervisor de soldadura comparte sus actividades entre dos grupos de soldadura, es decir el 50% a cada grupo.

c) La participación del **Supervisor QC** de soldadura es la siguiente:

Item	Supervisión	Factor de participación
2.1.1	Grupo 1	0.5
2.1.2	Grupo 2	0.5

Para un grupo de trabajo el factor de participación del supervisor QC de Soldadura es el 0.5 de la jornada de trabajo de 8h, esto es idéntico al

ítem anterior.

d) En la tabla 7.6 se muestra el resumen de los supervisores y la mano de obra directa que participan en un grupo de trabajo y cada integrante se señala el factor de participación que este tiene en el grupo de trabajo.

Tabla 7.6: Resumen de factor participación de mano de obra.

Item	Grupo de trabajo	Factor de Participación
1	Supervisor de línea	0.1
2	Supervisor de soldadura	0.5
3	Supervisor QC de soldadura	0.5
4	Soldador calificado	2
5	Alineador de tubería	1
6	Operador de Hiab	1
7	Maniobrista de Hiab	1
8	Ayudante	4

7.4.2.1 Cálculo del peso de metal depositado (Pmd)

Para el cálculo del peso de metal depositado, hallaremos el peso depositado para el 1^{er} pase de raíz con electrodo E6010, y el peso de metal depositado del 2^{do} al último (pases en caliente, relleno y cobertura) pase con electrodo E8010-G, previo cálculo del área de sección transversal y longitud de soldadura.

a) Área de la sección transversal de junta (S_t)

Para la tubería de 20 in de diámetro el espesor de pared es de 11,13 mm y según la sección mostrada en la figura 7.8 tendremos un área $S_t = 93,2 \text{ mm}^2$, esta sección tenemos que compartir por cada electrodo ya que para la raíz se emplea el E6010 y el resto de pases el E8010-G.

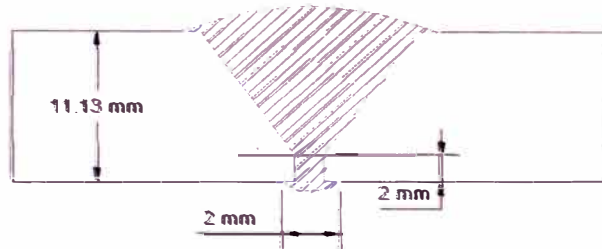


Figura 7.8: Área de la sección transversal

a.1) Área de sección 1er pase de raíz (S_{raiz})

Para una tubería de 20 in de diámetro, después del pase de raíz tenemos un profundidad de surco igual a 9,5 mm y por diferencia del espesor de pared del tubo 11,13 mm, tenemos que la altura del pase de raíz es 1,63 mm (ver figura 7.8)

$$S_{raiz} = 1,63 \times 2 = 3,26 \text{ mm}^2$$

a.2) Área de sección de pase en Caliente – Cobertura (S_{c-c})

$$S_{c-c} = S_t - S_{raiz}$$

$$S_{c-c} = 93,2 - 3,26 = 89,94 \text{ mm}^2$$

b) Cálculo de la longitud de soldadura (L)

Para la soldadura del pase raíz, pases de relleno y cobertura la longitud de soldadura es la misma,

$$L(\text{mm}) = \pi \times D \dots \dots \dots (7.2)$$

De la fórmula 7.2

$$L = 3,1416 \times (20 \times 25,4) = 1\,596 \text{ mm}$$

c) Cálculo del peso del metal depositado (Pmd)

$$Pmd \text{ (kg/Junta)} = S_t \times L \times \rho_a$$

c.1) Peso metal depositado en el pase raíz:

$$Pmd_{\text{raíz}} = S_{\text{raíz}} \times L \times \rho_a$$

$$Pmd_{\text{raíz}} = (3.26 \times 1596 \times 7850) \times 10^{-9}$$

$$Pmd_{\text{raíz}} = 0.04 \text{ kg/Junta}$$

c.2) Peso metal depositado del pase de caliente hasta cobertura :

$$Pmd_{\text{c-c}} = S_{\text{c-c}} \times L \times \rho_a$$

$$Pmd_{\text{c-c}} = (89.94 \times 1\,596 \times 7\,850) \times 10^{-9}$$

$$Pmd_{\text{c-c}} = 1.127 \text{ kg/Junta}$$

7.4.2.2 Velocidad de deposición (Vd)

Consideraciones para el cálculo de la Velocidad de deposición:

Para soldar dos tuberías de 20 in de diámetro, participan dos soldadores donde cada soldador participa sólo en el 50% de la junta, y soldando ambos en forma simultánea

• Cálculo del tiempo de arco prendido (T_{AP})

El tiempo para realizar la soldadura de la junta en la tubería de es de 55

minutos, con dos soldadores soldando simultáneamente (ver tabla 7.7).

Tabla 7.7: Tiempo de limpiezas

Item	Actividades	Nro. Pases	Tiempo(min)
1	Soldadura de raíz	1er pase	
2	1ra limpieza	-----	5
3	Soldadura en caliente	2do pase	
4	2da limpieza	-----	3
5	Soldadura del 1er relleno	3er pase	
6	3ra limpieza	-----	3
7	Soldadura del 2do relleno	4to pase	
8	4ta limpieza	-----	3
9	Soldadura del 3er relleno	5to pase	
10	5ta limpieza	-----	3
11	Soldadura del 4to relleno	6to pase	
12	6ta limpieza	-----	3
13	Soldadura de cobertura	7mo pase	
Tiempo total de limpieza			20 minutos

Para el cálculo del tiempo de arco prendido analizaremos solamente a un soldador, que realiza ½ junta en un tiempo de 55 minutos, para esto el soldador entre cada pase realiza paradas para que el ayudante limpie la soldadura y pueda continuar con los pases restantes, el ayudante realiza un total de 6 limpiezas que en su conjunto le toma 20 minutos. Tal como se muestra en la tabla 7.7

$$\text{Tiempo}_{AP \text{ total}} = 2 \times (\text{Tiempo de } \frac{1}{2} \text{ Junta (min)} - \text{Tiempo de limpieza(min)})$$

$$\text{Tiempo}_{AP \text{ total}} = 2 \times (55 - 20) = 70 \text{ minutos} \quad \diamond \quad 1.17 \text{ h}$$

Reemplazando en la fórmula 7.3

$$V_d(\text{kg/hr}) = \frac{P_{md}}{T_{AP}} \dots\dots\dots(7.3)$$

$$P_{md} = P_{md \text{ raíz}} + P_{md \text{ c-c}}$$

$$P_{md} = 0.04 + 1.127 = 1.167 \text{ kg/Junta}$$

$$V_d = \frac{1.167}{1.17} = 0.997 \text{ kg/h}$$

7.4.2.3 Eficiencia de deposición (Ed)

La eficiencia de deposición es la relación entre el metal efectivamente depositado y la cantidad en peso de electrodos requeridos para efectuar ese depósito. Durante el proyecto uno de los inconvenientes que se tiene es que el trabajo de soldadura se realiza en el campo en situación extrema, por lo que la eficiencia de deposición se puede considerar baja. Esta eficiencia se puede obtener de la tabla 7.4 ó mediante cálculo según la fórmula siguiente:

$$E_d = \frac{\text{Peso efectivamente depositado}}{\text{Peso de electrodo requerido}}$$

Para hallar la eficiencia de deposición evaluaremos dos métodos:

a) Cálculo de eficiencia de deposición teniendo como dato la cantidad de electrodos utilizados por junta.

Para soldar una junta de tubería de diámetro 20 in se utilizan:

- 8 electrodos de Φ 4 mm
- 30 electrodos de Φ 5 mm

Sabemos:

1 kg de electrodo de Φ 4 mm son 25 electrodos

1 kg de electrodo de Φ 5 mm son 18 electrodos

Por lo tanto:

8 electrodos de Φ 4 mm \diamond 0.32 kg

30 electrodos de Φ 5 mm \diamond 1.66 kg

Peso Total 1.98 kg

a.1.- Peso total de electrodos usados para soldar una Junta de tubería de diámetro 20 in es 1.98 kg

a.2.- Peso de metal depositado es 1.167 kg

Reemplazando en la fórmula

$$Ed = \frac{1.167}{1.98}$$

b) Cálculo de Eficiencia de deposición teniendo como dato el

peso de las colillas.

$$= 0.589 \diamond 58.9 \%$$

Según dato de campo tenemos:

- Peso de colillas para una junta de 20 in : 0.7kg
- Peso de metal depositado es : 1.167 kg

Por tanto el peso de electrodo requerido es 1.867 kg.

Reemplazando en la fórmula:

$$Ed = \frac{1.167}{1.867} = 0.625 \quad \Leftrightarrow \quad 62.5 \%$$

De acuerdo a los cálculos a) y b) tenemos que la Ed varia entre 59 al 62.5%, pero considerando que la soldadura se realiza en campo asumiremos un $Ed = 60\%$.

7.4.2.4 Factor de operación (fo)

De la fórmula 7.4:

$$fo(\%) = \frac{T_{AP}}{T_{pagado}} \times 100 \dots \dots \dots (7.4)$$

$$T_{AP} = 70 \text{ minutos} \quad \Leftrightarrow \quad 1.17h$$

- **Tiempo pagado**

De las consideraciones iniciales tenemos:

Jornada de trabajo 8h, y por un grupo de trabajo se realiza 2 juntas por día, cada grupo tiene 2 soldadores.

Tiempo pagado para un soldador para realizar 1 junta será:

$$T_{pagado} = \frac{8}{2} = 4h$$

Remplazando en la fórmula 7.4

$$fo = \frac{1.17}{4} \times 100 \dots \dots \dots (7.4)$$

$$fo = 29.25 \%$$

Por otro lado existen datos referidos al factor de operación que

dependen del proceso de soldadura, y para nuestro caso el proceso SMAW, tenemos que el factor de operación está entre el 5 y 30%, por lo tanto, el factor de operación hallado está de acuerdo con la tabla 7.8.

Tabla 7.8: Factor de operación

Proceso	Factor de operación
Electrodo Manual	5 - 30
MIG Sólido	10 - 60
MIG Tubular	10 - 60
TIG	5 - 20
Arco Sumergido	50 - 100

7.4.2.5 Costo de materiales

En el análisis de costos de materiales intervienen dos tipos de electrodos, el E6010 de 4mm de diámetro para el pase de raíz y el E8010-G de 5mm de diámetro para el pase en caliente, relleno y cobertura. Analizaremos para cada caso.

a) Costo de electrodo E6010 (Pase de raíz)

Datos:

$$Pmd_{raiz} = 0.04 \text{ kg/Junta}$$

$$Ve = 2.3 \text{ US\$/kg}$$

$$Ed = \text{De la fórmula 7.5 reemplazando}$$

$$\text{Costo de Materiales (US\$/Junta)} = \frac{Pmd_{raiz} \times Ve}{Ed} \dots\dots\dots (7.5)$$

$$\text{Costo de Materiales} = \frac{0.04 \times 2.3}{0.6}$$

Costo de Material = 0.16 US\$/Junta

Para electrodo E6010 (pase de raíz)

b) Costo de electrodo E8010G (otros pases)

Datos:

$P_{md\ c-c} = 1.127\text{ kg/Junta}$

$V_e = 3.9\text{ US\$/kg}$

$E_d = 60\%$

Reemplazando en la fórmula 7.5

$$\text{Costo de Materiales (US\$/junta)} = \frac{P_{md\ c-c} \times V_e}{E_d} \dots\dots\dots (7.5)$$

$$\text{Costo de Materiales} = \frac{1.127 \times 3.9}{0.6}$$

Costo de Materiales = 7.325 US\$/Junta

Electrodo E8010-G (pases en caliente hasta la cobertura)

7.4.2.6 Costo de mano de obra (CMO)

Datos:

$$P_{md\ total} = P_{md\ raiz} + P_{md\ c-c}$$

$$P_{md\ total} = 0.04 + 1.127 = 1.167\text{ kg /Junta}$$

$$P_{md\ total} = 1.167\text{ kg/Junta (total)}$$

$$f_o = 0.2925$$

$$V_d = 0.997\text{ kg/h}$$

$$C\ MO\ (US\$/Junta) = \frac{P_{md} \times VM.O}{V_d \times f_o} \dots\dots\dots (7.6)$$

Reemplazando en la fórmula:

$$\text{CMO} = 98.64 \text{ US\$/Junta}$$

$$\text{CMO} = \frac{1.167 \times 24.65}{0.997 \times 0.29}$$

Tabla 7.9: Valor de mano de obra (VMO) de los participantes

Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo	VMO
Supervisor de línea	H-H	0.10	5.0	0.5
Supervisor de soldadura	H-H	0.50	4.0	2.00
Supervisor QC de soldadura	H-H	0.50	3.5	1.75
Soldador calificado izquierda	H-H	1.00	3.5	3.50
Soldador calificado derecha	H-H	1.00	3.5	3.50
Alineador de tubería	H-H	1.00	2.5	2.50
Operador de Hiab	H-H	1.00	2.5	2.50
Maniobrista de Hiab	H-H	1.00	2.0	2.00
Ayudante soldador izquierda	H-H	1.00	1.6	1.60
Ayudante soldador derecha	H-H	1.00	1.6	1.60
Ayudante alineador	H-H	1.00	1.6	1.60
Ayudante Regular de motosoldadora.	H-H	1.00	1.6	1.60
Total Valor de Mano de Obra (US\$/h)				24.65

7.4.2.7 Costo de equipos & herramientas

a) Costo de equipos (Ceq)

Para calcular el Costo de equipos, debemos evaluar el valor de costo de equipos.

Tabla 7.10: Valor de Equipos (VEq)

Equipos	Unidad	Cant.	Precio	VEq
Camión Hiab	H-M	1	30.00	30.00
Motosoldadora	H-M	2	12.50	25.00
Equipo de precalentamiento	H-M	1	5.00	5.00
Total Valor de Equipo (US\$/h)				60.00

Para el cálculo de Costo de Equipo usamos la fórmula 7.7

$$\text{Costo Equipo (US$/junta)} = \frac{P_{md} \times V_{Eq}}{V_d \times f_o} \dots\dots\dots(7.7)$$

Reemplazando :

$$\text{Costo Equipo} = \frac{1.167 \times 60}{0.997 \times 0.2925} = 240.10 \text{ US$/Junta}$$

b) Costo de Herramientas (CH)

En el costo de herramienta están considerados las herramientas de limpieza, esmeril, escobilla de acero, disco de desbaste, maletín de calderero, tablero eléctrico, etc. Estableceremos el costo de herramientas como un porcentaje del costo de mano de obra, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CH = 5\% \times CMO$$

$$CH = 0.05 \times 98.64 = 4.932 \text{ US$/Junta}$$

De acuerdo a los ítem a y b tenemos:

Costo de Equipo & Herram: $240,10 + 4,932 = 245,03$ US\$/Junta

7.4.2.8 Costo de ensayo no destructivo (END)

De acuerdo la especificación del proyecto el 100% de las juntas son sometidas a ensayos no destructivo (END). En el proyecto el END usados fueron de Ultrasonido(96%) y de radiografía industrial (4%).

a) Costo de ensayo de ultrasonido (Costo_{UT})

El personal para el END está conformado por:

- Inspector de ultrasonido nivel II
- Técnico para el procesamiento de datos
- Rotoscan
- Unidad móvil
- Chofer

El ensayo de ultrasonido no depende del perímetro de tubería o de la junta soldada.

Costo_{UT} = 80 US\$/Junta.

b) Costo ensayo Radiográfico (Costo_{RT})

El personal para el ensayo radiográfico está integrado por:

- Inspector de radiografía de nivel II
- Fuente de radiografía
- Personal de apoyo

La placa radiográfica tiene una longitud de 1 pie el cual tiene un costo de 10 US\$/pie, por lo tanto el costo dependerá de la longitud soldada, por ejemplo:

Para la tubería de 20 in

Longitud soldada = 62.83 in \leftrightarrow 5.236 pies

Por lo tanto:

Se utiliza para la Tubería de 20 in : 6 placas de 1 pie de longitud

Costo_{RT} = 10 x 6 = 60 US\$/Junta

El costo de ensayo Radiográfico para tubería de 20 in = 60 US\$/Junta

7.4.2.9 Costo de una Junta de 20 in de diámetro

De acuerdo al análisis efectuado para el costo de una junta de 20 in de diámetro tenemos dos posibilidades, si el END fue por radiografía o Ultrasonido de acuerdo a esto tendremos:

- Costo soldadura (Radiografía) = 411,16 US\$/Junta
- Costo soldadura (Ultrasonido) = 431,16 US\$/Junta

7.4.3 Resumen de costos de soldadura

En la siguiente tabla esta resumido los cálculos de costos de soldadura efectuados para el diámetro de la junta de 20 in de diámetro los cuales están expresados en US\$/Junta.

TABLA 7.11: Costo de soldadura para tubería de 20 in

DESCRIPCION DEL PROCESO		UNIDAD	SOLDADURA	
Material base (tubería)			API 5L X56 PSL-2	
Espesor de tubería		mm	11.13	
Eficiencia por grupo de trabajo		Junta/dia	2	
Diámetro de la tubería		pulg.	20	
Nº de Soldadores / Junta			2	
Tipo de electrodo (raíz)			E6010	
Tipo de electrodo (otros)			E8110-G	
Área de sección transversal (raíz)		mm		3.26
Área de sección transversal (otros)		mm		89.94
Longitud de la soldadura		mm		1596
Factor de operación				0.29
Peso de metal depositado (raíz)		kg/Junta		0.04
Peso de metal depositado (otros)		kg/Junta		1.127
Velocidad de deposición		kg/h		0.997
1.0	MATERIALES			
1.1	Valor de electrodo E6010	US\$/kg		2.30
1.2	Eficiencia de deposición			0.60
1.3	Costo de electrodo E6010	US\$/Junta		0.16
1.4	Valor de electrodo E8010-G	US\$/kg		3.90
1.5	Costo de electrodo E8010-G	US\$/Junta		7.325
1.6	Costo de Materiales	US\$/Junta		7.485
2.0	MANO DE OBRA			
2.1	Supervisor de línea	US\$/h		0.50
2.2	Supervisor de soldadura	US\$/h		2.00
2.3	Supervisor QC de soldadura	US\$/h		1.75
2.4	Soldador calificado izquierdo	US\$/h		3.50
2.5	Soldador calificado derecho	US\$/h		3.50
2.6	Alineador de tubería	US\$/h		2.50
2.7	Operador de Hiab	US\$/h		2.50
2.8	Maniobrista de Hiab	US\$/h		2.00
2.9	Ayudante soldador izquierdo	US\$/h		1.60
2.1	Ayudante soldador derecho	US\$/h		1.60
2.11	Ayudante alineador	US\$/h		1.60
2.12	Ayudante Regulador de motosoldadora	US\$/h		1.60
2.13	Costo mano de Obra	US\$/Junta		98.64
3.0	EQUIPOS & HERRAMIENTAS			
3.1	Camión Hiab	US\$/h		30.00
3.2	Motosoldadora	US\$/h		25.00
3.3	Equipo de precalentamiento	US\$/h		5.00
3.4	Costo Equipo	US\$/Junta		240.10
3.5	Costo herramientas	US\$/Junta		4.93
3.6	Costo Equipo & Herramientas	US\$/Junta		245.03
4.0	COSTO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS			
4.1	Ultrasonido(UT)	US\$/Junta		80.00
5.0	COSTO DIRECTO DE JUNTA SOLDADA	US\$/Junta		431.16

7.5 Análisis de costos para la reparación de soldadura

Cuando se completa la soldadura de una junta soldada, se realiza la inspección visual a cargo del supervisor QC, donde se verifican:

- Las dimensiones del refuerzo de soldadura
- El grado de uniformidad del acabado
- La existencia de defectos superficiales como socavación, poros, etc.

La inspección visual de la junta soldada debe cumplir con las exigencias del estándar API 1104 (ver figura 7.9), el supervisor QC libera el 100% de las juntas soldadas, quien tiene a su cargo asegurar la calidad de las juntas soldadas. Una vez completada esta etapa, el 100% de las juntas aprobadas en la inspección visual, se somete al ensayo no destructivo (END), empleándose el ultrasonido o radiografía industrial.

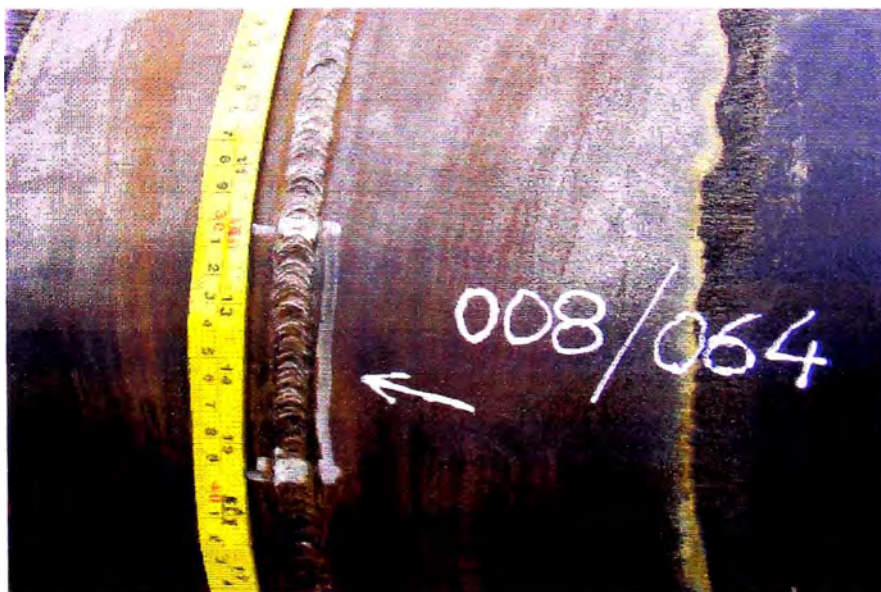


Figura 7.9: Inspección de Junta soldada

Cuando el END indica que existen discontinuidades en una junta soldada, esta soldadura tendrá que someterse a reparación (solo se puede reparar una sola vez, en caso que no se pudo reparar se debe cortar esa junta). Cuando analicemos los costos para la reparación de soldadura dependiendo dónde se ubique el defecto a reparar, ver figura 7.10, vamos a decir que la reparación se encuentra en la siguiente zona:

- a) Zona de raíz
- b) Zona de relleno
- c) Zona de cobertura

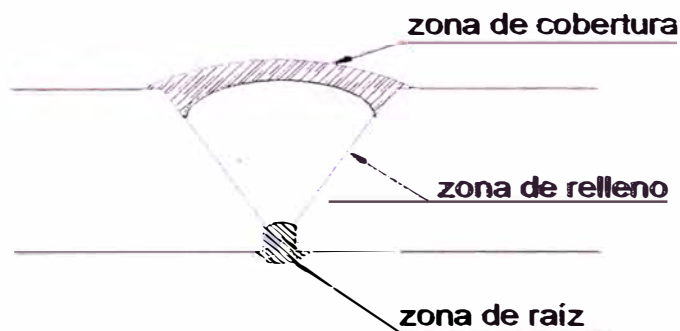


Figura 7.10: Zonas de las reparaciones

Y conforme a esta división de zonas analizaremos los costos para cada una de ellas de acuerdo con la sección 9 del API 1104 (criterios de aceptación para ensayos no destructivos), dónde se identifican 11 tipos de defectos por los que una junta soldada no es aceptable, y pase a reparación. En la tabla 7.12 se detalla la lista de 11 discontinuidades típicas contempladas en el estándar API 1104 y la ubicación típica de estas discontinuidades que pueden estar en la

zona de raíz, relleno o cobertura. Para cuantificar el valor de la reparación dependiendo de la ubicación de la discontinuidad (raíz, relleno o cobertura) se está asumiendo una longitud típica de 4 ½ in, puesto que el costo de materiales que se necesita para reparar una longitud representa el 2, 0.4 y 0.2% si se está reparando en la raíz, relleno o cobertura respectivamente. De acuerdo a esta premisa se realizarán todos los cálculos de reparación.

Tabla 7.12: Discontinuidades según el estándar API 1104

ITEM	TIPO DE DISCONTINUIDAD	UBICACIÓN
1	Penetración inadecuada sin desalineamiento	Raíz
2	Penetración inadecuada debido a desalineamiento	Raíz
3	Penetración transversal Inadecuada	Relleno
4	Fusión Incompleta	Cobertura
5	Fusión Incompleta debido superposición fría	Relleno
6	Concavidad interna	Raíz
7	Quemadura transversal	Raíz
8	Inclusiones de escoria	Raíz, Relleno y Cobertura
9	Porosidad	Raíz, Relleno y Cobertura
10	Rajadura	Cobertura
11	Socavación	Cobertura
12	Acumulación de imperfecciones	_____
13	Imperfección de tubería o accesorio.	_____

- Jornada de trabajo 8 h
- Rendimiento en:
 - Zona de raíz : 8 rep/día
 - Zona de relleno : 8 rep/día
 - Zona de cobertura: 10 rep/día

El costo de reparación de una junta no depende del diámetro de la tubería, sino de la ubicación de ésta, pudiendo estar en la zona de raíz, relleno o cobertura.

El costo de reparación está expresado en US\$/Junta.

En la tabla 7.13 se muestra el grupo de trabajo que participa en las reparaciones de las juntas, a cada integrante se señala el factor de participación que este tiene en el grupo.

Tabla 7.13: Factor de participación de un grupo de trabajo en la reparación de juntas

Item	Grupo de trabajo	Factor de Participación
1	Supervisor de línea	0.1
2	Supervisor de soldadura	0.25
3	Supervisor QC de soldadura	0.25
4	Soldador calificado	1
5	Operador de Hiab	1
6	Maniobrista de Hiab	1
7	Ayudante	2

7.5.1 Costo de reparación en la zona de raíz.

Para el análisis del costo de reparación en la zona de raíz debemos evaluar los siguientes costos parciales:

7.5.1.1 Costo de Materiales.

7.5.1.2 Costo de Mano de Obra.

7.5.1.3 Costo de Equipo y Herramientas.

7.5.1.1. Costo de materiales

De acuerdo a la especificación del procedimiento de reparación de

soldadura se emplearán procesos combinados GTAW y SMAW. Por lo tanto, tendremos que analizar el costo del proceso GTAW en los pases de raíz y SMAW en el pase en caliente, relleno y cobertura.

El procedimiento de evaluación de costo de consumible será para el proceso GTAW y SMAW:

a. Cálculo de costos de materiales del proceso GTAW

a.1) Costo de Gas de protección (argón)

a.2) Costo de Metal de aporte (ER 70S-6)

b. Cálculo del costo de materiales del proceso SMAW

b.1) Costo de electrodo (E8010-G)



Figura 7.11 Abertura hasta la zona de raíz

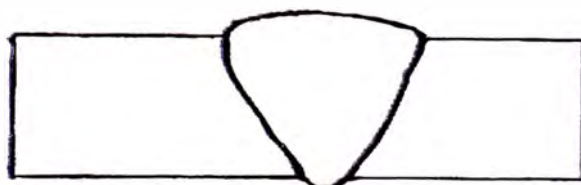


Figura 7.12: Reparación hasta la zona de raíz

Cálculo de costos de los material proceso GTAW

El proceso GTAW sólo se emplea en la reparación de raíz

a.1) Costo de Gas de protección (Argón)

El costo de gas protector se halla según la fórmula siguiente:

$$\text{Costo Gas(US\$/Junta)} = \frac{\text{Pmd} \times \text{Flujo de gas} \times \text{Valor de Gas}}{\text{Vd}} \dots\dots\dots(7.8)$$

Donde :

- Flujo de gas (m³/h)
- Valor de gas (US\$/m³)
- Pmd (US\$/Junta)

Dato de la especificación del procedimiento de reparación:

$$\text{Flujo de gas} = 8 \text{ lt/min} \diamond 4.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Valor de gas} = 8.9 \text{ US\$/m}^3$$

- **Cálculo del peso de metal depositado en la raíz (Pmd_{raíz})**

$$\text{Pmd}_{\text{raíz}} = S_{\text{raíz}} \times L_r \times \rho_a$$

L_r: Longitud de reparación

$$L_r = 4.5 \text{ in} \diamond 114.3 \text{ mm}$$

$$S_{\text{raíz}} = 2 \times 1.63 = 3.26 \text{ mm}^2$$

$$\rho_a = 7\,850 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pmd}_{\text{raíz}} = (3.26 \times 114.3 \times 7850) \times 10^{-9}$$

$$\text{Pmd}_{\text{raíz}} = 0.00293 \text{ kg/Junta}$$

- **Cálculo de la velocidad de deposición (Vd)**

$$Vd \text{ (kg/h)} = \frac{P_{md}}{T_{AP}} \dots\dots\dots(7.3)$$

De la fórmula

$$T_{AP} = 4 \text{ minutos} < > 0.067h$$

Reemplazando

$$Vd = \frac{0.0029}{0.067} = 0.04 \text{ kg/h}$$

- **Costo del Gas Argón**

Reemplazando en la fórmula 7.8

$$\text{Costo Gas} = \frac{0.0029 \times 4.8 \times 8.9}{0.04}$$

$$\text{Costo Gas} = 3.13 \text{ US\$/Junta}$$

a.2) Costo de Metal de aporte (ER 70S-6)

De acuerdo a la especificación del procedimiento reparación para el pase de raíz, se utiliza como metal de aporte ER 70S-6. El costo se calcula con la siguiente fórmula

$$\text{Costo metal de aporte (US\$/Junta)} = \frac{P_{md} \times V_e}{E_d} \dots\dots\dots(7.7)$$

- **Eficiencia de deposición (Ed)**

La eficiencia de deposición para un proceso GTAW es según tabla 7.4

$$E_d = 95 \%$$

Reemplazando en la fórmula 7.7:

$$\text{Costo metal de aporte} = \frac{0.0029 \times 6.5}{0.95}$$

$$\text{Costo metal de aporte} = 0.02 \text{ US\$/Junta}$$

- **Cálculo de costos de materiales del proceso GTAW (zona de raíz)**

$$\text{Costo materiales} = \text{Costo de Gas} + \text{Costo de metal de aporte}$$

$$\text{Costo materiales} = 3.13 + 0.02 = 3.15 \text{ US\$/Junta}$$

- b. Cálculo del costo de material del proceso SMAW**

El proceso SMAW se emplea en los pases de caliente, relleno y cobertura. El costo de electrodo lo hallaremos según la fórmula 7.5

- **Cálculo del Peso de metal depositado (Pmd)**

Según la fórmula siguiente:

$$\text{Pmd(kg/Junta)} = S_t \times L \times \rho_a \dots\dots\dots(7.1)$$

- **Área de sección del pase caliente hasta cobertura (Sc-c)**

$$S_{c-c} = S_t - S_{raiz}$$

$$S_t = 93.2 \text{ mm}^2$$

$$S_r = 3.26 \text{ mm}^2$$

Por tanto:

$$S_{c-c} = 89.94 \text{ mm}^2$$

Reemplazando en la fórmula 7.1 :

$$S_{c-c} = 89.94$$

$$L_r = 114.3 \text{ m}$$

$$P_{md} = (89.94 \times 114.3 \times 7850) \times 10^{-9}$$

$$P_{md} = 0.081 \text{ kg/Junta}$$

b.1) Costo de material electrodo (E8010-G)

$$\text{Costo de electrodo (US$/Junta)} = \frac{P_{md} \times V_e}{E_d} \dots\dots\dots(7.5)$$

Datos:

$$P_{md} = 0.081 \text{ kg/Junta}$$

$$V_e = 3.9 \text{ US$/kg.}$$

$$E_d = 60\%$$

Reemplazando :

$$\text{Costo de electrodo} = \frac{0.081 \times 3.9}{0.60} \text{ US$/Junta}$$

$$\text{Costo de electrodo} = 0.526 \text{ US$/Junta}$$

- **Costo total de Materiales**

Total costo materiales = Costo materiales GTAW + Costos de materiales SMAW

$$\text{Total costo materiales} = 3.15 + 0.526 = 3.676 \text{ US$/Junta}$$

7.5.1.2 Costo de mano de obra

Para calcular el costo de mano de obra de la reparación de una Junta, necesitamos calcular los parámetros siguientes:

- Valor de mano de obra (VMO)

- Velocidad de deposición (Vd)
- Factor de operación (fo)

- **Valor de mano de Obra (VMO)**

Es el costo en US\$/h del personal que conforma el grupo de trabajo cuadrilla de trabajo para una reparación de junta.

Mano de Obra	Unidad	Factor de participación	Precio US\$	Parcial VMO
Supervisor de línea	H-H	0.1	5.00	0.50
Supervisor de soldadura	H-H	0.25	4.00	1
Supervisor QC de soldadura	H-H	0.25	3.50	0.875
Soldador	H-H	1	3.50	3.5
Operador de Hiab	H-H	1	2.5	2.5
Maniobrista de Hiab	H-H	1	2	2
Ayudante	H-H	1	1.60	1.6
Ayudante Regular Maq.	H-H	1	1.60	1.6

Valor total de Mano de Obra (US\$/h) 13.58

- **Velocidad de deposición (Vd)**

Cálculo de los parámetros para hallar la velocidad de deposición

Tiempo arco prendido (Tiempo $_{AP}$)

- El tiempo de reparación del 2^{do} pase al último pase es :

28 minutos \simeq 0.47 h

- El tiempo total de limpieza entre el 2^{do} pase al último pase es:

7.5 minutos \simeq 0.12 h

Dichos tiempos es para la reparación de una longitud de 4 ½ in

Entonces el tiempo de arco prendido será:

$$\text{Tiempo}_{AP} = 0.47 - 0.12 = 0.35 \text{ h}$$

De la fórmula siguiente:

$$V_d(\text{kg/h}) = \frac{P_{md}}{\text{Tiempo}_{AP}} \dots\dots\dots(7.3)$$

$$P_{md} = 0.081 \text{ kg/Junta}$$

$$\text{Tiempo}_{AP} = 0.35 \text{ h}$$

$$V_d = \frac{0.081}{0.35} = 0.231 \text{ kg/h}$$

- **Factor de operación (fo)**

Se calcula:

$$fo(\%) = \frac{T_{AP}}{T_{pagado}} \times 100 \dots\dots\dots(7.4)$$

Tiempo pagado: Consideraciones

Jornada de trabajo: 8h, reparaciones diarias 8 Junta/día.

$$T_{pagado} = \frac{8}{8} = 1 \text{ h}$$

Reemplazando en la fórmula 7.4

$$fo = \frac{0.35}{1} \times 100 = 35 \%$$

- **Costo de Mano de Obra**

Se calcula según la fórmula siguiente:

$$CMO (\text{US\$/Junta}) = \frac{P_{md} \times VMO}{V_d \times fo} \dots\dots\dots(7.6)$$

Remplazando:

$$P_{md} = 0.081 \text{ kg/Junta}$$

$$V_{MO} = 13.58 \text{ US\$/h}$$

$$V_d = 0.231 \text{ kg/h}$$

$$f_o = 0.35$$

$$C_{MO} = \frac{0.081 \times 13.58}{0.231 \times 0.35}$$

$$C_{MO} = 13.61 \text{ US\$/Junta}$$

7.5.1.3 Costo de equipo & herramientas

a) Costos de equipo

Para el cálculo del costo de equipo usaremos la siguiente fórmula:

$$C_{Eq}(\text{US\$/Junta}) = \frac{P_{md} \times V_{Eq}}{V_d \times f_o} \dots\dots\dots(7.6)$$

- **Valor de Equipo (V_{eq})**

Para el proyecto tenemos:

Equipo	Unidad	Cant.	Precio (US\$)	V_{eq} Parcial
Alquiler de Motosoldadora	H-M	1	12.5	12.5
Alquiler de Camión Hiab	H-M	1	30.0	30.0
Alquiler de equipo de precalentamiento	H-M	1	5.0	5.0
Valor de equipo (US\$/h)				47.5

Reemplazando

$$P_{md} = 0.081$$

$$V_d = 0.231$$

$$f_o = 0.35$$

De la fórmula 7.6

$$C_{Eq} = \frac{0.081 \times 47.5}{0.231 \times 0.35}$$

$$C_{Eq} = 47.60 \text{ US\$/Junta}$$

b) Costo de Herramienta

Para el cálculo del costo de herramientas se considera el 5% de la Mano de Obra.

$$CH = 0.5\% \times CMO$$

$$CH = 0.05 \times 13.61$$

$$\text{Costo de herramientas} = 0.68 \text{ US\$/Junta}$$

c) Costo de equipo y herramienta para reparación en zona de raíz

$$\text{Costo Equipo y Herramientas} = 47.60 + 0.68 = 48.28 \text{ US\$/Junta}$$

7.5.1.4 Costo total de reparación en zona de raíz

De acuerdo al análisis efectuado para el costo de reparación en la zona de raíz es:

$$\text{Costo Reparación en zona de raíz} = 145.18 \text{ US\$/Junta}$$

7.5.2 Costo de reparación en zona de relleno

Cuando la discontinuidad se encuentra en la zona de relleno, sólo se analizará el costo de la junta del 2^{do} pase al 7^{mo} pase, este análisis es igual al análisis de costos de reparación en raíz dónde se usa el proceso SMAW. En la figura 7.13 se muestra una junta con discontinuidad en zona de relleno y limpia previa a la reparada y la figura 7.14 la junta reparada.



Figura 7.13: Abertura hasta la zona de relleno

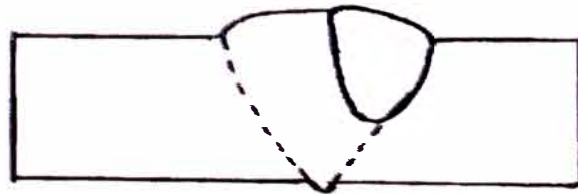


Figura 7.14: Reparación en la zona de relleno

7.5.3 Costo de reparación en zona de cobertura

El cálculo de costo de reparación en el pase de cobertura, se analizará para una discontinuidad de 4 ½ in considerando una altura de sección transversal de 2 mm según dato de campo. En las figuras 7.15 y 7.16 se muestran las zonas exploradas y reparadas para la zona de cobertura.

Consideraciones:

- Para reparación en zona de cobertura se utiliza el mismo grupo de trabajo que en la reparación en zona de raíz
- Tiempo de reparación en la zona de cobertura = 10 minutos \sphericalangle 0.17h
- Tiempo de limpieza en la zona de cobertura = 5 minutos \sphericalangle 0.083h
- Cantidad de reparaciones por día = 10
- Área de sección transversal en zona de cobertura es 40 mm^2



Figura 7.15: Abertura en la zona de cobertura

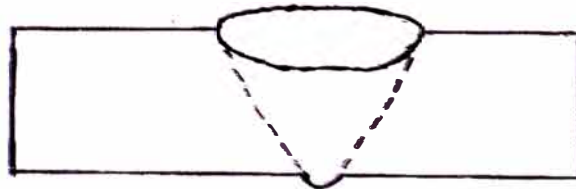


Figura 7.16: Reparación en la zona de cobertura

7.5.4 Resumen de costos de reparación

De los análisis de costos de reparación se han obtenido los costos directos por junta, los cuales están expresados en US\$/Junta.

En las siguientes tablas están resumidos los cálculos de costos efectuados para cada zona de reparación desarrollados en los ítems

- 7.5.4.1 Cálculo de costo de reparación en zona de raíz se encuentra en la tabla 7.14
- 7.5.4.2 Cálculo de costo de reparación en zona de relleno se encuentra en la tabla 7.15
- 7.5.4.3 Cálculo de costo de reparación en zona de cobertura se encuentra en la tabla 7.16

Tabla 7.14: Costo de reparación zona de raíz

DESCRIPCION DEL PROCESO	UNIDAD	REPARACION	
Material base (tubería)		API 5L X56 PSL-2	
Angulo de bisel		30°	
Eficiencia por grupo de trabajo	Junta/dia	8	
Espesor de tubería	mm	11.13	
Proceso de soldadura		GTAW	SMAW
Reparación en pase de		Raiz	Otros
Longitud del defecto	mm	114.3	114.3
Metal de aporte/ Electrodo		ER 70S-6	E8010-G
Área de sección transversal	mm ²	3.26	89.94
Factor de operación			0.35
Peso de metal depositado	kg/Junta	0.0029	0.081
Velocidad de deposición	kg/h	0.04	0.231
1.0 MATERIALES			
1.1 Valor de electrodo	US\$/kg		3.90
1.2 Eficiencia de deposición			0.60
1.3 Costo de electrodo	US\$/Junta		0.526
1.4 Flujo de gas (Argón)	m /h	4.80	
1.5 Valor de gas (Argón)	US\$/m	8.90	
1.6 Costo de gas	US\$/Junta	3.13	
1.7 Valor Metal de Aporte	US\$/kg	6.50	
1.8 Eficiencia de deposición		0.95	
1.9 Costo de Metal de aporte	US\$/kg	0.02	
1.1 Costo de Materiales	US\$/Junta		3.676
2.0 MANO DE OBRA			
2.1 Supervisor de línea	US\$/h		0.50
2.2 Supervisor de soldadura	US\$/h		1.00
2.3 Supervisor QC de soldadura	US\$/h		0.875
2.4 Soldador calificado	US\$/h		3.50
2.5 Operador de Hiab	US\$/h		2.50
2.6 Maniobrista de Hiab	US\$/h		2.00
2.7 Ayudante soldador izquierdo	US\$/h		1.60
2.8 Ayudante Regulador de motosoldadora	US\$/h		1.60
2.9 Costo mano de Obra	US\$/Junta		13.575
3.0 EQUIPOS & HERRAMIENTAS			
3.1 Camión Hiab	US\$/h		30.00
3.2 Motosoldadora	US\$/h		12.50
3.3 Equipo de precalentamiento	US\$/h		5.00
3.4 Costo Equipo	US\$/Junta		47.60
3.5 Costo herramientas	US\$/Junta		0.68
3.6 Costo Equipo & Herramientas	US\$/Junta		48.28
4.0 COSTO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO			
4.1 Ultrasonido(UT)	US\$/Junta		80.00
5.0 COSTO DIRECTO DE JUNTA REPARADA	US\$/Junta		145.53

Tabla 7.15: Costo de reparación zona de relleno

DESCRIPCION DEL PROCESO	UNIDAD	REPARACION	
Material base (tubería)		API 5L X56 PSL-2	
Diseño de junta		" V "	
Angulo de bisel		30º	
Eficiencia por grupo de trabajo	Junta/dia	8	
Espesor de tubería	mm	11.13	
Proceso de soldadura		SMAW	
Reparación en pase de		Relleno	
Longitud del defecto	mm	114.3	
Metal de aporte/ Electrodo		E8010-G	
Diámetro del electrodo	mm	4.0	
Longitud de reparación	mm		114.3
Área de sección transversal	mm ²		49.94
Factor de operación			0.35
Peso de metal depositado	kg/Junta		0.045
Velocidad de deposición	kg/h		0.13
1.0 MATERIALES			
1.1 Valor de electrodo	US\$/kg		3.90
1.2 Eficiencia de deposición			0.60
1.3 Costo de electrodo	US\$/Junta		0.293
2.0 MANO DE OBRA			
2.1 Supervisor de línea	US\$/h		0.50
2.2 Supervisor de soldadura	US\$/h		1.00
2.3 Supervisor QC de soldadura	US\$/h		0.875
2.4 Soldador calificado	US\$/h		3.50
2.5 Operador de Hiab	US\$/h		2.50
2.6 Maniobrista de Hiab	US\$/h		2.00
2.7 Ayudante soldador izquierdo	US\$/h		1.60
2.8 Ayudante Regulador de motosoldadora	US\$/h		1.60
2.9 Costo mano de Obra	US\$/Junta		13.575
3.0 EQUIPOS & HERRAMIENTAS			
3.1 Camión Hiab	US\$/h		30.00
3.2 Motosoldadora	US\$/h		12.50
3.3 Equipo de precalentamiento	US\$/h		5.00
3.4 Costo Equipo	US\$/Junta		47.60
3.5 Costo herramientas	US\$/Junta		0.68
3.6 Costo Equipo & Herramientas	US\$/Junta		48.28
4.0 COSTO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO			
4.1 Ultrasonido(UT)	US\$/Junta		80.00
5.0 COSTO DIRECTO DE JUNTA REPARADA	US\$/Junta		143.02

Tabla 7.16: Costo de reparación zona de cobertura

DESCRIPCION DEL PROCESO	UNIDAD	REPARACION
Material base (tubería)		API 5L X56 PSL-2
Diseño de junta		" V "
Angulo de bisel		30°
Eficiencia por grupo de trabajo	Junta/dia	8
Espesor de tubería	mm	11.13
Proceso de soldadura		SMAW
Longitud del defecto	mm	114.3
Tipo de Electrodo		E8010-G
Longitud de reparación	mm	114.3
Área de sección transversal	mm ²	40
Factor de operación		0.11
Peso de metal depositado	kg/Junta	0.036
Velocidad de deposición	kg/h	0.432
1.0 MATERIALES		
1.1 Valor de electrodo	US\$/kg	3.90
1.2 Eficiencia de deposición		0.60
1.3 Costo de electrodo	US\$/Junta	0.234
2.0 MANO DE OBRA		
2.1 Supervisor de línea	US\$/h	1.25
2.2 Supervisor de soldadura	US\$/h	4.00
2.3 Supervisor QC de soldadura	US\$/h	3.500
2.4 Soldador calificado	US\$/h	3.50
2.5 Operador de Hiab	US\$/h	2.50
2.6 Maniobrista de Hiab	US\$/h	2.00
2.7 Ayudante soldador izquierdo	US\$/h	1.60
2.8 Ayudante Regulador de motosoldadora	US\$/h	1.60
2.9 Costo mano de Obra	US\$/Junta	15.12
3.0 EQUIPOS & HERRAMIENTAS		
3.1 Camión Hiab	US\$/h	30.00
3.2 Motosoldadora	US\$/h	12.50
3.3 Equipo de precalentamiento	US\$/h	5.00
3.4 Costo Equipo	US\$/Junta	35.98
3.5 Costo herramientas	US\$/Junta	0.76
3.6 Costo Equipo & Herramientas	US\$/Junta	36.74
4.0 COSTO DE ENSAYO NO DESTRUCTIVO		
4.1 Ultrasonido(UT)	US\$/Junta	80.00
5.0 COSTO DIRECTO DE JUNTA REPARADA	US\$/Junta	132.09

7.6 Análisis de costos para el corte de tuberías

Dentro del análisis de costo que se está presentando en este informe, analizaremos las juntas que por diversos motivos han tenido que ser cortadas, esto significa que una junta que pasaría a ser cortada es retirada en forma definitiva de la línea del gasoducto.

El análisis de costo que involucra el corte de tubería está realizado teniendo las siguientes consideraciones:

- El corte se realiza con un equipo de oxicorte automático (orbital)
- El proceso de corte es realizado en una sola vuelta al perímetro de la tubería
- La cantidad de corte para eliminar una junta es de 2 corte /Junta.
- El corte se realiza con una inclinación de 30° (biselado) con respecto al eje axial de la tubería una vez realizado el corte se rectifica y prepara el talón para la soldadura de acuerdo al diseño de la junta.



Figura 7.17: Corte de una junta rechazada

- Para un mejor análisis de costos se hará la siguiente distribución:

Costo de materiales

Costo de mano de Obra

Costo de equipos y herramienta

7.6.1 Cálculo de costo para el corte de una junta de 20 in

Para cálculo de costo de corte de una Junta de 20 in debemos tener las siguientes consideraciones:

- Jornada de trabajo 8h.
- En la tabla 7.17 se muestra los integrantes del grupo de trabajo para realizar el corte, se observa también el factor de participación para cada uno de los integrantes.

Tabla 7.17: Participación del grupo de trabajo para corte

Item	Grupo de trabajo	Factor de Participación
1	Supervisor de línea	0.05
2	Supervisor de soldadura	0.2
3	Supervisor QC de soldadura	0.2
4	Operador de equipo de corte	1
5	Operador de Hiab	1
6	Maniobrista de Hiab	1
7	Ayudante	1

- El rendimiento del grupo de trabajo para el corte de la tubería de 20 in de diámetro es de 7 cortes/día.

7.6.1.1 Costo de materiales

Los costos de materiales para el corte comprenden el costo de acetileno

y oxígeno. Para hallar dichos costos se debe cuantificar el consumo del acetileno y oxígeno.

Teniendo como dato lo siguiente:

- Valor del acetileno = 10.2 US\$/kg
- Valor del oxígeno = 3.4 US\$/m³

7.6.1.2 Costo de mano de obra

Consideraciones:

Un grupo de trabajo realiza 7 cortes/día en una jornada de trabajo de 8h.

- Cálculo del tiempo para realizar un corte

7 cortes ----- 8

1 corte ----- X

Por tanto:

Para realizar un corte el grupo de trabajo necesita 1.14 /Corte

- Cálculo del valor de mano de obra (VMO)

Grupo de trabajo	Unidad	Factor de participación	Precio	Parcial VMO
Supervisor de línea	H-H	0.05	5.00	0.25
Supervisor de soldadura	H-H	0.2	4.00	0.80
Supervisor QC de soldadura	H-H	0.2	3.50	0.70
Operador de equipo de corte	H-H	1	2.50	2.50
Operador de Hiab	H-H	1	2.50	2.50
Maniobrista de Hiab	H-H	1	2.00	2.00
Ayudante	H-H	1	1.60	1.60

Valor de mano de obra (US\$/h) = 10.35

De la fórmula para hallar el costo de mano de Obra.

$$CMO = T_{\text{corte}} \times VMO$$

Donde :

T_{corte} : Tiempo para realizar un corte

Reemplazando en la fórmula:

$$CMO = 1.14 \times 10.35$$

$$CMO = 11.83 \text{ US\$/Corte}$$

7.6.1.3 Costo de equipo & herramienta

- Costo de Equipo (Ceq)

Se calcula según la fórmula siguiente:

$$\text{Costo de Equipo (US\$/corte)} = T_{\text{corte}} \times VEq$$

Equipos	Unidad	Cant.	Precio	VEq Parcial
Camión Hiab	H-M	1	30.00	30.00
Equipo de Corte	H-M	1	5	5.00
Total Valor de Equipo (US\$/h)				35.00

Reemplazando en la fórmula.

$$\text{Costo de Equipo} = 1.14 \times 35$$

$$\text{Costo de Equipo} = 40.0 \text{ US\$/corte}$$

- Costo de Herramienta (CH)

Incluyen los costos de Esmeril angular, cepillo circular y cepillo de desbaste

$$CH \text{ (US\$/corte)} = 0.05 \times CMO$$

$$CMO = 11.83 \text{ US\$/Corte}$$

$$CH = 0.05 \times 11.83 = 0.59 \text{ US\$/Corte} , \text{ Por lo tanto:}$$

$$\text{Costo Equipo y Herramienta} = 40.0 + 0.59 = 40.59 \text{ US\$/corte}$$

7.6.1.4 Costo por junta para tubería de 20 in

$$\text{Costo por corte} = 56.42$$

$$\text{Costo por Junta} = 112.84 \text{ US\$/Junta}$$

7.6.2 Resumen de costo de corte por junta

En las siguientes tablas está resumido el cálculo de costo de corte por junta para el diámetro de 20 in. Ver tabla 7.18

Tabla 7.18: Costo de corte por junta para tubería Φ 20”

Eficiencia por grupo de trabajo		7	Cortes/día				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	GRUPO DE TRABAJO	CANT	PRECIO US\$	PARCIAL US\$	SUB TOTAL US\$
1.0 MATERIALES							
1.1	Acetileno	Global				2.00	
1.2	Oxigeno	Global				2.00	
1.3	Costo de materiales	US\$/Corte					4.00
2.0 MANO DE OBRA							
2.1	Supervisor de línea	H-H	0.05	1.14	5.00	0.29	
2.2	Supervisor de soldadura	H-H	0.20	1.14	4.00	0.91	
2.3	Supervisor QC de soldadura	H-H	0.20	1.14	3.50	0.80	
2.4	Operador de corte	H-H	1.00	1.14	2.50	2.85	
2.5	Operador de Hiab	H-H	1.00	1.14	2.50	2.85	
2.6	Maniobrista de Hiab	H-H	1.00	1.14	2.00	2.28	
2.7	Ayudante	H-H	1.00	1.14	1.60	1.83	
2.8	Costo de Mano de Obra	US\$/Corte					11.83
EQUIPO & HERRAMIENTAS							
3.1	Camion Hiab	H-H	1.00	1.14	30.00	34.29	
3.2	Equipo de corte	H-H	1.00	1.14	5.00	5.71	
3.3	Costo de herramienta	%M.O.		5.00	11.81	0.59	
3.4	Costo de Equipo y Herramienta	US\$/Corte					40.59
COSTO DIRECTO POR CORTE							
4.0	CORTE	US\$/Corte					56.42
COSTO DIRECTO POR JUNTA							
4.1	JUNTA	US\$/Corte					112.84

7.7 Costo total del proyecto

Hasta el momento se ha calculado los costos unitarios de: soldadura, reparación y corte de la tubería. Para determinar los costos totales tenemos que determinar primero las cantidades del proceso. Para esto se recurrió a un sistema de base de datos que se implanto en el proyecto de Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

Este sistema de base de datos tiene varias bondades y entre las principales se puede citar:

- a. **Trazable.-** Nos permitió rastrear la entidad o el proceso que se efectuó, respondiendo al historial completo de la entidad.
- b. **Flexible.-** Porque nos permitió acceder a la información de varias maneras: por fechas, proceso, diámetro, tipo de falla, frente de trabajo, avance de obra, etc.
- c. **Confiable.-** Porque la información tuvo un sustento físico, pues toda la información registrada fue tomada a partir de registros de campo registrados por los responsables de las inspecciones del proyecto.

Se ha elaborado la tabla 7.19, donde se tiene: cantidad de juntas soldadas, reparadas, cortadas e índices de rechazo, estas cantidades están presentadas en función del diámetro de tuberías obtenidas del proyecto Red de Distribución Gas Natural para Lima y Callao.

Con las cantidades de la tabla 7.19 y los costos unitarios se tiene los costos totales que se muestran en la tabla 7.20, donde tenemos los costos de soldadura, reparación y corte totales en función del diámetro de la tubería que en nuestro caso sería de 20 in.

Tabla 7.19: Resumen de cantidades de juntas soldadas, reparadas y cortadas del diámetro de 20 in

Diámetro	Cantidad de juntas		Cantidad de juntas		Cantidad Reparación		Cantidad de reparación por zonas			Cantidad Corte		Índice de rechazo (%)		
	Total	Acumulado	Rechazado	Acumulado	total	Acumulado	Raíz	Relleno	Cobertura	Total	Acumulado	total	corte	Reparación
20 in	5 285	5 285	237	237	204	204	149	20	35	91	91	4.5	1.7	3.9

Tabla 7.20: Resumen de costos de soldadura, reparación y corte del proyecto Red de distribución de Gas para LIMA Y CALLAO

Diámetro	Cantidad Juntas Soldadas	Costo de Soldadura			Cantidad Juntas Cortadas	Costo de Corte			Costo de Soldadura por cortadas		
		Unitario (US\$)	Total (Miles US\$)	Acumulado (Miles US\$)		Unitario (US\$)	Total (Miles US\$)	Acumulado (Miles US\$)	Unitario (US\$)	Total (Miles US\$)	Acumulado (Miles US\$)
20 in	5 285	431.16	2 278.68	2 278.68	91	112.84	10.27	10.27	431.16	39.26	39.26

Diámetro	Cantidad de Juntas Reparadas por zona de Defecto			Costo Unitario por zona de Defecto			Costo Total de Reparación				
							Raíz (Miles US\$)	Relleno (Miles US\$)	Cobertura (Miles US\$)	Total (Miles US\$)	Acumulado (Miles US\$)
	Raíz	Relleno	Cobertura	Raíz	Relleno	Cobertura					
20 in	149	20	35	145.53	143.02	132.09	21.68	2.86	4.62	29.16	29.16

7.7.1 Análisis de los resultados obtenidos

Los datos que se tienen en la tabla 7.19 y 7.20 del capítulo 7, son obtenidos de la recopilación de información que se han realizado durante los 14 meses (desde noviembre del 2002 hasta diciembre del 2003) de ejecución del proyecto Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

7.7.2 Definición del Proyecto Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao

El proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao se ha desenvuelto en un ambiente donde se tenía implementado un Sistema de Gestión de Calidad y un equipo de control de calidad que verificaba las labores de producción en los frentes de trabajo. Bajo este enfoque se han llegado a calcular los costos relativos a la calidad (costo de calidad y costo de no calidad) que se presenta en la tabla N° 3.

De la tabla N° 7.19 del capítulo 7, se ha obtenido para el proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao un índice de rechazo de 4.5%.

7.7.3 Definición del Proyecto Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto “X”

Si el proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao se hubiese desarrollado bajo una administración que no le importancia al

tema de Gestión de Calidad y sólo se limite a realizar su trabajo cumpliendo con las exigencias mínimas del cliente. Esto significará tener mayores costos de no calidad que afectarán a las utilidades previstas en el proyecto. A continuación vamos a llevar el proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto "X".

En la tabla N° 1 se muestra cantidades de juntas soldadas, reparadas, cortadas e índices de rechazo del proyecto "X", obteniéndose un índice de rechazo del proyecto "X" igual a 25.9%, esto es debido a que en el proyecto "X", se han ejecutado los trabajos de soldadura sin contar con la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad, así mismo, en los frentes de trabajo no contaban con los supervisores de control de calidad para la soldadura en forma permanente. Para el manejo de la información de calidad de campo no se contaba con un software que permitiera ver el avance y los resultados periódicos desde el punto de vista de calidad.

Los procedimientos operativos de calidad y las instrucciones técnicas de trabajo con que se contaban eran deficientes y no existía una buena difusión en el personal involucrado en la ejecución de los trabajos.

Para llevar los valores de costo de calidad y no calidad del proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las

condiciones del proyecto “X”, vamos a emplear datos obtenidos de otros proyectos (ver tabla N° 1), estos valores comparativos nos permitirá verificar cuál es la importancia de tener implementado un Sistema de Gestión de Calidad para un proyecto y en particular para el proceso de soldadura.

Necesitamos llevar las cantidades de corte y reparación del proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto “X”, para esto tendremos en cuenta los índices de rechazos de ambos proyectos (ver tabla N° 1 y tabla N° 7.19). Las cantidades de juntas realizadas para el diámetro se mantendrá constante y lo único que va a variar son las reparaciones y los cortes.

Finalmente a través de los índices de rechazo del proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao, llevado a las condiciones del proyecto “X”, se ha obtenido como resultado la tabla N° 2, a partir de estos valores se han calculado los costos relativos a la calidad del proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto “X”, mostrados en la tabla N° 4.

TABLA N° 1 RESUMEN DE CANTIDADES DE JUNTAS SOLDADAS, REPARADAS Y CORTADAS DEL PROYECTO “X”, DONDE NO SE APLICÓ UN SISTEMA DE CALIDAD

DESCRIPCION GENERAL	DIA (in)	RESUMEN DE JUNTAS						INDICE DE RECHAZO (%)		
		JUNTAS	FALTA UT	SOLDADURA OK	RECHAZADAS	CORTADO	REPARADO	TOTAL	CORTE	REPARADO
TOTAL DE LINEA DE TUBERIAS	20	1 967	12	1 803	510	130	380	25.9	6.6	19.3

TABLA N° 2 RESUMEN DE CANTIDADES Y COSTOS DE JUNTAS REPARADAS POR ZONA DE DEFECTO CORTADAS DEL PROYECTO DE “RED DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA LIMA Y CALLAO” A LAS CONDICIONES DEL PROYECTO “X”

a.- Calculo de juntas reparadas del proyecto

De la formula:

$$\text{Total Juntas reparadas} = (\text{Juntas totales} \times \text{IR reparaci3n}) / 100$$

Datos :

$$\text{IR reparaci3n} = 19.3 \quad (\text{ver tabla N}^\circ 1)$$

$$\text{Juntas totales} = 5\,285 \quad (\text{ver tabla N}^\circ 7.19)$$

$$\text{Total Juntas cortadas} = (5\,285 \times 19.3) / 100 = 1\,020$$

Diámetro (in)	Total juntas proyecto	IR Reparaci3n Proyecto	Cantidad Juntas reparadas Proyecto	Cantidad de juntas reparadas por Zona de defecto			Costo Unitario por Junta Reparada por zona de defecto (Costo de reparaci3n			Costo Total Reparaci3n (Miles US\$)
				Raíz	Relleno	Cobertura	Raíz	Relleno	Cobertura	Raíz	Relleno	Cobertura	
										(MilesUS\$)	(MilesUS\$)	(MilesUS\$)	
20	5 285	19.30	1 020	486	295	239	145.53	143.02	139.02	70.73	42.20	32.37	145.20

b. Calculo de juntas cortadas del proyecto

De la formula:

$$\text{Total Juntas reparadas} = (\text{Juntas totales} \times \text{IR corte}) / 100$$

Datos :

$$\text{IR corte} = 6.6 \quad (\text{ver tabla N}^\circ 1)$$

$$\text{Juntas totales} = 5\,285 \quad (\text{ver tabla N}^\circ 7.19)$$

$$\text{Total Juntas cortadas} = (5\,285 \times 6.6) / 100 = 349$$

Diámetro (in)	Total juntas proyecto	IR corte Proyecto	Cantidad Juntas cortadas Proyecto	Costo de Juntas Cortadas		Costo de soldadura por corte	
				Unitario (US\$)	Total (Miles US\$)	Unitario (US\$)	Total (MilesUS\$)
20	5 285	6.60	349	112.84	39.38	431.16	150.47

7.7.4. Modelo óptimo de los costos de calidad

El modelo óptimo de costos relativos a la calidad en función de costos de prevención, evaluación, fallas internas y externas, se obtiene como en la figura 1 donde se observa lo siguiente:

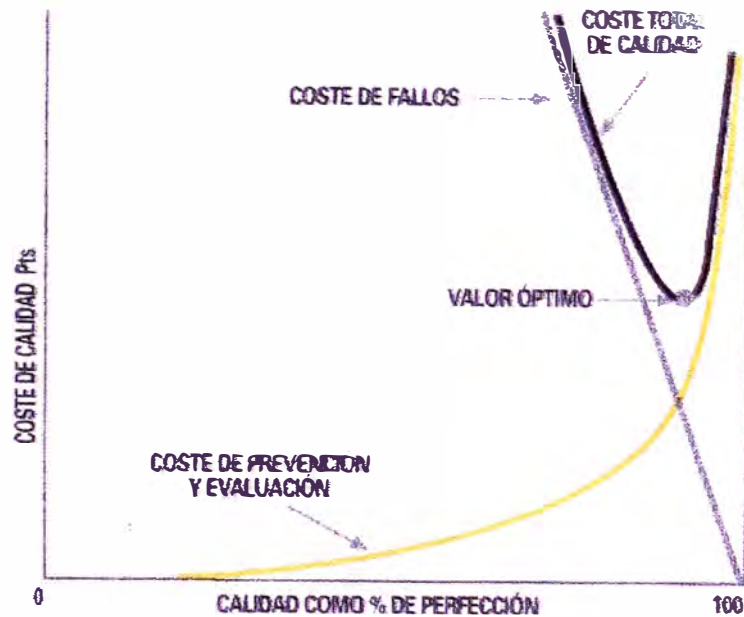


Figura N°1: Modelo óptimo de costos de calidad

Si los costos de prevención y evaluación se aproximan a cero, el producto va a ser defectuoso. La mejora del nivel de calidad en este caso se basará en incrementar los costos de prevención y evaluación.

Debido a falta de perfección los costos de fallas aumenta a medida que la perfección disminuye. El costo total de calidad tiene un valor mínimo que debe considerarse como el **valor óptimo del costo de calidad**.

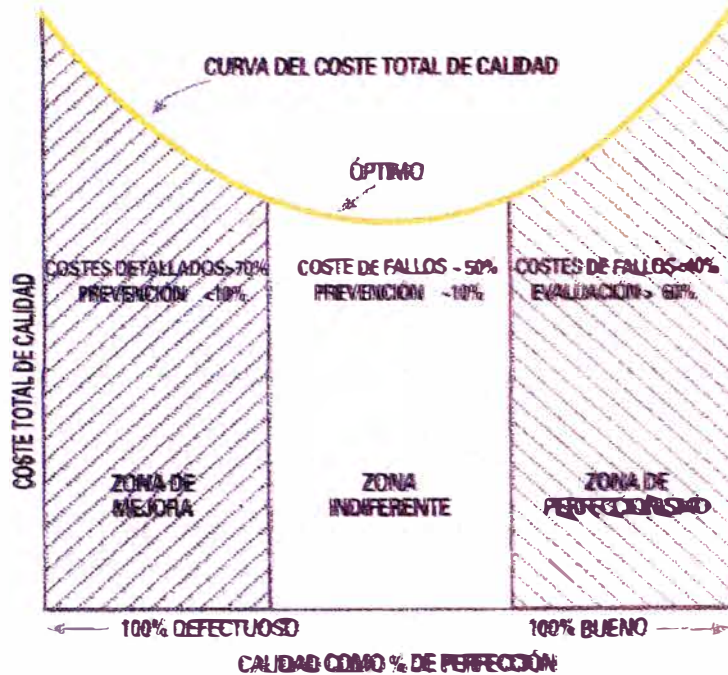


Figura N° 2: Costos de calidad valores óptimos

El concepto de **valor óptimo** del costo de calidad, nos lleva a la necesidad de evaluar los valores óptimos de las categorías de prevención, evaluación, fallas internas y externas. Si ampliamos la curva del costo total de calidad del modelo teórico estudiado, (ver la figura N° 2) se observaran las siguientes zonas:

- **Zona de mejora.-** Las fallas suponen más de un 70% de costo total de calidad y los costos de prevención menos de un 10% del costo total.
- **Zona de indiferencia.-** Se caracteriza por que el 50% de los costos totales de calidad se originan por fallas. Los de prevención son superiores al 10% de dicho costo total.
- **Zona de perfeccionismo.-** En donde los costos de evaluación exceden al costo de fallas.

7.7.5 Costo total de calidad y grado de control

En la figura N° 3 se muestra la combinación que se puede realizar de acuerdo al grado de control y la inversión que se ha decidido realizar en prevención y evaluación. La suma de las curvas de costos de calidad y de costos de no calidad da la curva de los costos totales de la calidad, curva que tiene la forma de una parábola la cual tiene un punto mínimo. Este mínimo representa el nivel de calidad económicamente óptimo que debe alcanzar una empresa.

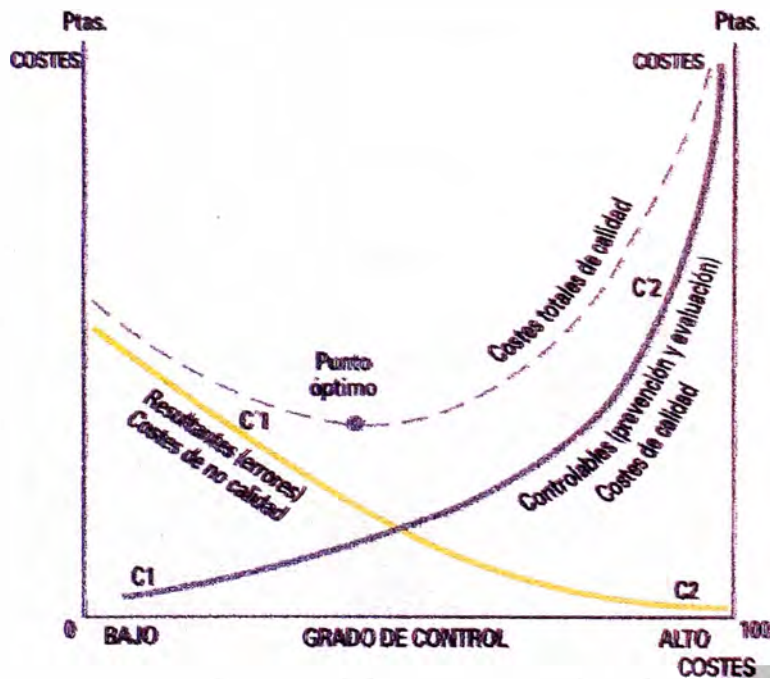


Figura N° 3: Costo de calidad y grado de control

Analicemos dos situaciones para facilitar la comprensión de estos conceptos:

Grado de control bajo.- Cuando la empresa decide no invertir en

prevención y evaluación (C1) pero acepta gastar en reparación de errores externos (C'1).

Grado de control alto.- Esta basado en una alta calidad y buena fiabilidad del producto. Los costos resultantes son muy bajos (C2), a costa de una fuerte inversión en prevención y evaluación (C'2).

Respecto a la figura N°3 se puede hacer los siguientes comentarios:

- Desde el punto de vista del costo del producto, no invertir en prevención y evaluación provoca costos de fallas internas y externas.
- Pretender reducir los costos resultantes no seria lo más recomendable ya que las consecuencias serian muy perjudiciales.
- Invertir en prevención reduce considerablemente los costos totales de calidad, de forma muy especial los de evaluación.

7.7.6 Costo tener y no tener implantado un sistema de gestión de calidad para un proceso de soldadura.

A partir del modelo óptimo de los costos de calidad y conociendo cómo son las tendencias de las curvas de costo de calidad y costo de no calidad, se graficará ambas curvas con la información que tenemos en las tablas N° 3 y N° 4. Para encontrar la curva de costo total de calidad vamos a emplear la siguiente fórmula:

Costo total de calidad = Costo de calidad + Costo de no calidad.....(1)

Para obtener un punto de la curva de costo total de calidad se aplicó la fórmula (1), sumando los costos de calidad y costos de no calidad para un grado de control. Obteniéndose la gráfica de la figura 18 donde podemos interpretar lo siguiente:

- a. De la tabla N° 3, los costos de calidad, costos de no calidad y costo total de calidad que son llevados a la gráfica de la figura N° 18, en donde determinamos que el grado de control es 64 %, para el proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao.
- b. De la tabla N° 4, los costos de calidad, costos de no calidad y el costo total de calidad que son llevados a la gráfica de la figura N° 18, en donde determinamos que el grado de control es 13 %, para las condiciones del proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto “X”.
- c. En las tablas N° 5 y 6 se muestra el resumen de costos relativos a la calidad donde se muestra los porcentajes para los costos de calidad, costo de no calidad y costo total de calidad, con respecto al costo total de calidad (%CC), costo de soldadura del proyecto (%Sold.) y al costo total del proyecto (%Proy.).
- d. Para el proyecto de Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao el costo de soldadura es de US\$ 2 278 680 y el costo total del proyecto es de US\$ 21 000 000.
- e. El % Proy. de la tabla N°5 (1.33 %) es menor que el % Proy. de la tabla N°6 (1.98 %), esto es debido a que el costo de calidad invertido

inicialmente de la tabla N° 5 es mayor que el de la tabla N° 6.

f. Debido a que el Proyecto de Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a implantado un sistema de gestión de calidad, los resultados se ven reflejados en el bajo “costo total de calidad” de US\$ 280 646 frente al alarmante costo de US\$ 415 996 del Proyecto de Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto “X”. Estos costos representan respectivamente el 12.3% y 18.3% del “costo de soldadura para el proyecto”. Por lo tanto se ha ahorrado un total de US\$ 135 350 por el proceso de soldadura, y además el costo invaluable que tiene la empresa al realizar un trabajo de calidad.

CAMBIAR CUADROS (2)

TABLA N° 3 : COSTO RELATIVO A LA CALIDAD DEL PROYECTO DE "RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA LIMA Y CALLAO"

Item	Responsable	Unid.	Cant.	Costo (US\$)	Costo Parcial	Costo total	% CC
1.0 Costos de prevención						55460	19.8
1.1 Planificación y administración de la calidad *	QA/QC*						
1.2 Desarrollo del sistema de calidad *	QA/QC*						
1.3 Desarrollo de los procedimientos de calidad *	QA/QC*						
1.4 Capacitación del personal para la calidad *	QA/QC*						
1.5 Gastos administrativos	Contratista	Mes	14	490	6860		
1.6 Especificación de procedimiento de soldadura **	QA/QC*						
1.7 Calificación de procedimiento de soldadura	Contratista	Global	1	1500	1500		
1.8 Calificación de soldadores	Contratista	Global	1	4800	4800		
1.9 Evaluación de proveedores *	QA/QC*						
1.10 Costo de prevención de operaciones **	QA/QC*						
1.11 Auditorías de sistema de calidad	Contratista	Global	1	300	300		
Nota : Suma de costos marcados con (*)	QA/QC*	Mes	14	300	42000		
2.0 Costos de evaluación						123420	44.0
2.1 Adquisición de equipos para medir la calidad	Contratista	Global	1	1600	1600		
2.2 Calibración de equipos para medir la calidad	Contratista	Unid	2	240	480		
2.3 Verificación de fabricación interna **	Contratista **						
2.4 Costo de evaluación de operaciones **	Contratista **						
2.5 Medida de control de proceso **	Contratista **						
2.6 Inspección y toma de datos de parámetros electricos de soldadura **	Contratista **						
2.7 Registros de calidad de soldadura **	Contratista **						
2.8 Ensayos y pruebas **	Contratista **						
2.9 Ensayos especiales **	Contratista **						
2.10 Revisión del dossier de calidad	QA/QC	Mes	14	150	2100		
2.11 Costo de evaluación externa (auditoria)	Contratista	Global	1	800	800		
Nota : Suma de los costos marcados con (**)	Contratista	Mes	14	8160	118440		
3.0 Costos de fallas internas						97566	34.7
3.1 Costo de revisión de materiales y acción correctiva	QA/QC	Mes	14	750	10500		
3.2 Costos de reparación de materiales y acción correctiva							
* Reparación de juntas	Contratista	Global	1	29160	29160		
* Corte de juntas rechazadas no reparadas ****	Contratista ****						
* Corte de juntas rechazadas y reparadas ****	Contratista ****						
* Corte de juntas rechazadas por mala practica ****	Contratista ****						
* Corte de juntas rechazadas por mala planificación ****	Contratista ****						
* Costo de soldadura de juntas cortadas	Contratista	Global	1	39236	39236		
3.3 Reelaboración de registros de calidad	QA/QC	Mes	14	75	1050		
3.4 Identificación y elaboración de registros no elaborados	QA/QC	Mes	14	75	1050		
3.5 Tratamiento y cierre de no conformidades	QA/QC	Mes	14	450	6300		
Nota : Suma de los costos marcados con (****)	Contratista	Global	1	10270	10270		
4.0 Costos de fallas externas						4200	1.50
4.1 levantar observaciones de los registros de calidad	QA/QC	Mes	14	150	2100		
4.2 Tratamiento y cierre de no conformidades	QA/QC	Mes	14	150	2100		
RESUMEN DE LOS COSTOS RELATIVOS A LA CALIDAD							
COSTO DE LA CALIDAD	Parcial	US\$	%CC	%Sold.	%Proy		
1.0 Costo de prevención	55460	178880	63.7	7.9	0.85		
2.0 Costo de evaluación	123420						
COSTO DE NO CALIDAD (CNC)		101766	36.3	4.4	0.48		
3.0 Costo de fallas internas	97566						
4.0 Costo de fallas externas	4200						
COSTO TOTAL DE CALIDAD		280646	100.0	12.3	1.33		
(Costo de calidad + Costo de no calidad)		2278680					
COSTO DE SOLDADURA DEL PROYECTO		21000000					
COSTO TOTAL DEL PROYECTO							

Nota

% CC : Porcentaje referido al costo total de calidad
 % Sold. : Porcentaje referido al costo total de soldadura del proyecto
 % Proy. : Porcentaje referido al costo total del proyecto

TABLA N° 4: COSTO RELATIVO A LA CALIDAD DEL PROYECTO DE "RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA LIMA Y CALLAO" A LAS CONDICIONES DEL PROYECTO "X"

Item	Responsable	Unid.	Cant.	Costo (US\$)	Costo Parcial	Costo total	% CC
1.0 Costos de prevención						8680	2.2
1.1 Planificación y administración de la calidad *	QA/QC*						
1.2 Desarrollo del sistema de calidad *	QA/QC*						
1.3 Desarrollo de los procedimientos de calidad *	QA/QC*						
1.4 Capacitación del personal para la calidad *	QA/QC*						
1.5 Gastos administrativos	Contratista	Mes	14	170	2380		
1.6 Especificación de procedimiento de soldadura *	QA/QC*						
1.7 Calificación de procedimiento de soldadura	Contratista	Global	1	1500	1500		
1.8 Calificación de soldadores	Contratista	Global	1	4800	4800		
1.9 Evaluación de proveedores *	QA/QC*						
1.10 Costo de prevención de operaciones *	QA/QC*						
1.11 Auditorías de sistema de calidad	Contratista	Global					
Nota : Suma de costos marcados con (*)	QA/QC*	Mes					
2.0 Costos de evaluación						46360	11.1
2.1 Adquisición de equipos para medir la calidad	Contratista	Global	1	800	800		
2.2 Calibración de equipos para medir la calidad	Contratista	Unid.	2	120	240		
2.3 Verificación de fabricación interna **	Contratista **						
2.4 Costo de evaluación de operaciones **	Contratista **						
2.5 Medida de control de proceso **	Contratista **						
2.6 Inspección y toma de datos de parámetros eléctricos de soldadura **	Contratista **						
2.7 Registros de calidad de soldadura **	Contratista **						
2.8 Ensayos y pruebas **	Contratista **						
2.9 Ensayos especiales **	Contratista **						
2.10 Revisión del dossier de calidad	QA/QC	Mes					
2.11 Costo de evaluación externa (auditoría)	Contratista	Global	1	800	800		
Nota : Suma de los costos marcados con (**)	Contratista	Mes	14	3180	44520		
3.0 Costos de fallas internas						335056	80.5
3.1 Costo de revisión de materiales y acción correctiva	QA/QC	Mes					
3.2 Costos de reparación de materiales y acción correctiva							
* Reparación de juntas	Contratista	Global	1	145200	145200		
* Corte de juntas rechazadas no reparadas ***	Contratista ***						
* Corte de juntas rechazadas y reparadas ***	Contratista ***						
* Corte de juntas rechazadas por mala práctica ***	Contratista ***						
* Corte de juntas rechazadas por mala planificación ***	Contratista ***						
* Costo de soldadura de juntas cortadas	Contratista	Global	1	150475	150475		
3.3 Reelaboración de registros de calidad	QA/QC	Mes					
3.4 Identificación y elaboración de registros no elaborados	QA/QC	Mes					
3.5 Tratamiento y cierre de no conformidades	QA/QC	Mes					
Nota : Suma de los costos marcados con (***)	Contratista	Global	1	39381	39381		
4.0 Costos de fallas externas						25900	6.2
4.1 levantar observaciones de los registros de calidad	QA/QC	Mes	14	925	12950		
4.2 Tratamiento y cierre de no conformidades	QA/QC	Mes	14	925	12950		
RESUMEN DE LOS COSTOS RELATIVOS A LA CALIDAD							
	Parcial	US\$	%CC	%Sold.	%Proy		
COSTO DE LA CALIDAD		55040	13.2	2.5	0.26		
1.0 Costo de prevención	8680						
2.0 Costo de evaluación	46360						
COSTO DE NO CALIDAD (CNC)		360956	86.8	15.8	1.72		
3.0 Costo de fallas internas	335056						
4.0 Costo de fallas externas	25900						
COSTO TOTAL DE CALIDAD		415996	100	18.3	1.98		
(Costo de calidad + Costo de no calidad)							
COSTO DE SOLDADURA DEL PROYECTO		2278680					
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		21000000					

Nota

% CC : Porcentaje referido al costo total de calidad
 % Sold. : Porcentaje referido al costo total de soldadura del proyecto
 % Proy. : Porcentaje referido al costo total del proyecto

Para encontrar las gráficas de costos de calidad, costos de no calidad, costos totales de calidad versus el grado de control (QA/QC), se tomo en cuenta los valores obtenidos en la Tabla N° 3 y Tabla N° 4, lo cual se describirá a continuación:

Al buscar un Costo óptimo en los costos totales de la calidad, la función a encontrar será una cuadrática en donde su vértice será el valor óptimo. Esta función será representada por: $y = ax^2 + bx + c$, en donde calcularemos los parámetros para cada costo.

a) Para los costos de calidad versus grado de control:

x	f(x)
13.2	55 040
19.8	55 460
63.7	178 880

Obteniéndose la función: $y = 54.411x^2 - 1711.93x + 68420.8$

b) Para los costos de no calidad versus grados de control:

x	f(x)
34.7	97 566
36.3	101 766
86.8	360 956

Obteniéndose la función: $y = 48.128x^2 - 8833.53x + 469173$

c) Para los costos totales de calidad versus grado de control:

La función obtenida viene a ser la suma de las dos funciones anteriores obteniéndose:

$$y = 102.5391x^2 - 10\,545.46x + 537\,593.8$$

En donde su vértice será: $(x, y) = (51.42, 266\,461.31)$ y será nuestro valor óptimo.

La gráfica se obtuvo aplicando el software Derive -5 y Winplot

Gráfica: COSTOS DE CALIDAD Y GRADO DE CONTROL

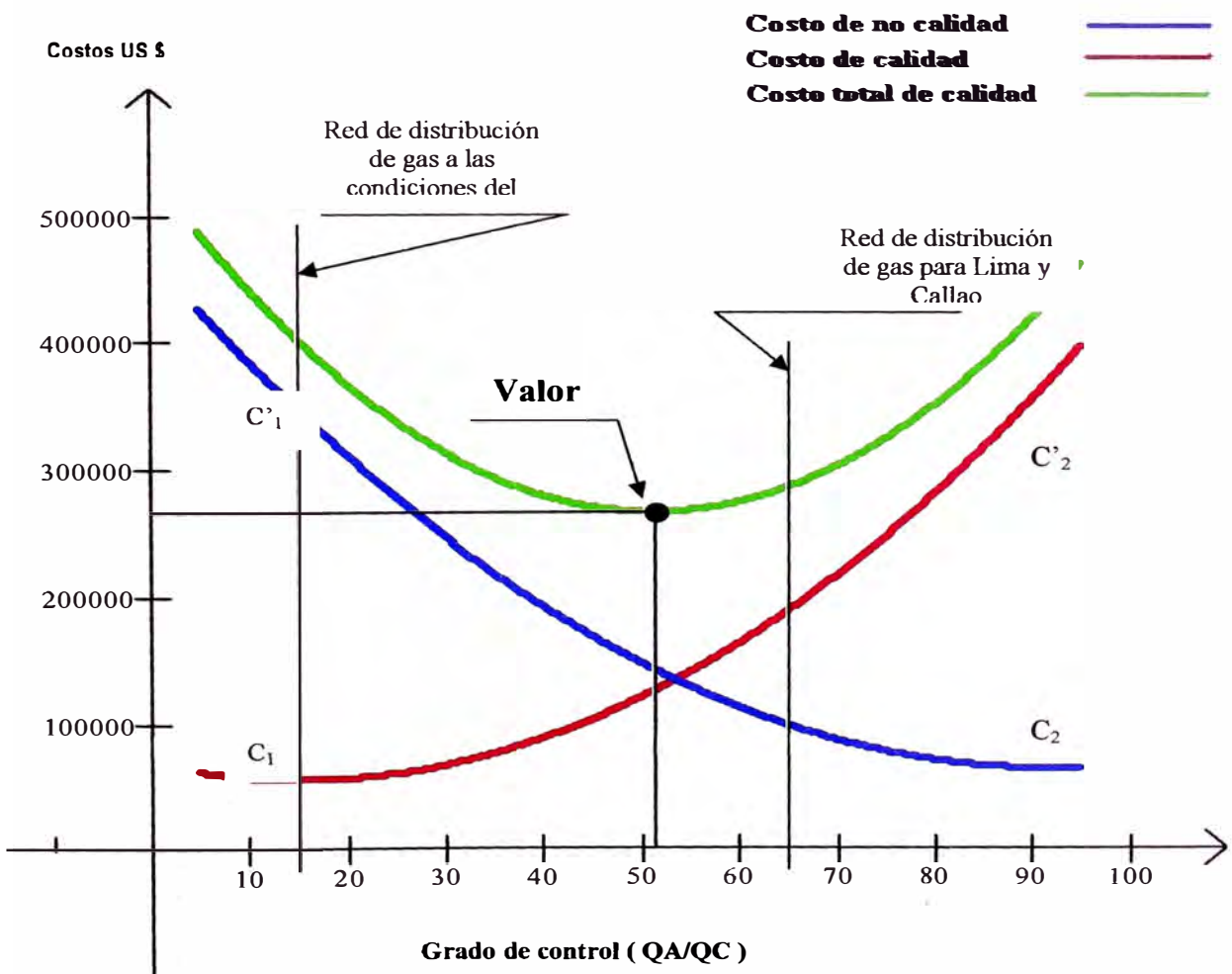


Figura N° 18

Tabla N° 5: Resumen de costo relativo de la calidad
(Proyecto de distribución de Gas para Lima y Callao)

Costos relativos de la calidad	Proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao			
	US\$	%CC	%Sold.	%Proy.
Costos de calidad	178 880	63.7	7.9	0.85
Costos de no calidad	101 766	36.3	4.4	0.48
Costo total de calidad	280 646	100	12.3	1.33

Tabla N° 6: Resumen de costo relativo de la calidad
(Proyecto de distribución de Gas para Lima y Callao a las condiciones del Proyecto “X”)

Costos relativos de la calidad	Proyecto Red de distribución de Gas Natural para Lima y Callao a las condiciones del proyecto “X”			
	US\$	%CC	%Sold.	%Proy.
Costos de calidad	55 040	13.2	2.4	0.26
Costos de no calidad	360 956	86.8	15.8	1.72
Costo total de calidad	415 996	100	18.2	1.98

- d) En las tablas N° 5 y 6 se muestra el resumen de costos relativos a la calidad donde podemos observar que en estas tablas los costos totales de calidad son: US\$ 280 646 y US\$ 415 996 que representan el 1.33% y 1.98% respectivamente, del costo total del proyecto. Esto es que el costo de la tabla N° 5 es menor que el de la tabla N° 6, pero se puede

puede mejorar hasta obtener un costo de US\$ 266 461 que sería el costo total de calidad óptimo que representa 1.27% del costo total del proyecto.

7.7.7 Sistema de gestión de la calidad

La implementación de un sistema de gestión de calidad, es una herramienta disponible para toda organización que desea mejorar su forma de trabajo, por eso, este modelo sirve para muchas empresas que deseen mejorar su modo de trabajar y administrar sus operaciones. Tal es el caso que aquí se muestra los resultados beneficiosos que se obtiene debido a su implementación, pues sus resultados son en el aspecto organizacional como empresa, como control del avance de obra, como beneficio económico debido al control de los productos no conformes, al manejo de tomar decisiones sobre aspectos que pudieran incidir en forma negativa sobre los trabajos de un área específica y además de la imagen que refleja la empresa ante el cliente, al suministrar un producto de buena calidad y cumpliendo con los plazos de entrega.

Estos beneficios se pueden alcanzar cuando el responsable de la dirección asume el compromiso que el tema de calidad sea un aspecto que se desarrolle en un proyecto.

Si bien es cierto que toda empresa que cuenta con una certificación IS 9001, tiene este sistema funcionando, no es necesario contar con dicha

certificación para que esto funcione. En este informe se presenta un ejemplo claro del cómo funciona un proyecto específico y tiene resultados importantes que se pueden justificar económicamente, debido a la decisión de querer realizar un trabajo de buena calidad en forma eficaz y eficiente.

Aquí presento un resumen del modo operativo de la gestión que fue necesario para el logro de los resultados alcanzados:

- El sistema de aseguramiento de calidad se inicia con la revisión de las exigencias establecidas en las especificaciones técnicas definidas durante el desarrollo de la ingeniería, esto quiere decir, revisión de especificaciones técnicas y planos de construcción. En base a ésta documentación, la Gerencia del proyecto plantea la Política de Calidad y los Objetivos que se deberán lograr al término del Proyecto. Luego el grupo de profesionales encargados del aseguramiento y control de calidad elaboran toda la documentación general que recomienda la ISO 9001:2000 estos están descritos en el capítulo VI
- La difusión e implementación de los procedimientos dentro de la organización tanto para la parte administración como de la ejecución del proyecto. Todos aquellos procesos operativos críticos deben ser registrados para administrar los datos de los resultados de cada inspección y prueba. Dicha información debe ser almacenada y

procesada en una base de datos para obtener periódicamente datos estadísticos del estado de inspección y ensayos de cada proceso crítico de control. Los resultados obtenidos de la información recabada de campo debe ser analizada y evaluada para tomar las acciones correctivas y preventivas a tiempo, además de identificar cuáles son las actividades que están fuera de control. La mejora continua debe ser impulsado por todos los agentes que están comprometidos en el proyecto como supervisores, inspectores y trabajadores directos.

- El departamento de aseguramiento y control de calidad que se encarga de administrar y evaluar los avances de la implementación del Sistema de Calidad juega un papel importante para el logro de resultados favorables para Proyecto.
- La implementación del procedimiento de calibración de los instrumentos de medición y control, fue desarrollada por una entidad externa. Pero, a pesar de esto la responsabilidad de la empresa ejecutora no escapa, porque debe exigir que la empresa responsable de ésta labor tenga implementado el procedimiento respectivo

CONCLUSIONES

El presente informe tiene tres conclusiones fundamentales:

La primera, El análisis de riesgo realizado para el gasoducto constituye un análisis inicial de los riesgos asociados a las etapas de construcción y operación del Proyecto. Es importante que una vez definidas las condiciones finales para estas etapas, se afinen de acuerdo con las especificaciones de diseño del Proyecto. Este análisis en particular involucra un cierto grado de incertidumbre, puesto que la calificación de escenarios se basa en criterios cualitativos y no en datos estadísticos particulares de emergencias.

Sin embargo, los resultados permiten establecer un estado inicial de referencia sobre el cual comparar los riesgos en los escenarios identificados y que potencialmente pueden desarrollarse durante la implementación de este proyecto.

Los resultados del análisis indican que los escenarios que presentan mayor riesgo durante la construcción, son los incendios y explosiones susceptibles de ser ocasionados en este Proyecto, tanto por amenazas de tipo exógeno (quemaduras incontroladas en áreas próximas al Proyecto) como endógeno (fuga accidental

de producto en el gasoducto combinada con la presencia de fuente de ignición o la emisión accidental de chispa combinada y la presencia de vegetación combustible en el área próxima al corredor en construcción).

El estudio geotécnico del corredor jugará un papel muy importante durante la etapa de diseño ya que deberá involucrar el manejo de aquellos problemas que ocasionarán emergencias por inestabilidad en el terreno, exceptuando el de fuga de producto e incendio y explosión el cual deberá ser adaptado al plan existente para el control de este tipo de emergencias establecido para la operación del gasoducto.

La segunda, con la buena aplicación del sistema de control de la calidad se pudo lograr un ahorro de US\$ 149 535 respecto del Proyecto “ X “

Analizando la grafica de la figura 18 se obtuvo un costo optimo recomendable para el proyecto, este costo es: US\$ 266 461 en donde el grado de control de QA/QC es de 51 % en donde esto se puede mejorar de acuerdo a la grafica de la figura 2, ya que este costo estaría en la zona de indiferencia y lo que se busca es que este en la zona de perfeccionamiento con un valor del grado de control mayor a 60 %.

La tercera, no es necesario que una empresa esté certificada para poder implantar un Sistema de Gestión de la Calidad, ya que solo se requiere que la Gerencia o dirección del Proyecto asuma el reto y empiece a trabajar con calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Enciclopedia de la Mecánica: Ingeniería y Técnica
Autor : Myer Kutz
2. Manual del soldador
Autor : German Hernández Riesco
3. El Gas Natural
Autor : Corporación Aceros Arequipa
4. Manual de la soldadura de la AWS
Autor : R.L. O'Brien
5. Costos para la Gestión
Autores : Carlos Aliaga Valdez y Carlos Aliaga Calderón
6. La Gestión de la Calidad Total
Autor : Paúl James
7. Norma Técnica Peruana: NTP ISO 9001-2000
Autor : Comisión de reglamentos técnicos y comerciales – INDECOPI
8. Código ASME SECC: IX Estándar de calificación para procedimientos de Soldaduras
9. Soldadura de tuberías e instalaciones relacionadas (Estándar API 1104)
Autor: American Petroleum Institute

10. Desarrollo de una Cultura de Calidad

Autor : Humberto Cantú Delgado

11. Calidad : Metodología para documentar el ISO 9000 versión 2000

Autor : Alberto Alexander Servat (CENTRUM)

12. Tecnología de la Inspección de la Soldadura

Autor : Maximiliano Mobilia

13. Norma ASME B31.8: Sistema de tuberías de Transporte y Distribución de

Gas Natural


14. Welding Inspection: American Welding Society

APENDICE “A”

MANUAL DE CALIDAD DEL PROYECTO


RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL PARA LIMA Y

CALLAO


	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	1 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

INDICE

1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	3
1.1	El Plan de Calidad	3
2	USO DEL MANUAL DE CALIDAD	3
2.1	Objetivo	3
2.2	Alcance	3
2.3	Responsabilidades	3
2.4	Distribución	3
3	TERMINOS Y DEFINICIONES	4
4	PLAN DE GESTION DE LA CALIDAD	4
4.1	Requisitos Generales	4
4.2	Requisitos de la Documentación	4
5	RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION	5
5.1	Compromiso de la Dirección	5
5.2	Enfoque al cliente	6
5.3	Política de la Calidad	6
5.4	Planificación	7
5.5	Responsabilidad, autoridad y comunicación	7
5.6	Revisión por la Dirección	8
6	GESTION DE LOS RECURSOS	9
6.1	Provisión de Recursos	9
6.2	Recursos Humanos	9
6.3	Infraestructura	9
6.4	Ambiente de Trabajo	10
7	REALIZACION DE LA OBRA	10
7.1	Planificación de la Realización del Producto	10
7.2	Procesos relacionados con el cliente	10
7.3	Diseño y Desarrollo	11
7.4	Compras	11
7.5	Ejecución de la Obra	12
7.6	Producción y prestación del servicio	12
7.7	Control de los dispositivos de seguimiento y medición	14

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 2 de 17
		Revisión:
		Fecha:

8	MEDICION ANALISIS Y MEJORAS	14
8.1	Generalidades	14
8.2	Seguimiento y Medición	14
8.3	Control del Producto no Conforme	16
8.4	Análisis de Datos	16
8.5	Mejora	16
9	ANEXOS	17

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	3 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El Manual de Calidad es parte del Sistema de Gestión de Calidad aplicable a los trabajos de construcción de la Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

1.1. El Plan de Calidad

El presente Plan de Calidad especifica los requisitos del sistema de Gestión de Calidad para desarrollar los trabajos de construcción de la Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao, donde se tendrá en cuenta:

- a) Se demostrará la capacidad de organización para satisfacer los compromisos contractuales cumpliendo con las especificaciones técnicas y los estándares aplicables.
- b) Contar con un Sistema de Gestión de Calidad para aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema.

2. USO DEL MANUAL DE CALIDAD

2.1. Objetivo

Establecer lineamientos y directrices generales del Plan de Gestión de la Calidad (PGC) del contratista, y describir como se organizará para cumplir con los objetivos relativos a la calidad, determinando a la vez un servicio permanente de información y consulta de la implementación, mantenimiento y mejora del mismo.

2.2. Alcance

El presente Manual de Calidad se aplica a todos los niveles de la organización asignadas a Contrato bajo el cual se ejecutaran los trabajos de construcción de la Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.


2.3. Responsabilidades

Todos los niveles de la organización deben cumplir las normas establecidas en el presente Manual de la Calidad.

El jefe Q. A/QC debe controlar, distribuir, y actualizar el presente Manual de Calidad y el resto de documentos que forman parte del Plan de Gestión de Calidad.

2.4. Distribución

El jefe QA/QC será el responsable de la distribución a las diferentes áreas de la organización.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	4 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

3. TERMINOS Y DEFINICIONES

4. PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (PGC)

4.1. Requisitos generales

El contratista establecerá, documentará, implementará y mantendrá el PGC, aplicará la mejora continua en sus actividades (revisiones periódicas) basándose en los requisitos (objetivos de la calidad) de la norma ISO 9001:2000. Por lo anterior, el contratista:

- a. Identifica los procedimientos para el PGC y compromete su aplicación en la ejecución de trabajos correspondiente al proyecto de Red de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.
- b. Determina la secuencia e interacción de los procesos identificados.
- c. Determina los métodos y criterios que aseguran el funcionamiento y control de los procesos identificados (a través de los procedimientos de calidad específicos).
- d. Asegura la disponibilidad de recursos e información para soportar la operación y verificación de los procesos identificados (a través de la planeación, aprobación y seguimiento de los presupuestos contractualmente);
- e. Verifica, mide y analiza los procesos identificados (a través de verificaciones internas de calidad).
- f. Implanta las acciones para alcanzar los resultados planeados y la mejora continua de los procesos identificados y documentados.

4.2. Requisitos de la documentación


La documentación del PGC en la organización incluye:

- a. La declaración documentada de una política y objetivos de la calidad
- b. Los procedimientos operativos de calidad que forman parte de Plan de Gestión de Calidad.
- c. Otros documentos, procedimientos y registros.

Los documentos que la organización requiera para asegurar la planeación, operación y control de los procesos, etc.

4.2.1 Manual de Calidad

El manual de calidad define el alcance del Plan de Gestión de Calidad, define los procedimientos y otros documentos que en conjunto constituyen los documentos bajo los cuales se ejecutara la construcción bajo claros principios de la gestión de calidad.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 5 de 17
		Revisión:
	Fecha:	

4.2.2 Control de documentos

Para el control de los documentos (incluyendo los registros de la calidad) requeridos por el Plan de gestión de calidad, se establece el procedimiento "*Control de Documentos*" para definir lo siguiente:

- a. Aprobación de documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- b. Revisión, actualización y re - aprobación del documento, en los casos aplicables.
- c. Asegurar la identificación de cambios y estado de revisión actual de los documentos.
- d. Asegurar la disponibilidad de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran en los puntos de uso.
- e. Asegurar que los documentos permanecen legibles e identificables.
- f. Asegurar la identificación de los documentos de origen externo y de su control.
- g. Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicar una identificación si son retenidos.

4.2.3 Control de los registros


Se establece y mantiene registros que proporcionan evidencia de la conformidad de los procesos ejecutados. Los registros permanecen legibles, identificados y son recuperables. Se tiene establecido el procedimiento "*Control de Registros*" que define los controles para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención, y disposición de los mismos.

5. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN

5.1. Compromiso de la Dirección

El Gerente de construcción del proyecto deja evidencia de su compromiso al desarrollar e implementar el Plan de Gestión de Calidad y la mejora continua para asegurar la permanente efectividad del mismo, mediante el cumplimiento de:

- a. Comunicando a los frentes de trabajo, la importancia de satisfacer los requisitos del cliente; así como, los requisitos legales y reglamentarios.
- b. Estableciendo la política de la calidad.
- c. Estableciendo objetivos de calidad claros, y explícitos.
- d. La ejecución periódica de auditorias internas de calidad.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	6 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

e. La disponibilidad de los recursos necesarios (a través de la planeación, aprobación y seguimiento a presupuestos).

5.2. Enfoque al cliente

El Gerente de Construcción asegura que las especificaciones técnicas establecidas por el cliente se determinen en forma explícita y se cumplen.

5.3. Política de la Calidad

La Gerencia General asegura que la política de calidad cumple los siguientes requisitos:

- Es adecuada a los propósitos en la ejecución y desarrollo de la obra.
- Incluye su compromiso de satisfacer los requisitos del plan de gestión de calidad y de mejorar continuamente la efectividad del mismo.
- Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de calidad (a través de reuniones de coordinación de obra).
- Se tiene establecido su revisión periódica para mantenerla vigente.


En concordancia con lo expresado para el presente proyecto el contratista ha establecido la Política y Objetivos de Calidad:

POLITICA DE CALIDAD

“Brindar los mejores servicios de Ingeniería y Construcción en una relación de cliente - Socio con los propietarios basado en el Cumplimiento, la Calidad y la Seriedad de su actuación”. Esta misión aunada con nuestra política **Antes del Plazo** y nuestro compromiso con la Seguridad y Medio Ambiente nos permitirá, según nuestra visión del futuro, lograr ser una empresa de ingeniería y construcción más confiable.

*. “**Calidad**”: es el grado en que nuestro servicio satisface los requerimientos del cliente y que puede ser realizado a un costo que permite un margen razonable de utilidades.

*. Satisfacer los requerimientos del cliente: Con el cumplimiento de los términos contractuales y las especificaciones del cliente basándose en nuestras políticas del **Antes del Plazo y cliente – Socio**.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	7 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

OBJETIVOS DE CALIDAD

- La ejecución de la obra será realizada cumpliendo con los requisitos de calidad establecidos por la Ingeniería del Proyecto.
- Todo el personal asignado a la ejecución de obra tendrá como premisa fundamental la seriedad en su trabajo, entendiéndose por el termino, el cumplimiento, seguimiento y verificación de los requisitos de calidad contractuales.
- Los profesionales que tendrán bajo su responsabilidad la dirección, el planeamiento, ejecución, y control de los trabajos harán los esfuerzos necesarios para culminar la obra antes del plazo establecido.

La ejecución de los trabajos en general se harán bajo estricto cumplimiento de los Reglamentos de Seguridad, y Protección del Medio Ambiente.

5.4. Planificación

5.4.1 Objetivos de la calidad

La alta dirección, ha establecido los objetivos de calidad los cuales son congruentes con la política de calidad suscrita por el Gerente General.

5.4.2 Planificación del Plan de Gestión de Calidad

La Gerencia General asegura que:

- a) El PGC se cumplirá, para lo cual se efectuaran reuniones de planificación y coordinación, en éstas se revisará el cumplimiento permanente de los objetivos de calidad definidos,
- b) Se mantiene la integridad del PGC aún cuando se planean e implementan los cambios en éste.


5.5. Responsabilidad, autoridad, y comunicación

5.5.1 Responsabilidad y autoridad

La Gerencia General tiene definida las responsabilidades y el nivel de autoridad de los diversos miembros de la organización de obra, y asegura que éstos son plenamente conocidas por todas las personas.

5.5.2 Representante de la dirección

En vista de las características, importancia que representa la obra para el país. el Gerente General ha designado como representante de la dirección al gerente de construcción designado, quien independiente de otras actividades, tiene la autoridad y responsabilidad para:

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 8 de 17
		Revisión:
		Fecha:

- a. Asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para cumplir plenamente con el Plan de Gestión de Calidad
- b. Informar a la alta dirección sobre el desempeño del Plan de Gestión de Calidad y de cualquier necesidad de mejora,
- c. Asegurarse de que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todo los niveles de la organización,

5.5.3 Comunicación interna

Se tiene establecido canales apropiados de comunicación dentro de la organización tomando en cuenta los resultados de la efectividad del PGC.

5.6. Revisión por la dirección

5.6.1. Generalidades

La Gerencia General tiene establecido un procedimiento de revisión periódica del PGC, para asegurar su consistencia, adecuación y efectividad. La revisión incluye la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de realizar cambios al PGC, incluyendo la política y los objetivos de la calidad.

El jefe QA/QC debe mantener los registros de las revisiones del PGC, se llevará una lista de los documentos que hayan sido mejorados.

5.6.2. Información para la revisión


El Gerente de Construcción incluirá como fuente de información los siguientes documentos:

- a. Resultados de las auditorias internas de calidad.
- b. Retroalimentación del cliente.
- c. Desempeño de los procesos y conformidad de la Obra.
- d. Estado de las acciones correctivas y preventivas.
- e. Acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas.
- f. Cambios que podrían afectar al Plan de Gestión de Calidad.
- g. Recomendaciones para la mejora continua.

5.6.3. Resultados de la revisión

El Gerente General incluirá las decisiones y acciones relacionadas para:

- a. La mejora de la eficacia del Plan de gestión de calidad y sus procesos.
- b. La mejora del producto en relación con los requisitos del cliente.
- c. Las necesidades de recursos.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	9 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

6. GESTION DE LOS RECURSOS

6.1. Provisión de recursos

Se determinará y proveerá los recursos necesarios para:

- Implementar y mantener el Plan de Gestión de Calidad y mejorar continuamente su eficacia.
- Aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de las especificaciones técnicas contractuales.

6.2. Recursos humanos

6.2.1. Generalidades

Se tiene establecido una metodología de capacitación y calificación del personal que ejecute actividades o procesos que afecten la calidad del producto, para lo cual su educación, formación, habilidad y experiencia apropiadas.

6.2.2. Competencia, toma de conciencia y formación


Se cumplirá con las siguientes condiciones:

- a. Determinar la competencia necesaria para el personal que realiza actividades que afectan a la calidad de la obra.
- b. Proporcionar el entrenamiento para satisfacer dichas necesidades.
- c. Evaluar la efectividad del entrenamiento dado.
- d. Asegurar que el personal sea consciente de la importancia y relevancia de sus actividades y de cómo ellos contribuyen al logro de los objetivos de la calidad.
- e. Mantener registros apropiados de la educación, entrenamiento, habilidades y experiencia.

6.3. Infraestructura

Se determinará, proveerá y mantendrá la infraestructura que permita lograr la conformidad de la obra, la cual incluye lo establecido en:

- Campamentos de trabajo, espacio y servicios asociados.
- Equipo para los procesos informáticos (hardware y software).
- Servicios de apoyo (transporte o comunicación).
- Equipos y herramientas apropiadas para el trabajo a efectuar.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	10 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

6.4. Ambiente de trabajo

Se determinará y administrará los ambientes de trabajo necesarios para lograr la conformidad por parte del cliente y de las especificaciones técnicas aplicables a los trabajos relacionados a la Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

7. REALIZACIÓN DE LA OBRA

7.1. Planificación de la realización del producto

El Gerente de Construcción planificará y desarrollará los procesos para la ejecución de la obra. La planeación de la realización de la obra es coherente con los otros procedimientos identificados en el PGC.

Se determina que durante ésta planeación se debe cumplir con:

- a. Los objetivos de calidad y los requisitos del producto
- b. La necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto
- c. Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo / prueba específicas para el producto así como los criterios para la aceptación de los mismos,
- d. Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultantes cumplen los requisitos.

El resultado de esta planeación se presenta a través de métodos gráficos como son: diagramas de flujo, planes de calidad, ayudas visuales y uso de software y archivos informáticos.

7.2. Procesos relacionados con el cliente


7.2.1. Determinación de los requisitos relacionados con la obra

Se determinará a través de la Gerencia de Construcción los requisitos que se deben cumplir durante la ejecución de la obra correspondiente a la Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

7.2.2. Revisión de los requisitos relacionados con la obra

Se revisará las especificaciones técnicas de la obra y las bases del contrato antes de iniciar la ejecución de los trabajos comprometidos para asegurar el cumplimiento de los compromisos de calidad prefijados.

Se mantendrá registros de los resultados de tal revisión y de las acciones originadas.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 11 de 17
		Revisión:
		Fecha:

Cuando se realicen solicitudes de consulta y/o cambios de ingeniería, que modifiquen las especificaciones técnicas de la obra, se notificara previamente al cliente.

7.2.3. Comunicación con el cliente

Se determinará e implementará la comunicación con el cliente.

7.3. Diseño y desarrollo

7.3.1. Planificación del diseño y desarrollo

No aplicable al servicio.

7.3.2. Elementos de entrada para el diseño y desarrollo

No aplicable al servicio.

7.3.3. Resultados del diseño y desarrollo

No aplicable al servicio.

7.3.4. Revisión del diseño y desarrollo

No aplicable al servicio.

7.3.5. Verificación del diseño y desarrollo

No aplicable al servicio.

7.3.6. Validación del diseño y desarrollo

No aplicable al servicio.

7.3.7. Control de los cambios del diseño y desarrollo

El Gerente de Construcción, los Jefes de Frente de Obra, Frente Electromecánico, Jefe QA/QC, Jefe de Oficina Técnica se efectuarán las revisiones de los planos, especificaciones técnicas generales y particulares, y los procedimientos suministrados por la ingeniería del proyecto, para evaluar las necesidades de consultas y cambios de ingeniería.

7.4. Compras

7.4.1. Proceso de compras

Se tiene establecido las pautas necesarias para asegurar que los recursos e insumos cumplan con los requisitos de compra especificados.

El PGC establece el tipo y alcance del control aplicado a proveedores, productos y servicios adquiridos.

Se evaluará y seleccionará a los proveedores en función de su capacidad para suministrar recursos e insumos de acuerdo con las especificaciones técnicas dadas



**PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE
CAMISEA EN LIMA Y CALLAO**

MANUAL DE CALIDAD

Página:

12 de 17

Revisión:

Fecha:

por el cliente y aceptadas por el contratista, además establecerá los criterios de evaluación y reevaluación, también mantendrá registros de los resultados de las evaluaciones y de cualquier acción necesaria.

Se tiene un procedimiento para las “Compras”, mediante el cual se deben de cumplir los requisitos de calidad necesarios.

7.4.2. Información de compras

Los documentos de Compras contendrán información que describirá claramente el servicio solicitado, e incluye:

- Requisitos para aprobar la aceptación de un servicio, procedimientos, procesos, equipo, así como también para la calificación del personal.
- Cualquier requerimiento del Manual de Gestión.

7.4.3. Verificación de los productos comprados

Se establecerá e implementará una metodología de inspección (a través de las áreas solicitantes de los productos) para asegurar que los productos e insumos adquiridos cumplen con las especificaciones técnicas dadas por el cliente, según el procedimiento “Recepción de materiales y equipos”.

7.5. Ejecución de la Obra

Para que la ejecución de los trabajos se realice de acuerdo a los estándares establecidos se han desarrollado los siguientes procedimientos:

PROCEDIMIENTO

Calificación del Procedimiento de Soldadura

Calificación de Soldadores

Trabajos de Soldadura en campo

Corte y Biselado de tuberías


Inspección y End

Reparación de Soldadura

7.6. Producción y prestación del servicio

7.6.1. Control de la producción y de la prestación de la obra

Se planificará y llevará a cabo las operaciones de producción y prestación del servicio bajo condiciones controladas, las cuales incluyen :

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 13 de 17
		Revisión:
		Fecha:

- Disponibilidad de información que describa las características del producto.
- Disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario.
- Uso de equipos apropiados.
- Disponibilidad y uso de dispositivos de seguimiento y medición, así como la implementación de éstos.
- Implementación de actividades de liberación, entrega y post-entrega.

7.6.2. Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio

Se validará aquellos procesos de producción, donde los productos resultantes no se puedan verificar mediante actividades de seguimiento o medición posteriores, esto incluye a procesos en los cuales las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto y/o servicio esté siendo utilizado. La validación demostrará la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados, y las disposiciones aplicables a estos procesos son:

Los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos.

La aprobación de equipos y calificación del personal.

El uso de métodos y procedimientos específicos.

Los requisitos de los registros.

La revalidación.


7.6.3. Identificación y trazabilidad

Se tiene establecido las instrucciones y registros de calidad que permitirán la identificación y la trazabilidad de los procesos constructivos ejecutados como parte de la producción correspondiente al proyecto de Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

Para este fin se ha desarrollado el procedimiento “*Trazabilidad*”

7.6.4. Propiedad del cliente

Se tiene implementado un método para identificar, verificar, proteger y salvaguardar los bienes que son propiedad del cliente. Cualquier bien de propiedad del cliente que es considerado inadecuado para su uso se registrará y le será comunicado al cliente.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 14 de 17
		Revisión:
		Fecha:

7.6.5. Preservación de la obra

Se ha establecido una metodología para preservar la conformidad de la obra durante el proceso interno hasta la entrega al cliente, esta incluye la identificación, salvaguarda y protección. La preservación también se aplica a las partes constitutivas e insumos de la obra.

7.7. Control de los dispositivos de seguimiento y medición

Se tiene establecido un procedimiento para controlar, calibrar, y mantener los dispositivos de medida y monitoreo, que tales equipos e instrumentos estén en óptimas condiciones, y poder demostrar la conformidad de la obra con las especificaciones técnicas del cliente.

Para asegurar la validez de los resultados, el equipo de medición debe cumplir con lo siguiente:

- a. Calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables o patrones de medición Peruanos o internacionales, cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación,
- b. Ajustarse o reajustarse según sea necesario,
- c. Identificarse para poder determinar el estado de calibración,
- d. Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar los resultados de la medición,
- e. Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento,

8. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORAS


8.1 Generalidades

Se ha planificado y establecido procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora, para demostrar que los servicios a brindar cumplen con lo establecido en el numeral 8.1 de la Norma ISO 9001:2000. Lo anterior incluye metodología y técnicas estadísticas aplicables, y el alcance de su uso.

8.2 Seguimiento y medición

8.2.1 Satisfacción del cliente

Se recopilara información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos implícitos y explícitos.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 15 de 17
		Revisión:
		Fecha:

8.2.2 Auditoría interna

Se realizarán “Auditorías Internas”, en la cual el Gerente de Construcción planificará el programa de auditorías internas de la calidad, también deber definir los criterios, alcance, frecuencia y metodología aplicables a las auditorías internas. La selección de los auditores y la realización de la auditoría deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría. Se debe evitar que el auditor sea juez y parte, es decir, ninguna persona debe auditar a su propia área o función.

Los responsables de las áreas auditadas deberán tomar acciones para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas. Las actividades de verificación deben incluir las acciones tomadas y el informe de resultados de la misma.


8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos

Se aplica una metodología para realizar el seguimiento y medición de los procesos que se ejecutarán, para satisfacer las necesidades del cliente y del PGC, este proceso será usado para monitorear la calidad y capacidad de los procesos que controlan la conformidad de la obra según las especificaciones técnicas dadas por el cliente. Los resultados serán usados para mantener y mejorar dichos procesos.

8.2.4 Seguimiento y medición de la obra

Se aplica los métodos apropiados para medir y verificar las características de la obra, asegurando que se cumplan las especificaciones técnicas del cliente.

El Jefe QA/QC registrará y mantendrá la evidencia de conformidad respecto de los criterios de aceptación. Los registros deben respaldar al personal responsable que autoriza la liberación de los productos de los procesos y autoriza el paso al siguiente proceso. Se determina que la liberación de cada proceso y la autorización al siguiente proceso. No se llevará a cabo los procesos a menos que se hayan completado las disposiciones planificadas, a menos que sea aprobada la autorización respectiva por el representante del cliente.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	MANUAL DE CALIDAD	Página: 16 de 17
		Revisión:
		Fecha:

8.3 Control del producto no conforme

Se tiene implementado el procedimiento "*Tratamiento de No Conformidades*" que permite a la organización en todos sus niveles; identificar y controlar la obra, para prevenir la entrega de productos que no cumplan con los requisitos de calidad establecidos. Las no conformidades deberán ser tratadas mediante una de los siguientes criterios:

- Tomando acciones para eliminar la no-conformidad detectada,
- Autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente,
- Tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto,

8.4 Análisis de datos

Se tiene establecido pautas para determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para el análisis de la idoneidad y la eficacia del Plan de Gestión de Calidad, así como también identificar los puntos donde realizar mejoras.

8.5 Mejora


8.5.1 Mejora continua

Como parte de las características más importantes del PGC, se ha previsto el uso de la "*Mejora Continua*", cuyo objetivo es evaluar, analizar y determinar las mejoras a aplicar con la finalidad de asegurar la eficacia del Plan de Gestión de Calidad. mediante el uso: de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías internas, el análisis de datos, las acciones preventivas y correctivas y la Revisión por la Gerencia.

8.5.2 Acción correctiva

Se tiene establecido la toma de acciones para eliminar las causas de las no conformidades con el objeto de evitar la ocurrencia. Se ha establecido un procedimiento "*Acciones Correctivas y Preventivas*", el cual define los requisitos para:

- Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes).
- Determinar las causas de las no conformidades.
- Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	MANUAL DE CALIDAD	Página:	17 de 17
		Revisión:	
		Fecha:	

- Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- Revisar las acciones correctivas tomadas.

8.5.3 Acción preventiva

Se ha establecido un procedimiento de acciones preventivas según “*Acciones Correctivas y Preventivas*”, con el cual se busca eliminar las causas de las no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. El procedimiento prevé las formas de actuación del personal involucrado ante las siguientes situaciones:

- Determinar las no conformidades potenciales y sus causas.
- Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- Revisar las acciones preventivas tomadas.


9. ANEXOS

- * Apéndice B: Instrucciones técnicas complementarias
- * Apéndice C: Registros

APENDICE “B”

INSTRUCCIONES TECNICAS COMPLEMENTARIAS

- B.1 Recepción de materiales y equipos
- B.2 Calificación de procedimiento de soldadura
- B.3 Calificación de soldadores
- B.4 Trabajo de soldadura en campo
- B.5 Corte y biselado
- B.6 Inspección y END
- B.7 Reparación de soldadura

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	Página: 1 de 5
		Revisión:
		Fecha:

1. OBJETO

Constatar, documental y físicamente, la calidad y cantidad de los materiales y equipos que serán incorporados al proyecto.

2. REFERENCIAS

- Contrato del Proyecto
- NTP ISO 9001:2001 – Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad

3. EJECUCION

3.1 Generalidades

Los materiales y equipos a utilizar serán verificados y controlados antes de ingresar a almacén, con esto se asegura el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas para el proyecto.

Cuando los materiales están siendo entregados, el contratista deberá tomar las medidas requeridas para:

- Cumplir con las condiciones de corrección por el propietario en la especificación de la compra;
- Evitar cualquier tipo de daño y contaminación;
- Tener suficiente personal y equipo calificado en relación a la cantidad y tipo de entregas disponibles para manejar y/o distribuirlas rápidamente ;
- Facilitar la aceptación de las inspecciones.


Todo el equipo usado para la entrega, manejo y/o distribución de los materiales deberá ser aprobado por el propietario y/o el ingeniero y acompañado por un certificado elaborado por una Organización de Inspección Reconocida.

3.2 Revisión del cronograma de recepción de materiales

El Jefe QA/QC revisará el calendario de entrega de suministros de equipos y materiales para el proyecto, para programar las actividades de inspección y recepción.

3.3 Verificación documental

La verificación documental se llevará a cabo en los locales o lugares dispuestos para el almacenamiento, es aquí donde el Jefe QA/QC verificará que los equipos y materiales a ser incorporados al proyecto, dispongan de la siguiente documentación:

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	Página: 2 de 5
		Revisión:
		Fecha:

DOCUMENTACION	REQUERIMIENTO
Guía de entrega	Esencial
Copia de orden de pedido	No esencial
Certificado de calidad	Esencial
Packing list	Esencial
Certificados de Calibración	Esencial para el instrumento y/o prueba
Muestras y/o ensayo del	Esencial (de ser aplicable)

Se verificarán las especificaciones técnicas de los equipos y materiales a recepcionar, con relación a los planos, normas técnicas, y demás documentación aprobada del proyecto.

Si en la verificación documental se incumple con cualquier documento que es esencial, la recepción del equipo o material será “condicionada”, esto deberá señalarse en el “Registro de Recepción de Materiales y Equipos”, y una copia del registro será adosada al equipo o material observado.

3.4 Inspección física de materiales a recepcionar

- a. El contratista es responsable directo de recepcionar los materiales que ingresan a obra a menos que se indique lo contrario.
- b. El Jefe QA/QC, verificará el estado de conservación de los equipos y materiales, completará los datos en el registro de recepción.


Si durante la recepción, se detecta que alguno de los materiales recepcionados por el contratista no se encuentra debidamente protegido, o incumple con algún requisito de calidad, el Jefe QA/QC registrará en el formato aprobado las observaciones, comunicando esta situación al gerente de construcción.

3.5 Almacenamiento y control de materiales

El contratista proveerá áreas de almacenamiento separadas para todos los materiales entregados por el propietario. Los tubos, partes de tubos y equipo deberán ser manipulados con suficiente cuidado para evitar que sean dañados.

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Almacenamiento y control del equipo
- Almacenamiento y control de los tubos
- Áreas de almacenamiento

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	Página: 3 de 5
		Revisión:
		Fecha:

• **Almacenamiento y control del equipo**

El contratista pondrá especial atención a la manipulación y almacenamiento de los dispositivos de control (reguladores, filtros, válvulas de cierre, operadores, etc) de modo que estén almacenados en una manera correcta y completamente protegido contra infiltración, tierra o humedad.

El contratista deberá preguntar al propietario y/o Ingeniero que método deberá usar para levantar dispositivos especiales. El contratista se asegurará de que todas las aberturas del equipo estén señaladas. El contratista deberá proveer todos los medios requeridos para asegurar que el revestimiento externo, pintura y pintura metálica no sean dañados.

• **Almacenamiento y control de los tubos**

Los elementos de la tubería no pueden estar en contacto directo con el suelo o ser colocados sobre soportes inapropiados. Se evitará con el mayor cuidado incrustaciones de grava, piedras, madera, etc. Está prohibido el apilamiento entrecruzado de tuberías. Bajo estos términos, se proveerán colchonetas, viruta, bolsas de cañitas de paja u otros materiales flexibles en cantidad suficiente en toda el área.


El contratista asegurará el apilamiento de las tuberías en tal manera que garantice que no habrá ninguna deformación permanente en ellas teniendo en cuenta su peso y resistencia.

La altura máxima de apilamiento para tubos revestidos, depende del diámetro de tubo, se muestra en la tabla inferior:

Diámetro nominal	Numero de capas, altura de apilamiento
150	12
200-250	10
300-350	8
400-450	6
500-650	5
700	3

Entre la superficie del suelo y la primera capa habrá una altura libre de 20 cm.

Las tuberías serán colocadas sobre soportes apropiados a fin de no dañar el

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS	Página: 4 de 5
		Revisión:
		Fecha:

revestimiento y evitar la deformación de las tuberías. La parte inferior de las tuberías estará suficientemente fijada a los lados para asegurar un apilamiento estable. Los tubos inferiores estarán sujetos de sus extremos y entrecruzados al menos cada 4m. Durante períodos de alta temperatura, el propietario podrá requerir protección contra el sol. Las tuberías recientemente fabricadas que son entregadas directamente por el Proveedor puestos en obra podrían contener electricidad estática la cual debe ser descargada antes de manipularlas. Todo el material suplementario (soporte, colchonetas, viruta, etc) debe ser entregado por el contratista en cantidades apropiadas. No se permitirá el uso de ganchos sin protección de teflón.

- **Áreas de almacenamiento**

El contratista proveerá áreas de almacenamiento en el lugar:

Un almacén cerrado y con llave de todos los materiales pequeños y todos aquellos que no son resistentes al clima.

Un área de apilamiento marcada para todos los materiales grandes que son resistentes al clima.

4. RESPONSABILIDADES

4.1 Gerente de Construcción

- Solicitar la documentación correspondiente a la calidad del equipo y el material.
- Verificar el lugar y las condiciones de almacenamiento de los materiales.

4.2 El Jefe QA/QC

- Revisar el cronograma de entrega de suministros de equipos para planificar sus actividades.
- Verificar la recepción física y documental de los materiales que ingresan a obra.

5. REGISTROS

Los registros a emplear son:

- Recepción de Equipos y materiales



PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO

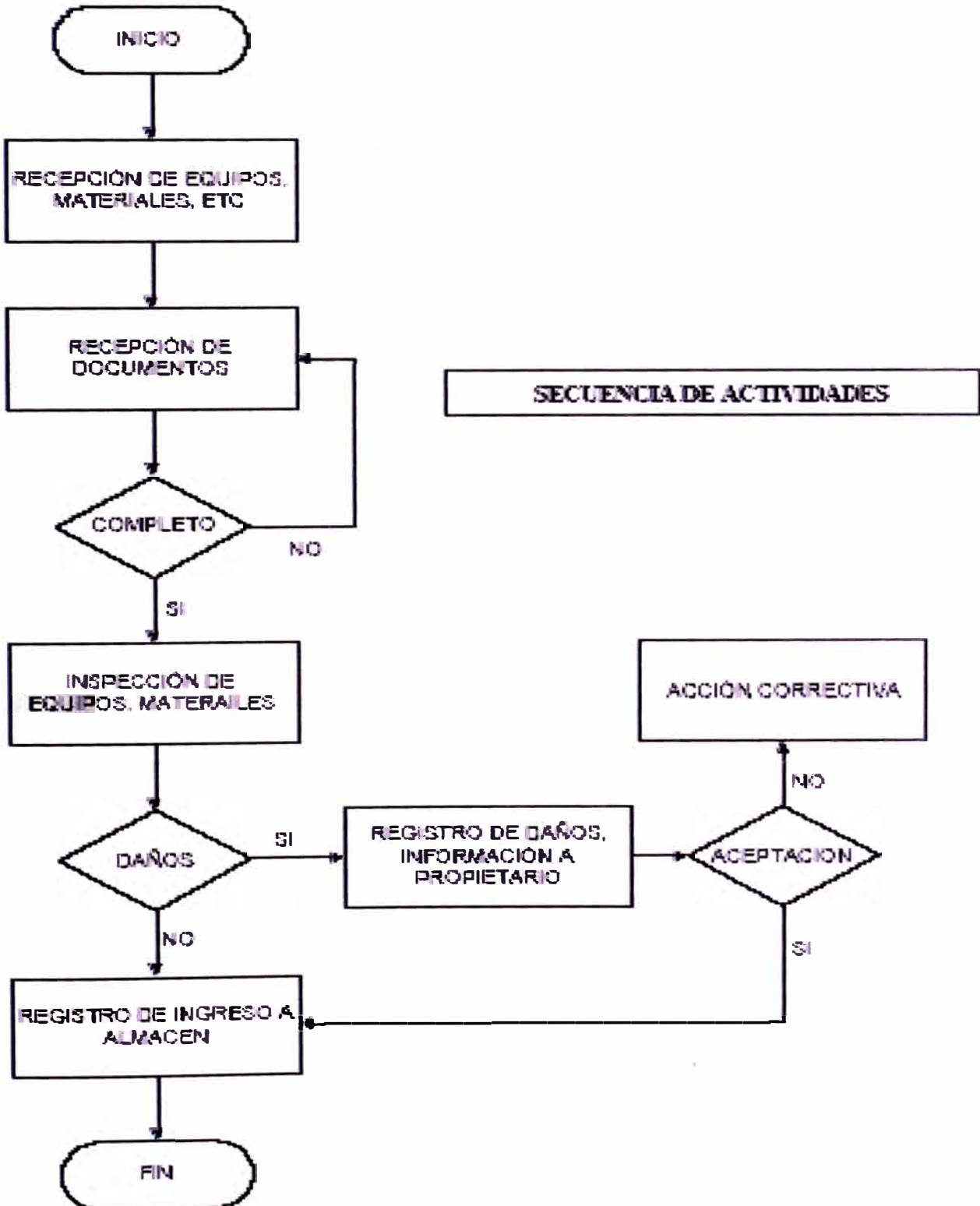
RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS


Página:

5 de 5

Revisión:

Fecha:



	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	1 de 7
		Revisión:	
		Fecha:	

1. OBJETO

Establecer la metodología que se empleara en la calificación de los procedimientos de soldadura, para el proyecto Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

2. REFERENCIAS

- Contrato del Proyecto
- ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems
- Norma API 1104
- ASME Sección IX
- NTP ISO 9001:2000, Sistemas de Gestión de Calidad

3. EJECUCION

3.1 General

Para proceder a la calificación de los procedimientos de soldadura se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La elaboración de soldaduras se debe realizar con soldadores propuestos por la contratista y aceptado por el cliente, debiendo cumplir con los parámetros y especificaciones del procedimiento, la prueba se llevara a cabo en presencia del representante de la contratista, así como el certificador y el supervisor designado por el cliente para la calificación de los procedimientos.
- Todas las soldaduras de juntas de ensayo de tope para la calificación del procedimiento, se deben efectuar con el equipo e instrumentos que se van a utilizar durante la construcción del proyecto.
- El equipo de soldadura, instrumentos de medición, material de aporte, tubería y placa, necesarios para las pruebas, deberán ser suministrados por la contratista y cumplir con las especificaciones del proyecto y los requerimientos para la certificación. Los electrodos deberán tener clasificación de la AWS.
- El diseño de junta que se debe establecer en las especificaciones del procedimiento de soldadura para tubería y accesorios, deberá ser como lo señala la norma de referencia.
- Para el presente proyecto, en los trabajos de soldadura a realizar en la línea de gas, la posición de soldadura 6G es obligatoria para calificar y se debe establecer en las especificaciones del procedimiento de soldadura para tubería.



**PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE
CAMISEA EN LIMA Y CALLAO**

CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA


Página:	2 de 7
Revisión:	
Fecha:	

- Las soldaduras de ensayo a tope y/o de filete, deberán ser inspeccionadas por métodos destructivos en laboratorio con registro oficial y debidamente certificado, conforme a lo señalado en los incisos 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 del API 1104 ó al QW 140, al QW 180 del ASME sección IX para su aprobación.
- Se debe llevar un registro a detalle de cada procedimiento en formato similar o parecido al que se indica en la Figuras N° 1 del inciso 5.2 del API 1104, en las que se describen las especificaciones que señala el inciso 5.3 para su control, así como al QW-250 del ASME sección IX.
- En virtud de los resultados obtenidos de las pruebas destructivas y no destructivas realizadas para calificar los procedimientos, el cliente aceptará los que cumplan con los estándares de aceptación del código aplicado.
- Los procedimientos de soldadura deben ser calificados, aprobados y certificados por una empresa ACREDITADA, los cuales deben cumplir con los parámetros indicados en la norma aplicable para la calificación.

3.2 Secuencia de actividades

La calificación del procedimiento de soldadura comprende lo siguiente:



	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	3 de 7
		Revisión:	
		Fecha:	

3.3 Especificación del procedimiento de soldadura


El propósito de la especificación del procedimiento de soldadura (WPS) es asegurar que la combinación del proceso de soldadura, metal base, metal de aporte, fundentes o gases, características eléctricas y posterior tratamiento térmico producirán una unión con las características físicas y químicas requeridas. En la elaboración de los procedimientos de soldadura se deberán definir previamente los siguientes parámetros:

- Proceso a emplearse
- Material base (tubos y accesorios)
- Diámetros y espesores de pared del tubo
- Diseño de junta
- Metal de aporte y número de cordones
- Características eléctricas
- Posición de soldadura
- Dirección de la soldadura
- Intervalo entre los pases
- Tipo y remoción de la grapa de alineamiento
- Limpieza y/o esmerilado
- Pre/post tratamiento térmico
- Velocidad de avance

3.4 Variables esenciales, suplementarias y no esenciales

Las variables se clasifican en esenciales, suplementarias y no esenciales.

- Variable esencial es aquella que al modificarse puede afectar las propiedades físicas, químicas o mecánicas de la unión soldada. Si se alteran estas variables el WPS debe ser recalificado.
- Variables esenciales suplementarias son aquellas que un cambio en la especificación de estas variables puede afectar las propiedades de resistencia al impacto de la unión soldada.
- Variables no esenciales son todas aquellas cuyo cambio no afecta las propiedades mecánicas de la unión soldada.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	4 de 7
		Revisión:	
		Fecha:	

3.5 Variables esenciales


Cuando se cambian cualquiera de estas variables esenciales un procedimiento de soldadura debe ser recalificado:

- Material Base
- Diseño de la junta
- Posición
- Espesor de pared
- Metal de aporte
- Características eléctricas
- Tiempo entre pases
- Dirección de soldadura
- Velocidad de avance
- Pre calentamiento
- Tratamiento térmico post-soldadura

3.6 Contenido del procedimiento

Asegure que el procedimiento tenga la siguiente información:

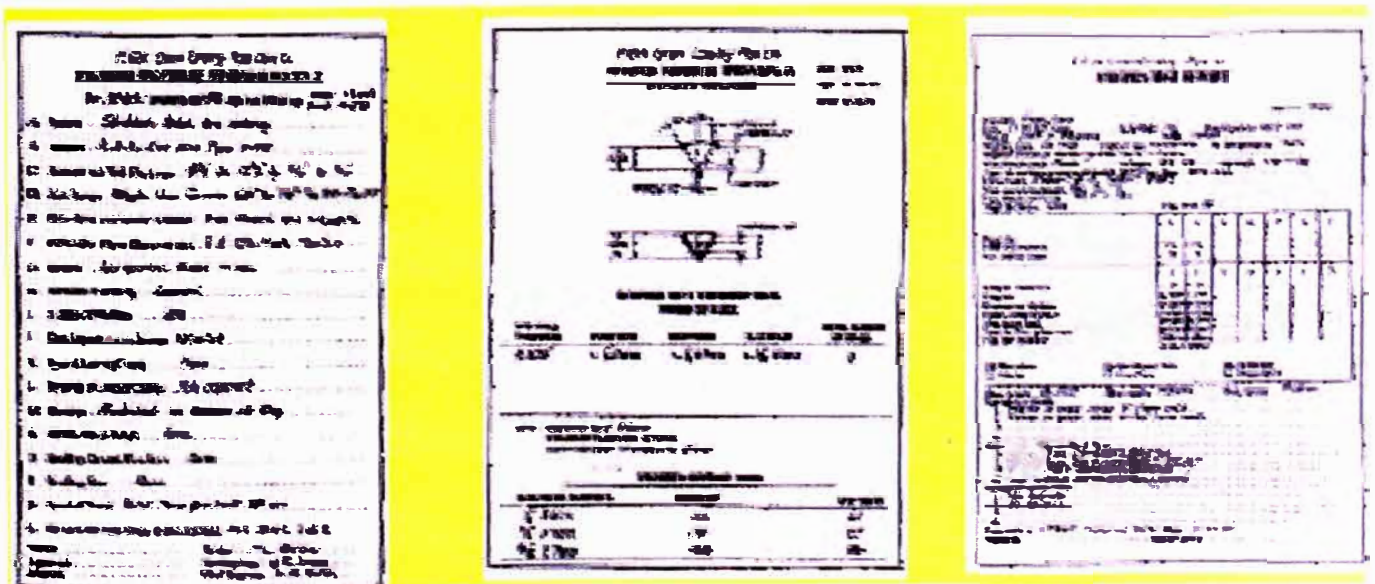
- Identificación del proceso especificado manual, automático ó Semiautomático.
- Identificación del diámetro y el rango de espesor para el cual es aplicable el procedimiento.
- Muestra del mapa de la junta.
- Angulo de preparación, dimensión de la raíz, dimensión y forma de la soldadura de filete, cuando se esté utilizando. Cuando se utiliza un respaldo deberá ser diseñado.
- Dimensión y clasificación del metal de relleno y el número mínimo de cordones y la secuencia de aplicación.
- La corriente eléctrica y la polaridad requerida, así como el voltaje y amperaje para cada tipo de electrodo ó cable utilizado.
- Señalamiento de las características de la flama neutral, reductora u oxidante así como la dimensión de acuerdo al fundente.
- Señalar la posición de la aplicación.


	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	5 de 7
		Revisión:	
		Fecha:	

- Indicar el tiempo máximo entre la aplicación del primer cordón y el segundo cordón así como entre el segundo y los demás.
- La posición de la grapa de alineación y el porcentaje de soldadura que se deberá aplicar antes de quitarla.
- El método de limpieza que se utilizará.
- Requerimiento de tratamiento de precalentamiento o post calentamiento, así como los métodos usados, la temperatura y el control de la misma, el rango de temperatura ambiente.
- Composición del gas de protección y la velocidad del flujo.
- Indique el tipo de fundente protector.
- Rango de velocidad en mm/s para la aplicación de cada fase de la soldadura.

3.7 Formato para procedimiento según API 1104

API 1104 requiere que se prepare un documento con el valor de las variables a usar tales como: metal base, metal de aporte, posición, precalentamiento, tratamiento térmico, gases protectores, configuración de la junta, características eléctricas y técnica a emplear. Hoja de datos de la Especificación del Procedimiento de soldadura según API y de reporte de pruebas.



	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página: 6 de 7
		Revisión:
		Fecha:

3.8 Trabajos de calificación de procedimiento

Para realizar una calificación del procedimiento de soldadura (PQR) la secuencia es la siguiente:

- Se estudian el área de trabajo y las variables del proceso,
- Se redacta un WPS inicial,
- Se comprueba las condiciones del equipo de soldadura,
- Se prepara un ensamble de prueba,
- Se instruye al soldador sobre el WPS,
- El soldador realiza la unión bajo la supervisión del inspector que anota los valores reales,
- El ensamble de prueba se identifica, se trazan y se remueven las muestras para las pruebas mecánicas según lo indique el código aplicable,
- Se realizan las pruebas mecánicas,
- Se evalúan los resultados y de ser satisfactorios se emite un WPS final y su correspondiente PQR.
- El PQR (Procedure Qualification Record) es el registro de la calificación del procedimiento que valida al WPS y reúne los valores reales bajo los que se realizó la soldadura del ensamble de prueba y los resultados de las pruebas destructivas y no destructivas para la calificación del procedimiento.
- Un WPS puede tener varios PQR por: cambio de alguna variable esencial, por adición de pruebas para la calificación, por actualización y por solicitud del inspector.

3.9 Ensayos destructivos

Tipos de ensayo

Para ensayar la soldadura a tope, se preparará la probeta de acuerdo a lo establecido en la norma API 1104, conforme se indica en la siguiente tabla.

Los ensayos a someter la probeta comprende:

- Prueba de nick-break.
- Prueba de doblez de raíz y de cara.
- Prueba de flexión lateral.
- Ensayo de tracción


	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	7 de 7
		Revisión:	
	Fecha:		

Tabla: Tipo y número de probetas para prueba de calificación del procedimiento

Tipo y Numero de probetas para Ensayo de Calificación de Procedimiento							
Diámetro exterior de la tubería		Numero de probetas					
pulgadas	milímetros	resistencia a la tracción	Rotura con entalla	Doblado de raíz	Doblado de cara	Doblado de lado	total
espesor de pared \leq 0.500 " (12.7mm)							
<2.375	<60.3	0(b)	2	2	0	0	4(a)
2.375-4.500	60.3-114.3	0(b)	2	2	0	0	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	2	2	0	8
>12.750	>323.9	4	4	4	4	0	16
espesor de pared $>$ 0.500 " (12.7 mm)							
\leq 4.500	\leq 114.3	0(b)	2	0	0	2	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	0	0	4	8
> 12.750	>323.9	4	4	0	0	8	16

4. RESPONSABILIDADES

a) Gerente de construcción

- Autorizar la elaboración de los procedimientos de soldadura para los trabajos de soldadura.
- Coordinar con el Jefe de QA/QC la ejecución de los procedimientos de soldadura.

b) Jefe QA/QC

- Verificar la elaboración y calificación del procedimiento de soldadura.
- Evaluar los resultados de los ensayos destructivos.
- Mantener todos los procedimientos de soldadura organizados.


c) Supervisión del cliente

- Revisar y aprobar los procedimientos de soldadura.
- Dar el visto bueno a los procedimientos de soldadura, para que sean utilizados en la calificación de soldadores.

5. REGISTROS

Los registros a emplear son:

- Especificación del Procedimiento de Soldadura
- Reg. Calificación Procedimiento de Soldadura
- Toma de Datos de Soldadura

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DE SOLDADORES	Página:	1 de 5
		Revisión:	
		Fecha:	

1. OBJETO

Definir el proceso a seguir durante la calificación de todos los soldadores que participan en los trabajos de fabricación en el proyecto Distribución de Gas Natural para Lima y Callao.

2. REFERENCIAS


- Contrato del Proyecto.
- Norma API-1104
- NTP ISO 9001:2001, Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.

3. EJECUCION

3.1 General

Para proceder a la calificación de soldadores se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las pruebas de calificación tienen como propósito, determinar la habilidad de los soldadores, para efectuar soldaduras sanas en la construcción de la línea de gas.
- El contratista debe probar a todos los soldadores que pretendan formar parte del grupo que ejecutará las soldaduras, en cada uno de los procedimientos calificados y aceptados por el cliente, debiendo ser dos soldadores, para pruebas en tuberías con diámetros mayores de 16 in, debiendo pasar el examen visual de la soldadura efectuada, quedando en espera de los resultados de la inspección radiográfica y de las pruebas destructivas conforme a los señalamientos del API 1104.
- El equipo de soldadura, instrumentos de medición, material de aporte y tuberías necesarias para las pruebas de soldadores, deberán ser suministrados por la contratista y cumplir con las especificaciones del proyecto y los requerimientos para su certificación.
- Los electrodos deberán tener clasificación de la AWS.
- Las soldaduras de ensayo a tope y/o de filete, deben ser inspeccionadas por los métodos no destructivos que se utilizaran en el proyecto y calificadas de acuerdo a los estándares del API 1104, capítulo 9.
- En virtud de los resultados obtenidos de las pruebas destructivas y no destructivas realizadas para calificar a los soldadores, se aceptara los que cumplen con los estándares de aceptación del código aplicado.


	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DE SOLDADORES	Página:	2 de 5
		Revisión:	
		Fecha:	

- Los soldadores deben ser calificados, aprobados y certificados por una empresa acreditada, los cuales deben cumplir con los parámetros indicados en el API Standard 1104

3.2 Secuencia de actividades

La secuencia es la siguiente:

- Seleccionar un WPS calificado.
- Comprobar las condiciones del equipo de soldadura.
- Preparar un ensamble de prueba.
- Instruir al soldador sobre el WPS.
- Indicar el tiempo de realización de la soldadura.
- El soldador realiza la unión bajo la supervisión del inspector, el cual anota los valores reales bajo los cuales se realizó la soldadura.
- El ensamble de prueba se identifica, se traza y se remueven las muestras para las pruebas mecánicas según lo indique el documento aplicable.
- Se realizan las pruebas mecánicas que indica el documento aplicable.
- Establecer diferentes números de muestras y de pruebas para calificar a los soldadores. Se deben seleccionar los ensambles que cubran el mayor número de variables y del que se puedan obtener la mayor cantidad de muestras de calificación.
- Se evalúan los resultados de las pruebas y de ser satisfactorios se emite el registro de calificación del soldador.
- Se le asigna una identificación al soldador para marcar su trabajo
- Se emiten copias controladas a todo el personal involucrado.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	CALIFICACIÓN DE SOLDADORES	Página: 3 de 5
		Revisión:
		Fecha:

3.3 Variables esenciales para las pruebas de calificación

El API 1104 en el numeral 6, la sección 6.2.2 define las variables esenciales a tomar en cuenta para la calificación de soldadores:


- Cambio en el proceso de soldadura.
- Cambio en la dirección de soldadura de posición vertical hacia arriba a vertical hacia abajo y viceversa.
- Cambio en la clasificación del metal de aporte del grupo 1 ó 2 al grupo 3, ó del grupo 3 al grupo 1 ó 2.
- Un cambio de un grupo de diámetro exterior a otro, los grupos se definen:
 - $e < 60.3 \text{ mm}$
 - e desde 60.3 mm hasta 323.9 mm
 - $e > a 323.9 \text{ mm}$
- Un cambio en el espesor de pared, los grupos se definen:
 - Espesor de pared nominal de tubo menor a 4.8 mm.
 - Espesor de pared nominal de tubo desde 4.8 mm hasta 19.1 mm.
 - Espesor de pared nominal de tubo mayor a 19.1 mm.
- Cambio en posición.
- Cambio en el diseño de junta.

3.4 Inspección visual

Una soldadura aceptada visualmente, debe estar libre de rajaduras, penetración inadecuada y otros defectos además debe tener un buen acabado. El socavado adyacente al cordón final en el exterior del tubo no debe ser mayor que 1/32 in de profundidad ó 12,5% del espesor de la pared del tubo, cualesquiera valor que sea más pequeño, y no debe haber más de 2 in de socavado en cualquier longitud continua de 12 in de soldadura.

3.5 Radiografía

La soldadura a tope para calificación del soldador se examina mediante radiografías. El soldador será descalificado, si algunas de las soldaduras de prueba, no cumplen con los criterios de aceptación dados en API 1104.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DE SOLDADORES		Página: 4 de 5
			Revisión:
			Fecha:

3.6 Tipo y número de probetas para prueba de calificación de soldadores

El número total de probetas y los ensayos a que deben ser sometidos se muestran en la siguiente tabla:

Tipo y Numero de probetas de Soldadura a Tope para soldador para Ensayo de Calificación de soldador y para Ensayos Destructivos de Soldadura de Producción							
Diámetro exterior de la tubería		Número de probetas					
pugadas	milímetros	Resistencia a la tracción	Rotura con entalla	Doblado de raíz	Doblado de cara	Doblado de lado	total
espesor de pared ≤ 0.500 " (12.7mm)							
<2.375	<60.3	0	2	2	0	0	4(a)
2.375-4.500	60.3-114.3	0	2	2	0	0	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	2	0	0	6
>12.750	>323.9	4	4	2	2	0	12
espesor de pared > 0.500 " (12.7 mm)							
≤ 4.500	≤ 114.3	0	2	0	0	2	4
>4.500-12.750	>114.3-323.9	2	2	0	0	2	6
> 12.750	>323.9	4	4	0	0	4	12


3.7 Código del soldador

A cada soldador que pase la prueba se identificará con un código (estampa) para que identifique cada cordón de soldadura que realice. Dicho código estará registrado en el formato de "Calificación de soldadores" aplicable para el presente proyecto.

3.8 Registros de calidad

Los resultados de las pruebas de cada soldador deben registrarse, en el formato que emita la empresa calificadora, además se debe de mantener una lista de los soldadores calificados.

Cada soldador, contará con su fotocheck de soldador firmado por el cliente, el cual acreditará que esta apto para proceder a soldar en la técnica aprobada. Se revisará toda la documentación asociada a los trabajos de calificación de soldadores, verificará física y documentalmente que los requisitos de calidad previamente establecidos hayan sido completamente cubiertos.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CALIFICACIÓN DE SOLDADORES	Página:	5 de 5
		Revisión:	
	Fecha:		

4. RESPONSABILIDADES

a) Gerente de Construcción

- Autorizar los recursos y aprobaciones para la realización de las calificaciones a los soldadores.
- Coordinar con el Jefe QA/QC la ejecución de los trabajos de calificación.

b) Supervisor de soldadura

- Disponer de soldadores calificados, acorde con la necesidad del proyecto.
- Disponer el retiro del soldador debido a la mala calidad del trabajo de soldadura.
- Asegurar el cumplimiento de las pruebas y controles a los trabajos de soldadura.


c) QA/QC

- Llevar control de los soldadores calificados del proyecto.
- Verificar el cumplimiento del presente procedimiento.
- Asegurar el cumplimiento de las pruebas y controles a los trabajos de soldadura.

5. REGISTROS

Los registros a emplear son:

- Relación de Soldadores Calificados

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	TRABAJO DE SOLDADURA EN CAMPO		Página: 1 de 5
			Revisión:
			Fecha:

1. OBJETO

Tiene por objeto establecer la metodología que se empleará durante los trabajos de inspección de la soldadura a efectuarse en obra.

2. REFERENCIAS

- Contrato del Proyecto.
- ASME B31.8, Gas Transmisión and Distribution Piping Systems.
- Norma API 1104
- NTP ISO 9001:2001, Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos.

3. EJECUCIÓN

3.1 General

Para el alineamiento de los extremos colindantes de las tuberías se debe minimizar el desalineado entre las superficies, cuando se tenga tuberías del mismo espesor nominal, el desalineamiento no debe exceder 1/8 in (3 mm). En caso de presentarse variaciones mayores, se aceptara siempre que sean causadas por variaciones de los extremos de las tuberías dentro de las tolerancias especificadas en la compra, y las variaciones estén distribuidas de manera uniforme alrededor de la circunferencia de la tubería.

3.2 Secuencia de actividades


Se consideran las siguientes actividades:

- Alineamiento de tuberías
- Inspección de soldadura
- Registro de datos de soldadura

3.3 Alineamiento de tuberías

- Se usaran dispositivos de alineamiento del tipo grampa externa.
- Para efectuar el alineamiento de tuberías se podrá hacer uso de grúas y/o camión hiab, se debe tener en cuenta la capacidad de carga y cumplir con los requerimientos de seguridad establecidos en el proyecto.



	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	TRABAJO DE SOLDADURA EN CAMPO	Página:	2 de 5
		Revisión:	
		Fecha:	


- Se podrá retirar el dispositivo de alineamiento antes del término del pase de raíz, siempre que se haya efectuado cordones distribuidos en segmentos iguales y espaciados uniformemente a lo largo de la circunferencia de la junta.
Los segmentos de pase de raíz deben sumar una longitud mayor al 50% de la circunferencia de la tubería.
- Las tuberías quedarán a una altura de 50 cm para que los soldadores tengan la comodidad necesaria para el soldeo.
- La ubicación de la costura longitudinal de los tubos deben estar alternados entre el 1ro y 4to cuadrante, separados 10 in.
- Cuando se realicen empalmes de soldadura entre una tubería curvada y una recta, se tendrán las siguientes consideraciones respecto a las costuras longitudinales del tubo:
 - a) Tubería recta.- La ubicación de la costura longitudinal del tubo, siempre coincidirá con el lomo de la tubería.
 - b) Tubería curvada.- La ubicación de la costura longitudinal del tubo, siempre estará de acuerdo al tipo de curva

3.4 Inspección de soldadura

a) Antes

- Todas las soldaduras deben ser ejecutadas de acuerdo con los procedimientos de soldadura aprobados.
- La zona a soldar se debe encontrar limpia (2 in. a cada extremo de la tubería) de pintura, grasa, oxido y otras impurezas que puedan contaminar la soldadura.
- Se debe contar con medidores de temperatura.
- Para la ejecución de las soldaduras contará con carpas para la protección del viento y/o lluvia.
- Para empalmar tuberías de diferentes espesores, se llevará a cabo las preparaciones de los biseles de acuerdo con los lineamientos de la norma ASME B31.8.




	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	TRABAJO DE SOLDADURA EN CAMPO	
	Página:	3 de 5
	Revisión:	
	Fecha:	

b) Durante

- Se debe verificar el buen manipuleo del metal de aporte, manteniéndose en las condiciones que recomienda el fabricante del producto.
- Se debe verificar que se esté realizando la limpieza entre cada pase de soldadura, se puede utilizar herramientas mecánicas o manuales, teniendo en cuenta lo especificado en el procedimiento.
- Se debe verificar que la temperatura de precalentamiento sea 100°C en el pase de raíz y pase en caliente.
- Las grampas serán removidas cuando se complete el 50% de la soldadura en el pase de raíz.
- La tubería no deberá ser levantada o movida durante la soldadura.
- De no concluirse con los trabajos de soldadura en una junta (pases de relleno y acabado), estas se podrán completar en la siguiente jornada de trabajo (siguiente turno, siguiente días de trabajo, etc.), teniendo en cuenta que, solo se puede dejar una soldadura para la siguiente jornada, cuando se haya completado con un pase de relleno. Para continuar con la soldadura en la nueva jornada de trabajo se precalentará la junta a 100°C.
- Como mínimo se verificara los parámetros eléctricos de una junta soldada por día de trabajo, registrándose en el formato aprobado para el proyecto.

c) Después

- Las juntas parcialmente soldadas no serán movidas o bajadas a la zanja y se precalentará antes de reiniciar los trabajos de soldadura.
- Se verificara visualmente el acabado y las dimensiones del cordón de soldadura. La altura del refuerzo en el diámetro interior no debe ser mayor de 1/16 in por encima del material base.
La altura del refuerzo en el diámetro exterior no debe ser mayor de 1/8 in por encima del material base, los criterios de aceptación para inspección visual y END serán de acuerdo al Standard API 1104

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	TRABAJO DE SOLDADURA EN CAMPO		Página: 4 de 5
			Revisión:
			Fecha:

- El 100% de las juntas soldadas serán evaluadas a través de END.
- Al final de cada jornada, los extremos de cada tramo de tubería se tapan para evitar el ingreso de elementos extraños a la línea del gasoducto.

3.5 Cruces con interferencias y empalmes especiales (tie-in)

En los cruces y empalmes especiales se tomará las siguientes consideraciones:

- Las juntas por soldar en los empalmes se realizarán preferentemente dentro de la zanja, para esto la zanja tendrá dimensiones especiales para dar facilidades al soldador.
- Culminado el soldeo de la junta se realizará el END a la brevedad del tiempo.




3.6 Registro de datos de soldadura

Se anotará sobre la tubería y en el lado visible de cada junta soldada el código del soldador por cada lado (izquierdo, derecho), considerando lado izquierdo/derecho el que resulte mirando en la dirección del flujo, la que contendrá la siguiente información:

- Código de los soldadores izquierdo y derecho (por pase)
- Código de junta
- Fecha de soldadura
- Número de tubo
- Longitud de tubo

Los trabajos de soldadura que se realicen en una jornada diaria, deberán evaluarse y registrarse.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	TRABAJO DE SOLDADURA EN CAMPO	Página:	5 de 5
		Revisión:	
		Fecha:	

4. RESPONSABILIDADES

4.1 Gerente de Construcción

- Autorizar recursos y personal necesario para las inspecciones y END.
- Coordinar con QA/QC para verificar el cumplimiento del presente procedimiento.

4.2 Jefe QA/QC

- Verificar que se cumplan con las inspecciones durante los trabajos de soldadura.
- Organizar la documentación de las pruebas y los controles realizados.


4.3 Supervisión del Cliente

- Evaluar los trabajos ejecutados por el contratista.
- Aprobar los formatos presentados por QA/QC.

5. REGISTROS

Los registros a emplear son:

- Inspección Visual de Soldadura

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CORTE Y BISELADO		Página: 1 de 4
			Revisión:
		Fecha:	

1. OBJETO

El procedimiento establece como se ejecutara el corte y biselado de los extremos de tuberías para la preparación de juntas a soldar.

2. REFERENCIAS

- Contrato del proyecto.
- NTP ISO 9001:2001, Sistemas de Gestión de Calidad

3. EJECUCIÓN

3.1 General

Para el uso de tubos en la línea, el Contratista tomará en cuenta el hecho de que los extremos del tubo pueden estar protegidos con una primera capa antioxidante. Los extremos de los tubos (bisel y cara del fondo de la soldadura) serán limpiados con una escobilla de metal, lima o pulidor. Los biseles tendrán una superficie pareja libre de laminaciones, costras, grasa, pintura, escorias, etc. Los extremos de la tubería serán biselados de acuerdo a las condiciones técnicas de la tubería de conducción entregadas. Se mantendrá un inventario detallado de las tuberías recibidas, por tipo, y una nota de su ubicación. Si se debe hacer un corte, el material de corte y los métodos de trabajo estarán sujetos a la aprobación del Propietario y/o el Ingeniero y la Organización de Inspección Reconocida. Cada 15 y 30 día del mes, el Contratista proveerá al Propietario y/o Ingeniero un resumen detallado de las tuberías cortadas que pueden ser aun usadas por el tiempo que dure el contrato (longitud mínima, sin defectos y numeradas).

El trabajo del corte de tuberías y biselado de secciones rectas se realizará con máquinas biseladoras de oxicorte, para obtener un buen acabado preliminar tanto para el corte como para el biselado que luego será terminado utilizando esmeril y disco.

3.2 Secuencia de actividades

Para el desarrollo de las actividades de corte se tomara en cuenta:

- Verificación de long. requerida
- Preparación de maquina de corte
- Corte
- Control dimensional
- Biselado



PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO

CORTE Y BISELADO

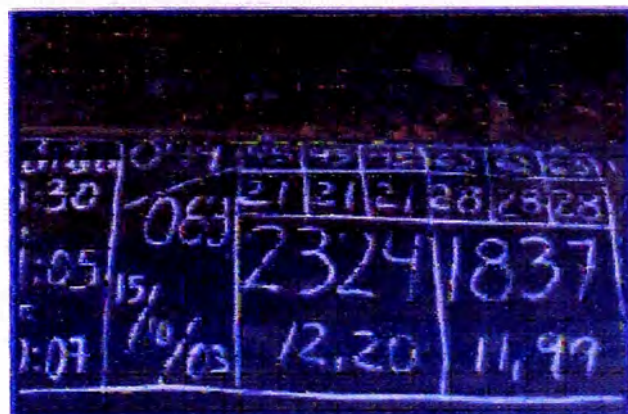
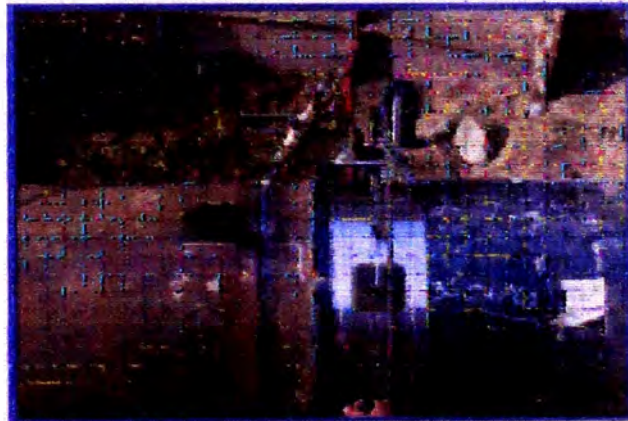
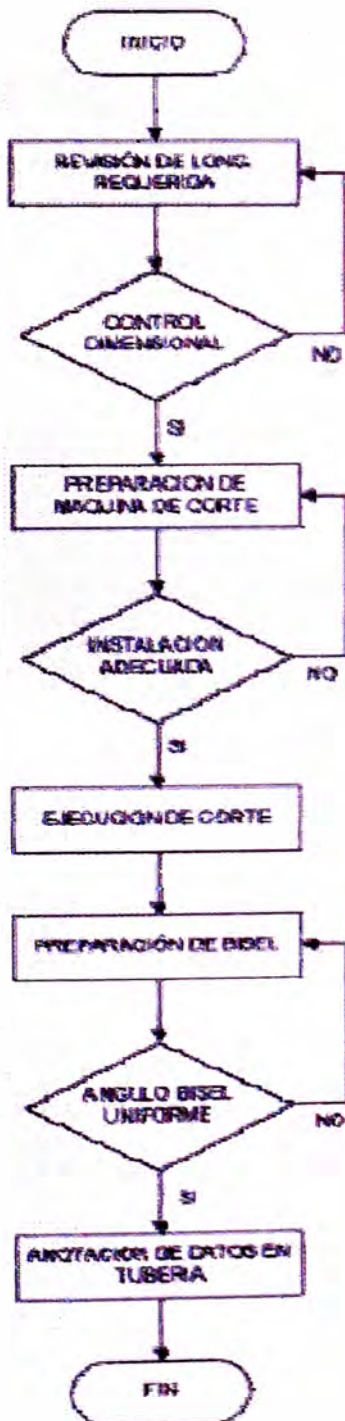
Página: 2 de 4


Revisión:

Fecha:

- Inspección Visual
- Codificación de tuberías

DIAGRAMA DE FLUJO



	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	CORTE Y BISELADO	
	Página:	3 de 4
	Revisión:	
	Fecha:	

3.3 Corte

- Cuando se genera un tramo de tubería producto del corte, se trasladará el código de la tubería matriz al nuevo tramo para mantener la identificación y trazabilidad de la tubería.
- Si la soldadura de alguna junta es rechazada, después de la primera reparación, la sección de tubería donde se encuentre la junta soldada será cortada.

3.4 Control dimensional

Para las tolerancias de biselos de tuberías de diferente espesores adyacentes, se procederá conforme a ANSI B31.4 y ANSI B 31.8

3.5 Biselado

Los extremos biselados deben ser lisos y uniformes, las dimensiones deben estar de acuerdo a lo especificado en el procedimiento, durante la operación del biselado, se removerá impurezas al menos 50 mm del metal base adyacente del bisel.

3.6 Inspección visual


- Se verificará que las superficies cortadas y biseladas para ser soldada, estén libre de aceite, humedad, escamas de laminación, pintura o cualquier otra materia extraña que pueda contaminar la soldadura.
- De existir bordes ásperos e irregulares estos serán amolados hasta obtener un acabado aceptable.
- Se verificará que las superficies estén libres de puntos calientes (áreas azuladas). De ser necesario un examen más profundo, se realizará por medio de ensayos no destructivos.

3.7 Codificación de tuberías cortadas

Cuando se modifica la longitud nominal del tubo, esta variación debe reflejarse en los registros de “corte y biselado de tuberías”. Los casos que se presentan para la codificación son:

Caso1: Corte de tubería

Cuando se corta una tubería a partir del tamaño nominal, a las partes de la tubería se le agregará las letras “A” y “B”, siendo “A” la que esté quedando instalado en la línea y “B” la que esté libre (de ser el caso). De requerir un nuevo corte del niple B, al niple que quede instalado se le asignara B y al que quede suelto se le asignara C, y así sucesivamente.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CORTE Y BISELADO	Página:	4 de 4
		Revisión:	
		Fecha:	

Caso 2: Corte de junta soldada

Cuando una junta sale rechazada y se tenga que cortar, la codificación de los dos tubos implicados tendrán dos alternativas de codificación:

1. Si la(s) tubería(s) antes del corte, tiene longitud nominal, a la nueva codificación del tubo cortado se le agregará la letra "A".
2. Si la(s) tubería(s) antes del corte tiene longitud diferente a la nominal, la codificación del tubo cortado deberá mantenerse.

Caso 3: Corte de niples menor a un metro

Cuando a una tubería se le tenga que realizar un corte menor a un metro (ajuste por efecto de construcción), tendremos dos alternativas de codificación:

1. Si la tubería cortada tenía una longitud nominal antes del corte, al código del tubo se le agregará la letra "A".
2. Si la tubería cortada tenía una longitud diferente a la nominal antes del corte, el código del tubo no debe variar, sino mantenerse al código inicial.

3.8 Control documental

Cuando se haya completado el corte y/o biselado de los extremos de una tubería, los datos relacionados con dicha actividad serán registrados, para dejar evidencia del trabajo realizado.

4. RESPONSABILIDADES

a) Gerente de Construcción

- Dar a conocer a los ingenieros de campo y supervisores el presente procedimiento.
- Indicar la necesidad de su aplicación.

b) Supervisión del Cliente

- Dar la aprobación para ejecutar los cortes y biselados de zonas de curvas traslapes de líneas de tubería.


c) Jefe de QA/QC

- Verificar la codificación de la reparación.
- Verificar que se registren todos los cortes efectuados en la Línea del Gasoducto.
- Verificar que las dimensiones de los biseles estén conforme al procedimiento de soldadura.

5. REGISTROS

Los registros a emplear son:

- Corte y biselado de tuberías

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	INSPECCIÓN Y END		Página: 1 de 3
			Revisión:
			Fecha:

1. OBJETO

Definir las acciones relacionadas con el uso de los ensayos no destructivos en los trabajos de soldadura que se ejecutarán en el proyecto.

2. REFERENCIAS

- Contrato del proyecto.
- ASME B31.8, Gas Transmission and Distribution Piping Systems.
- Norma API-1104.
- NTP ISO 9001:2001, Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos.

3. EJECUCION

3.1 Generalidades

La organización de inspección reconocida y el propietario y/o ingeniero supervisaran e inspeccionaran las actividades de soldadura de acuerdo con las previsiones establecidas en los documentos del contrato.

Los cordones de soldadura en las tuberías tienen que ser inspeccionados desde el inicio de la preparación del bisel de tubería, hasta obtener una junta soldada acompañada del registro que evidencie el cumplimiento de la norma API 1104.

Los cordones de soldadura deberán contar con el 100% de Inspección visual (IV) y de ultrasonido (UT) o radiografía.

Las uniones soldadas serán probadas antes de la pintura y/o recubrimiento.

3.2 Inspección visual


Se inspeccionaran el 100% de las juntas soldadas e interpretadas de acuerdo con el API 1104.

3.3 Inspección por ultrasonido

El 100% de las juntas soldadas serán inspeccionadas por ultrasonido, la ejecución de las inspecciones estarán bajo control del cliente. Los criterios de aceptación serán en base a lo estipulado en el Standard API 1104.

3.4 Inspección por radiografía

En los casos que por razones del proceso constructivo, no se pudiera realizar un ensayo por ultrasonido, se procederá al empleo de ensayos por placas radiográficas, lo cual debe ser informado previamente y aprobado por el cliente. Los criterios de aceptación serán en base a lo estipulado en el Standard API 1104.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	INSPECCIÓN Y END	
	Página:	2 de 3
	Revisión:	
	Fecha:	

3.5 Procedimientos de trabajo

Antes de iniciar los trabajos de inspección por ultrasonido o radiografía, se verificara el estado de equipo, condiciones, calibraciones y otros aspectos.

3.6 Calificación de personal

La empresa que realice los servicios de ensayo no destructivo debe contar con personal calificado según ASNT u otro programa de certificación nacional reconocida, solo personal con Nivel II o Nivel III, será el encargado de interpretar los resultados de inspección y emitir los reportes correspondientes.


3.7 Seguimiento de inspección por ultrasonido

Conforme se tenga avance de los trabajos de soldadura y desde el inicio, se mantendrá la trazabilidad de las juntas soldadas por soldador, basado en los reportes de ultrasonido entregados por el cliente. La información procesada permitirá evaluar el rendimiento de los soldadores. El seguimiento y control de la inspección por ultrasonido será permanente y durante todo el proyecto.



Armado de equipo

Inspección conforme avance de obra

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	INSPECCIÓN Y END		Página: 3 de 3
			Revisión:
			Fecha:

4. RESPONSABILIDADES

4.1 Jefe de Frente


- Autorizar la implementación de un sistema de inspección de los trabajos de soldadura.
- Coordinar con QA/QC para el inicio de los trabajos de inspección por ultrasonido.

4.2 QA/QC

- Tomar acciones correctivas, de aquellas juntas que tienen defectos de soldadura
- Evaluar los resultados de acuerdo con los criterios de aceptación descritos en la norma API 1104 y el código ASME B31.8.
- Mantener los reportes de inspección visual e inspección por ultrasonido para su evaluación y toma de decisiones de la acción correctiva de ser aplicable.

4.3 Supervisión del cliente

- Entrega diaria de reportes de ultrasonido a QA/QC.
- Emitir observaciones de aquellos cordones que tengan defectos y/o falta de documentación.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	REPARACIÓN DE SOLDADURA	Página:	1 de 5
		Revisión:	
		Fecha:	

1. OBJETO

Establecer como se ejecutarán las reparaciones de soldadura requeridas debido a los resultados de las pruebas de ensayos no destructivos.

2. REFERENCIAS

- Contrato del proyecto.
- NTP ISO 9001:2001, Sistemas de Gestión de Calidad
- Estándar API 1104

3. EJECUCIÓN

3.1 General

El contratista estará obligado a reparar las soldaduras que sean juzgadas defectuosas por la Organización de inspección reconocida, esto será efectuado dentro de las horas normales de trabajo.

3.2 Secuencia de actividades

Las reparaciones se realizarán bajo un procedimiento establecido y calificado para demostrar que la soldadura a producir será de propiedades mecánicas satisfactorias. Se determinará por ensayo no destructivo, el tipo y número será a criterio de la compañía. Se consideran como actividades de reparación las siguientes:

- Método de identificación del defecto.
- Método de remoción del defecto
- Requerimientos de precalentamiento y tratamiento térmico entre pases.
- Requerimientos para ensayos no destructivos entre pases.

3.3 Método de identificación del defecto

Se identifica por medio de los ensayos no destructivos a realizar, una vez identificado el personal de END deberá marcar con pintura ó marcador de metal la zona con defecto, indicando:

- El tipo de defecto (falta de fusión, escoria, etc)
- Ubicación y longitud del defecto.
- La profundidad y la zona donde se encuentre (raíz, caliente, relleno o acabado)

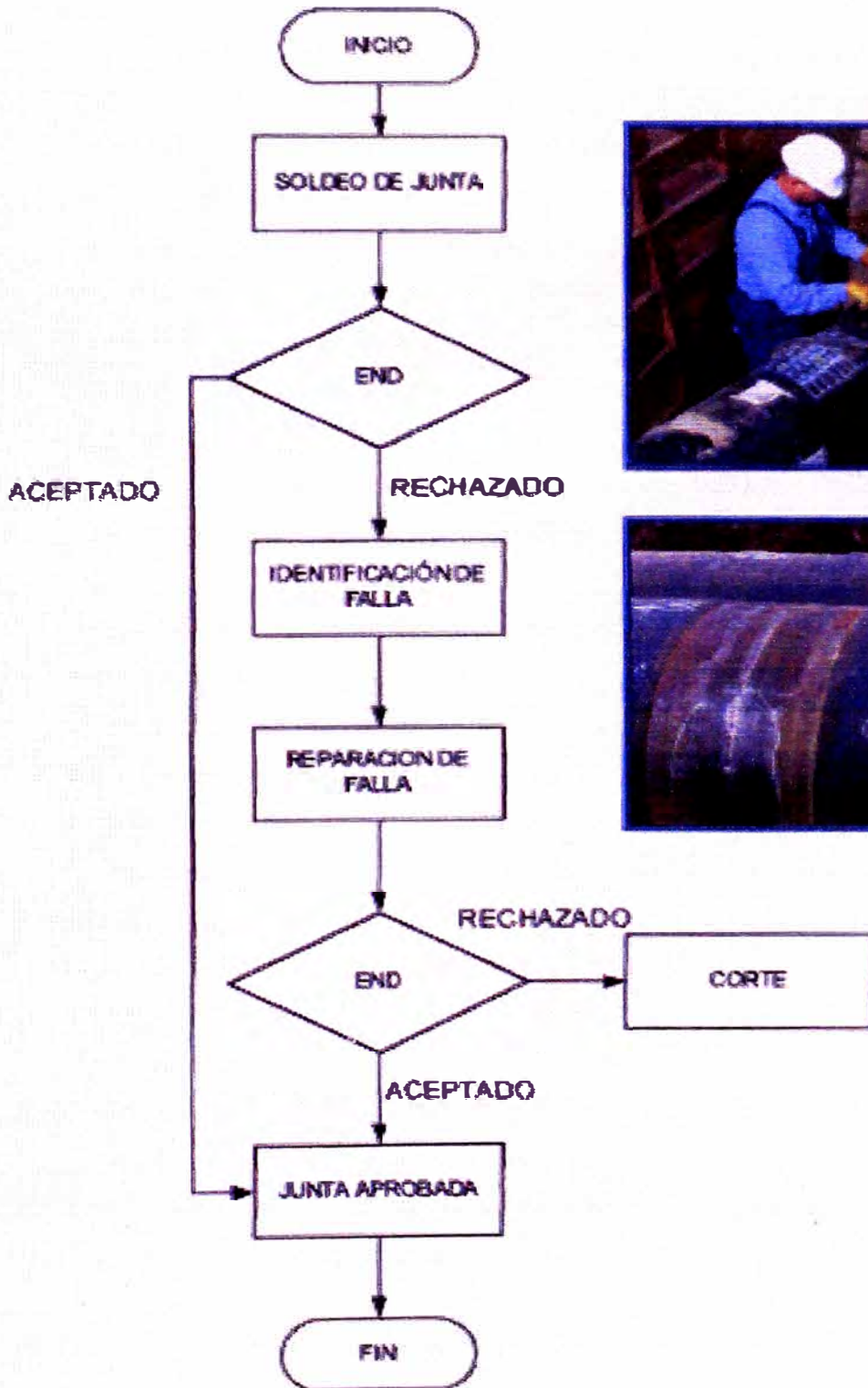





**PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE
CAMISEA EN LIMA Y CALLAO**

REPARACIÓN DE SOLDADURA

Página: 2 de 5
Revisión:
Fecha:



	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	REPARACIÓN DE SOLDADURA	Página:	3 de 5
		Revisión:	
		Fecha:	

3.4 Método de remoción del defecto

El soldador calificado que realice la reparación se guiará de las marcas dejadas en las tuberías a reparar teniendo en cuenta los reportes de END. Además todos los datos de reparación se consignarán en los reportes de END. La remoción es el proceso de eliminación de la zona que ha sido calificada como defecto.

a. Aceptación o rechazo de defectos

Una vez identificado el defecto y su ubicación, el criterio para aceptación o rechazo se realizará según el Standard API 1104, como lo expresa en el capítulo 9:

- Sección 9.3: Ensayo Radiográfico - RT
- Sección 9.6: Ensayo de ultrasonido-UT

También se tendrá en cuenta:

Si la reparación sale rechazado entonces la junta soldada se corta.

Si existen defectos en un 25% en longitud del diámetro en la raíz, entonces la junta se corta.

Si existen defectos en un 30% en longitud del diámetro en zonas diferentes a la raíz entonces la junta se corta.

b. Defectos en zonas de difícil acceso

Cuando los defectos estén ubicados en zonas de difícil acceso, el personal responsable de los trabajos de soldadura, conjuntamente con el de la supervisión del cliente evaluarán la ubicación de la zona defectuosa y el tipo de defecto. Ante tal situación, el contratista podrá optar, bajo su responsabilidad, por el corte de la junta debiendo asegurar la trazabilidad de la soldadura. Para tal efecto el personal encargado de control de calidad generará un reporte de no conformidad.


3.5 Pre calentamiento

Toda el área de la reparación deberá ser precalentada a 120°C y a una distancia adyacente de 70mm de la zona reparada.

La temperatura de pre calentamiento deberá ser mantenida durante todo el tiempo que dure la soldadura de la reparación.

3.6 Restricciones

- a. La separación entre 2 reparaciones consecutivas deberá ser como mínimo 50mm para ser reparadas individualmente.

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO	
	REPARACIÓN DE SOLDADURA	Página: 4 de 5
		Revisión:
	Fecha:	

- b. Toda la reparación será soldada en un sólo ciclo térmico. En caso de ser necesario interrumpir la soldadura se deberá tener depositados como mínimo 1/3 del espesor o 6mm cualesquiera que sea el menor.
- c. Todas las pasadas de soldadura se realizarán en forma totalmente acordonada
- d. No esta permitido una segunda reparación. Si en la inspección por END de la primera reparación, persiste el defecto, entonces se procederá al corte de la junta.

3.7 Examinación de la reparación

La terminación de la soldadura deberá estar de acuerdo con las exigencias de la Norma API 1104.

El 100% de las reparaciones serán evaluadas mediante END.

3.8 Quemaduras de arco

Las quemaduras de arco pueden ocurrir en la superficie de la tubería como resultado de golpes inadvertidos en el arco o inapropiadas conexiones a tierra.

Aparecen generalmente como una picadura o cavidad visible a simple vista o como un área densa en la radiografía. La cavidad puede estar rodeada por una zona duramente afectada por el calor, que puede tener una tenacidad menor que el material base o el depósito de soldadura.

El criterio de aceptación viene dado en la tabla A.2 del “apéndice A” de la Norma API 1104.

Las dimensiones del quemado de arco se verificarán con los “gauge of welder”. En caso de rechazo, la sección de tubería será cortada en un cilindro de 4 in. de longitud como mínimo, asegurándose que el defecto esté completamente dentro del cilindro cortado. La nueva soldadura debe ser completada en una condición sin tensiones.

3.9 Movimiento de tubería

Si se tiene la posibilidad de desplazar un tramo adyacente a la junta encontrada con defecto, dicha tubería será cortada en un cilindro de 4 in de longitud como mínimo, asegurándose que la junta rechazada esté en el centro del cilindro cortado.

4. RESPONSABILIDADES

a) Gerente de Construcción

- Dar a conocer a los ingenieros de campo y supervisores el presente procedimiento.
- Indicar la necesidad de su aplicación.



**PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE
CAMISEA EN LIMA Y CALLAO**

REPARACIÓN DE SOLDADURA

Página: 5 de 5

Revisión:

Fecha:

b) Supervisión del Cliente

- Verificar el cumplimiento de las reparaciones y liberación de los mismos.

c) Jefe de QA/QC

- Verificar que se registren todas las reparaciones y se reporten para su inspección por ultrasonido.
- Levantar la observación que existía sobre la junta a reparar, de la base de datos de juntas soldadas
- Llevar estadística de récord de performance de los soldadores, el cual servirá para la evaluación del soldador.

5. REGISTROS

Los registros a emplear son:

- Reparación de Soldadura

APENDICE "C"

REGISTROS

- C.1 Recepción de materiales y equipos
- C.2 Especificación de procedimiento de soldadura
- C.3 Reg. de calificación de procedimiento de soldadura
- C.4 Toma de datos de soldadura
- C.5 Relación de soldadores calificados
- C.6 Inspección visual de soldadura
- C.7 Corte y biselado de tuberías
- C.8 Reparación de soldadura
- C.9 Registro de no conformidad



PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO

RECEPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

Página:

2 de 2

Revisión:


Fecha:

RELACION DE MATERIALES

Item	Código	N° serie	Descripción	Cant.	Documento entrada	Defectos visibles	Suministrado por	Certf. Cal.	Certf. Calb.	Ingreso a almacén		Observaciones
										SI	NO	

RESULTADO

CONTRATISTA	QA/QC	CLIENTE


	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	1 de 2
		Revisión:	
		Fecha:	

NOMBRE COMPAÑÍA:	
Identificación	Revisión: _____ Fecha: __ / __ / __ Por: _____
Proceso de soldadura	Autorizado por: _____
	Tipo: Manual _____ semiautomático _____
	Automático _____


*JUNTAS (QW-402)	Esquema
Diseño de junta: _____	
Respaldo : _____ (No) _____	
Anillo de respaldo (tipo): _____	
Metal _____ Metal no fundible _____	
No metálico _____ Otro _____	
Bosquejos, dibujos de producción, símbolos de soldadura o descripciones escritas mostrarán el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, los espacios de raíz y los detalles de la soldadura podrán ser especificados	

* METALES BASE (QW-403)	
P.N.º _____ Grupo N° _____ P N° _____ Grupo N° _____	
Tipo de especificaciones y grado :	_____
Análisis Quím. y Prop. Mec. :	_____
Rango de Espesor : _____	
Metal Base : _____ Ranura : _____ Filete : _____	
Rango de diam. de tubería : _____ Ranura : _____ Filete : _____	
Otro : _____	

* METALES DE APORTE (QW-404)		
Spec No (SFA)		
AWS No (Clase)		
F-No		
A-No		
Diámetro de metal de aporte		
Metal soldado		
Rango de espesor		
Ranura		
Filete		
Electrodo fúndente (Clase)		
Marca del fúndente		
Insertar consumible		
Otro		

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	REG. CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	Página:	1 de 1
		Revisión:	
	Fecha:		

ESPECIFICACION DE LAS VARIABLES (API 1104)		Fecha: _____
Informe de radiografía de respaldo: _____ ; _____		
Especificación de procedimiento de soldadura (EPS): _____, Rev.: _____		
Nombre del soldador: _____		
VARIABLES DEL PROCESO	VALORES ACTUALES	RANGO CALIFICACIÓN DEL EPS
* Proceso		
* Material (Tuberías y accesorios)		
* Diámetro		
* Espesor de pared		
* Diseño de la junta		
* Metal de aporte (raíz)		
* Metal de aporte (caliente/relleno/acabado)		
* Numero de pases		
* Polaridad raíz DC (+/-)		
* Polaridad otros DC (+/-)		
* Posición de la junta		
* Dirección de soldadura (Asc/Des)		
* Raíz		
* Otros		
* Limpieza y/o amolado		
* Pre calentamiento		
Resultado de los ensayos mecánicos: Aprobados () No Aprobado ()		
Resultado de la inspección radiografía: Aprobado () No Aprobado ()		
Informe de inspección radiográfica No: _____		
Nivel II ASNT-TC-1A/ISO 9712 inspección radiográfica (Firma y código): _____		
Ensayo de calificación de procedimiento conducido por : _____		
DOCUMENTOS ADJUNTOS		
Supervisor de Soldadura	QA/QC	Cliente

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	TOMA DE DATOS DE SOLDADURA		Página: 1 de 1
			Revisión: Fecha:

TOMA DE DATOS POR :	FECHA :
----------------------------	----------------

CARGO :	LUGAR :
DATOS PARA LA SOLDADURA :	ELEMENTOS A SOLDAR :
() Calificar procedimiento de soldadura () Calificar soldadores () Soldadura en la línea	() Soldadura de tubería () Soldadura de tubería y accesorio
CODIGO DE JUNTA :	ESQUEMA DE JUNTA :
DATOS DE SOLDADORES	
INICIALES	ESTAMPA
	EPS.CALIF
	TIPO DE JUNTA :


DATOS TECNICOS DEL METAL BASE	
ESPECIFICACION:	DIAMETRO Y ESPESOR:
DATOS TECNICOS DEL METAL DE APORTE	
ESPECIFICACION AWS :	DIAMETROS A UTILIZAR:
DIRECCION DE SOLDADURA ASC-DES:	
POSICIÓN :	TIEMPO ENTRE PASES :
PRECALENTAMIENTO :	TIEMPO DE EJECUCIÓN :
TIPO DE ALINEAMIENTO :	

LIMPIEZA Y ESMERILADO U OTROS:

DATOS DE LA SOLDADURA							
Nº de Pase	Marca Electrodo	Diámetro (in)	Especif. AWS	Voltaje	Amperaje	Polaridad	Velocidad (cm/min)

EVALUACION	
· Inspección visual	Aprobado () Desaprobado ()
· Gammagrafia	Aprobado () Desaprobado ()
· Ensayos mecánicos	Aprobado () Desaprobado ()

SUP. SOLDADURA	QC	CLIENTE

	PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA EN LIMA Y CALLAO		
	CORTE Y BISELADO DE TUBERIAS	Página:	1 de 1
		Revisión:	
		Fecha:	

QC:		FECHA:					
PROGRESIVA DE CORTE:		LINEA:					
1. DIAMETRO Y ESPESOR DE TUBERIA:							
2. MOTIVO DE CORTE:							
INSTALACION EN ZANJA				JUNTA RECHAZADA			
OBTENCION DE NIPLE				OTRO: _____			
3. CONTROL DIMENSIONAL (Longitudes reales de campo)							
ITEM	ANTES DEL CORTE		DESPUÉS DELCORTE		SALDO		ANGULO BISEL
	CODIGO	LONG.	CODIGO	LONG.	CODIGO	LONG.	
4.- INSPECCION FINAL							
ESTADO DE CONTROL							
* Control dimensional	SI	_____	NO	_____			
* Inspección visual	SI	_____	NO	_____			
* Otros: _____	SI	_____	NO	_____			
5.- COMENTARIOS (Anotar datos adicionales sobre control de corte)							

SUPERVISOR DE SOLD.	QC	CLIENTE



**PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA
EN LIMA Y CALLAO**

REPARACIÓN DE SOLDADURA

Página: 1 de 1
Revisión:
Fecha:

QC: _____ **FECHA:** _____

DIAMETRO DE TUBERIA: _____ **ESPESOR:** _____

IDENTIFICACION DE DEFECTO

JUNTA	FECHA SOLD	ESTAMPA SOLD	END		FECHA END	REPORTE	MARCADO DEFECTO	
			UT	RT			SI	NO

TIPO DE DEFECTO

JUNTA	TIPO DE DEFECTO	UBICACIÓN	LONGITUD

EJECUCIÓN DE REPARACIÓN

JUNTA	ESTAMPA SOLD	NUEVO CODIGO JUNTA	OBS.

RESULTADO DE LA REPARACION (Si END se realizo el mismo día)

JUNTA	END		REPORTE	RESULTADO	
	UT	RT		ACEP	RECH

SUPERVISOR DE SOLD.	QC	CLIENTE



**PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DEL GAS DE CAMISEA
EN LIMA Y CALLAO**

REGISTRO DE NO CONFORMIDAD

Página:	1
Revisión:	
Fecha:	

IDENTIFICACION DE LA NO CONFORMIDAD

RNC (N°) :

ENTIDAD AFECTADA: _____
PLANO No: _____

FECHA APERTURA: _____
INFORME ADJUNTO No: _____

DESCRIPCIÓN :

CAUSAS

IDENTIFICADO POR :

FIRMA :

EVALUACION Y TRATAMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD

EVALUADO POR:

SUPERVISIÓN _____
JEFE DE PROYECTO _____
QC _____
OTROS _____

ACCION A TOMAR:

ACEPTAR SIN REPARACIÓN _____
REPARAR _____
RECHAZAR _____
MODIFICAR _____

ACCION CORRECTIVA

DEFINIDO POR:

FIRMA:

FECHA:

LEVANTAMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD

VERIFICADO POR:

FIRMA:

FECHA DE CIERRE:

OBSERVACIONES :

SUPERVISOR DE SOLD.

QC

CLIENTE

APENDICE “D”

HOJA TECNICA DE MATERIAL DE APORTE

Clasificación

AWS A5.1 : E6010
UNE-EN 499: E 42 3 C 25

Descripción General

Electrodo celulósico para tubería y soldadura general.
Para calidades de tubería hasta incluso X65.
De gran ductilidad para las pasadas de raíz.
Muy buena penetración que asegura buena inspección de la raíz.
Fácil encendido del arco, fácil eliminación de escoria.
El gran volumen de gas generado elimina la porosidad.
Reduce problemas al soldar aceros sucios y engrasados.

Posiciones de Soldadura



Tipo de Corriente

CC elec. +

Homologaciones

LR	TÜV	UDI	Gaz de France
3	+	+	+

Composición química (% en peso), típica, metal depositado

C	Mn	Si	P	S
0.15	0.50	0.25	0.010	0.010

Propiedades mecánicas, metal depositado

Condición	Lim. Elast (N/mm ²)	R. Tracción (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Impacto ISO-V(J)	
				-20°C	-29°C
Sin tratamiento					
Requerido AWS mín.	331	414	22	--	27
Requerido EN	420 mín	500-640	20 mín	--	47
Valores típicos	440	520	26	70	65

Empaquetado, tamaños disponibles e identificación

	2.5	3.2	4.0	5.0
Diámetro (mm)				
Longitud (mm)	350	350	350	350

Unidad: Lata				
Piezas/unid.	150	275	305	135
Peso neto/unid. (Kg)	7.6	7.2	8.2	8.3

Identificación Marcado: 6010

Nota: Lincoln K.O. S.A. se reserva el derecho de modificar sin previo aviso las características de los productos presentados en este documento, y debe considerarse únicamente como guía de consulta.

Materiales a soldar

Acero tubería	EN 10208	L310, L240
	EN 10208-2	L240, L290, L360, L415, L445
	EN 10216-1/10217-1	P235, P275, P355, P360
	API 5LX	X42, X46, X52, X56, X60, X65
	Gaz de France	X42, X46, X52, X63

Hoja de cálculo

Tamaño Diámetro (mm)	Corriente Rango (A)	Tiempo por electrodo (s)*	Energía E(KJ)	V. Dep. a Intensidad máx. H(kg h)	Peso/ 1000 unid. (kg)	Electrodos/ kg metal dep. B	kg Electrodo/ kg metal dep. 1 N
2,5x350	40-70	DC+			15,8		
3,2x350	65-130	DC+			26,2		
4,0x350	90-175	DC+			40,0		
5,0x350	140-225	DC+			61,5		

Parámetros óptimos de soldadura

Posición Diámetro (mm)	5G ascendente Intensidad (A)	5G descendente
2,5	55	65
3,2	90	110
4,0	130	150
5,0	150	165

Consejos de aplicación

Material L380 a L450 (X56 a X65), requiere precalentamiento (según EN 1011-1). Las abrazaderas deben quitarse después de finalizar la pasada de raíz, y la pasada siguiente ("pasada caliente") debe empezar dentro de los 5 min. después de la pasada de raíz. Use electrodos directamente del envase metálico. Use Fleetweld 5P para durezas más bajas en la pasada de raíz.

Clasificación

AWS A5.5: E 8010-G cumple con E 8010-P1
 EN 499: E 46 4 INi C 25

Descripción General

Electrodo celulósico para soldadura de tubería en vertical descendente.
Recomendable para tuberías de calidad desde X56 a X70.
Puede utilizarse para pasadas de raíz y peinado.
Poca susceptibilidad a mordeduras y porosidad.
Buenas propiedades de impacto.
Puede usarse para soldadura de aceros calmados al silicio.

Posiciones de Soldadura

Tipo de Corriente



CC elec. +

ISO 4852 2003 1

Homologaciones

TÜV	UDI	Gaz de France
+	+	-

Composición química (% en peso), típica, metal depositado

C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	V
0,12	0,90	0,20	0,012	0,013	0,85	0,10	0,03

Propiedades mecánicas, metal depositado

Condición	Lim. Elast (N/mm ²)	R. Tracción (N/mm ²)	Alargamiento (%)	Impacto ISO-VIT		
				-20°C	-29°C	+20°C
Sin tratamiento						
Requerido AWS min	460	550	19	-	27	-
Requerido EN	450 min	530-680	20 min	-	-	47 min
Valores típicos	510	570	24	75	-	-

Empaquetado, tamaños disponibles e identificación

Díametro (mm)	3,2	4,0	5,0
Longitud (mm)	350	350	350
Unidad: Lote			
Piezas/unid	325	205	130
Peso neto/unid (Kg)	0,4	0,1	0,1

Identificación

Marcado: 8010-G

Nota: Lincoln Electric S.A. se reserva el derecho de modificar sin previo aviso las características de los productos presentados en este documento, y debe considerarse únicamente como guía de consulta.



Shield Arc 70+

Materiales a soldar

Acero tubería	EN 10208-2	L360, L415, L445, L480
	EN 10216-1/10217-1	P355
	API 5LX	X56, X60, X65, X70
	Gaz de France	X52, X63

Hoja de cálculo

Tamaño Diam x longitud (mm)	Corriente Rango (A)	Tiempo Tipo por electrodo	Energía E(EJ)	V. Dep a intensidad máx. H(kg h)	Peso 1000 mm (kg)	Electrodos kg metal dep. B	kg Electrodo kg metal dep. LN
3,2x350	75-130	DC-			25,8		
4,0x350	90-185	DC-			39,5		
5,0x350	140-225	DC-			62,5		

Parámetros óptimos de soldadura

Posición: 5G descendente
Díametro (mm) Intenidad (A)

3,2	110
4,0	150
5,0	165

Consejos de aplicación

Material L380 a L450 (X56 a X65), requiere precalentamiento (según EN 1011-1). Las abrazaderas deben quitarse después de finalizar la pasada de raíz, y la pasada siguiente ("pasada caliente") debe empezar dentro de los 5 min. después de la pasada de raíz. Use electrodos directamente del envase metálico. Utilice Fleetweld SP para durezas más bajas en la pasada de raíz.

APENDICE “E”
FOTOS DE LA OBRA



Foto 1 : Desfile de tuberías de 20 pulg. con revestimiento



Foto 2 : Desfile de tuberías sobre la ruta y preparación de zanja para gasoducto.



Sección de Tubería con codo a 90° de fábrica ,aun sin revestir ,en la intersección de las Av. Santa Cruz y Los Sauces, en Lurin / Pachacamac

Foto 3



Foto 4: Bajada de tubería soldada en la zona del Ferrocarril



Foto 5 • Proceso de Soldadura en Lurín



Foto 6 • Inspección de Soldadura con el Rotoscan en Lurín

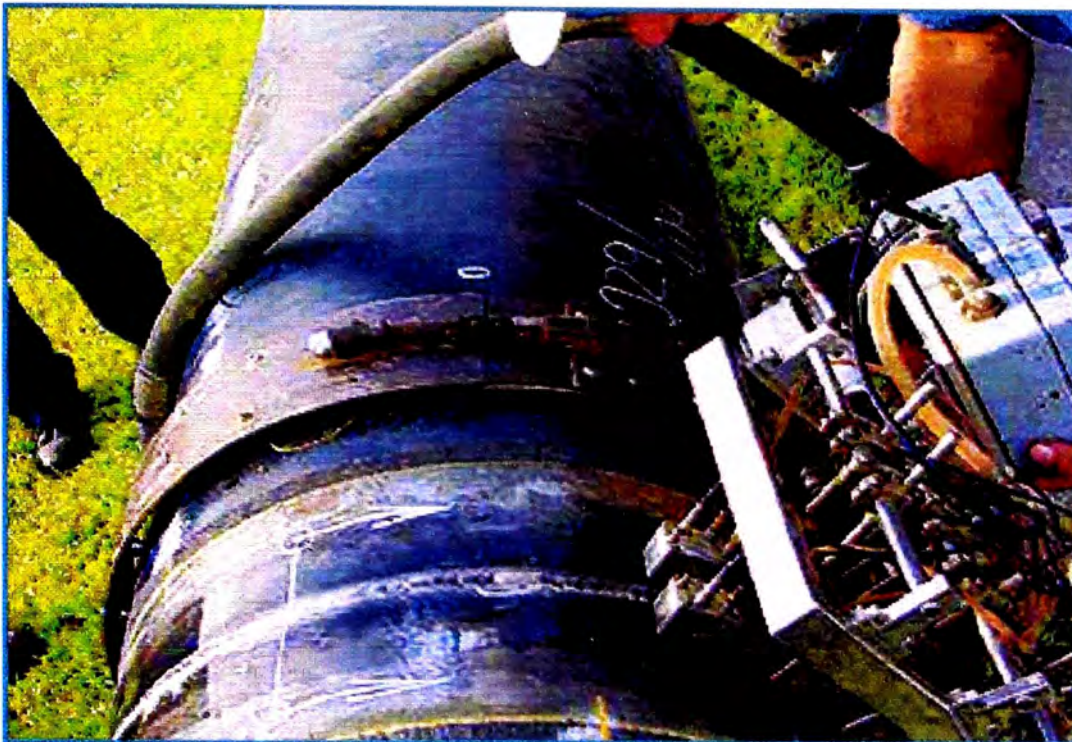


Foto 7 : Inspección de soldadura por ultrasonido (Rotoscan), la cual permite verificar la óptima calidad de la soldadura de cada junta



Verificación por ultrasonido de espesor de tubería doblada, ubicada en el City Gate

Foto 8



Foto 9 : Registro de información en computadora de la inspección de un tubo soldado en Lurin



Foto 10 : Colocación de la mantas termocontraíbles después de la inspección



Foto 11: Bajado de tuberías en la Vía de evitamiento



Foto 12 : Tendido de triductos en la Vía de evitamiento



Foto 13 :Compactación cerca de la Línea del ferrocarril



Foto 14 · Calle compactada en Surco.